



## Bioforsk-konferansen 2012

Erling Fløistad og Morten Günther (red.)



# Bioforsk FOKUS 7(2)

Bioforsk-konferansen 2012

Sammendrag av presentasjoner

Erling Fløistad og Morten Günther  
(redaktører)

Arrangør:  
Bioforsk



**Erratum**

Etter at boka gikk i trykken ble det oppdaget at deler av manus på side 148-149 var falt ut.

Dette er korrigert i denne oppdaterte elektroniske versjonen.

Bioforsk FOKUS blir utgitt av:  
Bioforsk, Frederik A. Dahls vei 20, 1432 Ås  
post@bioforsk.no  
Ansvarlig redaktør: Forskningsdirektør Nils Vagstad

Denne utgivelsen:  
Fagredaktør: Ingvar Hage, leder av programkomiteen for Bioforsk-konferansen 2012.  
Redaktører: Erling Fløistad og Morten Günther

Bioforsk FOKUS  
Vol 7 nr 2 2012  
ISBN 978-82-17-00877-4  
ISSN 0809-8662

Forsidefoto: Erling Fløistad.

Vebjørn Sands prosjekt "Keplerstjernen" ved Oslo Lufthavn, Gardermoen - en enorm stjerne i glass og lys som ruver på tre høye sokler 40 meter over bakken. Stjernen er basert på astronomen Johannes Keplers matematiske beregninger, men her forvandlet til et lysende kunstverk.

Produksjon og trykk: [www.kursiv.no](http://www.kursiv.no)

Boka kan bestilles hos:  
Bioforsk, Fr. A. Dahlsvei 20, 1432 Ås  
post@bioforsk.no  
Pris: 300 NOK

[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)

# Forord

Bioforsk-konferansen 2012 arrangeres på Clarion Hotel Oslo Airport, Gardermoen mandag 6. og tirsdag 7. februar 2012.

Denne boka inneholder sammendrag av 78 av de 105 foredragene som blir holdt under konferansen pluss 43 av 52 vitenskapelige plakater som presenteres.

I boka er sammendragene gruppert sesjonsvis på samme måte som i konferanseprogrammet. Sammen- dragene av plakatene er samlet til slutt i boka. Boka inneholder også et forfatterregister med henvis- ning til sidetall for både artikler og plakater.

Programkomiteen har i år bestått av Ingvar Hage (leder), Erik Revdal, Arne Sæbø, Lillian Øygarden og Anne Kjersti Bakken.

Det er svært mange som bidrar med foredrag og postere under konferansen. Disse legger ned et stort arbeid både når det gjelder forberedelser og gjen- nomføring. Vi er glade for at så mange har levert manuskript til denne boka selv om tidsplanen for produksjonen som vanlig har vært kort. Alle bidrag- sytere fortjener en stor takk for sitt engasjement i forbindelse med Bioforsk-konferansen 2012.

En spesiell takk til Christine Rasmussen og Kari Munthe som har hjulpet oss med korrekturlesing.

Ås, 25. januar 2012

Erling Fløistad  
(red.)

Morten Günther  
(red.)

# Innhold

Prosjektet ”Rett landbruksutdanning” .....	10
Rolf Wensbakk	
Landbrukssamvirkets forskningsbehov .....	12
Norsk Landbrukssamvirke	
Rådgiving for landbruk og næringsutvikling - hvor henter vi kompetansen? .....	15
Anders Heen	
Miljøvennlige driftssystemer i landbruket (MILDRI) - en systemanalyse. Hva lærte vi, og hvorfor døde MILDRI? .....	17
Arild Vatn	
Mjølkeproduksjon i eit multifunksjonelt landbruk - effektar på landskap, biologisk mangfald og miljø .....	20
Knut Anders Hovstad, Agnar Hegrenes & Ann Norderhaug	
Klimatiltak tilpassa driftssystem og naturgrunnlag: HOLOS-modellen som planleggingsverktøy for bonde og rådgiver .....	23
Helge Bonesmo, Odd M. Harstad, Arne O. Skjelvåg, Arnold Anoldussen, Ole E. Tveito, Ove Klakegg, Harald Volden, Egil Prestløyken & Tonje M. Storlien	
Samfunnsøkonomiske effekter av klimatiltak for norsk jordbruk .....	25
Klaus Mittenzwei	
Unexpected treasures from the Rothamsted experiments: how long term studies continue to give new data and insights for the improvement of food and feed production .....	28
David Powlson, Andy Macdonald & Paul Poulton	
Carbon sequestration in soils - has the concept been over-sold? .....	30
David S. Powlson	
Reversing organic matter decline in Norwegian arable soils - a challenging task .....	31
Hugh Riley	
Hva skjer når biokull tilføres i norsk jord? Erfaringer og anbefalinger .....	34
Adam O'Toole	
Myr som karbonlager og kilde til klimagassutslipp. Ny forskning i Norge .....	36
Simon Weldon & Arne Grønlund	
Er nydyrking av myr nødvendig for vekst i landbruket? .....	38
Arne Grønlund	
Lystgassutslipp fra norske dyrkingssystem. Nye målinger - ny innsikt? .....	41
Peter Dörsch	
Vassjuk jord: en viktig kilde for lystgass? .....	43
Sissel Hansen, Atle Hauge, Mehreteab Tesfai, Hugh Riley & Peter Dörsch	
N-restriksjoner i dansk landbruk - effekter på nitrogenbalanser og produktivitet .....	46
Tommy Dalgaard	
Dyrkingssystemene på Apelsvoll 2001-2010 – strømmer av N, P og K .....	48
Audun Korsæth	

Nitrogentap og næringsbalanser fra ulike dyrkingssystem - 20 år med JOVA-overvåking .....	50
Marianne Bechmann & Inga Greipsland	
Ekstremvær - avrenning fra jordbruksareal - behov for nye tiltak.....	52
Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Anne-Grete Buseth Blankenberg & Hans-Olav Eggestad	
Landbruk i Nord-Norge - tilpasning til endret klima.....	55
Eivind Uleberg & Sigridur Dalmannsdottir	
<i>Fusarium</i> og mykotoksiner i norsk korn før og nå.....	57
Guro Brodal, Oleif Elen & Ingerd Skow Hofgaard	
Effekt av dyrkingspraksis på utvikling av <i>Fusarium</i> og mykotoksiner i korn .....	60
Ingerd Skow Hofgaard, Oleif Elen og Guro Brodal	
Redusert bruk av plantevernmidler - fortsatt mulig?.....	62
Guro Brodal, Unni Abrahamsen, Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard & Jan Netland	
Redusert bruk av plantevernmidler - er det lønnsomt for bonden?.....	65
Jan Stabbetorp	
VIPS-Ugras - verktøy med potensial .....	68
Jan Netland & Kirsten Semb Tørresen	
Bruk av organiske gjødselslag i økologisk grasfrøavl .....	70
John Ingar Øverland & Lars T. Havstad	
Ulike høstemetoder ved frøavl av timotei og rødkløver .....	72
Lars T. Havstad	
Bekjemping av grasugras i grasfrøavlen og tofrøblada ugras i kløverfrøavlen .....	74
Kirsten Semb Tørresen, Trygve S. Aamlid, John Ingar Øverland, Trond Gunnarstorp & Stein Kise	
Soppsprøyting i frøenga om høsten .....	77
Trygve S. Aamlid	
Norsk kornproduksjon - hva trenger vi? .....	80
Lars Fredrik Stuve	
Foredling for robuste sorter .....	83
Lars Reitan	
Forgrøde - betydning for avling og kvalitet.....	86
Unni Abrahamsen	
Effekt av genotype og miljø på innhold av viktige kvalitetsegenskaper i bygg og havre .....	88
Ann Katrin Holtekjølen, Anne Kjersti Uhlen, Stefan Sahlstrøm & Mauritz Aasveen	
Nitrogenutnytting ved ulik grønn gjødselbehandling.....	90
Randi B. Frøseth, Anne Kjersti Bakken, Marina A. Bleken, Hugh Riley, Kristian Thorup Kristensen & Sissel Hansen	
Fermentering av grønnmasse .....	92
Tormod Briseid & Ove Bergersen	
Korttidseffekter av grønn gjødsel og biorest på meitemark .....	94
Reidun Pommeresche & Sissel Hansen	
Grønn gjødslingsstrategier ved økologisk korndyrking .....	97
Sissel Hansen	
Dyrkingsverdien av nye potetsorter .....	99
Per J. Møllerhagen	

Dyrkerskapte feil - betydning for lønnsomhet - aktuelle forbedringstiltak .....	101
Per Y. Steinsholt	
Yara N-sensor® brukt ved delgjødning til potet, ugrasssprøyting og risdreping .....	104
Joerg Jasper & Bjørn Tor Svoldal	
Djupluckring- og bevattningens effekt på skörd, kvalitet och fosforupptag .....	106
Joakim Ekelöf	
Potato Biotechnology - a helpful tool to promote food security and bioeconomy.....	108
J. Liu Clarke & Carl Spetz	
Innlagring og lagring - betydning for kvaliteten etter lagring .....	110
Gunnar Schmidt	
Betydning av modning og ventilasjonssystem for potetkvaliteten etter lagring .....	113
Pia Heltoft Jensen, Eldrid Lein Molteberg, Robert Nybråten & Mads Tore Rødningsby	
Tørrstoff - en målbar parameter? .....	115
Trygve Helgerud, Simon Ballance, Svein Halvor Knutsen, & Nils Kristian Afseth	
Nytt fra tørråteforskningen og erfaringer fra sesongen 2011 .....	117
Ragnhild Nærstad, May Bente Brurberg & Arne Hermansen	
Tørrflekkjuke - blir det et problem i Norge? .....	119
Arne Hermansen, Siri Abrahamsen, May Bente Brurberg & Ragnhild Nærstad	
Mer aggressiv stengelrøte, aktuelle skadegjørere og tiltak. ....	121
Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, Inger-Lise Akselsen & May Bente Brurberg	
<i>Potato virus Y<sup>NTN</sup></i> - new virus, or an old one in disguise?.....	123
Carl Spetz & Dag-Ragnar Blystad	
Jord på ville veier - om jordsmitte og PCN .....	124
Borghild Glorvigen	
Biogassing mot nematoder - aktuelt under norske forhold?.....	127
Ricardo Holgado & Christer Magnusson	
Ein miljøvenleg lammekjøttproduksjon- kva må til? .....	130
Finn Avdem	
Beiting gir sunne fettsyrer i lammekjøtt (Arktisk lam) .....	133
Jørgen Mølmann, Vibeke Lind & Marit Jørgensen	
Slutføring av lam - effekt av surførets høstetid og kraftfôrmengde .....	135
Margrete Eknæs, Åshild Taksdal Randby, Finn Avdem, Torstein H. Garmo, Egil Prestløyken & Ingjerd Dønnem	
Husdyrgjødsel - utfordringar .....	138
Lars Nesheim	
Avlingsutvikling i engdyrkinga.....	141
Tor Lunnan	
Kva for grovfôravlingar kan ein oppnå i økologisk produksjon?.....	143
Håvard Steinshamm, Rose Bergslid & Anne Kjersti Bakken	
Ensilering av grovfôr - utfordringer .....	145
Åshild T. Randby	
Endringar i fiberfraksjonen frå ferskt fôr til surfôr og høy .....	148
Anne Kjersti Bakken, Åshild Taksdal Randby & Peter Udén	
Grøntmiljø og folkehelse .....	150
Grete Patil	



Planning and management of green spaces in future compact cities and residential areas .....	152
Cecil C. Konijnendijk	
Finnes det plass til grønne verdier i framtidens norske byer? .....	153
Unn Ellefsen	
Vegetasjon i urbane arealer: Flere og større nytteverdier .....	155
Arne Sæbø & Hans Martin Hanslin	
CO <sub>2</sub> -regnskap for tomtevalg og drift av grøntanlegg .....	157
Agnar Kvalbein	
Nordic Cooperation to create Multifunctional Golf Courses and Healthy Ecosystems .....	159
Maria Strandberg & Karin Schmidt	
Artsvalg og etableringsmetoder for bytrær i et framtidig endret klima .....	162
Oliver Bühler	
Planter for norsk klima.....	164
Per Anker Pedersen	
Internasjonal handel med grøntanleggsplanter og spredning av fremmede arter .....	166
May-Guri Sæthre	
Uønska plantearter i spredning - hva kan vi gjøre? .....	168
Inger Sundheim Fløistad & Trond Rafoss	
Integrert sykdomsbekjempelse i gressdekte arealer .....	171
Tatsiana Espevig & Agnar Kvalbein	
Nye sjukdomar trugar lignosar i norske grøntanlegg .....	174
Venche Talgø, Maria-Luz Herrero, Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, May Bente Brurberg & Arne Stensvand	
Ukrudsbekjempelse på græsarealer - oversikt .....	176
Anne Mette Dahl Jensen	
Engrapp eller raigras ved etablering og resåing av grasbaner i ulike landsdeler .....	179
Trygve S. Aamlid, Lars Nesheim, Frank Enger, Per Vesterbukt & Trond Pettersen	
Riktig gjødsling gir sterkt gress .....	182
Agnar Kvalbein	
Teknik og økonomi ved robotklipping af græs på kirkegårde, parker, golf- og fodbolbaner .....	185
Anne Mette Dahl Jensen	
Grasfrø til ulike typer grøntanlegg .....	187
Trygve S. Aamlid & Agnar Kvalbein	
Vekstmedier til busker og trær i urbane miljø .....	189
Trond Knapp Haraldsen	
Metoder og plantevalg for etablering av lite skjøtselskrevende vegkanter .....	192
Hans Martin Hanslin & Arne Sæbø	
<i>Phytophthora</i> -arter på lignoser i Norge .....	194
María-Luz Herrero, Venche Talgø, May Bente Brurberg & Brita Tøppe	
<i>Agrobacterium</i> mediated transformation of AtSH1 gene in poinsettia ( <i>Euphorbia pulcherrima</i> ) resulting in compact plants .....	197
Md Ashraful Islam, Sissel Haugslie, Dag-Ragnar Blystad, Sissel Torre, Jorunn E. Olsen, Henrik Lütken & Jihong Liu Clarke	
Low cost production of tetravalent dengue vaccine in tobacco chloroplasts .....	199
Even Sannes Riiser, Ingrid Holtsmark, Hege S. Steen, S. Swaminathan, Navin Khanna, Ralph Bock & Jihong Liu Clarke	

KRYOFRISK-prosjektet, progresjon og foreløpige resultater .....	201
Dag-Ragnar Blystad, Jihong Liu Clarke, Sissel Haugslie, Astrid Sivertsen, Gry Skjeseth, Zhibo Zhang, John Harald Rønningen, Helen Otter Søgner, Peter van der Ende P & Bjørnar Bjelland	
Spatial genetic structure of <i>Plasmopara halstedii</i> at the field scale in France .....	203
Abdelhameed Elameen, Denis Tourvieille de Labrouhe, Emmanuelle Mestries, Sonja S. Klemsdal, Sophia Ahmed, François Delmotte	
Mykotoksiner i korn - et samarbeidsprosjekt (2010-2014) mellom Bioforsk, UMB og NVH.....	204
Guro Brodal, Ingerd Skow Hofgaard, Åsmund Bjørnstad & Steven Verhaegen	
Sjukdommer på hestekastanje i Norge .....	207
Venche Talgø, Gunn Mari Strømeng, Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, May Bente Brurberg, María-Luz Herrero & Arne Stensvand	
Ny skadegjerer på fjelledelgran ( <i>Abies lasiocarpa</i> ) i Danmark .....	210
Venche Talgø, Iben Margrete Thomsen, Ulrik Bräuner Nielsen, May Bente Brurberg & Arne Stensvand	
<i>Phytophthora plurivora</i> på spisslønn i Noreg .....	212
Venche Talgø & Sabine Werres	
Planteklinikken .....	214
Kari Ørstad, Erling Fløistad & Venche Talgø	
Bladlusarter og deres naturlige fiender i grønnsak-systemer i Benin .....	216
May-Guri Sæthre, Ignace Godonou, Trond Hofsvang, Ghislain T. Tapa-Yotto & Braima James	
Banansnutebillas migrasjonsevne .....	218
Ole Tobias Rannestad, May-Guri Sæthre & Amon P. Maerere	
<i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson), an alien species to Benin (West Africa).....	221
Ghislain T. Tapa-Yotto, Trond Hofsvang, Ignace Godonou & May-Guri Sæthre	
Håndbok om skadegjørere i juletræfelt.....	222
Inger Sundheim Fløistad & Venche Talgø	
Juletreproduksjon av gran .....	224
Inger Sundheim Fløistad & Venche Talgø	
Beising mot frøoverførte sopper på juletrær.....	226
Eleonora Høst, Venche Talgø, Guro Brodal, Heidi Røsok Bye & Arne Stensvand	
Developing precision crop protection in wheat .....	228
Therese W. Berge & Andrea Ficke	
Forskning for bærekraftig bruk av plantevernmidler i norsk landbruk .....	231
Ole Martin Eklo, Marit Almvik, Randi Bolli, Marianne Stenrød & Kirsten Tørresen	
Bruk og funn av plantevernmidler i JOVA-feltene - utvikling i perioden 1995-2010.....	234
Marianne Stenrød	
Overvåking av næringsstofftap fra jordbruksarealer i JOVA-programmet .....	236
Marit Hauken, Marianne Bechmann, Johannes Deelstra & Hans Olav Eggestad	
Kan sprøyting med lavdosemidler i korn utgjøre en miljørisiko? .....	238
Marit Almvik, Gunhild Riise, Trond Børresen, Randi Bolli, Agnethe Christiansen, Sven Roar Odenmarck & Roger Holten	
Tiltak mot fosfortap i nedbørfeltet til vestre Vansjø og effekt på vannkvalitet.....	240
Marianne Bechmann & Anne Falk Øgaard	
Virkning av jordarbeiding på jorderosjon og fosfortap.....	242
Svein Skøien	

Geofysisk overvåking av nedbrytbare avisningskjemikalier i umettet sone under snøsmelteperioden...	244
Astri Søiland, Helen K. French & Esther Bloem	
Ekstremvær - effekter på avrenning av næringsstoff fra jordbruksarealer.....	245
Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Anne-Grete Buseth Blankenberg & Hans Olav Eggestad	
Ekstremvær og tiltak i jordbruksdominerte nedbørsfelt .....	248
Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Anne-Grethe Buseth Blankenberg, Hans-Olav Eggestad & Atle Hauge	
Klimaendringer og behov for grøfting .....	251
Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Sigrun H. Kværnø, Hans-Olav Eggestad, Atle Hauge, Anne-Grethe Buseth Blankenberg & Marianne Bechmann	
Vil klimaendringer kunne få konsekvenser på avrenning av tarmbakterier og parasitter fra beiteområder?.....	253
Anne-Grete Buseth Blankenberg, Adam M. Paruch, Ingun Tryland & Lucy Robertson	
Extreme weather in small catchments: new method for flood protection: ExFlood .....	256
Jannes Stolte, Ola Hanserud, Helen French, Bent Braskerud & Jarle Bjerkholt	
Mykorrhiza til bruk i planteskoler, hagebruk og grøntanlegg .....	258
Erik J. Joner	
Prosjektet BioJord: Utvikling av biologisk anriket, økologisk vekstjord.....	260
Erik J. Joner	
Mykorrhizaforum .....	262
Theo Ruissen & Erik Joner	
Beitepreferanser hos geit på innmark og utmark .....	263
Marit Jørgensen, Rebekka Helgesen, Margrete Eknæs, Jørgen Møllmann & Håvard Steinshamn	
Effekter av den Nord-Atlantiske Oscillasjonen på overvintring av høsthvete .....	266
Tomas Persson, Anne Kari Bergjord & Mats Höglind	
Metoder for å bevare trua artar og vegetasjonstyper etter vegutbygging - ny E6 frå Ringebu sør til Otta .....	268
Kristin Daugstad & Tanaquil Enzensberge	
Effekt av ulikt beite og høvfôring på ytelse og kvalitet i geitmelk .....	270
Håvard Steinshamn, Rebekka Helgesen, Jørgen Møllmann, Magnhild Nymo & Marit Jørgensen	
Fagforum Potet.....	273
Per Y. Steinsholt, Borghild Glorvigen & Eldrid Lein Molteberg	
Agriculture in Northern Norway in a changing climate .....	274
Grete Hovelsrud, Ingrid Kvalvik, Halvor Dannevig, Inger Hanssen-Bauer, Sigríður Dalmannsdóttir, Lars Rønning, Eivind Uleberg & Bob van Oort	
Short description of the Norwegian seaweed industry.....	275
Marte Meland & Céline Rebours	
Introduction to the management and regulation of the Norwegian seaweed industry .....	278
Marte Meland & Céline Rebours	
Jordressurskart .....	280
Åge Nyborg & Hilde Olsen	
Gjødslingsplan - sviktende gjennomføring?.....	282
Johan Ellingsen & Tor Breen	
ITAS - Instrumenttjenesten AS .....	284
Oddvar Haga	

# Prosjektet ”Rett landbruksutdanning”

Prosjektet ”Rett landbruksutdanning” er et samarbeidsprosjekt mellom Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB), Høgskolen i Hedmark (HH) og Høgskolen i Nord-Trøndelag (HiNT). Samarbeidsprosjektet skal resultere i fremtidsrettet landbruksutdanning tilpasset næringsas behov og studentenes interesser. Prosjektet startet 1. oktober 2010 og varer ut 2014.

Rolf Wensbakk  
Høgskolen i Nord-Trøndelag  
rolf.wensbakk@hint.no

## Innledning

I Norge er det nå kun tre institusjoner som gir høyere offentlig landbruksutdanning. Disse er Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), Høgskolen i Nord-Trøndelag (HiNT) og Høgskolen i Hedmark (HH). Søkingen til alle landbruksstudier har gått ned de siste årene og det har resultert i at mange studieretninger har blitt lagt ned og at flere institusjoner som tidligere tilbød landbruksutdanning har sluttet med det. I rapport nr 6-2009 fra Landbrukets Utredningskontor (LU), ”Framtidig behov for landbruksakademikere” heter det at nærings, forvaltninga og rådgivinga vil trenge flere landbruksakademikere enn det som utdannes nå. For å bidra til best mulig kompetanse i landbruket mente rektorene ved de tre institusjonene at det var nødvendig med et slikt felles prosjekt.

## Mål for prosjektet

- 1 Felles markedsføring og samordning av de studie-tilbudene som tilbys fra både UMB, HiNT og HH for å sikre at ungdom har kjennskap til de mulighetene som finns innen landbruksutdanning.
- 2 Markedsanalyse. Analyse av fremtidige kunnskapsbehov sett fra ungdommen sin side og fra nærings sin side. Dette for å sikre at både ungdommen og nærings sine behov blir ivaretatt ved utvikling av fremtidige landbruksutdanninger.
- 3 Utvikling av scenarier for å beskrive ”Rett landbruksutdanning” som viser hvordan utdanningstilbudene skal utvikles for å møte fremtidige kompetansebehov i nærings.

## Felles markedsføring

Det skal lages felles markedsføring rettet mot videregående skoler i første omgang og mot ungdomsskoler og yrkesaktive i neste omgang. En viktig målgruppe

er yrkesveiledere i videregående og NAV, som må ha riktig informasjon om muligheter innenfor grønn sektor. I markedsføringsmaterialet må det være tydelig karrierekart som viser ungdommen de mulighetene de har.

## Markedsanalyse

Det fremtidige kompetansebehov skal analyseres i forhold til nødvendige studieretninger og i forhold til innhold i de ulike studieretningene. Den nevnte utredningen fra LU har analysert behovet for landbruksakademikere, og i mindre grad analysert kunnskapsbehovet innen aktuelle studieretninger. I forhold til ungdom er det nødvendig å finne ut hva som vil gjøre at landbruksstudiene kan bli mer interessante. Det kan være forhold ved studiene og det kan være forhold i nærings. Det vil uansett være nyttig å få kartlagt årsakene og de forhold som er relevante for utdanningene vil bli brukt for å videreutvikle landbruksstudiene. Øvrige forhold vil det være nærings og politikere som har ansvar for å gjøre noe med.

Markedsanalyse i forhold til nærings sitt behov skal kartlegge hva som vil være relevant kompetansebehov i fremtiden. Dette skal analyseres både hos primærprodusenter, omsetningsledd, rådgiving og forvaltning. Noen av disse undersøkelsene er gjort i 2011. Resultatene skal brukes i kontinuerlig utvikling av studiene og til utvikling av fremtidsscenarier.

## Scenarier

Med utgangspunkt i markedsanalysene skal det utvikles ulike scenarier for hvordan kompetansebehovene kan dekkes. Scenariene vil bli utviklet der målet er å få til fornuftig arbeidsdeling og samarbeid. Scenari-

ene kan inneholde videreutvikling av allerede eksisterende tilbud, nye studietilbud og organisatoriske tilpasninger som gjør det lettere å få til samarbeid, alt avhengig av markedsanalysen. Scenariene utvikles i løpet av 2012 og 2013.

### Organisering

Prosjektet har en Styringsgruppe bestående av følgende personer:

- Prorektor Mari Sundli Tveit, Universitetet for miljø- og biovitenskap, leder
- Leder Merete Furuberg, Norsk Bonde- og Småbrukarlag
- Student Kaja Mathilde Heltop, Universitetet for miljø- og biovitenskap, nestleder Studentstyret NSO-Ås
- Elev og lærlingombud Kjerstin Lundgård, Oppland Fylkeskommune (og varamedlem i Hedmark Bondelag)
- Prosjektleder Mali Romestrand, leder prosjektet "Velg landbruk" (et prosjekt i regi av avtalepartene i landbruket)
- Avdelingsleder Fred Johnsen, Høgskolen i Hedmark
- Prorektor Hanne Solheim Hansen, Høgskolen i Nord-Trøndelag
- Prosjektleder er Rolf Wensbakk, Høgskolen i Nord-Trøndelag

### Finansiering

De viktigste finansieringskildene til prosjektet er, foruten prosjekteierne, Innovasjon Norge og fylkeskommunene i Nord-Trøndelag, Hedmark, Akershus, Finnmark, Troms og Østfold. Prosjektet har en samlet kostnadsramme på 5 mill. kroner.

### Tiltak

Av tiltak som er gjennomført så langt i prosjektet kan nevnes:

- Felles nettside [www.landbruksutdanning.no](http://www.landbruksutdanning.no)
- Felles annonsering på Facebook, aviser, tidsskrifter, hjemmesider, nettsider og lignende
- Stand på landbruksmessa Agrisjå
- Stand på Rådgiverforum, Lillehammer
- Samarbeid med Norges Bygdeundomslag
- Workshop med landbruksbedrifter og -organisasjoner
- Laget oversikt over overgangsmuligheter mellom studier på de tre studiestedene
- Samarbeid med andre rekrutteringsprosjekter, som for eksempel "Velg landbruk" og "Velg skog"

# Landbrukssamvirkets forskningsbehov

**Globale utviklingstrender påvirker forskningsbehovet til norsk landbruk og matproduksjon. Krav om økt omstillingstakt og skjerpet internasjonal konkurranse gjør forskning og innovasjon til et stadig viktigere virkemiddel for å bidra til norsk landbruk og matproduksjon sin konkurransekraft. Særnorske forhold og problemstillinger vil derfor være sentrale prioriteringer i tillegg til kvalitet, relevans og innovasjonshøyde.**

Jessica Kathle  
Norsk Landbrukssamvirke  
jessica.kathle@landbruk.no

## Innledning

Premissene for norsk landbruk og matproduksjon er under konstant endring. Dominerende drivere er de internasjonale politiske og økonomiske utviklingstrendene, som igjen påvirkes av klimatiske, biologiske og demografiske endringer. Norge som et lite land er prisgitt krefter vi har begrenset innflytelse over. Det er nok å nevne klima (Kyoto), WTO, råvarepriser, valutasvingninger og internasjonal etterspørsel som på ulike måter påvirker handlefriheten vår. Det nasjonale handlingsrommet vi rår over må derfor vurderes opp mot forpliktende internasjonale avtaler, markedstilgang og hva som gir norske interesser sett i et helhetlig og langsiktig perspektiv.

Regjeringas nylig fremlagte Landbruksmelding (Meld. St. 9 (2011-12)) gir signaler om landbrukets videre utvikling innenfor det definerte handlingsrommet. I store trekk er det en videreføring av en landbrukspolitikk som historisk sett har hatt bred politisk støtte, med visse unntak (FrP). Målsettingen er fortsatt å opprettholde et konkurransedyktig og bærekraftig landbruk over hele landet med en sjølforsyningsgrad som kan være på om lag samme nivå som i dag. Målene for norsk landbruk synes derfor ganske stabile, men premissene for å nå dem har de siste decenniene endret seg kraftig. Klimaendringer, den raske teknologiske utviklinga, effektiv transport, endrede internasjonale spilleregler med påfølgende økt internasjonal konkurranse bidrar på ulike sett til at landbruket må tilpasse seg nye utfordringer langt raskere enn tidligere. Ikke overraskende har derfor ny kunnskap gjennom forskning og forskningsbasert innovasjon fått en stadig viktigere rolle som ett virkemiddel for omstil-

linger og raske tilpasninger, ikke bare i norsk landbruk og matindustri, men også internasjonalt.

## Norsk Landbrukssamvirkes premisser

Norsk Landbrukssamvirke (NL) er en paraplyorganisasjon for de 16 bondeideeide samvirkebedriftene i norsk landbruk. NL har 15 ansatte som arbeider for å fremme samvirkebedriftenes interesser, særlig innen næringspolitikk, kompetanseoppbygging, informasjon og samfunnskontakt. Samvirkebedriftene driver en omfattende forretningsvirksomhet basert på foredling og salg av råvarer fra jord- og skogbruk med en samlet omsetning på 74 mrd kroner (2010) og 16 500 sysselsatte. NL har en viktig oppgave som et felles strategisk og koordinerende organ for medlemsbedriftene. Ikke minst er det viktig innen forskning, både når det gjelder forskningsprioriteringer og initiering av forskningsaktiviteter rettet inn mot norsk landbruk.

Norsk Landbrukssamvirke kunne ønske seg høyere ambisjoner for et framtidig norsk landbruk og ikke minst tydeligere signaler om sterkere virkemidler for å nå visjonene som er beskrevet i Landbruksmeldinga. Der fremheves økt vektlegging av forskning som fremmer bærekraftig økning i matproduksjonen og forskningsbasert innovasjon i næringsmiddelindustrien, men det gis ingen signaler om økte totale forskningsinnsatser. Dette til tross for at behovet for norsk landbruks- og matforskning vil være sterkt økende dersom vår konkurransekraft skal opprettholdes. Det er ingen motsetning mellom de nasjonale overordnede forskningsbehovene slik de er definert i Landbruksmeldinga og behovene til NLs medlemsbedrifter. Det spesielle med landbrukssamvirke er at de dekker hele verdikjeden

fra jord til bord. Det gjør at kunnskapsbehovet er bredt og nødvendiggjør en helhetlig, sektorovergripende forskningstilnærming.

## Noen overordnede forskningsmål

### Langsiktige og kortsiktige mål

Det kan være hensiktsmessig å skille de visjonære, langsiktige og globale målene fra de mer kortsiktige (akutte). De førstnevnte er å mette ni milliarder mennesker innen 2050 på en bærekraftig måte, og under dramatisk endrede (mer ugunstige) klimaforhold i forhold til i dag. Norge gjør det best ved å opprettholde en høyest mulig sjølforsyning, utnytte egne nasjonale naturressurser både til matproduksjon og til andre (nye) formål med klima- og miljøvennlige metoder. Dette er ikke mulig uten å ta i bruk ny kunnskap. Et svekket nasjonalt landbruk på den andre siden vil over tid føre til økt matimport fra land som produserer billigere eller bedre enn oss. Det kan gå bra på kort sikt da vi har penger til å kjøpe i et marked med stigende råvarepriser, vi har alternative arbeidsplasser i industri og serviceyrker, og vi kan dempe fraflytting og skjerme turismen i bygdene ved omlegging av tilskuddsordninger. Medaljens bakside er bl.a. nedbygging av fagmiljø, tap av kunnskap og praktisk kompetanse, ingen rekruttering til fagområdet og et brudd i utviklingen av et klimatilpasset landbruk. I en framtidig verden hvor etterspørsel etter mat vil øke, samtidig som naturressurser tappes, vil en slik strategi både være etisk betenkelig i tillegg til risikabel for vår egen matsikkerhet. Det vil ikke være lett å bygge opp igjen et landbruk som har ligget brakk over lengre tid. Alternativet er at vi gjennom egen forskning og kunnskapsoverføring bidrar til et klima-smart landbruk, ikke bare for egen del, men også på utvalgte områder internasjonalt.

### Forskningens kvalitet og effektivitet

Forskning krever store investeringer, både i form av lange utdanningsløp, spesialisering og tung infrastruktur. Politisk vilje og allmenn aksept for offentlige forskningsbevilgninger til landbruks- og matsektoren er derfor en forutsetning. På samme måte som forskningsmidler i form av avgifter fra landbruket må ha aksept fra næringa sjøl. Hvordan kan dette oppnås?

En klar betingelse er effektiv bruk av midlene. For å få mest mulig ut av hver forskningskrone er det nødvendig med samarbeid og klar rollefordeling mellom de ulike fagmiljøene. Samtidig må det være en reell konkurranse internt og mellom fagmiljøene slik at

kvaliteten på forskningen er på et internasjonalt høyt nivå. Forskningen må oppleves å være relevant og anvendbar. Imidlertid må næringa også være i stand til å akseptere at noe av forskningen kan ha et mer langsiktig og grunnleggende perspektiv. Det er ikke minst viktig for å lage et godt fundament for framtidig forskning og solide, robuste fagmiljøer. På den måten vil man både være bedre i stand til å beholde dyktige forskere og rekruttere nye. Det er et faktum at forskerprestisje og internasjonal publisering henger sammen. Vi må ha forståelse for at landbruksforskningen må favne bredt, og ikke minst være sektorover-skridende.

Det overordnede målet med forskningen er å bidra til en bærekraftig matproduksjon langs hele verdikjeden og styrke næringas konkurransekraft på kort og lang sikt. Forskningen må derfor være relevant. Hva som er relevant på lang sikt er ikke alltid lett å vite. Grunnleggende forskning er en forsikring om at den ervervede kunnskapen kan anvendes på mange områder og problemstillinger som vi ikke har oversikt over i dag. Et eksempel er handteringen av radioaktivt nedfall over fjellbeitene i Norge etter Tsjernobyl-ulykken i 1986. Takk være grunnleggende kunnskap om tarmfysiologi og plantefysiologi ved Universitet for miljø- og biovitenskap (UMB) (den gang Norges landbrukshøgskole (NLH)) fant man raskt fram til effektive mottiltak.

Det er ikke nok at forskningen er relevant dersom den ikke formidles og tas i bruk. Kortest mulig vei fra resultatene foreligger til anvendelse blir viktig. Det krever tett samhandling mellom forsker og bruker, en lett forståelig formidlingsform, samt utprøving og nye investeringer inntil et nytt produkt eller prosess kan markedsføres. Sporing av forskningsresultater tilbake til finansieringskildene viser forskningens direkte nytte for bidragsyterne. Dette sammen med forskningsformidling til allmennheten er viktig for samfunnets innsikt og forståelse av forskningens betydning, og kan således sikre framtidige forskningsbevilgninger til området best.

### Prioriterte forskningstema

Landbrukssamvirket sitt forskningsbehov defineres av medlemsbedriftene, mens NLS oppgave er å være faglig tilrettelegger. Prosessen for å komme fram til omforente forskningsprioriteringer for de kommende åra har i skrivende stund startet opp, men er ennå ikke avsluttet. Det foreligger derfor ikke detaljerte prioriteringer per desember 2011, men på bakgrunn

av tydelige signaler og trender i tida kan det likevel skisseres en del opplagte forskningsbehov som må prioriteres.

Norges forskningsråd (NFR) har lansert et nytt forskningsprogram fra 2013 (BIONÆR) som skal avløse 'Matprogrammet' og 'Natur og Næring'. Det bygger på kretsløpstenkning og et biobasert næringsgrunnlag som det bærende element i en framtidig økonomi. Mye av dette er kjente problemstillinger for landbruksforskningen og passer bra med de overordnede prioriteringene fra næringa. BIONÆR vektlegger imidlertid det internasjonale, visjonære og tverrfaglige aspektet svært tungt. Landbrukssamvirkes strategi på sin side ønsker å prioritere internasjonalt forskningsdeltakelse på områder der vi er eller kan bli, internasjonalt ledende, og der vi har utfordringer som best lar seg løse gjennom internasjonalt samarbeid. Men det er mange særnorske forhold og problemstillinger som man ikke kan forvente har internasjonal interesse og derfor må løses nasjonalt eller på nordisk plan. Eksempler på aktuelle særnorske tema kan være agronomi under endrede nedbør- og temperaturbetingelser, beite og grovfôr, planteforedling, byggeteknikk, arealforvaltning, tilleggsnæringer, etologi, genom- og genteknologi, husdyrsjukdommer (inkl. zoonoser), bioenergi, biodiversitet, nye anvendelser av cellulose, m.fl.

## Virkemidler

Norsk Landbrukssamvirke skal bidra til å koordinere samvirkebedriftenes forskningsprioriteringer. I Rådgivende organ for forskning og innovasjon (RUF) sitter alle de forskningstunge samvirkebedriftene samt Norges Bondelag (NB) og Norsk Bonde- og småbrukarlag (NBS) med NL som sekretariat og leder. RUF er et forskningsstrategisk organ i tillegg til et informasjons- og diskusjonsforum. Her diskuteres felles forskningsmål og ulike innspill til Forskningsrådet, LMD og andre myndighetsorgan. Hvert år arrangerer NL i samarbeid med RUF et åpent seminar (Innovasjonsforum) hvor aktuelle forskningsspørsmål blir belyst og diskutert. I tillegg sitter NB, NBS og NL i Styret for Forskningsavgift for landbruksvarer (FFL) som hvert år bevilger om lag 20 millioner kroner til nye prosjekter med relevans for norsk landbruk og matproduksjon. Videre har FFL et særlig ansvar for grunnleggende finansiering av Nofima i form av strategiske programmer (53 millioner kroner i 2012).



# Rådgiving for landbruk og næringsutvikling - hvor henter vi kompetansen?

Norsk Landbruksrådgiving (NLR) har stort behov for nye rådgivere framover. Det er vanskelig å finne disse, og NLR må i større grad drive egen utdanning av rådgivere. Framover vil det bli behov for rådgivere med mer spisskompetanse da bonden i større grad vil kreve mer enn tidligere. NLR mener at UMB i større grad må tilby forskningsbasert undervisning. Økt samarbeid mellom ulike organisasjoner vil styrke satsingen på utdanningen.

Anders Heen  
Norsk Landbruksrådgiving  
anders.heen@lr.no

## Innledning

Norsk Landbruksrådgiving (NLR) er paraplyorganisasjon for 41 rådgivingsenheter med 260 medarbeidere og 26 000 medlemmer over hele landet. Vår basisvirksomhet har vært kunnskapsutvikling og rådgiving innen jord- og plantekultur, inkludert miljøtiltak og skjøtsel av kulturlandskap. De siste årene er rådgivingstilbudet utvidet til landbruksbygg, maskinteknikk, økonomi og næringsutvikling.

I 2010 overtok NLR ansvar for bygningsteknisk rådgiving og planlegging i landbruket fra Fylkesmannen. Bønder i hele landet har nå tilbud om uavhengig rådgiving og prosjektering hos 20 bygningstekniske rådgivere ansatt i våre regionale rådgivingsenheter. Rådgiverne samarbeider i et felles nettverk, der enkelte spesialiserer seg innenfor bestemte husdyrslag og tekniske løsninger.

Fra 2011 startet NLR opp rådgiving innen maskinteknikk som eget fagområde. Hittil er det ansatt tre spesialister innenfor maskinteknisk rådgiving, plassert i Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal og Hedmark.

For å bygge opp disse tjenestene får NLR en «niste-pakke» over Jordbruksavtalen. Den trappes gradvis ned i løpet av noen år. Målet er at dette på sikt skal være selvfinansierende tjenester. En forutsetning for å lykkes med det er muligheter til å rekruttere kompetente medarbeidere.

## Behov for 150 nye rådgivere fram til 2020

NLR rekrutterer i hovedsak folk med mastergrad innenfor jordbruk, hagebruk, landbruksbygg, mas-

kinteknikk, økonomi m.m. NLR sliter med å få tak i fagfolk på flere områder, og ansetter stadig flere utlendinger. Det er bra med impulser utenfra, men vi trenger en god miks.

70 av medarbeiderne i NLR når pensjonsalderen fram til 2020. Bare for å erstatte disse trengs det i gjennomsnitt 6-7 nyrekrutteringer per år. De siste årene har det vært ansatt omkring 20 nye rådgivere i året. Totalt rekrutteringsbehov fram til 2020 vil ligge på 150-200.

Flere rådgivingsenheter sliter allerede med å finne kvalifiserte søkere på utlyste stillinger. Vi ser nå at for eksempel NLR Rogaland og NLR Salten sliter med å finne kvalifiserte rådgivere innen grovfôr. Innenfor veksthusrådgiving lyses nå stillinger bare ut internasjonalt.

## Utdanning av rådgivere i egen regi

NLR driver i større grad egen utdanning av rådgiverne. I 2011 startet vi Rådgiverskolen som et løp som går over ett år. Her fokuseres det på rådgivingsmetodikk. Det følges opp med et mentorprogram som nå er under utvikling. Her følges nye rådgivere opp av erfarne rådgivere innen fagområdet.

Våre sju nasjonale fagkoordinatorer og ti fagutvalg arrangerer årlig mange spesialiserte fagkurs for rådgivere innenfor f.eks. grovfôr, korn, potet, grønnsaker, frukt og bær og landbruksbygg. Det er også planer om kurs i forsøksmetodikk med mer.

Innenfor landbruksbygg legges det stor vekt på kursing i bruk av felles programvare og samarbeidssystemer for å legge til rette for kunnskapsdeling og spesialisering på tvers av rådgivingsenheter. NLR har samarbeidsavtale med Dansk Landbruksrådgivning og har gjennom den tilgang til kurs- og opplæringstilbud innen en rekke fagområder, blant annet rådgivingsmetodikk.

### **Økt kompetansebehov**

Hvis vi fortsatt skal drive matproduksjon her i landet trengs basiskompetanse innenfor jordbruk (agronomi, teknikk, økonomi, driftsledelse, miljø, klima, energi, m.m.). God basiskompetanse er viktig for utvikling av spesialkompetanse innen både planteproduksjon (korn, poteter, grovfôr, grønnsaker, veksthus, frukt og bær) og landbruksteknikk (landbruksmaskiner og landbruksbygg). Evne til å tilegne seg ny spesialkompetanse tilpasset produksjoner, natur- og ressursgrunnlag, blir også avgjørende for å lykkes. Utviklingen går mot færre, men stadig større og mer spesialiserte virksomheter i landbruket. De stiller stadig større krav til spesialkompetanse hos rådgiverne. Vi ser kanskje denne utviklingen tydeligst innen grøntsektoren, der volumene øker og marginene krymper.

### **Mer forskningsbasert undervisning**

Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) må drive mer jordbruksforskning og forskningsbasert undervisning innen agronomi og landbruksteknikk. Det vil heve kvaliteten på undervisningen og gjøre det mer attraktivt å studere disse fagene. UMB kan få inn andre lærerkrefter som kan gjøre undervisningen mer spennende. Bioforsk, NLR med flere kan bidra med spesialistkompetanse inn i undervisningen i ulike fag som jord- og plantekultur, plantevern og forsøksmetodikk.

NLR har gode erfaringer med masterstudenter som gjennomfører feltarbeid i våre rådgivingsenheter, gjerne kombinert med sommerjobb/praksis samme sted. NLR ønsker å systematisere dette og ha oppdaterte lister med forslag til masteroppgaver, praktiskantplasser etc. Vi er også åpne for å prøve ut ulike former for trainee-ordninger i samarbeid med utdanningsinstitusjonene.

### **Mer samarbeid om utdanning og markedsføring**

NLR deltar i referansegruppene for Studieprogram Plantevitenskap ved UMB og prosjektet «Velg Landbruk», som er avtalepartenes satsing for å rekruttere flere unge til landbruksutdanning, og øke kunnskapen om yrker og utdanninger innen landbruket. Vi deltar på karrieredager på UMB, og vil i 2012 målrette rekrutteringsarbeidet ytterligere.

NLR kan sammen med andre organisasjoner i landbruket bidra til omdømmebygging, og vise fram landbruket som en attraktiv arbeidsplass. Vi bør bli enda flinkere til å vise fram de gode eksemplene på hva en kan bli om en studerer landbruksfag, og har tro på fellesløft som «Rett landbruksutdanning». Det er et femårig samarbeidsprosjekt mellom UMB, Høgskolen i Hedmark (Blæstad) og Høgskolen i Nord-Trøndelag (HiNT). Visjonen for prosjektet er en framtidsrettet landbruksutdanning tilpasset næringas behov og studentenes interesser.

Det bør legges til rette for økt samhandling mellom utdanningsinstitusjonene og næringslivsaktører, gjennom flere møteplasser - både fysiske og virtuelle (e-postgrupper, nettsider, forum). Det er nå flere kampanjer på gang rettet mot delvis samme målgrupper. Her er det behov for i større grad å samle kreftene, f.eks. i ett oppdatert nettsted som taler ungdommens språk.

# Miljøvennlige driftssystemer i landbruket (MILDRI) - en systemanalyse. Hva lærte vi, og hvorfor døde MILDRI?

MILDRI var en tverrfaglig satsing. Programmet ble avsluttet for 10 år siden. Det brukte matematiske modeller til å studere sammenhengene mellom naturgitte og politiske rammebetingelser, bønders valg av praksis og ulike miljømessige konsekvenser av landbruksdrift. Satsingen reflekterte en sterk interesse for landbruksforurensninger og 'døde' delvis som en følge av dalende politisk interesse, men også pga. skepsis til modellering.

Arild Vatn

Universitetet for miljø- og biovitenskap  
arild.vatn@umb.no

## Innledning

Forskningsprogrammet 'Miljøvennlige driftsformer i landbruket' startet i 1996 og var en ganske stor satsing rettet mot tverrfaglig analyse av miljøspørsmål i landbruket. Bakgrunnen var økt interesse for vannforurensing og landbrukets rolle i den forbindelse. På slutten av 1980-tallet så for eksempel Nordsjøavtalen dagens lys som innebar mål om redusert avrenning fra landbruket. Det var også fokus på en rekke lokale vannforekomster.

Den tidlige forskningen på feltet utløste en ganske heftig debatt om bruk av avgifter på kunstgjødsel - en debatt som ikke minst avslørte betydelig faglig uenighet mellom (noen) økonomer og (noen) naturvitere. Denne uenigheten virket lammende på politikktutforming på feltet og Norges forskningsråd besluttet å etablere et program der økonomer og naturvitere kunne møtes for å bringe den faglige fronten framover og forhåpentligvis avklare uenighetene.

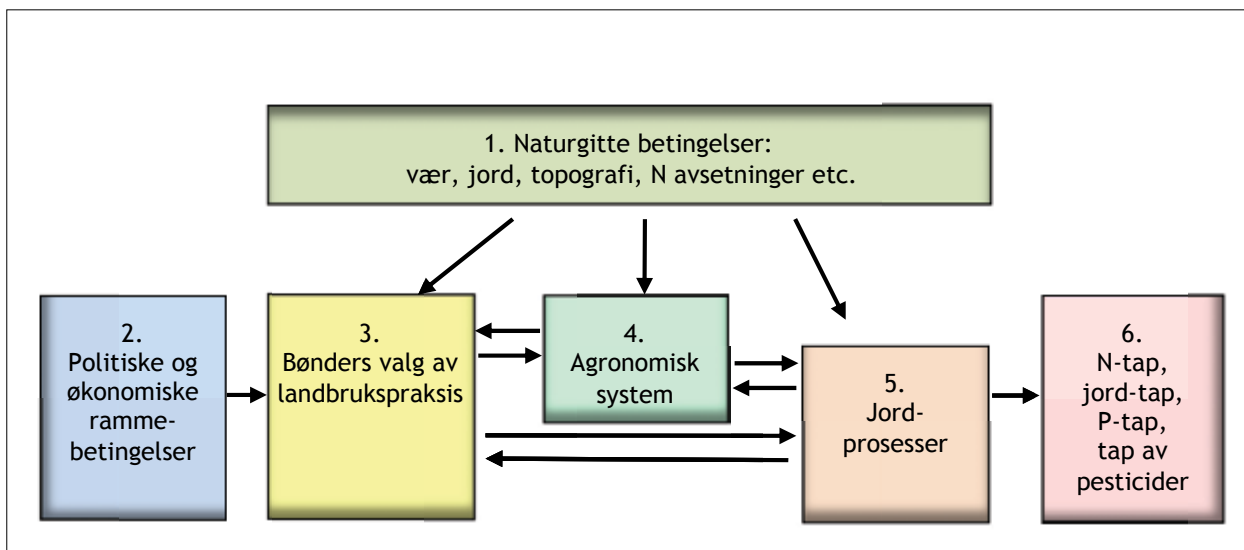
Dette programmet ble kalt ØKØK og ble avsluttet i 1995. Det fikk en positiv evaluering og ved hjelp av en samlet satsing som inkluderte midler fra Forskningsrådet, Landbruksdepartementet, Jordbruksavtalen og Norges Landbrukshøgskole (NLH), ble grunnlaget for MILDRI lagt. Det var to hovedbegrunnelser for å etablere MILDRI. For det første ønsket man å videreføre utviklingen av analyseverktøyene fra ØKØK programmet. Det gjaldt både i bredde (flere miljøkomponenter), dybde (forbedrete modeller) og analyser for større geografiske områder. For det andre ønsket man

å styrke modelleringskompetansen særlig innenfor de agronomiske instituttene ved NLH.

## Hva vi gjorde

MILDRI utviklet modelleringsverktøyet ØKØKMOD. Figur 1 gir en forenklet oversikt over de delsystemene som verktøyet dekte. Til sammen bestod det av et sett delmodeller som var bygd sammen til et konsistent hele. Noen modeller var bygd av andre, men parameterisert for norske forhold (L); noen var videreutviklete versjoner av eksisterende modeller (V) mens de fleste var laget av NLH forskere (N):  
COUP: Hydrologi (L)  
SOILN-NO: Nitrogenomsetning (V)  
ENGNOR: Planteproduksjon eng (N)  
KONOR: Planteproduksjon korn (N)  
FARMNOR: Valg av agronomisk praksis (N)  
ERONOR: Erosjon (N)  
PVNOR: Plantevernmiddebruk (N)  
FIELDVOL: Ammoniakk - til luft og jord (L)

Vatn *et al.* (2006) gir en mer detaljert oversikt over systemet og den modelleringsstrategien som ble valgt. Med basis i dette verktøyet var det mulig å simulere hvordan endringer i landbrukspolitiske rammebetingelser - avgifter, subsidier, pålegg etc. - ville påvirke tap av N, jord og P samt plantevernmidler fra norsk landbruk. Fire regioner ble simulert - deler av Sør-Østlandet, Jæren, Hedmark og Trøndelag. Til sammen dekte analysene 10 % av norsk jordbruk - målt i areal.



Figur 1. Hovedelementene i MILDRI systemet. Kilde: Vatn *et al.* (2006).

## Hva vi lærte

### Om agronomi og landbruksforurensninger

ØKØKMOD gav gode prediksjoner mht. vekstvalg, avlinger, gjødslingsnivå og avrenning - sammenlignet med data fra SSB og JOVÅ feltene. Så første lærdom var at det var mulig å bygge modeller som kunne beskrive systemene på en måte som lå nært opp mot observerte data.

Lærdom nummer to var at modellering er nyttig hjelpemiddel til å forstå og predikere mulige virkninger av virkemidler for å redusere ulike utslipp fra jordbruket. Vi fant at avgifter på nitrogengjødsel ville gi redusert N-avrenning, men avgiftene måtte være svært høye. Fangvekster hadde større effekt på avrenningen enn avgift, men var samfunnsøkonomisk mer kostbart. Redusert jordarbeiding er veldig effektivt tiltak mot jordtap, samtidig som vi kunne få fram kostnaden av et slikt tiltak i form av økt plantevern-middelbruk etc.

Lærdom nummer tre var at når man ser på hele systemer får man overraskelser - man ser ting som analyser av enkeltfaktorer ikke får fram. Et eksempel var virkningen av N-avgift på plantevernmiddelbruken. Et annet var virkningen av redusert jordarbeiding på N-tapet gjennom opptak i ugras og oppspirt korn.

Lærdom nummer fire var at bønder ikke alltid 'gjør som modellene sier' ... Når det gjaldt jordarbeidingspraksis fant vi store avvik mellom det modellene viste ville være lønnsomt og det bøndene gjorde i praksis. Vi jobbet mye med å kvalitetssikre dataene på dette området og konkluderte at bøndene var langt mer

skeptiske til redusert jordarbeiding enn det de 'burde' være gitt forskningsresultater mht. avlingskonsekvenser etc. Dette kan forklares med at dersom det eksisterer subjektiv usikkerhet, vil bønder holde seg til det de er vant med.

### Om tverrfaglig samarbeid

Tverrfaglig samarbeid var både faglig meget givende og meget krevende. MILDRI-forskerne la ned et enormt arbeid både i å utvikle modeller og få de til å samvirke på en konsistent måte. Dette krevde betydelig innsats fra teamet mht. å sette seg inn i hva andre deler av systemet/andre forskere krevde fra egen spesialitet. Jeg vil hevde at ØKØKMOD er særlig sterk på dette punktet, ikke minst sammenlignet med andre tilsvarende verktøy. MILDRI viste også at det stilles store krav til faglig samhold for å lykkes og at dette kan gå ut over disiplinrettet fordypning.

### Hvorfor ble ikke MILDRI-konseptet videreført?

Etter 2002, da MILDRI ble avsluttet, stoppet arbeidet med å videreføre konseptet i stor grad opp. Programmet EACC (Ecology and Economy of Agroecosystems in a Changing Climate) representerte riktig nok en videreføring, men i forhold til det opprinnelige bruksområdet har det skjedd lite. I 2003-2004 arbeidet vi ganske intenst med å reise midler til en videreutvikling av konseptet rettet mer mot forvaltningens behov (SLF/Fylkesmannen/kommunene) enn mot det landbrukspolitiske bruksområdet. Men det førte ikke fram. Hvorfor MILDRI 'døde' er det ikke lett å svare på. Jeg vil antyde to mulige svar:

- Da MILDRI ble avsluttet, var den politiske interessen for landbruksforurensninger svært lav.
- Modellering var ikke noe som vant støtte verken i mange av de agronomiske forskningsmiljøene eller i forvaltningen. Det var skepsis til resultater som ikke kom direkte fra målinger. Vi klarte ikke å overbevise om at modeller faktisk er en viktig måte å forstå måleresultater på og at de er nødvendige for systemanalyser.

### Referanse

Vatn, A., Bakken, L., Bleken, M., Baadshaug, O-H., Fykse, H., Haugen, L.E., Lundekvam, H., Morken, J., Romstad, E., Rørstad, P.K., Skjelvåg, A.O. and Sogn, T. 2006. A Methodology for Interdisciplinary Analyzes of Pollution from Agriculture. *Agricultural Systems*, 88:270-293.

# Mjølkeproduksjon i eit multifunksjonelt landbruk - effektar på landskap, biologisk mangfald og miljø

Eit prosjekt der arealbruk, og positive og negative miljøeffektar av mjølkeproduksjon er evaluert blir presentert i denne artikkelen. Modellering er brukt som verktøy for å utforske både eksisterande og potensielle nye driftssystem.

Knut Anders Hovstad<sup>1</sup>, Agnar Hegrenes<sup>2</sup> & Ann Norderhaug<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning  
knut.hovstad@bioforsk.no

## Bakgrunn

Bioforsk og Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) har i samarbeid gjennomført eit prosjekt der både økonomisk resultat og effektar på natur og miljø ved mjølkeproduksjon er studert i ein driftssystemmodell. Modellering gjer det mulig å studere nye, "tenkte" driftssystem i tillegg til eksisterande driftssystem. Eit driftssystem er eit relativt komplisert system, men i modellen er systemet forenkla til eit sett med aktivitetar og prosessar som er vesentlige for økonomi og effektar på miljø. Modellen er laga spesielt for mjølkeproduksjonsbruk i Trøndelag, men resultatane vil vere av interesse også for andre regionar. Den versjonen av modellen som blir presentert her, inkluderer aktivitetar knytt til planteproduksjon og mjølkeproduksjon inkludert produksjon av storfekjøtt. Kjøttproduksjon basert på andre dyreslag er ikkje inkludert i modellen slik den er no.

## Oppbygging av modellen

Utviklinga av modellen begynte med at vi identifiserte kriterium for å vurdere driftssystem og endringa i driftssystem. For bonden er netto inntekt eit viktig resultatmål, men inntekt må sjåast i samheng med kriterium som for eksempel arbeidsmengde. I eit lenger perspektiv er inntekt også avhengig av produksjonen av miljøgoder ettersom ein stor del av inntekta i norsk mjølkeproduksjon er statlege tilskot eller andre former for økonomisk støtte. Eit landbruk med positive effektar på landskap og biodiversitet og låg miljøbelastning er truleg nødvendig om nivået på den økonomiske støtta skal oppretthaldast over lenger tid.

Modellen inkluderer derfor også kriterium for å estimere miljøeffektar som nitrogentap ved avrenning, produksjon av klimagassar og binding av karbon i jord. Nitrogentap ved avrenning vert estimert gjennom ein sterkt forenkla modell for at modellen ikkje skal bli ikkje å bli avhengig av detaljerte klima- og jordsmonnsdata. For å estimere utslepp av klimagassar, er det brukt ein tilpassa versjon av modellen frå IPCC. For husdyra, er utskiljing av nitrogen estimert basert på produksjonsintensitet eller yting. Tap av metan frå husdyr er estimert basert på brutto energiinntak og ein metankonverteringsfaktor som igjen er avhengig av kategori av storfe (kalv, kvige etc.), fôringsplan og mjølkeyting hos mjølkeyr. Berekninga av metankonverteringsfaktor er lik den brukt av Volden og Nes (2010). Tap av klimagassar frå husdyrsystemet er også avhengig av lengda på beiteperioden og tekniske løysingar i husdyrrom, gjødsellager og gjødselbehandling. Tap av klimagassar frå planteproduksjon og jord er mellom anna avhengig av avlingstype (eng, åkervekst etc.), gjødsling og omløpstid for eng.

For å evaluere driftssystem og skjøtsel opp mot biodiversitet, har vi utvikla ein skjøtelsindeks. Ei tilsvarende tilnærming er tidlegare nytta for å studere samanhengen mellom beitesystem og biodiversitet i Frankrike (Jouven *et al.* 2006). Indeksen er konstruert slik at den skal indikere den påverknad vi forventar ein bestemt skjøtsel har på biodiversitet. Indeksen er ikkje eit forsøk på å predikere nivået av biodiversitet eller effekten som ein bestemt skjøtsel har på biodiversitet. Det er særleg to årsaker til at vi har forsøkt å unngå å predikere biodiversitet: (1) Biodiversitet som begrep bør definerast spesifikt for å fungere som

eit kriterium for vurdering av driftssystem og skjøtsel. Eit av formåla med skjøtsel er å ta vare på dei artane og plantesamfunna som er typiske for kulturmark med lang hevdhistorie og minimal tilførsel av mineralgjødning. (2) Biodiversitet til eit areal er nært knytt til både naturgrunnlag og historia til arealet. Målsetjinga vår er å lage ein generell modell der ein ikkje er avhengige av detaljerte informasjon om naturgrunnlag og historisk arealbruk. Indeksen vi har utvikla i prosjektet er likevel kun tenkt for evaluering av skjøtselen i naturbeitemark og overflatedyrka eng som ikkje er prega av sterk gjødsling.

Dei forskjellige skifta på garden er klassifiserte basert på nokre få, grunnleggande økologiske gradientar. Eksempel på gradientar i modellen er næringsstatus, jordfuktighet, tid sidan sist pløying og tilførsel av mineralgjødning. For kvart skifte er det også gjort ei enkel klassifisering av jordsmonnet som for ein stor del er basert på innhald av organisk materiale. Klassifiseringa av naturgrunnlaget er basert på det nye systemet for klassifisering av naturtypar i Norge (Halvorsen *et al.* 2009). For naturbeitemark og overflatedyrka eng vert skjøtelsindeksen gitt som eit tal mellom 0 og 1 der verdien 1 indikerer at skjøtselen er «optimal» med omsyn til å oppretthalde det biologiske mangfaldet som er typisk for naturtypen.

I definisjonen av skjøtelsindeksen er det tatt utgangspunkt i to enkle og grunnleggande prinsipp innan økologi: (1) Tal artar i eit plantesamfunn kan generelt uttrykkast som ein funksjon av produktivitet der tal artar først aukar til eit optimum og så avtar igjen (omtalt som «bell-shaped curve» i engelsk litteratur, Grime 1973). (2) Tal artar er størst ved middels beitetrykk. Beitetrykk er her definert som ein funksjon av del av grøn biomasse som blir beita og frekvensen av beiting.

Ei utfordring i modellarbeidet er å avgjere korleis indeksen kan summerast på gardsnivå. Det er fleire mulige måtar å gjere dette på. Eit viktig spørsmål er om ein bør bruke arealstørrelsen i ei vektning av små areal. Erfaringane vi har tilseier at areala med høg biodiversitet ofte utgjer ein liten del av det totale arealet på eit gardsbruk. Ein bør ta omsyn til dette når ein vurderer eit driftssystem, men vi har enno ikkje komme fram til ei løysing på korleis dette best blir gjort i praksis.

## Kva fortel modellen?

Modellen er under arbeid, men vi har likevel gjort nokre viktige erfaringar så langt. Balansen mellom fôrbehov og fôrproduksjon på garden er viktig og legg sterke føringar for driftssystema vi har utforska i modellen.

Tilpassing av produksjonsomgang og -intensitet i husdyrsystemet i forhold til grovfôrproduksjonen er viktig for det økonomiske resultatet. Ei ekstensivering av husdyrproduksjonen med lågare yting og ein produksjon som er fordelt på fleire kyr vil kunne føre til ei intensivering av planteproduksjonen på gardsbruket med intensiv bruk og gjødsling av naturbeite og overflatedyrka areal. Dette kan i sin tur ha negative konsekvensar for det biologiske mangfaldet. Eit hardt beitetrykk er likevel ikkje nødvendigvis negativt dersom ein klarer å ivareta ein variasjon i beitetrykk innanfor beiteområdet og det ikkje blir brukt større mengder gjødning (Pehrson 2001). For gardsbruk som har relativt lite grovfôrareal i forhold til mjølkekvoten, vil eit driftssystem med høg yting per ku gi størst økonomisk resultat. For gardsbruk som har eit større arealgrunnlag i forhold til mjølkekvoten, er det fleire muligheter. Her kan ei ekstensivering av både husdyr- og planteproduksjonssystemet føre til reduserte kostnader og auka inntekter gjennom areal- og kulturlandskapstillegg. Her vil òg bonden ha mulighet for å tilpasse skjøtselen for betre å ta vare på biologisk mangfald og ta ut eventuelle tilskot for dette. «Optimal tilpassing» av grovfôrproduksjonen vil og vere avhengig av om arealet kan nyttast til andre vekstar t.d. korn og lønsemda i alternativ produksjon (Flaten 2001). Ekstensiv husdyrproduksjon vil i utgangspunktet medføre auka utslepp av klimagassar. Ekstensivering av planteproduksjonen kan ha motsatt effekt, men her er mykje ukjent.

For mange mjølkebruk har areal med høgt biologisk mangfald lite å bety for produksjon og økonomisk overskot. Naturbeitemark og overflatedyrka beitemark kan likevel vere viktig for å ha nok beite gjennom beitesesongen - spesielt for dyr med moderat fôrbehov. I modellen er det behovet for beite og økonomiske tilskot som styrer bruken av beitemark med låg produksjon. Ekstra arbeid ved bruk av naturbeite er vanskeleg å estimere, men er truleg viktig for bruken av denne typen areal.

Tilskotsordningar som legg til rette for at naturbeitemarker blir ein integrert del av driftssystemet på mjølkebruk, vil vere viktig for å ta vare på kulturlandskapet og biologisk mangfald. Ein føresetnad er at det ikkje blir brukt mineralgjødselel eller større mengder naturgjødselel. Ofte vil ein liten del av beitearealet ha ein stor del av artane som er typiske for naturtypen. Framover bør det vere eit mål å legge til rette for skjøtsel av større samanhengande areal som òg tar i vare dei mindre områda med høgt biologisk mangfald. I det vidare arbeidet med modellen som er presentert her, ønskjer vi å sjå på korleis både husdyr- og arealtilskot kan brukast aktivt for å integrere dette målet i moderne mjølkeproduksjon.

## Referansar

- Flaten, O. 2001. Økonomiske analyser av tilpassingar i norsk mjølkeproduksjon. Norges Landbrukshøgskole, Ås. Doktorgradsavhandling nr. 1-2001.
- Grime, J.P. 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242:344-347.
- Halvorsen, R., Andersen, T., Blom, H.H. *et al.* 2009. Naturtyper i Norge (NiN) version 1.0.0. Artsdatabanken, Trondheim. [www.naturtyper.artsdatabanken.no](http://www.naturtyper.artsdatabanken.no)
- Jouven, M., Carre`re, P. & Baumont, R. 2006. Model predicting the dynamics of biomass, structure and digestibility of herbage in managed permanent pastures. 1. Model description. *Grass and Forage Science* 61:112-124.
- Pehrson, I. 2001. Bete och betesdjur. Jordbruksverket, Falköping. 175 s.
- Volden, H. & Nes, S.K. 2010. Methane emissions from enteric fermentation in Norwegian's cattle and sheep population. Method description. I: Sandmo, T. (red.) *The Norwegian Emission Inventory 2010. Documentation of methodologies for estimating emission of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants.* Statistics Norway, Oslo, 220-230 (appendix H).



# Klimatiltak tilpassa driftssystem og naturgrunnlag: HOLOS-modellen som planleggingsverktøy for bonde og rådgiver

En helhetlig modell for klimagassutslipp på gardsnivå, HOLOS, vil være et godt utgangspunkt for et rådgivningsverktøy. HOLOS-modellen vil bli tilpasset norske forhold, og naturgrunnlagsdata for bruk av modellen vil bli framskaffet for ulike regioner i Norge.

Helge Bonesmo<sup>1</sup>, Odd M. Harstad<sup>2</sup>, Arne O. Skjelvåg<sup>2</sup>, Arnold Anoldussen<sup>3</sup>, Ole E. Tveito<sup>4</sup>, Ove Klakegg<sup>3</sup>, Harald Volden<sup>2</sup>, Egil Prestløkken<sup>2</sup> & Tonje M. Storlien<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Norsk institutt for skog og landskap, <sup>4</sup>Meteorologisk institutt.

helge.bonesmo@nilf.no

## Innledning

Tilpasninger av produksjonen på gardsnivå bestemmer de totale utslippene av klimagasser fra jordbruket: metan (CH<sub>4</sub>) fra vomgjæringa hos drøvtyggere og fra husdyrgjødsel, lystgass (N<sub>2</sub>O) fra jord og gjødsel og karbondioksid (CO<sub>2</sub>) fra bruk av fossilt brensel og karbontap fra jord. Effekten på en gards totale klimagassutslipp av enkeltendringer, som for eksempel økt mjølkeytelse per årsku, høyere kraftfôrandel, redusert gjødsling til eng og beite, kan ikke fastsettes uten en helhetlig analyse på gardsnivå (Janzen *et al.* 2006). Årsaken til dette er de mange avhengighetsforhold mellom enkelttiltak innenfor garden. For å bidra til reduksjon i klimagassutslippene fra norsk jordbruk ble det satt i gang et bilateralt samarbeid mellom forskere i Norge og Canada (BILAT). Et av målene med BILAT-prosjektet er å tilpasse den canadiske HOLOS-modellen (Little *et al.* 2009) til norske forhold og derved utvikle grunnlaget for et tiltaksorientert rådgivningsverktøy for våre gardsbruk.

## Beskrivelse av modellen

HOLOS er en helhetlig modell som beregner gardens totale klimagassutslipp på grunnlag av: jordsmonn, vær, forbruk av egne og innkjøpte driftsmidler og produksjonsresultat i plante- og husdyrproduksjonen. Utslippene av CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O fra: vomgjæring, lagrings- og bruksmåter av husdyrgjødsel, dyrking av eng- og åkervekster og forbruk av innkjøpt energi, blir beregnet ved hjelp av enkle algoritmer; de fleste er IPCC-baserte. Ved utvikling av modellen er det lagt

større vekt på å synliggjøre sammenhenger mellom de ulike komponentene av gardens produksjon enn på å utvikle detaljerte, prosessbaserte modeller for de enkelte bestanddelene.

## Evaluering av modellen

En klimagasskalkulator på gardsnivå må i tilstrekkelig grad være i stand til å tallfeste variasjonen mellom garder i utslipp som skyldes ulikheter i naturgrunnlag, innsatsfaktorer og produksjonsresultat i plante- og husdyrproduksjonen. Det er vesentlig viktigere at en slik modell angir retning i endring av klimagassutslipp og den relative betydningen av ulike tiltak, enn at den gir et presist uttrykk for det absolute nivået av utslipp. For å teste modellens evne til å avspeile variasjonen i driftsopplegg under norske forhold har vi laget datasett for ulike driftsformer: planteproduksjonsgarder, kombinasjonen gris og åkervekster, mjølke- og storfekjøttproduksjonsgarder, og sauegarder. Norsk institutt for skog og landskap har skaffet detaljerte jordsmonndata, Meteorologisk institutt interpolerte, daglige værdata og Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) driftsgranskingsdata for 2008 (NILF 2009), alle for hver enkelt gard i tallmaterialet. Med utgangspunkt i dette materialet undersøkes modellens evne til å reflektere variasjonen i klimagassutslipp mellom garder. Det gir grunnlag for å anslå et potensial for reduserte utslipp innenfor eksisterende økonomiske og naturgitte rammevilkår.

## Utvikling av et verktøy for rådgivning

I Sverige er det utviklet et rådgivningsverktøy for beregning av klimagassutslipp på gardsnivå; "Beräkningsverktyg för Klimatkollen" (Berglund *et al.* 2009). I Canada er det utviklet et robust og fleksibelt verktøy, som er tenkt brukt i rådgivning bygd på HOLOS-modellen. Det er likevel interessant å følge utviklingen i Sverige for å se hvordan et slikt verktøy fungerer i rådgivningssituasjoner. Vårt rådgivningsverktøy vil være forankret i gardens naturgrunnlag. I første omgang lages et sett av inngangsvariabler for jord- og klimadata i seks jordsmonnkartlagte områder i Norge (Sør-Østlandet, indre Østlandet, Sør-Vestlandet, fjellbygdene i Sør-Norge, Trøndelag og Nord-Norge). Brukerne (rådgiver, gardbruker eller administrative organer) kan så velge de agro-klimatiske forhold som likner mest og legge inn sine egne, robuste og lett tilgjengelige driftsdata. Vi kan også tenke oss at klimagassutslippene på en gitt gard kan evalueres i forhold til gruppen av samme type bruk i NILFs driftsgranskninger. I BILAT-prosjektet tar vi sikte på å utvikle en prototype av et slikt verktøy i samarbeid med rådgivningsorganisasjonene. Disse må sjøl sørge for videre utvikling av rådgivning i tilknytning til bruken av verktøyet.

## Referanser

- Berglund, M., Cederberg, C., Clason, C., Henriksson, M. & Törner, L. 2009. Jordbrukets klimatpåverkan - underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar. Delrapport i JOKER-projektet.
- Janzen, H.H., Angers D.A., Boehm, M., Bolinder, M., Desjardins, R.L., Dyer, J.A., Ellert, B.H., Gibb, D.J., Gregorich, E.G., Helgason, B.L., Lemke, R., Masse, D., McGinn, S.M., McAllister, T.A., Newlands, N., Pattey, E., Rochette, P., Smith, W., Vanden Bygaart, A.J., & Wang, H. 2006. A proposed approach to estimate and reduce net greenhouse gas emissions from whole farms. *Canadian Journal of Soil Science* 86:401-418.
- Little, S., Lindeman, J., Maclean, K., & Janzen, H.H. 2009. HOLOS. A tool to estimate and reduce greenhouse gases from farms. *Methodology and algorithms for version 1.1.* Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge, Canada. 162 s.
- NILF. 2009. Driftsgranskninger i jord- og skogbruk 2008. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo, Norge. 229 s.

# Samfunnsøkonomiske effekter av klimatiltak for norsk jordbruk

Sektormodeller brukes for å studere effekter av endringer i økonomiske virkemidler. Økt politisk fokus på klimaendringer har ført til at modeller har blitt utvidet for å beregne økonomiske effekter av klimatiltak. Usikkerheten om hvordan endringer i teknologi og virkemiddelbruk påvirker klimautslipp er betydelig, og krever økt samspill mellom naturvitere og samfunnsvitere. Først da vil modellene kunne brukes som kvalifiserte bidrag til politiske prosesser om politikktutforming.

Klaus Mittenzwei

Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning

klaus.mittenzwei@nilf.no

## Innledning

Kunnskap om hvordan norsk jordbruk påvirkes av klimaendringer og hvordan klimautslipp fra jordbruket kan reduseres har blitt viktige aspekter i norsk jordbrukspolitikk. Det er mange spørsmål knyttet til dette: Hvilke tiltak er de mest kostnadseffektive, også sett i forhold til andre mål som produksjon av mat og kollektive goder? Hva betyr økt gjennomsnittstemperatur, men større varians i nedbør og temperatur for vekstforholdene i Norge? Er det "billigere" å tilpasse seg et endret klima fremfor å prøve å redusere klimaendringene? Økonomiske modeller for jordbruket kan gi indikative svar på slike spørsmål, men er helt avhengig av relevant og velfundert naturvitenskapelig kunnskap om biologiske prosesser og deres relasjoner til klimaforhold og klimaendringer.

## Materiale og metoder

I det følgende presenteres to partielle likevektsmodeller for jordbruk. Felles for dem er at de ser på jordbruk isolert og ikke tar hensyn til vekselvirkningen mellom jordbruk og andre sektorer.

### CAPRI

CAPRI (Common Agricultural Policy Regional Impact Analysis) er en europeisk modell for jordbruk (Britz & Witzke 2008). Modellen ble utviklet for analyse av politikkenringer i forbindelse med EUs felles jordbrukspolitikk og i forbindelse med handelspolitiske avtaler, og består av en tilbudsmodul og en markedsmodul.

Tilbudsmodulen består av separate, regionale ikke-lineære programmeringsmodeller. Disse er basert

på profittmaksimering under teknologiske og agonomiske restriksjoner samt økonometrisk baserte adferdsfunksjoner (Jansson & Heckelei 2011). Tilbudsmodulen har flere hierarkiske regionale nivåer og inneholder på det meste 1 823 regionale modeller for den Europeiske Union (EU) samt rundt 150 regionale modeller for Norge, Tyrkia og landene på den vestlige Balkan. Selv om det har skjedd flere utviklinger i den senere tid, har modellen et forbedringspotensial når det gjelder det å reflektere endringer i teknologi og bondens tilpasning til klimarelaterte tiltak.

Markedsmodulen er en global modell med omkring 40 handelsblokker (regioner) og 75 land. Modulen omfatter ca. 50 råprodukter og bearbejdede landbruksprodukter. Varene er differensiert med hensyn på opprinnelse, noe som tillater bilaterale handelsstrømmer. Handelspolitiske tiltak slik som toll, globale og regionale importkvoter og eksportstøtte er eksplisitt hensyntatt.

CAPRI modellerer utslipp av klimagasser i tråd med anbefalingene av International Panel on Climate Change (IPCC), og den inneholder indikatorer for utslipp på regional, nasjonalt og overnasjonalt nivå. Gjennom ytterligere nedbryting av regionene i tilbudsmodulen, kan det beregnes utslippsindikatorer for ca. 150.000 regioner i EU-27. Modellen kan brukes til å beregne hypotetiske priser for utslippskvoter basert på aktivitetenes lønnsomhet. Det gjøres ved å opprette implisitte markeder for utslippskvoter, og markedene kan være regionale, nasjonale eller omfatte hele EU.

## Jordmod

I Jordmod er en norsk modell for jordbruk med tilbudsmodul og markedsmodul (Mittenzwei & Gaasland 2008). Tilbudsmodulen beregner optimale driftsplaner for ulike brukstyper og bruksstørrelser for over 30 regioner. I tilbudsmodulen inngår økonomiske virkemidler som arealtilskudd og produksjonstilskudd til husdyr, men også juridiske virkemidler som konsesjonsgrensene i kraftfôrbasert husdyrproduksjon og melkekvotene. Modellen er enda mindre grad enn CAPRI i stand å ta eksplisitt hensyn til teknologiendringer og bondens tilpasning til klimarelaterte tiltak. Dette kommer av at modellen med noen unntak (slik som gjødsling og intensitet i melkeproduksjonen) opererer med faste koeffisienter for input og output. Markedsmodulen finner en likevekt i markedene for jordbruksvarer basert på brukene fra tilbudsmodulen, forutsetninger om etterspørsel, andre eksterne rammebetingelser som priser på innsatsfaktorer og verdensmarkedspriser for jordbruksvarer, samt handelspolitiske virkemidler.

Jordmod modellerer utslipp av klimagasser også i tråd med anbefalingene av IPCC. I motsetning til CAPRI tar den også hensyn til direkte utslipp av CO<sub>2</sub>. Den beregner i likhet med CAPRI et sett av indikatorer for utslipp på aktivitetsnivå, regionalt og nasjonalt nivå. Modellen kan brukes til å beregne effekter av avgifter på klimagasser og av tak på de samlede klimautslippene fra jordbruk.

## Resultater

### CAPRI

Perez Dominguez *et al.* (2009) beregner de samfunnsøkonomiske effektene av handelbare utslippskvoter for EUs jordbrukssektor. I modellen utdeles initielle utslippskvoter på regionalt nivå. Det forutsettes en reduksjon av utslippene med 8 prosent, og det åpnes for handel med utslippskvoter på regionalt, nasjonalt eller EU-nivå. De marginale kostnader knyttet til utslippskutt er avledet av modellens regionale skyggepriser på utslippskutt for de enkelte produksjonene. Regioner med lave (høye) marginale kostnader vil selge (kjøpe) kvoter i det hypotetiske markedet. Det legges også til transaksjonskostnader for å sette opp og drive et institusjonelt system med handelbare utslippskvoter.

Et viktig funn er at prisen på kvotene til dels overstiger kvoteprisen for utslipp i andre sektorer. Handel

med utslippskvoter på regionalt nivå gir en gjennomsnittlig kvotepris (eller marginal utslippskostnad) på 720 kr per t CO<sub>2</sub>. Den reduseres til 616 kr per t CO<sub>2</sub> dersom det åpnes for handel på EU-nivå. Dette betyr at det kan være billigere å redusere klimagasser i andre sektorer enn jordbruk. Dette resonnementet bygger imidlertid kun på økonomisk effektivitet og tar ikke hensyn til «fairness» eller «likhet», altså der alle sektorer burde bidra noenlunde likt til å redusere utslipp av klimagasser.

Produksjon av storfekjøtt er mest påvirket av utslippsreduksjonen, og det fører også til en reduksjon av kornproduksjonen grunnet fallende etterspørsel etter forkorn og høy gjødslingsintensitet i korn sammenlignet med gras. Effektene er mindre utpreget for andre drøvtyggere, og resultatene indikerer en økning av fjørfeproduksjonen som skyldes at konsumentene substituerer storfe med fjørfe.

### Jordmod

Mittenzwei & Wangsness (2011) studerer klimatiltak i et større perspektiv, nemlig i hvilken grad klima-, landskaps- og beredskapsmål i norsk jordbrukspolitik virker forsterkende eller konkurrerende. Klimatiltak er implementert gjennom en avgift på 350 kr per t CO<sub>2</sub> som antas å være EUs kvotepris i 2020. Avgiften ilegges norsk produsert mat og importert mat for å forhindre karbonlekkasje.

Klimamål og landskapsmål er konkurrerende på blant annet intensitet i melkeproduksjonen. Opprettholdelse av landskap gjennom ekstensiv grovforproduksjon gir økte klimautslipp per l melk. Opprettholdelse av matvareberedskap fører også til høyere gjødslingsintensitet og dermed høyere utslipp per produsert enhet. Utslipp og matvareberedskap er generelt konkurrerende ettersom all produksjon av kalorier innebærer klimagassutslipp. Derimot er målene for beredskap og landskap inntil et visst punkt forsterkende, siden evnen til matproduksjon krever arealressurser.

Resultatene gir likevel grunn til å anta at det innenfor dagens jordbrukspolitiske system finnes et potensial for å bedre ivareta fellesgodene fra jordbruket, samtidig som man kan gjøre betydelige kutt i utslipp fra norsk matvarekonsum. Selv uten eksplisitt verdsetting av disse fellesgodene og fellesondene, er det grunn til å tro at dette potensialet kan realiseres med en nettogevinst for samfunnet.

## Referanser

Perez Dominguez, I., Britz, W. & Holm-Müller, K. 2009.

Trading schemes for greenhouse gas emissions from European agriculture: A comparative analysis based on different implementation options. *Review of Agricultural and Environmental Studies* 90:287-308.

Britz, W. & Witzke, P. 2008. CAPRI model documentation 2008: Version 2. Universität Bonn. Bonn, Germany.

Jansson, T. & Heckelei, T. 2011. Estimating a Primal Model of Regional Crop Supply in the European Union. *Journal of Agricultural Economics* 62:137-152.

Mittenzwei, K. & Gaasland, I. 2008. Dokumentasjon av Jordmod: Modellbeskrivelse og analyser. NILF-rapport 2008:3. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. Oslo.

Wangsness, P.B. & Mittenzwei, K. 2011. Balansering av klima-, landskaps- og beredskapsmål I norsk jordbrukspolitikk. En analyse basert på Jordmod. Diskusjonsnotat nr. 2011-1. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.

# Unexpected treasures from the Rothamsted experiments: how long term studies continue to give new data and insights for the improvement of food and feed production

Long-term experiments are one vital tool for studying the impacts of agricultural management practices on soil properties and crop production. Rothamsted is the longest running agricultural research station in the world. The presentation documents how long term studies continue to give new data and insight for the improvement of food and feed production.

David S. Powlson, Andy Macdonald & Paul Poulton  
Rothamsted Research, United Kingdom  
david.powlson@rothamsted.ac.uk

Long-term experiments are one vital tool for studying the impacts of agricultural management practices on soil properties and crop production (Richter *et al.* 2007). However, such experiments have numerous limitations that must be recognised. Depending on the design and age of the experiment these can include: small plot size; risk of soil, water or nutrients moving between plots; treatments not entirely relevant to current management practices; changes in treatments over time. But provided these limitations are recognised, much can be learned from results from such experiments - sometimes results being counter-intuitive.

It is also necessary to regard long-term experiments as resources for research and not museum exhibits that can never be altered. This philosophy has been applied in the long-term experiments at Rothamsted. For example, in the Broadbalk Wheat Experiment (started 1843) the original large plots have been split so that additional cropping systems can be studied in particular wheat grown in a rotation in addition to the original monoculture wheat. New wheat varieties have been introduced at different times so that results are applicable to current farming practice. Some new treatments have been introduced (and necessarily others terminated) so that the scope of the research could be widened. These include increasing the range of nitrogen (N) fertilizer application rates

up to 288 kg N ha<sup>-1</sup>, introduction of a test of sulphur (S) fertilizers, and a comparison of straw incorporation versus removal. See Poulton (2006) for a guide to the Rothamsted long-term experiments.

A key finding from all long-term experiments is that soil organic carbon (SOC) content tends to move from one quasi-equilibrium value to another under the influence of management changes; it does not increase or decrease indefinitely (Johnston *et al.* 2009). A recent controversy over the impact of N fertilizer on SOC arose from a failure to recognise this (see Powlson *et al.* 2010). Measurements made on the Broadbalk Experiment show that a small change in SOC content can have a disproportionately large impact on soil physical properties including plough draught (the energy required to pull a tillage implement through the soil; Watts *et al.* 2006) and water infiltration rate (Blair *et al.* 2006). This finding has practical implications for the removal of cereal straw for use a biofuel feedstock (Powlson *et al.* 2011). Long-term experiments at Rothamsted and elsewhere have been used in studies on the range of chemical structures within SOC and their distribution between different physically separated fractions (Sohi *et al.* 2005). Methane oxidising bacteria in soil remove methane, a powerful greenhouse gas, from the atmosphere but their activities are influenced by management practices. Maxfield *et al.* (2011) used PLFAs

to identify the different populations present in soils at various long-term sites at Rothamsted and Stiehl-Braun *et al.* (2011) used autoradiography to identify their physical location with respect to depth and soil pores.

The experiments continue to provide vital information relevant to the sustainability of agricultural systems. Results include crop yield trends, the cycling of nutrients in soil, the efficiency of use of fertilizers, and the magnitude of losses of nitrate and phosphate to water and greenhouse gas emissions to the atmosphere (e.g. Johnston & Poulton 2009).

## References

- Blair, N., Faulkner, R.D., Till, A.R. & Poulton, P.R. 2006. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Part 1: Broadbalk experiment. *Soil and Tillage Research* 91, 30-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.s till.2005.11.002>
- Johnston, A.E. & Poulton, P.R. 2009. Nitrogen in agriculture: an overview and definitions of nitrogen use efficiency (Proceedings of the International Fertiliser Society No 651). 48pp. International Fertiliser Society, York.
- Johnston, A.E., Poulton, P.R. & Coleman, K. 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in Agronomy* 101:1-57. [http://dx.doi.org/10.1016/S 0065-2113\(08\)00801-8](http://dx.doi.org/10.1016/S 0065-2113(08)00801-8)
- Maxfield, P.J., Brennand, E.L., Powlson, D.S. & Evershed, R.P. 2011. Impact of land management practices on high-affinity methanotrophic bacterial populations: evidence from long-term sites at Rothamsted. *European Journal of Soil Science* 62:56-68. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2389.2010.01339.x>
- Poulton, P.R. 2006. Rothamsted Research: guide to the classical and other long-term experiments, datasets and sample archive. 52pp. Rothamsted Research, Harpenden. <http://www.rothamsted.ac.uk/Content.php?Section=Resources&Page=ExperimentsGuide>
- Powlson, D.S., Glendining, M.J., Coleman, K. & Whitmore, A.P. 2011. Implications for soil properties of removing cereal straw: results from long-term studies. *Agronomy Journal* 103:279-287. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj 2010.0146s>
- Powlson, D.S., Jenkinson, D.S., Johnston, A.E., Poulton, P.R., Glendining, M.J. & Goulding, K.W.T. 2010. Comments on 'Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: a global dilemma for sustainable cereal production', by R.L. Mulvaney, S.A. Khan and T.R. Ellsworth in the *Journal of Environmental Quality* 2009 38:2295-2314. *Journal of Environmental Quality* 39:749-752. <http://dx.doi.org/10.2134/jeq2010.0001le>
- Richter, D.deB., Hofmockel, M., Callahan, M.A., Powlson, D.S. & Smith, P. 2007. Long-term soil experiments: keys to managing earth's rapidly changing ecosystems. *Soil Science Society of America Journal* 71:266-279. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2006.0181>
- Sohi, S.P., Mahieu, N., Powlson, D.S., Madari, B., Smit-tenberg, R.H. & Gaunt, J.L. 2005. Investigating the chemical characteristics of soil organic matter fractions suitable for modeling. *Soil Science Society of America Journal* 69:1248-1255.
- Stiehl-Brau, P.A., Powlson, D.S., Poulton, P.R. & Niklaus, P.A. 2011. Effects of fertilizers and liming on the micro-scale distribution of soil methane assimilation in the long-term Park Grass experiment at Rothamsted. *Soil Biology & Biochemistry* 43:1034-1041.
- Watts, C.W., Clark, L.J., Poulton, P.R., Powlson, D.S. & Whitmore, A.P. 2006. The role of clay, organic carbon and long-term management on mouldboard plough draught measured on the Broadbalk wheat experiment at Rothamsted. *Soil Use and Management* 22:334-341. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00054.x>

# Carbon sequestration in soils - has the concept been over-sold?

During the last decade there has been increased focus on the possibilities of slowing climate change through the sequestration of carbon (C) in soil. The presentation gives an overview of how management practices affect the net storage of carbon and limitations of carbon sequestration. An over-emphasis on sequestering C in soil may eclipse other ways of reducing greenhouse gas emissions from agricultural practices.

David S. Powlson

Rothamsted Research, United Kingdom

david.powlson@rothamsted.ac.uk

The term “carbon sequestration” is commonly used to describe any increase in soil organic carbon (SOC) content caused by a change in land management, with the implication that increased soil carbon (C) storage mitigates climate change. However, this is only true if the management practice causes an additional net transfer of C from atmosphere to land. Limitations of C sequestration for climate change mitigation include: (1) the quantity of C stored in soil is finite; (2) the process is reversible; (3) even if SOC is increased there may be changes in the fluxes of other greenhouse gases especially nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and methane. Removing land from annual cropping and converting to forest, grassland or perennial crops will remove C from atmospheric CO<sub>2</sub> and genuinely contribute to climate change mitigation. However, indirect effects such as conversion of land elsewhere under native vegetation to agriculture could negate the benefit due to increased CO<sub>2</sub> emission. Re-vegetating degraded land, of limited value for food production, avoids this problem.

Adding organic materials such as crop residues or animal manure to soil, whilst increasing SOC, generally does not constitute an additional transfer of C from atmosphere to land depending on the alternative fate of the residue. Increases in SOC from reduced tillage now appear to be much smaller than previously claimed, at least in temperate regions, and in some situations increased nitrous oxide emission may negate any increase in stored C. The climate change benefit of increased SOC from enhanced crop growth (e.g. from the use of fertilizers) must be balanced against greenhouse gas emissions associated with manufacture and use of fertilizer.

For soils under long-term grassland there is less scope for increasing soil C stock than in soils under arable crops because grassland soils already have a higher SOC content. A key issue with grassland soils is to ensure good management practices that maintain the high SOC content. Any form of soil degradation, such as compaction or soil erosion caused by over-grazing or untimely grazing, will lead to a loss of soil C. For any given environment it is necessary to define optimum conditions such as stocking rate and legume content in the sward to achieve maximum plant growth and retention of organic C in soil.

In general, any increase in SOC content, particularly in arable soils, will be beneficial for soil quality and functioning. So practices designed to increase SOC content can be regarded as “no regrets” actions - the result is likely to be beneficial in terms of improved soil functioning, whether or not there is a benefit for climate change. However, there is a real danger that an over-emphasis on the benefits of soil C sequestration will detract from other measures that will often be more effective in combating climate change. These including governmental actions to slow deforestation and the drainage of wetlands and practices within agriculture for increasing the efficiency of use of nitrogen (from fertilizer or manure) in order to decrease the associated N<sub>2</sub>O emissions.

## Reference

Powlson, D.S., Whitmore, A.P. & Goulding, K.W.T. 2011.

Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. *European Journal of Soil Science* 62:42-55. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x>



# Reversing organic matter decline in Norwegian arable soils - a challenging task

Soil organic matter levels in Norwegian arable soils show a declining trend, due to past changes in land-use, drainage and tillage depth and intensity. Possible means of reversal by choice of rotation, manure use, straw incorporation or reduced tillage are discussed.

Hugh Riley  
Bioforsk  
hugh.riley@bioforsk.no

## Introduction

Soil organic matter (SOM) plays important roles in soil fertility and in stabilizing soil structure. Its role in the atmospheric carbon balance is currently in focus in relation to climate change. Changes in SOM take place slowly and are affected by many factors, amongst which land-use, drainage, tillage and climate are central. One third of Norway's total agricultural area is arable, and in southeast Norway the proportion has doubled from 30 % to 60 % since 1930. This change in land-use was accompanied by an increase in the area of drainage in post-war years (Njøs 2005). Tillage depth and frequency have also increased, causing dilution of SOM in the upper soil layer (Njøs & Ekeberg 1980) and possibly increasing its turnover rate as well. Climate change may also be affecting SOM turnover: In eastern Norway mean soil temperatures have increased by ca. 0.03 °C per year since 1960 and the number of days without snow cover in winter has decreased by 1 day per year (Riley 2004). This paper presents some results of Norwegian long-term trials in which SOM has been measured and of a study of SOM changes in the south-east region. Finally, the feasibility of raising SOM by means of various soil management measures is discussed.

## Results and discussion

In a long-term rotation trial on clay soil with high initial SOM (6.5 %), Uhlen (1991) found after 30 years that the SOM level was maintained when the rotation included grass ley in four out of every six years, and raised slightly when manure was used as well. Grass in two out of every six years resulted in a decline of 0.3 % SOM when no manure was applied and slightly less change when it was. Continuous cereals led to about 0.6 % decline in SOM whether or not straw residues were ploughed down. In a long-term fertilizer trial on loam soil, in which leys have been grown in three out of every seven years since 1922, SOM levels fell sharply between 1920 and 1960, largely due to dilution by deeper tillage, but the levels have remained relatively constant thereafter (Ekeberg & Riley 1995). The SOM levels are currently around 5.9 % on plots that receive manure, 4.9 % on plots that receive balanced amounts of mineral NPK fertilizer and 4.6 % on plots that have remained unfertilized since the trial began.

Data are rather scarce regarding changes in SOM that may have taken place in practice on Norwegian farms. Measurements over 50 years at a stockless research farm with little grass (Kise), revealed large

Table 1. Changes in SOM (%) in various periods at a research farm and in a recent survey of farmers' fields

	Period	Sample no.	SOM at start	SOM at end	Change / year
Research farm	1952-1976	30	9.42	7.22	-0.091
	1976-1986	171	6.79	6.22	-0.057
	1986-2002	144	6.26	4.85	-0.088
Farmers' fields	~1990-2001	291	3.80	3.42	-0.039

SOM declines, especially on soils with high initial levels (Table 1), and similar but smaller trends were found in a recent survey of farmers' fields throughout the south-east (Riley & Bakkegard 2006).

Our results suggest that SOM continues to decline until a level of ca. 3 % (1.75 % carbon) is reached. This is in agreement with results from nine long-term soil fertility experiments in Sweden (Bertilsson 2010). The latter show SOM declines in soil with more than 3 % SOM, and small increases in soil with lower levels. This was also seen in a Danish comparison of two soils with initial levels of > 4 % and < 1 % SOM (Christensen 1990).

As a rule of thumb, we found that the annual percentage change in SOM (relative to that present) is equal to one tenth of the absolute percentage present. This implies that for soil with an initial SOM content of 6 %, the 3 % level will be reached after 165 years. For soil with 4 % SOM it will take 80 years. Assuming that this rate of decline will continue under current soil management, we have calculated that an increase in the net storage of carbon of more than 300 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> is probably needed in order to reverse the trend in soils of southeast Norway (Grønland *et al.* 2008). This is a considerably higher rate than that which was found in a long-term Swedish study of the effects of agronomic measures such as straw incorporation and green manuring, but on a level with that obtained with the use of animal manure (Persson & Kirchmann 1994.)

The options for increasing SOM on arable soils in Norway are limited by the low numbers of livestock in arable regions. This limits both the area of grassland and the amount of animal manure available. As indicated above, reintroducing grass is probably the surest way of increasing SOM. Even when large amounts of manure or other organic wastes are available, much of the organic matter is broken down relatively rapidly, thus reducing the amount of carbon stored in the soil. In two long-term trials with animal manure, Uhlen (1991) found that only 17 % of the carbon applied remained in the soil after 30-50 years. Similarly, following an initial high application of sewage sludge in 1977, Ekeberg (1991; 2000) found that 30 % was broken down after 3 years, 40 % after 5, 60 % after 9 and 86 % after 16 years. Even less of the carbon applied in straw appears to contribute to SOM in the long term: in three trials with annual ploughing in of straw, Uhlen (1991) found that the increase in soil carbon was only 7 % of that applied over a 20-30 year period, corresponding to a net storage of < 200 kg C ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>. A more permanent means of increasing soil carbon content, that is receiving much attention internationally, is the use of Biochar made from a variety of organic materials (O'Toole 2012).

In many parts of the world, reduced tillage is also considered a means of increasing soil carbon storage. In Norwegian tillage trials, the SOM content of the upper topsoil has been found to increase relatively rapidly when annual ploughing is omitted. It is more difficult, however, to establish whether changes oc-

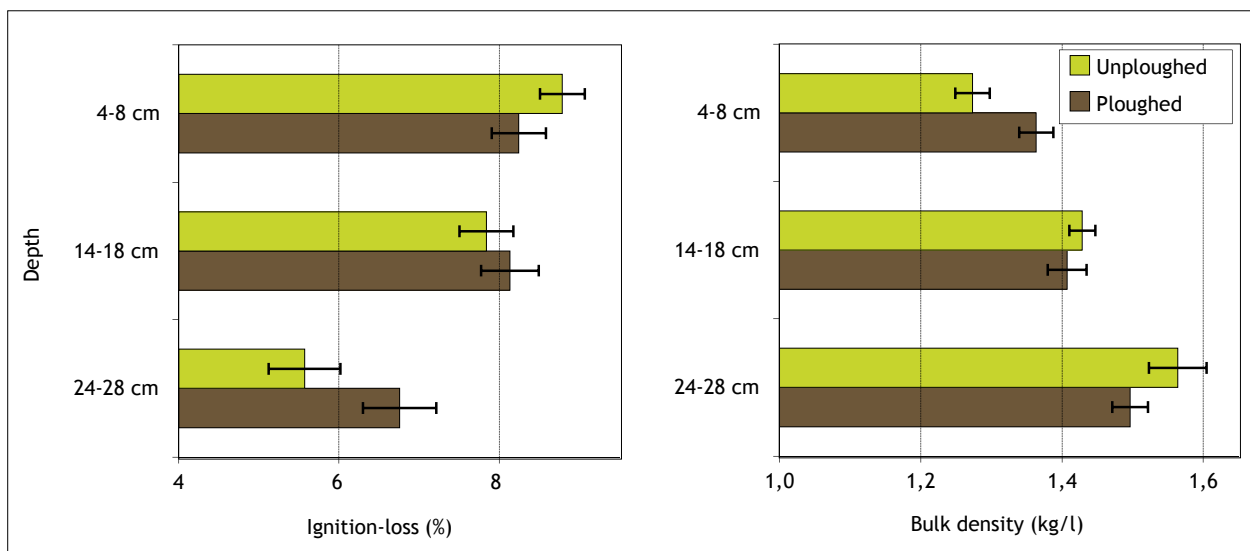


Figure 1. Ignition-loss and dry bulk density at three depths in 17 paired soil profiles after 28-31 years with and without annual ploughing (Riley, unpublished data). Ignition-loss is used as an indicator of soil organic matter.

cur in the total amount of SOM, due to concurrent changes in soil bulk density that take place. After the use of a range of ploughing depths for 12 years, Riley and Ekeberg (1998) found little difference in the total amount of SOM within 0-30 cm. Recent results, after about 30 years of reduced tillage, indicate that SOM concentrations decrease with depth in unploughed soil, whilst changes in bulk density display an opposite trend (Figure 1). Overall, therefore, the total amount of carbon stored in the soil seems hardly to be affected at all.

## References

- Bertilsson, G. 2010. Behöver vi tänka på multhalten? Växtpressen nr 1:8-9.
- Christenesen, B.T. 1990. Long-term changes in soil organic matter of three experiments: effect of fertilization, straw incorporation and crop rotation. In "Decomposition and Soil Organic Matter", Nordic Assoc. Agric. Scientists Seminar Report no. 57, 123-128.
- Ekeberg, E. 1991. Virkningen av kloakkslam i jordbruket. Forsøk i perioden 1977-1990. Norsk landbruksforskning. Supplement nr. 12, 120 pp.
- Ekeberg, E. 2000. Forsøk med avløpslam 1994-1998. Planteforsk Rapport nr. 4, 27 pp.
- Ekeberg, E. & Riley, H. 1995. The long-term fertilizer trials at Møystad, SE Norway. Planteavlsvorsøg Report no. 29:83-97.
- Njøs, A. & Ekeberg, E. 1980. Trials with two depths of ploughing in autumn and spring on a morainic soil in Stange, southern Norway during the years 1969-1975. *Forskning og forsøk i landbruket* 31:221-242.
- O'Toole, A. 2012. Hva skjer når biokull tilføres i norsk jord? Erfaringer og anbefalinger. *Bioforsk FOKUS* 7(2):34-35.
- Persson, J. & Kirchmann, H. 1994. Carbon and nitrogen in arable soils as affected by supply of N fertilizers and organic manures. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 51:249-255.
- Riley, H. 2004. Jordtemperatur og vanningsbehov på Nord-Østlandet: Variasjoner og endringer siden 1960. *Planteforsk Grønn Kunnskap* 8(1):27-37.
- Riley, H. & Ekeberg, E. 1998. Effects of depth and time of ploughing on yields of spring cereals and potatoes and on soil properties of a morainic loam soil. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil & Plant Sci.* 48:193-200.
- Riley, H. & M. Bakkegard, 2006. Declines in soil organic matter content under arable cropping in southeast Norway. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil & Plant Sci.* 56:217-223.
- Uhlen, G. 1991. Long-term effects of fertilizers, manure, straw and crop rotation on total-N and total-C in soil. *Acta Agric. Scand.* 41:119-127.

# Hva skjer når biokull tilføres i norsk jord? Erfaringer og anbefalinger

Biokull ble undersøkt i 2 feltforsøk i Norge i 2011 for å se på karbonlagring og jordforbedringspotensial. Første års resultater viser at biokull var svært stabil i forhold til vanlig biomasse og hadde ingen negative effekt på avling eller jordkvalitet. Derfor kan vi ikke se noen konflikt ved å kombinere økt karbonlagring og matproduksjon. Flere års erfaring på felt trengs for å gi en mer sikker vurdering.

Adam O'Toole  
Bioforsk  
adam.otoole@bioforsk.no

## Innledning

I klimasammenheng har biokull, eller forkullet biomasse, en unik fordel i forhold til vanlig biomasse: det brytes sakte ned i jord. Under naturlige forhold, brytes karbonet i biomasse ned i jord og tilbakeføres i løpet av noen få år til atmosfæren som CO<sub>2</sub> eller CH<sub>4</sub>. Når biomasse er pyrolysert<sup>1</sup> til biokull, kan det ligge stabilt i hundrevis til tusenvis av år. Bevis for dette ligger blant annet i arkeologiske funn fra norske skoger, hvor oppgravd trekull har blitt 14C datert til 600-1500 e.Kr. (Tveiten & Simpson 2008).

Biokull representerer en mulighet for mennesker til å arbeide i samspill med naturen for å fjerne overflødig mengde av CO<sub>2</sub> i atmosfæren: Gjennom fotosyntesen binder plantene CO<sub>2</sub> til C i biomasse og mennesker kan deretter stabilisere plantekarbonet som biokull og lagre det i jord.

Biokull er relativt uprøvd i større skala og har behov for mer forskning. Potensialet som klimatilstand er avhengig av blant annet 3 faktorer:

- 1 Tilgjengelighet av biomasse som er bærekraftig produsert og har lav alternativ verdi
- 2 Bekreftelse fra livssyklusanalyse (LCA) at man faktisk oppnår en karbonevinst med bruk av biokull når hele prosesskjeden er tatt i betraktning
- 3 At tilførsel av biokull til landbruksjord gir bønder en høyere avkastning på sikt enn kostnaden de får ved å spre det ut

<sup>1</sup> Pyrolyse er en prosess hvor man varmer opp biomasse under O<sub>2</sub>-begrenset forhold, og hvor gass, bio-olje og biokull blir utbytte fra prosessen

Både klimaendringer og matproduksjon er viktige utfordringer. Biokull kan lagres i jord, men det forutsetter at det ikke forårsaker uheldige konsekvenser for matproduksjonen. To feltforsøk ble startet i 2010-2011 for å undersøke dette nærmere - et i Ås og et i Sel i Gudbrandsdalen.

## Feltet på Ås

Målene for dette forsøket er å undersøke stabiliteten av biokull-C i pløyd landbruksjord og dokumentere agronomiske effekter av biokull under feltforhold.

## Materiale og metode

I forsøket måles jordrespirasjon og delta13C isotopisk signatur fra statiske kamre som er installert på bakken. Biokull og halm som er brukt i studien er laget fra *Miscanthus giganteus* (Elefantgress), som er en hurtigvoksende C3 bioenergivekst. Isotopisk forskjell mellom C4 biokull tilført til et C3 jordsystem blir brukt for å finne ut hvor mye biokull-C brytes ned og om det forårsaker akselerert omdanning av C3 organiske materiale.

Det var fire ledd i forsøket: 1. Biokull 0,8 C t daa<sup>-1</sup>, halm 0,8 t C daa<sup>-1</sup>, biokull 2,5 t C daa<sup>-1</sup> og kontroll. Biokull ble pløyd ned til 22 cm høst 2010. I 2011 var feltet sådd med havre og gjødslet med 55 kg Full-gjødsel 22-3-10. Målinger av jordrespirasjon ble gjort ukentlig mellom mai og september 2011 og jordprøver tatt ut før og etter vekstsesongen.

## Resultater

Resultater fra måling av jordrespirasjonen viste ingen signifikant forskjell mellom leddene, men det var en

tendens til lavere CO<sub>2</sub>-utslipp i biokull-leddet. Isotopanalysen bekreftet at biokull-C var stabilt og bidro lite til produksjon av CO<sub>2</sub> fra jord. Leddene biokull (8 og 25 t C ha<sup>-1</sup>) bidro til 1 og 3 % av CO<sub>2</sub> produksjonen fra jord mens halm bidro med 20 %.

Korn- og halmavling og innhold av kornprotein viste ikke statistisk signifikant forskjell mellom de 4 ledene. Fra et toksisitetperspektiv, viste lab-analysen at tungmetallinnholdet i biokullet var langt under grenseverdiene, og at det var ingen skadelig effekt på meitemark (*Eisenia fetida*).

### Feltet i Sel, Gudbrandsdalen

Forsøket er en del av et større ringforsøk som inkluderer samarbeidspartnere fra 7 nord-europeiske land som deltar i et EU-INTERREG prosjekt: Biochar: Climate Saving Soils. De 7 forsøkene bruker samme type og mengde biokull og forsøksoppset. Resultatene derfra vil bidra til å evaluere nytten av biokull som jordforbedringsmiddel og klimatiltak i Nord-Europa.

### Materiale og metode

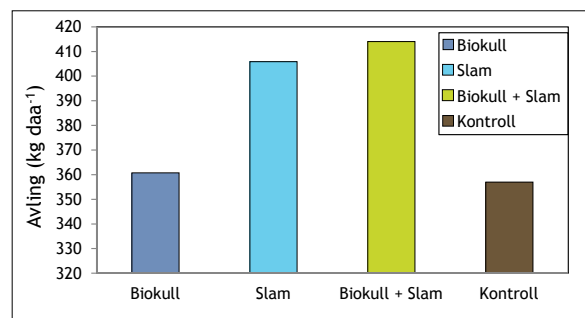
På våren 2011 startet Bioforsk i samarbeid med Gudbrandsdalen landbruksrådgivning et randomisert feltforsøk i Sel kommune. Forsøket hadde 4 ledd:

- 1 Biokull: 2 t daa<sup>-1</sup>, + 11kg N daa<sup>-1</sup>
- 2 Kompostert slam: 2 t daa<sup>-1</sup>, + 6 kg N daa<sup>-1</sup>
- 3 Biokull + K.Slam: 2 t + 2 t daa<sup>-1</sup>, og + 6 kg N daa<sup>-1</sup>
- 4 Kontroll (ingen biokull eller slam) + 11 kg N da<sup>-1</sup>

Slam ble inkludert i forsøket for å sammenligne biokull med et annet jordforbedringsmiddel som er vanlig brukt i Norge. Jordfuktighet - og temperatur var målt kontinuerlig og jordprøver var tatt ut før og etter vekstsesongen. 2011 var et unormalt vått år, og dalen hvor feltet var plassert lå helt under vann i 1 uke i juni. Likevel var det mulig å fortsette med forsøket og avlingen gikk ikke tapt.

### Resultater og diskusjon

Biokull og slam var det eneste leddet som hadde en statistisk signifikant økning i bygg avling - 16 % mer en kontroll-leddet (Figur 1). Biokull alene hadde ingen effekt på avling, og slam alene økt avling med 15 % (ikke signifikant).



Figur 1. Byggavling fra forsøksfelt i Sel med biokull- og slam-ledd.

Vi konkluderte at leddene med slam hadde større mulighet til å lykkes etter en flom episode, fordi det var tilgjengelige uløselige/organiske bundet N fra slammet, mens biokull og kontroll-leddene mistet sine løselige næringsstoffer i flommen.

### Konklusjon

- Første års resultater viser ingen konflikt mellom klimahensyn (karbonlagring) og matproduksjon (avling).
- Biokull kombinert med organisk gjødsel for eks. slam eller kompost viste lovende potensial men trenger mer undersøkelse.
- Flere års resultater fra feltet trengs for å gjøre en mer sikker evaluering av biokull som et jordforbedrings- og klimatiltak.

### Referanser

Tveiten, O. & Simpson D.N. 2008. Jarvinneanlegg, kolgroper og kokegrop.I: Hovland, Bjoråker, Gram, og Lærdahl. Rapport fra arkeologisk undersøkelse. Bergen Museum, Universitet i Bergen. ISSN: 1504-6869.

# Myr som karbonlager og kilde til klimagassutslipp. Ny forskning i Norge

Myr kan fungere som et betydelig lager, eller kilde til, atmosfærisk karbon og spiller derfor en viktig rolle i den globale strålingsbalansen. Bioforsk har i samarbeid med UMB satt i gang utvikling av flere forskningsprosjekter for å studere klimagassutslipp fra myr, med spesiell vekt på virkning av jordbruksdrift.

Simon Weldon & Arne Grønlund  
Bioforsk  
simon.weldon@bioforsk.no

## Innledning

Myr dekker bare 2-3 % av verdens landareal, men inneholder omtrent en tredjedel av jordas totale lager av organisk karbon (Joosten & Clarke 2002). Dette gjør at myr både er et viktig lager og en potensiell kilde for drivhusgasser som CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub>. Torvmyrene er dannet over tusener av år ved langsom avsetning av delvis nedbrutt biomasse. Tilveksten i uforstyrrede boreale ombrotrofe torvmosemyrer er i størrelsesorden 15 - 30 g C m<sup>-2</sup> år<sup>-1</sup> (Gorham 1991, Turunen *et al.* 2002, van Bellen *et al.* 2011) og er avhengig av temperatur, hydrologi og produktivitet (Laiho 2006).

Myr har en betydelig innflytelse på den globale strålingspådrivet og har potensial til både å dempe og forsterke globale klimaendringer gjennom lagring av karbon eller utslipp av klimagasser. Denne klimagassbalansen er sårbar for endringer i arealet av uberørt myr og kan endres av både miljømessige prosesser og menneskelig aktivitet. I Norge utgjør myr- og våtmarker bare 5,8 % av landarealet, men potensialet for å påvirke utslippene av klimagasser er stort i forhold til arealet. På grunn av den betydningen myr kan ha på klimaet er det av interesse for Norge å forstå konsekvensene av fremtidige klimaendringer og mulige strategier for reduksjon av nasjonale klimagassutslipp. Bioforsk har derfor startet et forskningsprogram om torvmyrenes betydning for karbonlagring og utslipp av klimagasser.

## Gassflukser fra naturlig myr

I løpet av de siste 10 til 20 årene har det blitt utviklet metoder for å studere flukser av drivhusgasser til og fra økosystemer med kontinuerlig langsiktig overvåking. Siden 2008 har Bioforsk, i samarbeid med Smithsonian Institute (USA), Norsk Institutt for Vannfors-

kning (NIVA), Norsk Institutt for Luftforskning (NILU) og Alomar anlegget, utviklet og drevet en 'Eddy Kovarians'-stasjon på Andøya i Nord-Norge.

Målet med dette prosjektet er å studere mekanismene som regulerer lagring og frigjøring av karbon i et av Europas største kystnære arktiske myrområder. Stasjonen er instrumentert for å måle et bredt spekter av variabler, inkludert CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, luft- og jordtemperatur, fuktighet i jordsmonnet, nedbør og innstråling. Disse variablene kan gi en beskrivelse av de viktigste drivkreftene i klimagassutvekslingen med atmosfæren. Intensjonen er at dataene fra Andøya skal inngå i et internasjonalt overvåkingssystem med betegnelsen ICOS (Integrated Carbon Observation System). ICOS er en ny europeisk forskningsinfrastruktur dedikert til å måle nåværende og fremtidige klimagassutslipp over hele Europa.

## Restaurering av tidligere dyrket myr

Dyrket myr utgjør et areal på ca. 800 000 dekar (Grønlund *et al.* 2008a) og er en av hovedkildene til utslipp av klimagasser fra jordbruket i Norge. Utslipet av N<sub>2</sub>O er beregnet å omfatte ca. 1000 tonn per år (SSB 2008) basert på IPCC's utslippsfaktor som er 1,25 kg N<sub>2</sub>O per dekar (IPCC 2001). CO<sub>2</sub>-utslippet fra dyrket myr i Norge er estimert til å omfatte mellom 2 og 3 tonn per dekar og ca. 2 millioner tonn totalt per år (Grønlund *et al.* 2008b). Metodene for beregning av CO<sub>2</sub>-utslipp er imidlertid usikre og har behov for videreutvikling og forbedring.

Det internasjonale klimapanelet har foreslått restaurering av dyrket myr som et av de tiltakene med størst potensial for utslippsreduksjon fra jordbrukssektoren (Smith *et al.* 2007). En kan imidlertid

forvente at høyere grunnvannstand vil føre til økt CH<sub>4</sub>-utslipp. På grunn av lavere C:N-forhold i dyrket enn i udyrket myr, kan det også være et potensial for utslipp av N<sub>2</sub>O. Det er derfor en stor utfordring å utvikle restaureringsmetoder som kan føre til økt karbonbinding og samtidig begrense CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O-utslippene.

I 2011 startet Bioforsk et pilotprosjekt for å studere restaurering av dyrket torvmyr på Smøla. Det foretas måling av klimagasser på et felt hvor den ene delen har vært ute av drift i noen få år, mens den andre delen har vært ute av drift i ca. 30 år. Høsten 2012 er det planlagt å blokkere dreneringen på en del av området og fortsette målingene av klimagasser i ytterligere 2 år. Ut fra dette vil det være mulig å korrelere gassfluksene til skiftende vannivå og jordfuktighet. Det vil også være av interesse å se om en relativt billig metode for å blokkere dreneringen er tilstrekkelig for å oppnå optimalt vannivå med tanke på reduksjon av klimagasser.

### Omgraving

Omgraving av myr er en dyrkingsmetode utviklet på 1980-tallet, der det øverste laget av organisk torvjord er begravd under den underliggende mineraljorda. Opprinnelig var dette en metode utviklet for å forbedre bæreevnen på dyrket myr i Norge hvor drenering har vært et problem. På grunn av fokuset på utslipp av klimagasser fra dyrket myr har det blitt antydnet at omgraving kan være et tiltak for å forsinke nedbrytingen av torva og redusere utslippene. Av denne grunn har Bioforsk satt i gang et pilotprosjekt for å undersøke klimagassflukser fra omgravde felt på 3 steder i Norge; Fureneset, Tromsø og Svanhovd. Gassprøvene blir tatt ved bruk av lukket kammer. På hver lokalitet blir det foretatt målinger fra omgravd myr, mineraljord og tradisjonelt dyrket myr. Ut fra disse målingene vil en få en indikasjon av effekten av omgraving på utslippene av CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>O fra omgravd myr sammenlignet med mineraljord og vanlig dyrket myr.

### Myr kvalitet etter kultivering.

Det er gjort flere studier av jordas respons på hvert grunnvann og endrede klimatiske forhold, men det foreligger lite kunnskap om de prosessene som påvirker den observerte variasjonen i størrelsen av disse fluksene. Denne variasjonen gjør det vanskelig å forutsi hvordan ulike jordtyper som kan reagere på endrede klimatiske forhold eller endringer i landbruk. Hvorvidt forskjellen skyldes de primære egenskapene til det organiske materialet eller om dette er en egenskap knyttet til økosystemet, er mye debattert i litteraturen (Schmidt *et al.* 2011).

I et dr. grads studium er det foreslått å undersøke disse spørsmålene gjennom en kampanje av jordprøvetaking og laboratorieforsøk. Målet vil være å undersøke hvordan jordas organiske materiale varierer som en funksjon av både torv, områdetype og dyrking. Ved å studere effekten av dyrking bør det også være mulig å si noe om hvordan langsiktige dyrking påvirker jordas karbon- og næringsstoffstatus. Dette kan gjøre oss i stand til å utvikle mer kunnskap om den potensielle responsen av restaurering av dyrket myr.

### Referanser

- Gorham, E. 1991. Northern Peatlands - Role in the carbon-cycle and probably responses to climatic warming. *Ecological Applications* 1:182-195.
- Grønlund, A., Knoth de Zarruk, K., Rasse, D., Riley, H., Klakegg, O., & Nystuen, I. 2008a. Kunnskapsstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord. *Bioforsk RAPPORT* 3(132):47s.
- Grønlund, A., Hauge, A., Hovde, A. & Rasse, D. 2008b. Carbon loss estimates from cultivated peat soils in Norway: a comparison of three methods. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81:157-167.
- Grønlund, A., Sveistrup, T.E., Søvik, A.K., Rasse, D.P. & Kløve, B. 2006. Degradation of cultivated peat soils in northern Norway based on field scale CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emission measurements. *Archives of Agronomy and Soil Science* 52:149-159.
- IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change. Published for the IPCC by the Institute for Global Environmental Strategies, Japan ISBN 4-88788-000-6.
- Laiho, R. 2006. Decomposition in peatlands: Reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels. *Soil Biology & Biochemistry* 38:2011-2024.
- Schmidt, M.W.I., Torn, M.S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I.A., Kleber, M., Kogel-Knabner, I., Lehmann, J., Manning, D.A.C., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S., & Trumbore, S.E. 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature* 478:49-56.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B. & Sirotenko, O. 2007. Agriculture. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- SSB, 2008. Jordbruk og miljø. Resultatkontroll for jordbruk 2007. ISBN 978-82-537-7303-2. 117s.
- Turunen, J., Tomppo, E., Tolonen, K. & Reinikainen, A. 2002. Estimating carbon accumulation rates of undrained mires in Finland - application to boreal and subarctic regions. *Holocene* 12:69-80.
- van Bellen, S., Garneau, M. & Booth, R.K. 2011. Holocene carbon accumulation rates from three ombrotrophic peatlands in boreal Quebec, Canada: Impact of climate-driven ecohydrological change. *The Holocene* 21:1217-1231.

# Er nydyrking av myr nødvendig for vekst i landbruket?

Arealer av dyrkbar mineraljord i Norge er store nok til nesten å fordoble jordbruksarealet, men lokalt kan myr være eneste dyrkingsalternativ. Dyrkingskostnadene antas å være høyere på mineraljord enn på myr, men miljøkostnadene som følge av klimagassutslipp vil som regel være høyere på myr.

Arne Grønlund  
Bioforsk  
arne.gronlund@bioforsk.no

## Innledning

Regjeringen har som mål i den nye landbruksmeldingen å øke matproduksjonen med 20 % innen 2030, i takt med befolkningsøkningen. Økningen kan skje ved økt import av kraftfôr eller økt innenlandsk planteproduksjon, i form av økt arealproduktivitet eller økt jordbruksareal. Dersom en antar at andelen importert fôr ikke endres, og at halvparten av produksjonsøkningen vil skje i form av økt arealproduktivitet, må jordbruksarealet øke med 10 % eller ca. 1 million dekar. I tillegg må det nydyrkes jord for å kompensere for areal som går ut av jordbruksproduksjon. Nedbygging av dyrket jord kan antas å utgjøre ca. 5000 dekar i året og til sammen ca. 100 000 dekar fram til 2030. Et omtrent like stort areal kan antas å bli tatt ut av drift av andre årsaker. Det totale behovet for nydyrking innen 2030 kan på dette grunnlaget anslås til mellom 1 og 1,5 millioner dekar.

## Arealer av dyrkbar jord i Norge

Arealet av potensiell dyrkbar jord er beregnet til 12,9 millioner dekar på grunnlag av data fra Norsk institutt for skog og landskap (Tabell 1). Dette arealet er ca. 1,5 ganger større enn arealet av fylldyrket jord. Overflatedyrket jord og innmarksbeite er jordbruksareal som brukes til grasproduksjon. En økning av jordbruksarealet må derfor skje ved nydyrking av skog, snau fastmark eller myr. Av den dyrkbare jorda utgjør skog og snau fastmark til sammen 70 % på landsbasis og mer enn halvparten i samtlige landsdeler, mens myr utgjør 26 % på landsbasis, 18 % på Østlandet og 33-35 % i de øvrige landsdeler. Disse tallene indikerer at vi har tilstrekkelig areal med skog og snau fastmark til omtrent å fordoble jordbruksarealet.

Lokalt finnes det områder med betydelige arealer med dyrkbar myr og begrensede arealer med alternativ dyrkbar jord. Tabell 2 viser kommuner som har

Tabell 1. Potensiell dyrkbar jord fordelt på arealtyper (kilde: Norsk institutt for skog og landskap)

Landsdeler	Dyrkbar jord, mill. dekar	Prosent av dyrkbar jord			
		Overflatedyrka jord/ innmarksbeite	Skog	Snau fastmark	Myr
Østlandet	6,2	3	71	9	18
Sør-Landet	0,3	5	54	6	35
Vestlandet	1,1	12	40	13	34
Trøndelag	2,6	2	59	4	35
Nord-Norge	2,8	4	55	8	33
Hele landet	12,9	4	62	8	26



Tabell 2. Kommuner med antatt behov for nydyrking av myr

Fylke	Kommuner
Telemark	Tokke
Rogaland	Haugesund, Suldal, Bokn, Tysvær, Karmøy
Hordaland	Bergen, Sveio, Askøy, Osterøy, Meland, Radøy, Lindås, Austrheim, Masfjorden
Sogn og fjordane	Gulen, Hyllestad, Leikanger, Askvoll, Fjaler, Gaular, Naustdal, Selje
Møre og Romsdal	Smøla
Sør-Trøndelag	Hitra, Frøya
Nordland	Vega

mer enn 2000 dekar fulldyrket jord, hvor dyrkbar skog og jorddekt snaumark utgjør mindre enn 20 % av fylldyrket areal, og dyrkbar myr mer enn 10 % av fulldyrket areal.

Disse 27 kommunene dekker et jordbruksareal på 265 000 dekar som er ca. 3 % av det totale jordbruksarealet i Norge. Det vil også være grender og eiendommer innenfor andre kommuner med små alternative dyrkingsarealer. Dette innebærer at dersom en skal øke jordbruksarealet, og samtidig unngå nydyrking av myr, vil det begrense mulighetene for nydyrking i enkelte områder.

### Vekst i landbruket

Vekst i landbruket kan måles som økt verdiskapning i form av matproduksjon og andre miljøgoder, minus økte kostnader i form av finanskostnader og miljøkostnader. Finanskostnader kan omfatte kostnader til nydyrking, andre faste kostnader og variable kostnader, mens miljøkostnader kan omfatte tap av naturområder, forurensning og utslipp av klimagasser.

Nydyrking anses som nødvendig for å øke matproduksjonen, men spørsmålet er hva som gir størst verdiskapning, nydyrking av myr eller mineraljord.

Jorddekt snaumark med samme produksjonspotensial som eksisterende jordbruksareal må antas også å være egnet til skogplanting. Alternativet til å dyrke myr vil derfor være dyrking av skog eller potensiell skogsmark. Det må antas at dyrkingskostnadene er størst ved dyrking av skog, mens klimagassutslippene er størst ved dyrking av myr. Avlingsnivå, andre miljøgoder, andre finanskostnader og miljøkostnader kan antas å være de samme ved dyrking av myr og skog.

Gjennomsnittlige kostnader til nydyrking har vært anslått til 10 000 kr per dekar for mineraljord i 2004 og 6000 kr per dekar for myr i 2007. Korrigert for konsumprisindeksen vil dette tilsvare 12 500 og 6 500 kr per dekar i 2011 for henholdsvis mineraljord og myr, en differanse på 6 000 kr per dekar. Med 5 % rente vil denne differansen utgjøre et årlig beløp på 300 kr per dekar.

Tabell 3. Klimagassutslipp som følge av dyrking av myr

Utslipp, kg dekar <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>		CO <sub>2</sub> -ekvivalenter
	Lystgass, 1,25 kg N <sub>2</sub> O (IPCC-standard)	390
+	Karbontap, 500-600 kg C (Grønlund <i>et al.</i> 2008)	2 000
-	Metanutslipp fra naturlig myr, 15 kg CH <sub>4</sub> (Saarnio <i>et al.</i> 2007)	315
-	CO <sub>2</sub> -binding i biomasse i skog	500
=	Netto utslippsøkning	1 575

Dyrking av myr fører til økte utslipp av lystgass ( $N_2O$ ) og  $CO_2$ , men også reduserte utslipp av metan i forhold til naturlig myr, samt bevaring av skog som kan bidra til framtidig karbonbinding i biomasse (Tabell 3). Når en tar hensyn til alle disse bidragene, kan netto økning i klimagasser som følge av dyrking av myr anslås til ca. 1575 kg, avrundet til 1,5 tonn  $CO_2$ -ekvivalenter per dekar og år.

Kostnaden for å unngå utslippet på 1,5 tonn  $CO_2$ -ekvivalenter per dekar vil være de økte årlige kostnadene som følge av dyrking av mineraljord, som er anslått til 300 kr per dekar. Per  $CO_2$ -ekvivalent vil kostnaden være ca. 200 kr. Dersom denne utslippsøkningen ikke skal føre til en økning av Norges totale klimagassutslipp, må det foretas tilsvarende utslippsreduksjoner på andre områder. Kostnadene til utslippsreduksjoner avhenger av om det foretas gjennom kjøp av kvoter eller ved andre utslippskutt innenlands:

- Kjøp av kvoter utenlands, hvor kostnaden avhenger av kvoteprisen, f. eks.:
  - Til dagens kvotepris på 7,5 € (58 kr) per tonn  $CO_2$
  - Ved kvotepris på 40 € (308 kr) per tonn  $CO_2$  som ble benyttet i Klimakur2020 (Klima- og forurensningsdirektoratet 2010)
- Reduksjon av andre innenlandske klimagassutslipp kan prises til 1 100 kr pr tonn  $CO_2$ -ekvivalenter, på grunnlag av sektoranalysen i Klimakur2020, som viste at det var mulig å oppnå målet om en utslippsreduksjon på 12-14 millioner  $CO_2$ -ekvivalenter innen 2020 ved å gjennomføre alle tiltak innenfor denne kostnadsrammen

Under disse forutsetningene vil dyrking av myr gi størst verdiskapning når klimagassutslippene kan kompenseres ved kjøp av kvoter til en lavere pris enn 200 kr per tonn  $CO_2$ -ekvivalenter, mens dyrking av skog vil gi størst verdiskapning når en må kjøpe kvoter til en pris høyere enn 200 kr per tonn  $CO_2$ , eller foreta utslippsreduksjonen innenlands.

## Konklusjon

Nydyrking av myr er ikke nødvendig for å nå målet om 20 % økt matproduksjon innen 2030, men i enkelte områder kan myr være eneste alternativet for å utvide jordbruksarealet. Dyrking av myr må også antas å gi lavere verdiskapning enn dyrking av mineraljord dersom klimagassutslippene skal kompenseres gjennom andre tiltak innenlands, eller ved kjøp av kvoter til en pris høyere enn 200 kr per tonn  $CO_2$ . Unntakene kan være de tilfellene hvor nydyrking av myr er nødvendig for å utnytte store investeringer i f.eks. driftsbygninger, når det ikke er annet næringsgrunnlag i området eller når utslippene er mindre som følge av svært grunn myr eller dyrkingsmetoder som forsinket nedbryting av torvlaget.

## Referanser

- Grønlund, A., Hauge, A., Hovde A. & Rasse, D. 2008. Carbon loss for cultivated peat soils in Norway: a comparison of three different methods. *Nutrient Cycling Agroecosystem* 81:157-167.
- Klima- og forurensningsdirektoratet. 2010. Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål fram til 2020. TA 2590/2010. 274 s.
- Saarnio, S., Morero, M., Shurpali, N.J., Tuittila, E.S., Mäkilä, M. & Alm, J. 2007. Annual  $CO_2$  and  $CH_4$  fluxes of pristine boreal mires as a background for the lifecycle analyses of peat energy. *Boreal Environ. Res.* 12:101-113.

# Lystgassutslipp fra norske dyrkingssystem. Nye målinger - ny innsikt?

Peter Dörsch  
Universitetet for miljø- og biovitenskap  
peter.doersch@umb.no

## Bakgrunn

Norsk landbruk er under økende press for å produsere nok mat til en økende befolkning. Samtidig krever samfunnet at matproduksjonens fotavtrykk på klimasystemet må minimeres. Lystgass ( $N_2O$ ) står sentralt i landbrukets klimagassregnskap grunnet sin høye strålingsabsorpsjon og lange levetid i atmosfæren. Antar man at endring i jordens karbonlager skjer langsomt, er lystgass trolig den viktigste klimagasen i rene korndyrkingssystemer. I dyrkingssystemer med drøvtyggere er metan ( $CH_4$ ) omtrent like viktig som  $N_2O$ . Den overveiende del av  $N_2O$  slippes ut fra gjødslet jord (direkte emisjoner). Systemet induserer også indirekte emisjoner fra økosystemer som "mottar" nitrogen fra landbruket (utvasket nitrat og ammoniakk-utslipp til atmosfæren). Felles for alt  $N_2O$  utslipp er at det er en del av uunngåelige mikrobielle nitrogenomsetninger i jord, med nitrifikasjon og denitrifikasjon som viktigste kilder. En har derfor konkludert at  $N_2O$ -utslipp kunne reduseres ved å redusere N-gjødsling og/eller øke nitrogeneffektivitet (utnyttingsgraden). Selv om dette er ønskelig i ramme av god agronomisk praksis, vil besparelsen fort bli spist opp av nye utslipp fra en økende primærproduksjon. Den eneste måten å bøte på dette dilemmaet er å utvikle dyrkingstrategier som reduserer den relative andelen av lystgass produsert i de underliggende mikrobiologiske prosessene. Dette krever solid forskning om nitrogenets biokjemi i jord og utslippsmålinger i veldefinerte felteksperimenter som kan brukes for å avlede eller teste hypoteser om utslippsreducerende tiltak.

## Nye målinger

I 2009 iverksatte Institutt for plante og miljøvitenskap ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) i samarbeid med Bioforsk og med støtte fra AgCanada et måleprogram for  $N_2O$ -utslipp fra dyrket jord finansiert av Norges forskningsråd (NFR). Felteksperimenter ble etablert i korn på Ås og i eng på Tingvoll for å dekke de to viktigste norske dyrkingssystemene.

I begge systemene ble det brukt parsellforsøk med ulike gjødselstrinn for å se på  $N_2O$ -respons på tilført nitrogen. Effekten av grønn-gjødslingsstrategier i husdyrløs økologisk drift på Ås og pakkings/drenerings-effekter i eng på Tingvoll ble undersøkt i særskilte eksperimenter. En rekke tilleggseksperimenter ble etablert i løpet av 2010 og 2011 med fokus på pH-effekter (Fureneset), dreneringstilstand (Ås og Tingvoll), småskalavariabilitet av jordfaktorer (Apelsvoll), effekt av myrrestaurering (Smøla) og overvintring av proteinrike fangvekster (Tjøtta og Fureneset). Målinger ble gjennomført med den manuelle kammermetoden hver eller annen hver uke. Kontinuerlig overvåking av  $N_2O$  utslipp fra norsk jord med såkalte "klimatårn" (master med høyfølsomme instrumenter) eksisterer per i dag ikke i Norge.

## Ny innsikt?

$N_2O$  utslipp viste klar positiv respons på gjødslingsmengde (0 - 12 kg N da<sup>-1</sup> i korn og 0 - 24 kg N da<sup>-1</sup> i eng). Nitrogenresponsen (andel av tilført N tapt som  $N_2O$ -N) viste seg imidlertid å være svært forskjellig i korn og eng. Mens andelen i korn var tilnærmet 1 %, og dermed likt IPCC Tier1-faktoren som brukes per i dag for å estimere  $N_2O$  utslipp fra norsk landbruksjord, var samme faktor mye lavere i godt drenert eng på Tingvoll. Dette fikk oss til å se nærmere på jordas dreneringstilstand som overstyrende faktor for  $N_2O$  emisjoner i eng og kornåker (S. Hansen, denne sesjonen). Det er velkjent at dårlig drenering fører til mer denitrifikasjon gjennom anoksiske forhold i jord og dette kan føre til mer  $N_2O$  utslipp (men ikke nødvendigvis, fordi  $N_2O/N_2$  produktforholdet kan endres). Dette setter et søkelys på dreneringstilstanden av norsk landbruksjord, særlig når man setter  $N_2O$  utslipp i relasjon til avling.

Laboratorieundersøkelser med ulik jord fra vestland-seng viste en klar negativ korrelasjon mellom jordas pH-verdi og den relative andel av  $N_2O$  produsert ved denitrifikasjon. Også denne sammenheng har blitt

beskrevet før, men grunnforskning utført ved UMBS nitrogengruppe (<http://www.umb.no/nitrogengroup/>) har funnet at denne sammenheng ser ut å være universell for denitrifiserende bakterier og dermed blant de viktigste faktorene for  $N_2O$  tap i forhold til denitrifisering. Figur 1 viser samsvaret mellom relativt  $N_2O$  utslipp i laboratorieforsøk med jord fra tre ulike kalkingsforsøk og  $N_2O$  utslipp målt i langvarig kalkingsforsøk på Fureneset. Mye av norsk landbruksjord ble jevnt kalket for å øke pH, og det spørs nå hvordan man kan "forvalte" jordens surhetsgrad mht bevaring av karbonlageret, tilgjengelighet av mikro-næringsstoffer og minst mulig  $N_2O$ -utslipp per enhet denitrifisert nitrogen.

## Takk

Takk til Norges forskningsråd (NFR) for finansiering, til UMB-Nitrogengruppa for et stimulerende forskningsmiljø og til Trygve Fredriksen for eksellent teknisk arbeid.

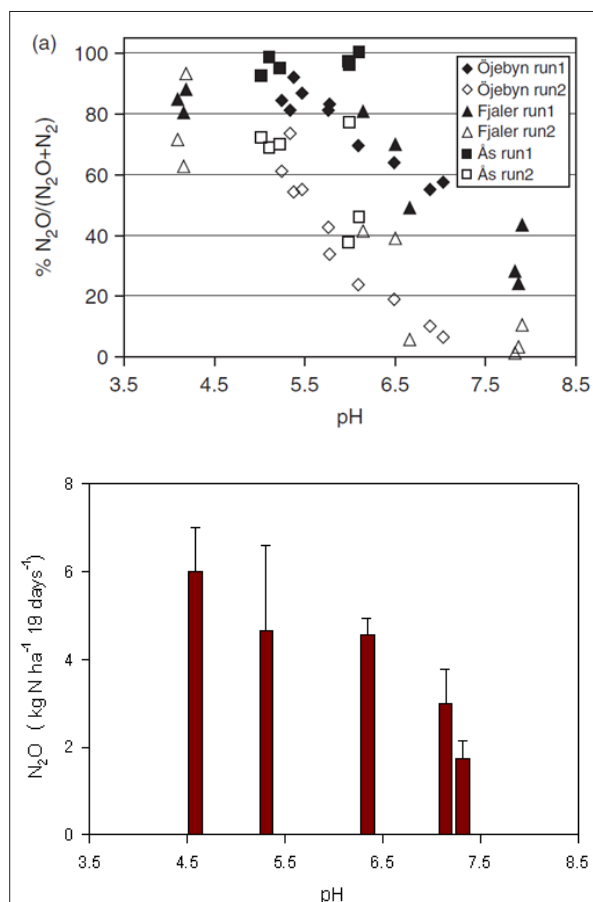


Figure 1 (a)  $N_2O$  andel av denitrifikasjon som funksjon av pH i tre ulike kalkingsforsøk målt i anoksiske labinkubasjoner (run 1 + run 2), fra Liu *et al.* (2010) *FEMS Microb Ecol* 72, 407-417. (b)  $N_2O$ -N utslipp i langvarig kalkingsforsøk (skjellsand) på Fureneset som funksjon av jordens pH målt gjennom 19 dager etter gjødsling med 9.5 kg NPK-N etter første slått i 2010 (fra Dörsch *et al.*, i forberedelse).

# Vassjuk jord: en viktig kilde for lystgass?

Registeringer av lystgassutslipp i korn på Østlandet og i gras på Vestlandet viste at jordas dreneringsgrad i stor grad påvirket utslipp av lystgass (N<sub>2</sub>O) etter gjødsling.

Sissel Hansen<sup>1</sup>, Atle Hauge<sup>1</sup>, Mehreteab Tesfai<sup>1</sup>, Hugh Riley<sup>1</sup> & Peter Dörsch<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap  
sissel.hansen@bioforsk.no

## Innledning

God dreneringstilstand er en av de viktigste forutsetningene for stabilt høye avlinger. Gårdbrukeres anslag i landbrukstellinga tyder på at rundt 10 prosent av dyrkajorda i Norge oppfattes som dårlig drenert. Dersom klimaforandringene fører til mildere vintre og våtere somrer, vil problemene med dårlig drenering forsterkes.

Bedret drenering i områder som er dårlig drenert vil føre til mer luftfylte porer, færre pakningskader, bedre utnytting av tilførte plantenæringsstoff og bedre og jevnere plantevekst. Dersom jorda er vassfylt, vil tilført nitrat raskt denitrifiseres og tapes som lystgass (N<sub>2</sub>O) eller nitrogengass (N<sub>2</sub>). Forholdet mellom disse to gassene avhenger av hvor vått og hvor surt det er. Hvor mye lystgass som dannes avhenger også av hvor mye det gjødsles. I vassjuk moldrik jord /myrjord vil det også være en del produksjon av metan.

Det er ikke undersøkt hvilke utslag dreneringsgraden i jordbruksjorda har under norske forhold, samtidig som kunnskap om dette er etterspurt. Helårige målinger er svært tidkrevende og kostbart. Vi valgte derfor å gjøre noen orienterende undersøkelser for å få de første data om hvordan dreneringsgraden påvirker lystgass og metanutslipp under norske jordbruksforhold.

## Materiale og metoder

Målinger ble gjort i korn på Ås og i grasmark på Tingvoll på Nordmøre med kammermetoden. Ved denne metoden samles gasser som diffunderer fra jorda opp i et kammer. Økning av N<sub>2</sub>O konsentrasjon i kammeret brukes til å regne ut hastigheten som gassen diffunderer ut av jorda med. Avstand til grunnvasspeilet ble brukt som indikator på dreneringsgrad. I tillegg

ble jordfuktighet (0-20 cm) bestemt som gravimetrisk og volumetrisk vassinnhold. Begge steder var det regnepisoder i hele måleperioden, og jordfuktigheten varierte mye. Gjødsling tilsvarte gardbrukerens gjødsling (korn: 12 kg N/daa, gras: vår 3 tonn bløtgjødsel + 7-15 kg N/daa, etter 1. slått 6-8 kg N/daa).

## Registeringer i korn

N<sub>2</sub>O-utslipp ble målt på 3 målepunkt med forskjellig dreneringsgrad på samme jorde vekstsesongen 2011. De 3 stedene kunne klassifiseres som (1) moderat godt drenert, (2) utilstrekkelig drenert, og (3) dårlig drenert. Felt 2 og 3 ble også målt høsten 2010. Det ble samlet inn gassprøver hver 14. dag fra 5 paralleller på hvert sted i vekstsesongen. I dårlig drenert jord stod grunnvannspeilet (GVS) alltid mindre enn 40 cm fra overflata, mens i moderat godt drenert jord var mer enn 74 cm.

## Registeringer i gras

N<sub>2</sub>O-utslipp ble målt på 5 målepunkt på jorde 1 (sørvendt moldrik morene) i 2009, 2010 og 2011 (Tabell 1). I 2009 og 2010 ble det tatt ukentlige målinger gjennom hele vekstsesongen, mens i 2011 ble det målt 1-2 ganger per dag de første 5 dagene etter hver slått. På jorde 2 (nordvendt strandavsetning med varierende vanninnhold og delvis ødelagte grøfter) ble det gjort ukentlige målinger i 9 punkt fra vår til førsteslått 2010. I 2011 var det 3 paralleller for hvert målepunkt, men ellers var det bare 1. Avstanden til grunnvasspeilet varierte gjennom måleperioden. Målepunktene ble gruppert etter gjennomsnittlig korteste avstand til grunnvasspeil (GVS) i perioden: D1; godt drenert (GVS dypere enn 100 cm) D2; moderat drenert (GVS dypere enn 55 cm), D3; utilstrekkelig drenert (GVS 55-40 cm), D4; dårlig drenert (GVS 40-15 cm) og D5; svært dårlig drenert (GVS grunnere enn 15 cm). Disse definisjonene er foreløpige. Inndelingen

vil bli justert etter også andre jordfuktighetsforhold i forbindelse med publisering.

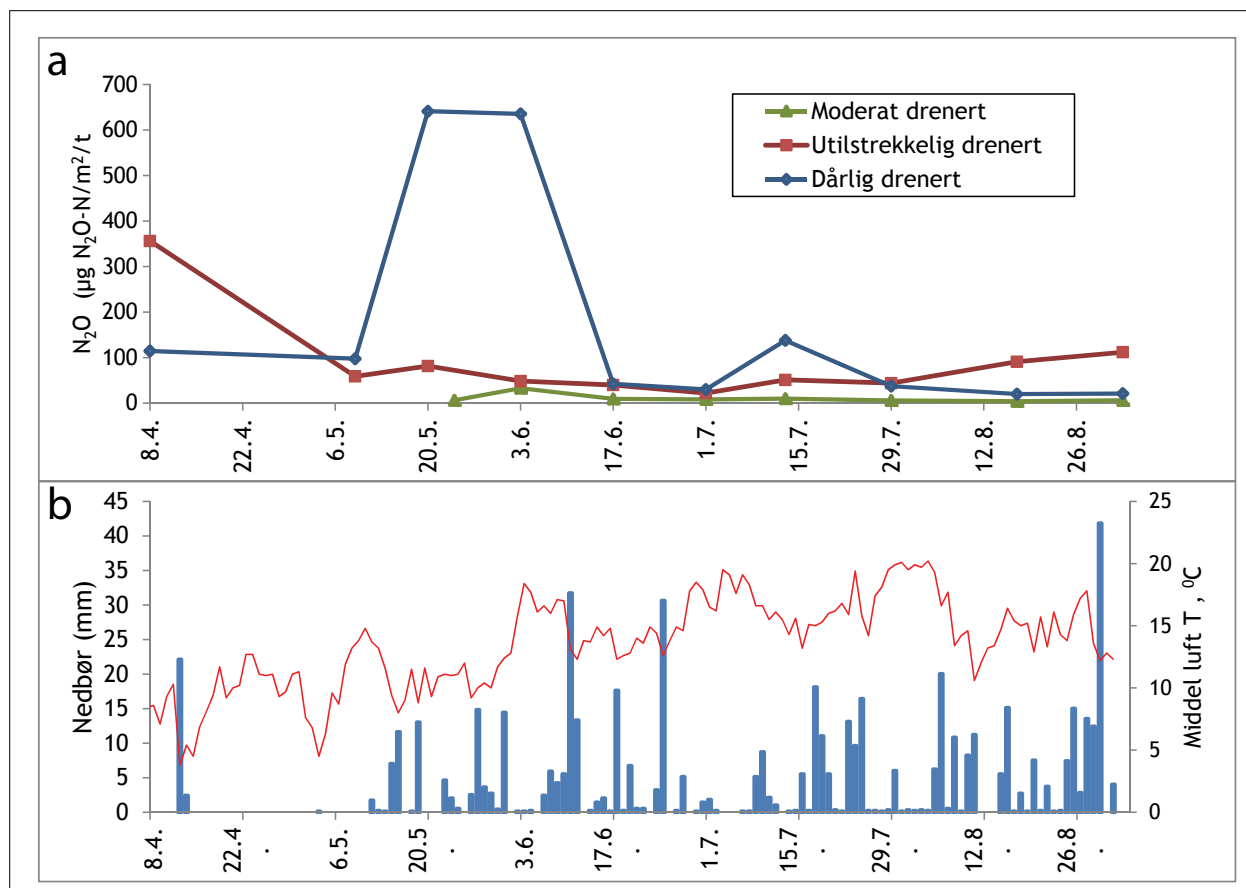
## Resultater

### Registreringer i korn

Hastigheten på utslipp av  $N_2O$  varierte fra 20 til 635  $\mu g N_2O/m^2/t$  på dårlig drenert jord; fra 22 til 91  $\mu g N_2O/m^2/t$  på utilstrekkelig drenert jord og fra 4 til 33  $\mu g N_2O/m^2/t$  på moderat godt drenert jord (Figur 1). Dette betyr at  $N_2O$ -utslippene var 5-20 ganger høyere på dårlig drenert jord enn på moderat godt drenert jord. Første måling på våt jord etter gjødsling ga ikke lystgassutslipp, men da hadde det heller ikke regnet. Straks det begynte å regne kom utslippene (Figur 1).

### Registreringer i gras

Også i grasmark på Nordvestlandet (Tingvoll) ble det funnet høyere utslipp av lystgass i dårlig drenert enn i godt drenert jord (Tabell 1). I perioder med regn rett etter gjødsling var utslippene svært store. Vi fant en variasjon fra 10-20 til over 2000  $\mu g N_2O/m^2/time$  avhengig av drenering på enkelte målepunkt. Dette tilsvarer på det meste en utslippshastighet på over 20 g lystgassnitrogen per daa i løpet av 10 timer. På de våteste målepunktene fant vi en netto produksjon av metan som til dels var svært høy (mer enn 5000  $\mu g CH_4-C / m^2/time$ ). Ei eng i produksjon vil sjelden være så dårlig drenert at det blir produksjon av metan og så store utslipp av lystgass fra hele jordet som i D4 og D5. På grunn av problemer med dreneringen er imidlertid våte områder tilsvarende D4 og D5 ikke uvanlig.



Figur 1a. Utslipp av lystgass ( $\mu g N_2O-N/m^2/time$ ) fra kornjord med ulik drenering på Ås i 2011. Dreneringsgrad er forklart i materiale og metoder. Figur 1b. Daglig nedbør og gjennomsnittstemperatur for 2011.

Tabell 1. Lystgassutslipp i grasmark på 2 jorder i Tingvoll i ulike måleperioder 2009, 2010 og 2011 beregnet som g N<sub>2</sub>O-N per daa. I 2011 er målingene gjort kort tid etter gjødsling og beregnet for 100 timer med standardavvik (n=6). Definert dreneringsgrad (D1-D5) er forklart i materiell og metode. I 2009 og 2010 n=1-3

Jorde	1	1	2	1	1
År	2009	2010	2010	2011	2011
Periode	27/5-29/10	6/5-23/8	6/5-13/7	12-18/5	30/6-3/7
D1			13		
D2	262	192	32	6 ± 3	60 ± 21
D3	187	152	92	11 ± 4	91 ± 17
D4	987	380	97	30 ± 13	111 ± 15
D5		930	463		

### Konklusjon

Dårlig drenering kan føre til store lystgassutslipp når det er mye nitrat i jorda som for eksempel etter gjødsling. En forbedret drenering av vassyk jord vil kunne være et viktig tiltak for å redusere utslipp av lystgass fra norsk korn og grasproduksjon.

### Takk

Takk til Norges Forskningsråd og Statens Landbruksforvaltning for finansiering av dette arbeidet, og til teknikere ved Bioforsk Økologisk, Bioforsk Jord og Miljø og Universitetet for miljø- og biovitenskap-IPM for stor innsats.

# N-restriksjoner i dansk landbrug - effekter på nitrogenbalanser og produktivitet

Dansk landbrugs nitrogenbalance er reduceret fra et overskud på 490 kt N i 1990 til til 278 kt N i 2008. Samtidig er nitratudvaskningen omtrent halveret, og N-effektiviteten har været stigende, uden at den samlede produktion er faldet. På denne baggrund gennemgås effekterne af N-restriktionerne i dansk landbrug, samt fordele og ulemper ved forskellige typer af regulering diskuteres.

Tommy Dalgaard

Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi, Danmark

tommy.dalgaard@agrsci.dk

## Indledning

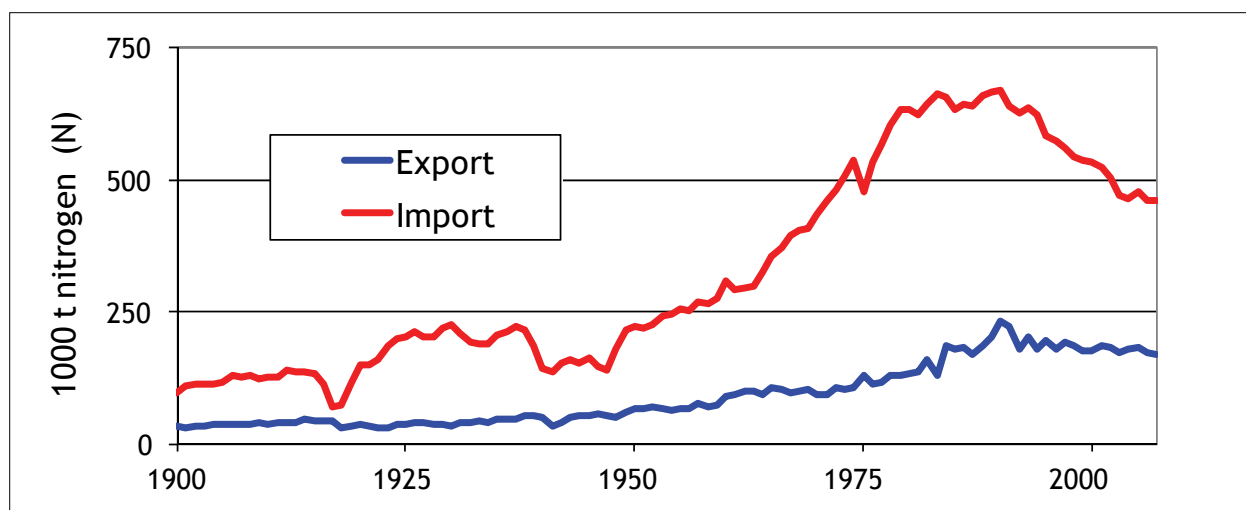
En række politiske handleplaner har de seneste 25 år bidraget til at reducere landbrugets kvælstof (N) forbrug i Danmark, og dermed mindsket såvel N-tabet til miljøet (Kronvang *et al.* 2008) som udledningen af drivhusgasser betydeligt (Dalgaard *et al.* 2011a). I præsentationen gennemgås disse reguleringer og deres effekt målt på tabet af N, og fremtidsmuligheder for yderligere reduktioner i landbrugets N-tab og drivhusgasudledning diskuteres.

## Metode

Udviklingen i dansk landbrugs nitrogenbalance er beregnet ved hjælp af statistiske data, som forskel-

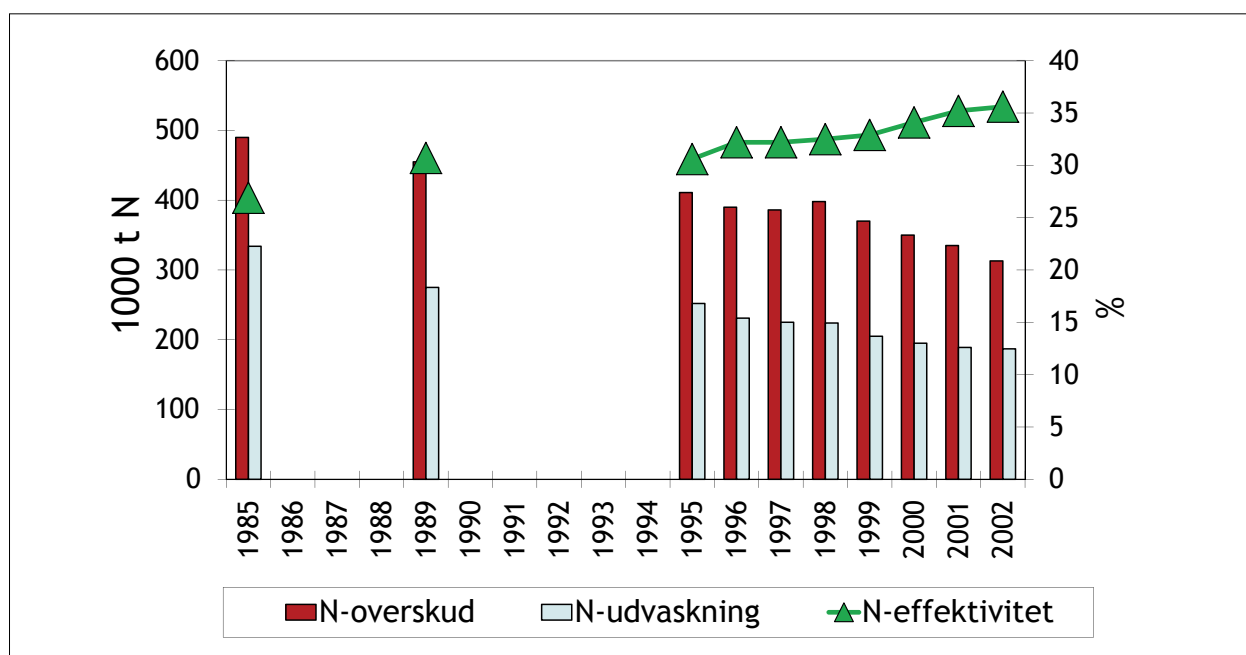
len mellem N-import og N-export (N-overskuddet). Dette N-overskud er en god indikator for det totale N-tab fra landbruget i form af nitrat, ammoniak, lattergas osv., idet fordelingen på disse tabsposter, og evt. signifikante ændringer i jordens N-pulje, kan modelleres ud fra den samlede balance (Dalgaard *et al.* 2011b). Ligeledes kan N-effektiviteten beregnes som forholdet mellem N-exporten og N-importen. Ved hjælp af dateringer af grundvandets alder, kan udviklingen i grundvandets nitratindhold, og dermed nitratudvaskningen de seneste 50-75 år endvidere følges, og sammenlignes med udviklingen i N-balancen (Hansen *et al.* 2011)

## Resultater



Figur 1. Dansk landbrugs N-balance fra år 1900 til i dag, fordelt på netto N-import (foder, gødning, N fra atmosfæren osv.) og netto N export af husdyr og planteprodukter (efter Dalgaard *et al.* 2009).





Figur 2. Udviklingen i dansk landbrugs N-overskud, nitratudvaskning og N-effektivitet 1985-2002 (Dalgaard *et al.* 2005).

En opgørelse af N balancen siden år 1900 (Figur 1) viser et betydeligt fald i N-overskuddet siden midten af 1980'erne, efter en kraftig stigning i tiden efter 2. verdenskrig. Tilsvarende ses en stigning i N-effektiviteten og et fald i den modellerede nitratudvaskning fra 1985-2002 (Figur 2). Dette fald bekræftes at nitratmålinger i grundvand med forskellig alder, idet vandprøver dateret før begyndelsen af 1980'erne viser en stigende trend, mens der siden begyndelsen af 1980'erne har været et statistisk signifikant fald i grundvandets nitratindhold (Hansen *et al.* 2011). Denne udvikling må især tilskrives N-reguleringen og den forbedrede landbrugspraksis i forhold til udnyttelsen af N-ressourcen (Kronvang *et al.* 2008), og har medvirket til et tilsvarende fald i landbrugets udledning af drivhusgasser på omkring 35 % i samme periode (Dalgaard *et al.* 2011a).

## Referanser

- Dalgaard, T., Olesen, J.E., Petersen, S.O., Petersen, B.M., Jørgensen, U., Kristensen, T., Hutchings, N.J., Gyl-denkærne, S. & Hermansen, J.E. 2011a. Developments in greenhouse gas emissions and net energy use in Danish agriculture - How to achieve substantial CO<sub>2</sub> reductions? *Environmental Pollution* 159:3193-3203.
- Dalgaard, T., Hutchings, N., Dragosits, U., Olesen, J.E., Kjeldsen, C., Drouet, J.L. & Cellier, P. 2011b. Effects of farm heterogeneity and methods for upscaling on modelled nitrogen losses in agricultural landscapes. *Environmental Pollution* 159:3183-3192.
- Dalgaard, T., Guul-Simonsen, F., Kjeldsen, C. & Liboriussen, T. 2009. Det moderne landbrug. In: Høiris O og Ledet T (eds.) *Modernitetens Verden. Natur, menneske, samfund, kunst og kultur*. P. 423-442. Aarhus Universitetsforlag, Aarhus. ISBN 978-87-7934-480-8.
- Dalgaard, T., Børgesen, C.D., Hansen, J.F., Hutchings, N.J., Jørgensen, U. & Kyllingsbæk, A. 2005. How to half N-losses, improve N-efficiencies and maintain yields? The Danish Case. In: Zhu Z, Minami K and Xing G (eds.): *3rd International Nitrogen Conference*. Science Press, NJ, USA. p. 291-296. ISBN 1-933100-10-9.
- Hansen, B., Thorling, L., Dalgaard, T. & Erlandsen, M. 2011. Trend reversal of nitrate in Danish groundwater - a reflection of agricultural practices and nitrogen surpluses since 1950. *Environmental Science and Technology*. 45(1):228-234.
- Kronvang, B., Andersen, H.E., Børgesen, C.D., Dalgaard, T., Larsen, S.E., Bøgestrand, J. & Blicher-Mathiasen, G. 2008. Effects of policy measures implemented in Denmark on nitrogen pollution of the aquatic environment. *Environmental Science and Policy*. 11(2):144-152.

# Dyrkingssystemene på Apelsvoll 2001-2010 – strømmer av N, P og K

Dyrkingssystemforsøket på Apelsvoll, som ble anlagt i 1989, er designet for å måle langsiktige effekter av ulike produksjoner og driftsintensiteter på avlinger og kvalitet, utvasking og avrenning av næringsstoffer, samt endringer av jordas kjemiske, fysiske og biologiske egenskaper. Her presenteres noen hovedresultater fra det siste tiåret.

Audun Korsæth  
Bioforsk  
audun.korsaeth@bioforsk.no

## Innledning

Mange langvarige forsøk har vist at valg av vekstskifte og driftsmåte påvirker jordas fruktbarhet. Ofte tar det imidlertid svært lang tid før det er mulig å identifisere endringer i jordas næringsinnhold. Næringsbalanseberegninger er derfor mye brukt som et supplement til jordanalyser for å analysere slike langtidseffekter. Nitrogentap vannvegen er, til tross for stort fokus på lystgass for tiden, en miljøutfordring for landbruket. Å finne robuste indikatorer for N-utvasking er viktig for å redusere dette tapet.

## Materiale og metoder

### Forsøksdesign

Forsøket består av 12 modellgårder, der hver gård har et fireårig omløp der alle vekster dyrkes hvert år. Hver modellgård er systematisk drenert for å fange opp mest mulig av sigevannet, og er dessuten utstyrt for oppsamling av overflateavrenning. Volumproporsjonale vannprøver blir tatt automatisk, og vannprøvene analyseres på månedsbasis for bl.a. total-N, ammonium-N, nitrat-N, total-P, fosfat-P og total-K. Til sammen er seks ulike dyrkingssystemer representert i forsøket (to gjentak); halvparten har en husdyrløs åpen-åker produksjon med hovedvekt på korn, mens de resterende tre har en blandingsproduksjon av korn, melk og kjøtt (korn og eng i omløpet) (Tabell 1). Kuene på disse brukene eksisterer kun teoretisk, og produksjonen av melk, kjøtt og husdyrgjødsel beregnes ut fra grovfôrproduksjonen (eng) og kraftfôrforbruket (egenprodusert korn og/eller innkjøpt kraftfôr). I begge produksjonsgrupper er både økologisk og konvensjonell driftspraksis representert.

## Målinger, estimater og kalkyler

Tilførsel av næringsstoffer via mineral- og husdyrgjødsel ble målt. Det ble også målt hvor mye næringsstoffer som ble fjernet med avlinger, og hvor mye som gikk tapt via overflate- og grøftevann. Atmosfærisk nedfall, tilførsel med såvarer, N fiksering og nitrose gasstap ble estimert (Korsæth 2011). Målinger av matjordlagets (0-25 cm) innhold av K-AL og K-HNO<sub>3</sub> i 1996, og organisk materiale (glødetap) og P-AL i 1999 ble sammenholdt med tilsvarende målinger i 2009. Næringsbalanser på skiftenivå ("soil system nutrient budgets") ble beregnet separat for hver modellgård ved å summere alle tilførsler og deretter trekke fra alle næringsstrømmer ut av systemene. Positive balanser ble tatt som en indikasjon på næringsakkumulering, mens negative balanser ble vurdert som en reduksjon av jordas næringslager. Data ble videre benyttet til å finne indikatorer for N-utvasking og N-avrenning.

## Resultater

Det var signifikante forskjeller mellom systemer innenfor samme produksjonstype med hensyn til avlinger (unntatt for poteter i REF<sub>0</sub>- og OPT<sub>0</sub>-). Referansebruket og alle de økologiske systemene hadde negative N-balanser. Mens de konvensjonelle (ikke-økologiske) systemene så ut til å akkumulere P, var også P-balansene negative i de økologiske systemene. Dette mønsteret gikk igjen for K også. Næringsbalansene ble bare delvis reflektert av de målte endringene i matjordas næringsinnhold. Det var imidlertid en meget sterk sammenheng mellom de kalkulerte næringsbalansene og de målte forskjellene mellom systemene i 2009.

Tabell 1. Beskrivelse av dyrkingssystemene (middelverdier)

Vekstskifte	Min. gjødsel, kg/daa			Husd. gj., kg/daa			Plantevern	Jordarbeiding
	N	P	K	N	P	K		
"Gammeldags" planteproduksjon uten husdyr, referansebruk (REF <sub>0</sub> ) <sup>1</sup>								
Potet	11,9	5,1	18,3				Kjemisk, mekanisk	Høst-
Vårhvete	14,1	2,5	6,6				Kjemisk	pløying
Havre	12,0	2,2	5,7				Kjemisk	& vår-
Bygg	12,0	2,2	5,7				Kjemisk	harving
Optimalisert planteproduksjon uten husdyr (OPT <sub>0</sub> )								
Potet	10,8 <sup>2</sup>	4,7	16,4				Kjemisk, mekanisk	Bare
Vårhvete + fangvekst <sup>3</sup>	13,4 <sup>2,4</sup>	2,9	8,0				Kjemisk, mekanisk <sup>5</sup>	vår-
Havre + fangvekst <sup>6</sup>	11,6 <sup>2</sup>	2,1	5,5				Kjemisk, mekanisk <sup>5</sup>	harving <sup>7</sup>
Bygg + fangvekst <sup>3</sup>	11,6 <sup>2</sup>	2,1	5,5				Kjemisk, mekanisk <sup>5</sup>	
Økologisk planteproduksjon uten husdyr (ØKO <sub>25</sub> )								
Bygg <sup>8</sup>							Manuell luking	Vår-
Kløvereng <sup>9</sup>							Manuell luking	pløying
Vårhvete + fangvekst <sup>3</sup>							Manuell l., mek. <sup>5,10</sup>	& vår-
Havre + erter							Manuell l., mek. <sup>10</sup>	harving
Optimalisert planteproduksjon med husdyr, 50 % eng (OPT <sub>50</sub> )								
Bygg <sup>8</sup>	5,0 <sup>2</sup>	0,9	2,4	7,0	1,0	9,0	Kjemisk	Vår-
1. års eng	9,9 <sup>2</sup>	1,6	7,5	5,7	0,8	7,3	-	pløying
2. års eng	11,4 <sup>2</sup>	1,9	8,6	8,0	1,1	10,4	-	& vår-
Vårhvete + fangvekst <sup>3</sup>	8,6 <sup>2,4</sup>	1,6	4,3	6,9	1,0	9,0	Kjemisk, mekanisk <sup>5</sup>	harving
Økologisk planteproduksjon med husdyr, 50 % eng (ØKO <sub>50</sub> )								
Bygg <sup>8</sup>				7,5	1,1	9,8	Manuell luking	Vår-
1. års eng				2,4	0,2	3,1	Manuell luking	pløying
2. års eng				4,8	0,6	6,3	Manuell luking	& vår-
Vårhvete + fangvekst <sup>3</sup>				8,3	1,2	10,7	Manuell l., mek. <sup>5,10</sup>	harving
Økologisk planteproduksjon med husdyr, 75 % eng (ØKO <sub>75</sub> )								
Bygg <sup>8</sup>				9,3	1,3	11,2	Manuell luking	Vår-
1. års eng				6,3	0,8	8,0	Manuell luking	pløying
2. års eng				9,8	1,3	12,2	Manuell luking	& vår-
3. års eng				7,5	1,0	9,3	Manuell luking	harving

1 Drevet som et typisk, konvensjonelt planteproduksjonsbruk i regionen slik det var i 1985, med bruk av datidens jordarbeiding og gjødslingsstrategi. "0" indikerer ingen eng, "-" indikerer ingen husdyrgjødsel.

2 Gjødslingsnivå om våren justert etter N-prognoser.

3 Flerårig raigras (*Lolium perenne* L), sådd ca. en uke etter kornet.

4 Delt gjødsling med omlag 75 % gitt ved såing, og 0-6 kg N/daa gitt ved Z49 basert N-tester målinger.

5 Ugrasharving når kornet har nådd Z 11-12.

6 Italiensk raigras (*Lolium multiflorum* Lam), sådd ca. en uke etter havren.

7 Kjørt to ganger med horisontalt roterende harv.

8 Med gjenlegg.

9 Grønnjødsling, ikke høstet men pusset ned 3-4 ganger pr. sesong.

10 Harvet om høsten enkelte år for å redusere ugraspresset.

De beste indikatorene for å predikere N-utvasking var andelen fangvekst (fangvekst eller gjenlegg/eng) i vekstskiftet og andelen skifter med jordarbeiding om høsten (høstpløying eller høstharving). Andelen fangvekst og jordarbeiding om høsten kunne forklare henholdsvis 73 og 72 % av N-utvasking (når data midlet over år).

## Referanser

Korsæth, A. 2011. N, P and K budgets and changes in selected topsoil nutrients over 10 years in a long-term experiment with conventional and organic crop rotations. Submitted to Applied and Environmental Soil Science.

# Nitrogentap og næringsbalanser fra ulike dyrkingssystem - 20 år med JOVA-overvåking

Nitrogen er et viktig næringsstoff for plantevekst og dessuten en viktig komponent i avrenning og klimagasstap. Derfor er det viktig med en mest mulig effektiv utnyttelse av nitrogen i jordbruket. Resultater fra JOVA-programmet viser at nitrogenbalansen i kornproduksjon i gjennomsnitt for de siste 20 årene har vært på om lag 5 kg N/daa. Det er ikke registrert endringer i denne tidsperioden.

Marianne Bechmann & Inga Greipslund  
Bioforsk  
marianne.bechmann@bioforsk.no

## Innledning

De forventede klimaendringene har ført til sterkere fokus på nitrogen i jordbruket de siste årene. Mest mulig effektiv utnyttelse av nitrogen i jordbruket er ønskelig både ut fra avling, miljø og økonomiske vurderinger. Dyrkingssystemer med lavest mulig nitrogenoverskudd forventes å gi de laveste utslipp både til luft og vann. Vi har sett på nitrogenbalanser i JOVA-felt over en 20 års periode.

## Materiale og metoder

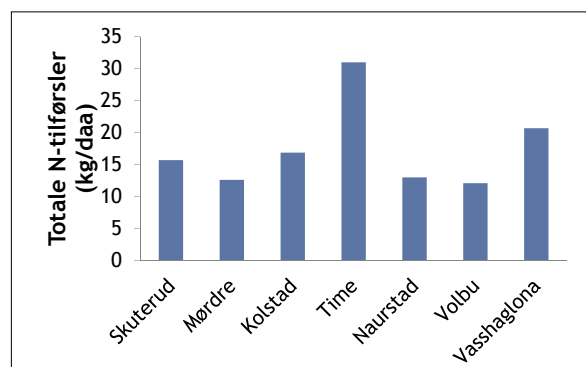
**Program for jord- og vannovervåking i landbruket**  
Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) og metoder som blir brukt i programmet er beskrevet av Hauken *et al.* 2012. Beregning av nitrogengjødsling og nitrogenbalanser er basert på opplysninger innhentet i et spørreskjema fra bønder i nedbørfeltene. Dessuten er tilførsler av nitrogen via nedbøren beregnet ut fra tall fra Norsk institutt for luftforskning (Aas *et al.* 2011). Nitrogenbalanser er beregnet for felt med en stor andel korn i nedbørfeltet. Opplysninger om avlinger for de øvrige vekster er usikre og det er derfor ikke presentert balanser for disse feltene.

## Resultater

### Nitrogengjødsling

Nitrogengjødsling varierer betydelig mellom felt og mellom år (Figur 1). Feltene med lavest gjennomsnittlig tilførsel er Volbu i Oppland med 12 kg/daa, Naurstad i Nordland med 13 kg/daa og Mørdre i Akershus med 12,5 kg/daa. Feltene med høyest tilførsel av nitrogen er Timefeltet i Rogaland med 31 kg/daa og Vasshaglona på Sørlandet med 21 kg/daa. Time

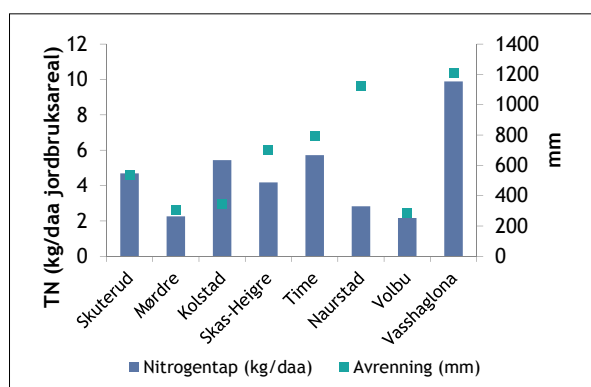
er et felt med stor husdyrtetthet og om lag halvparten av nitrogentilførselen kommer i fra husdyrgjødsel. Tilførsler av husdyrgjødsel er ikke korrigert for plantetilgjengelighet og gjødslingseffekten er derfor noe lavere. I Vasshaglona på Sørlandet drives intensiv grønnsaksproduksjon med et stort gjødslingsbehov.



Figur 1. Nitrogengjødsling (Kg TN/daa) i feltene som overvåkes i JOVA-programmet.

### Nitrogentap fra jordbruksarealer

På bakgrunn av målt avrenning og næringsstoffkonsentrasjoner i vannprøver fra bekkene blir tap av næringsstoffer beregnet. Tapene varierer betydelig mellom de ulike feltene og mellom år fra om lag 2 - 10 kg/daa jordbruksareal som gjennomsnitt over overvåkingsperioden. Nitrogentapene er størst fra grønnsaksarealer på Sørlandet (Vasshaglona) og lavest i feltene med mest ekstensivt jordbruk (Volbu og Naurstad) (Figur 2). Dessuten er det lave nitrogentap fra kornfeltet på Romerike (Mørdre). Det kan forklares med at det er forholdsvis lite nedbør i dette område og en stor del av avrenningen skjer som overflateavrenning i snøsmeltingen.



Figur 2. Gjennomsnittlig avrenning (mm) og nitrogentap (kg TN/daa) fra jordbruksarealer i overvåkingsfeltene.

### Næringsbalanser

Nitrogenbalanser for jordbruksarealer beregnes som følger:

$$N_{\text{bal}} = N_{\text{gj}} + N_{\text{dep}} - N_{\text{avl}}$$

### Hvor

$N_{\text{bal}}$  = N balanse

$N_{\text{gj}}$  = Total N i mineral og husdyrgjødsel

$N_{\text{dep}}$  = N i deposisjon, både tørr og våtavsetninger

$N_{\text{avl}}$  = N i avling (estimert på bakgrunn av standard innhold i korn)

Alle enheter er i kg TN/daa jordbruksareal. Det er beregnet N balanse for de tre kornfeltene på Østlandet.

Tabell 1. Gjennomsnittlige nitrogenbalanser (kg N/daa) for tre kornfelt på Østlandet gjennom overvåkingsperioden

Felt	Nitrogenbalanse Kg N/daa	Avling Kg/daa	N tap Kg N/daa
Skuterud	4,8	496	4,7
Mørdre	5,1	369	2,3
Kolstad	6,7	413	5,4

Nitrogenoverskuddet for jordbruksarealene i gjennomsnitt for de tre kornfeltene er om lag 5,5 kg N/daa (5-7 kg/daa). Det er størst nitrogenoverskudd i feltet med husdyr og lavest i feltet med den lengste vekstsesong og høyeste avling. Nitrogenoverskuddene varierer fra år til år og er mest avhengig av avlingene det enkelte året.

Gjennom 20 år med overvåking har det ikke vært en entydig endring i nitrogenoverskudd for de tre feltene, men det har vært en tendens til økt overskudd av totalnitrogen i Kolstadfeltet på grunn av økt husdyrtetthet og en tendens til litt lavere nitrogenoverskudd for Mørdre på grunn av høye avlinger de siste årene.

### Referanser

Hauken, M., Bechmann, M., Deelstra, J. & Eggestad, H.O. 2012. Overvåking av næringsstofftap fra jordbruksarealer i JOVA-programmet, Bioforsk FOKUS 7(2):234-235.

Aas, W., Solberg, S., Manø, S., & Yttri, K.E. 2011. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør Oslo, NILU-rapport nr 1099/2011.

# Ekstremvær - avrenning fra jordbruksareal - behov for nye tiltak

Klimaendringer forventes å gi en økning i nedbørsmengder og intensiteter som ved uendrede driftsforhold kan gi økt erosjon og tap av næringsstoffer. Den forventede økningen i nedbør kan, særlig på Østlandet og i Trøndelag, føre til problemer med innhøstingen av kornvekster, jordarbeiding og såing av høstvekster. Dette gir økt behov for å tilpasse agronomiske metoder til endret klima.

Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Anne-Grete Buseth Blankenberg & Hans-Olav Eggestad

Bioforsk

johannes.deelstra@bioforsk.no

## Innledning

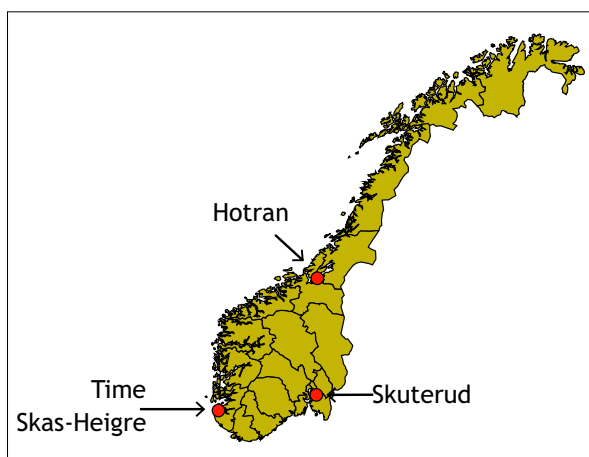
Fire nedbørfelt i overvåkingsprogrammet Jord og Vannovervåking i landbruket (JOVA) ble valgt ut for å studere hvordan ekstremvær vil påvirke erosjon og næringsavrenning fra ulike jordbruksområder (korn/husdyr) og hva som er mulige tiltak for å bote på dette. Feltene ([www.bioforsk.no/jova](http://www.bioforsk.no/jova)) har ulik geografisk plassering, klima, jordtype og jordbruksdrift. De fire feltene er Hotran (Nord-Trøndelag), Skuterud (Akershus), samt Time og Skas-Heigre (begge i Rogaland) (Figur 1). Feltene varierer i størrelse fra 1-28 km<sup>2</sup>. Skuterud og Hotran representerer jordbruksom-

råder med korn og er utsatt for erosjon spesielt om høsten og vinteren. Time og Skas-Heigre representerer områder med grasdyrking, hvor høy dyretetthet og sterk gjødsling (særlig husdyrgjødsel) forårsaker tap av næringsstoffer. De viktigste karakteristikker for de forskjellige felt er presentert i tabell 1. Jordbruksarealene i feltene er grøftet med en grøfteavstand som varierer fra 8-10 meter og en grøftedybde som vanligvis er 0,8-1,0 meter. Det meste av norske jordbruksareal er grøftet, noe som er nødvendig for å garantere gode forhold under veksts sesongen samt muliggjøre tidlig jordarbeiding om våren og etter veksts sesongen om høsten.

Tabell 1. Nedbørfelt karakteristikker for JOVA-feltene Skuterud, Hotran, Skas-Heigre og Time

	Skuterud	Hotran	Skas-Heigre	Time
Areal (km <sup>2</sup> )	4,5	20	28	1,0
Normal årstemperatur (°C) <sup>1</sup>	5,3	5,0	7,4	7,1
Normal årsnedbør (mm) <sup>1</sup>	785	900	1180	1280
Dominerende vekster	korn/eng	korn/eng	eng/korn	eng
Dominerende jordtype	siltig mellomleire	siltig mellomleire	morene	morene
Husdyrtall (ha <sup>-1</sup> )	0,21	1,32	1,90	2,77
N/P2 (kunst-/husdyrgjødsel, kg ha <sup>-1</sup> )	156/24	210/34 <sup>3</sup>	260/34 <sup>3</sup>	332/45
Måleperiode	1994 - 2010	1993 - 2010	1995 - 2010	1995-2010
Temperatur (°C)	6,3 (7,2-4,7) <sup>4</sup>	5,2 (6,4-3,6)	8.4 (9,2-6,9)	7,9 (8,6-6,5)
Nedbør (mm)	883 (1305-651) <sup>5</sup>	984 (1234-473)	1343 (2134-896)	1311 (1585-932)
Avrenning (mm)	544 (1042-222) <sup>5</sup>	740 (1328-227)	701 (1033-394)	814 (1082-483)
Erosjon (kg ha <sup>-1</sup> )	701 (1842-176) <sup>5</sup>	1619 (3669-59)	95 (141-31)	101 (149-51)
Nitrogen tap (kg ha <sup>-1</sup> )	31 (46-13) <sup>5</sup>	33 (67-8)	35 (54-19)	47 (69-26)
Fosfor tap (kg ha <sup>-1</sup> )	1,3 (3,5-0,3) <sup>5</sup>	2,4 (4,7-0,5)	1,0 (2,0-0,6)	1,2 (1,6-0,7)

<sup>1</sup> - for perioden 1961 - 1990; <sup>2</sup> - nitrogen/fosfor; <sup>3</sup> - fra SSB; <sup>4</sup> - gjennomsnittlig (maksimum-minimum) årstemperatur; <sup>5</sup> - gjennomsnittlig (maksimum-minimum) årlig nedbør, -avrenning, -erosjon, -nitrogentap og -fosfortap



Figur 1. Lokalisering av utvalgte nedbørfelter for studier av effekter av klimaendringer.

## Materiale og metoder

Vannføringen i feltene blir målt automatisk i et fast måleprofil ved hjelp av en datalogger og trykksensor. Det tas volumproporsjonale blandprøver som blir analysert hver 14. dag for blant annet suspendert stoff (partikler), total nitrogen og fosfor. På bakgrunn av målt vannføring og vannanalyser blir næringsstofftap og erosjon beregnet. Avrenningen i de fire feltene viser store døgnvariasjoner. I casestudiene ble det beregnet noen hydrologiske nøkkeltall, både på bakgrunn av timeverdier for målt vannføring og gjennomsnittlige døgnverdier. Avrenningsmengder og avrenningsintensiteter har stor betydning for transporten og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealene. Dersom dette endres ved ekstremvær vil det også påvirke avrenningstapene. Hansen-Bauer *m.fl.* (2009) beskriver de potensielle effektene av klimaendring på temperatur og nedbør for forskjellige områder i Norge. For alle felter forventes en temperaturøkning i størrelsesorden 3-4 % på årsbasis med størst økningen om vinteren. Årsnedbøren er forventet å øke for alle felt. For Skuterud forventes det en nedgang i nedbør om sommeren mens det for Time og Skas-Heigre

forventes en liten økning om sommeren. Effekten av denne økningen kan bli borte på grunn av en økning i fordampning som følge av temperaturstigningen. For Hotran forventes en økning i nedbør for alle sesonger. Det er også forventet at vi vil få flere nedbørsepisoder med høy intensitet og at nedbørintensitet under slike episoder vil øke.

## Resultater

For alle nedbørfeltene ble det funnet stor variasjon i årlig nedbør og avrenning, samt store variasjoner i avrenning av næringsstoffer og partikler (Tabell 1). Episoder med ekstremvær er observert i feltene. Eksempelvis hadde Skuterud i 2000-2001 nesten det dobbelte av normal årlig nedbør og mer enn 50 % økt nedbør i september-desember. Mer enn 50 % av den årlige avrenningen skjedde i løpet av disse månedene, noe som tilsvarer tre ganger høyere høstavrenning enn normalt. Jordtapet (målt som partikler) var seks ganger høyere enn middelverdier for overvåkingsperioden og fosfortapet var syv ganger høyere, mens tapet av nitrogen var tre ganger høyere. Deelstra *m.fl.* (2011) viser at sesongvariasjoner i tap av næringsstoffer og jordpartikler er sterkt relatert til sesongvariasjoner for avrenningsmengder. For Skuterud, Skas-Heigre og Time vil den relative fordelingen av avrenning, nærings- og jordtap som følge av endret nedbør føre til en reduksjon om sommeren og en økning vår, høst og vinter. For Hotran vil det ikke føre til store endringer i sesongvariasjoner, da nedbøren forventes å øke likt for de fire årstidene. Deelstra *m.fl.* (2011) viser også at en stor del av dagens årlige avrenning, nærings- og jordtap skjer i en begrenset tidsperiode. I gjennomsnitt skjedde halvparten av årlig avrenning i løpet av 25-55 dager, mens 90 % drenerte ut i løpet av 126-211 dager. Tapet av fosfor og suspendert stoff skjer på betydelig færre dager (Tabell 2). Økt nedbørmengde og intensitet i for eksempel høstperioden kan føre til økende avren-

Tabell 2. Antall dager for å drenere bort 50 og 90 % av den årlige avrenningen, næringsstoff og jordtap

	Skuterud	Hotran	Skas-Heigre	Time	Skuterud	Hotran	Skas-Heigre	Time
	50 % av årlig avrenning, tap				90 % av årlig avrenning, tap			
Avrenning	27	25	55	45	135	126	221	187
Nitrogen	23	24	48	27	118	119	198	148
Fosfor	15	14	48	32	89	87	205	163
Suspendert stoff	10	12	33	27	66	66	160	148

ningsmengde og avrenningsintensitet som igjen kan føre til økt risiko for avrenning av næringsstoffer og påvirkning av vannkvalitet.

### Tiltak

Større nedbørsmengder og høyere intensitet om høsten gir økt avrenningsrisiko i denne perioden. Ved tiltaksplanlegging er det viktig å tilpasse tiltakene til hver enkelt lokalitet og forholdene i det enkelte nedbørfelt. Dersom arealene jordarbeides før intensive nedbørepisoder vil risiko for erosjon og fosfortap øke betraktelig. Redusert jordarbeiding der pløying utelates vil redusere risikoen. Det vil også en utsettelse av jordarbeiding til neste vår. Arealer som ligger ubearbeidet i stubb er særlig viktige også i milde eller ustabile vintre med vekslende fryse-/tineperioder kombinert med for eksempel kraftig regn. Kontroll med overflateavrenning er allerede et av de viktigste tiltakene for å redusere dagens tap av næringsstoffer og erosjon. Ved et endret klima med økende avrenning og spesielt ved ekstremvær blir det enda viktigere å ha kontroll over vannstrømmene i landskapet, både overflateavrenning og via drencsystemet i jorda. Trenger vi for eksempel å redusere grøfteavstanden for å kunne gjennomføre nødvendig jordarbeiding både om våren og høsten og samtidig få bedre kontroll på overflateavrenningen? Disse eksempler viser at det er behov for tilpasning, nye anbefalinger og målrettet forskning for å kunne takle de utfordringer vi står overfor i fremtiden.

### Referanser

- Deelstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A.G.B. & Eggestad, H.O. 2011. Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 3(4):345-361.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E.J., Roald, L.A., Børsheim, K.Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje., A., Sandven, S., Sorteberg, A., Sundby, S., Vasskog, V. & Ådlandsvik, B. 2009. Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing. Norsk klimasenter, Oslo. [www.nou-klimatilpassing.no/enkel.aspx?m=57528](http://www.nou-klimatilpassing.no/enkel.aspx?m=57528)



# Landbruk i Nord-Norge - tilpasning til endret klima

Nordnorske bønder ser flere muligheter enn utfordringer som følge av klimaendringene. Bøndene er vant til å takle kortsiktige klimavariasjoner og har derved også et godt grunnlag for å kunne tilpasse seg til mer langsiktige klimaendringer.

Eivind Uleberg & Sigríður Dalmannsdóttir  
Bioforsk  
eivind.uleberg@bioforsk.no

## Innledning

Prosjektet "Klimaendring, sårbarhet og tilpasningskapasitet i Nordnorsk landbruk" er et samarbeid mellom Nordlandsforskning, Bioforsk, Cicero og Meteorologisk Institutt. I prosjektet er mulighetene til å tilpasse seg klimaendringene vurdert i sammenheng med øvrige utfordringer landbruket møter, i hovedsak økonomiske, politiske og sosiale vilkår. Hovedfunnene i prosjektet er beskrevet i Kvalvik *et al.* (2011). Vi vil her presentere noen av de forventede agronomiske effektene av klimaendringene, basert på klimaprojeksjoner fra Meteorologisk Institutt og intervjuer med bønder, landbruksforvaltning og rådgivningstjeneste i seks nordnorske kommuner.

## Materiale og metoder

Seks kommuner i Nord-Norge (Tana og Porsanger i Finnmark; Bardu og Tromsø i Troms; Vestvågøy og Hattfjelldal i Nordland) ble valgt ut i samarbeid med Nordnorsk Landbruksråd. Kommunene er fordelt fra nord til sør i landsdelen og representerer de ulike klimasonene i landsdelen. I hver kommune ble fire bønder valgt ut til gruppeintervjuer der også representanter fra kommunal landbruksforvaltning og Norsk Landbruksrådgivning deltok. På intervjuene ble deltakerne presentert klimaprojeksjoner for temperatur, vekstsesong, nedbør og snøforhold, som er utarbeidet for hver kommune, og ble bedt om å gi innspill om opplevde klimaendringer og forventet effekt av de skisserte klimaendringene.

## Klimaprojeksjoner

Klimaprojeksjonene for dette århundret (Hanssen-Bauer *et al.* 2010) tilsier en økning på 2,5 til 3,5 grader Celsius i årlig middeltemperatur, med større økning om vinteren enn sommeren. Den viktigste effekten av temperaturøkningen er en forventet økning

i vekstsesongens lengde. Vekstsesongen, definert som antall dager med middeltemperatur over 5 grader, forventes økt med 1 til 4 uker for de forskjellige kommunene i prosjektet frem til 2050. Økningen vil være minst i Vestvågøy, som i dag har den lengste vekstsesongen.

Klimaprojeksjonene anslår 10 til 30 % økning i nedbørsmengde i dette århundret, med store geografiske og sesongmessige variasjoner. Økningen vil være større om høsten og vinteren enn om våren og sommeren.

Varighet av snødekke forventes betydelig redusert i fremtiden. I eksempelkommunene forventes det 2-7 uker kortere snødekke frem til midten av århundret. Mer utfyllende beskrivelse av klimaprojeksjonene finnes i Hanssen-Bauer *et al.* (2010).

## Diskusjon

De største mulighetene som ligger i klimaendringene følger av temperaturøkningen, som vil gi lengre vekstsesong med høyere gjennomsnittstemperatur som igjen kan gi muligheter for å dyrke nye arter eller mer produktive sorter av artene som dyrkes i dag. Generelt rapporterer bøndene at de allerede har observert en forlengelse av sesongen på høsten, noe som igjen har medført en forlenget beitesesong. Videre forlengelse av sesongen på høsten vil i stor grad begrenses av lystilgangen. Det største potensialet for økt vekstsesong vil derved være tidligere vår. Klimaprojeksjonene tilsier at perioden med snødekke vil reduseres med 1-2 måneder frem til midten av århundret. Samtidig forventes det mindre nedbør i form av snø gjennom vinteren. Effekten kan bli reduserte snømengder og tidligere snøsmelting, noe som vil gi tidligere vår. Økt temperatur kan også gi utfordringer

i form av nye sykdommer og skadedyr. Dette kan medføre et økt behov for plantevernmidler i fremtiden. Økt nedbør kan gi både positive og negative effekter for landbruket, mye avhengig av nedbørsmengdene og når nedbøren kommer. Økt nedbør på høsten kan gi innhøstingsproblemer, spesielt for potet og grønnsaker. Dette kan spesielt bli et problem i kystkommunene Tromsø og Vestvågøy, som også i dag har relativt våte høster. For kommunene i Finnmark, som har mye lavere nedbørsmengde, kan mangel på nedbør bli et større problem. Lite nedbør på vår og forsommer, kombinert med økt temperatur, kan i fremtiden forsterke problemene med forsommertørke.

Den største utfordringen med de forventede klimaendringene knytter seg til vinteroverlevelse av planter. Overvintringsskader er i dag et stort problem enkelte år i Troms og Nordland. Økt temperatur gir høyere middel vintertemperatur og flere fryse-tine sykluser. Kombinert med økt nedbør vil dette gi mer nedbør som regn og større muligheter for isdekke på eng. Klimaprojeksjonene for Vestvågøy og Tromsø tilsier en middeltemperatur over null på vinteren

frem mot slutten av århundret. På sikt kan disse kommunene derved få bedre betingelser for vinteroverlevelse. For de øvrige kommunene viser projeksjonene at middeltemperaturen om vinteren vil endres fra et typisk innlandsklima med gjennomsnittstemperatur rundt -10, til et klima som ligner mer på dagens klima i kystkommunene. Dette kan gi økt sannsynlighet for vinterskade i disse kommunene.

Totalt sett er bøndene i studien relativt lite bekymret for de agronomiske konsekvensene av klimaendringene. De nye mulighetene knyttet til økt temperatur og lengre vekstsesong vurderes som viktigere enn utfordringene.

### Referanser

- Hanssen-Bauer I., Hygen, H. O. & Engen Skaugen, T. 2010. Climatic basis for vulnerability studies of the agricultural sector in selected municipalities in Northern Norway. Met.no report, 19/2010 Climate.
- Kvalvik, I., Dalmannsdottir, S., Dannevig, H., Hovelsrud, G., Rønning, L. & Uleberg, E. 2011. Climate change vulnerability and adaptive capacity in the agricultural sector in Northern Norway. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science 61 (suppl. 1):27-37.

# Fusarium og mykotoksiner i norsk korn før og nå

*Fusarium*-sopper er påvist i norsk korn siden begynnelsen av det forrige århundre. I de seinere årene er det registrert økte forekomster av både *Fusarium* og mykotoksiner. Dette kan blant annet ha sammenheng med økt nedbør i vekstsesongen kombinert med redusert jordarbeiding og mye korndyrking uten vekstskifte. Artene *Fusarium graminearum* og *F. langsethiae* er de største utfordringene.

Guro Brodal, Oleif Elen & Ingerd Skow Hofgaard  
Bioforsk  
guro.brodal@bioforsk.no

*Fusarium*-sopper ble påvist som årsak til sjukdommer i korn lenge før deres evne til å produsere mykotoksiner ble kjent. Undersøkelser av disse sjukdommene i Norge startet for over 90 år siden i forbindelse med beising for å forbedre såkornkvalitet (Funder & Vik 1919; Krosby 1926). Jørstad (1945) konkluderte i en rapport om sjukdommer på åkervekster i Norge at *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. culmorum* og *F. sporotrichioides* var vanlige *Fusarium*-arter på korn, hvorav *F. avenaceum* var den vanligste. *Fusarium graminearum* ble vist å være årsak til aksfusariose i herbariemateriale av havre samlet inn så tidlig som i 1911. *F. graminearum* ble også rapportert som årsak til en fotsjuka/aksfusariose-epidemi i havre i 1939 (Roll-Hansen 1940). I følge Jørstad (1945) ble havre infisert med *F. graminearum* ofte dårlig likt av hester.

Analysen av såkornprøver ved Statens frøkontroll, Landbrukstilsynet og Kimen gjennom de siste 40 år har vist at snittnivået av *Fusarium* (inkludert *Microdochium*) har økt de siste 10-15 årene i forhold til tidligere. Gjennomsnittlig smittegrad i såkornprøver av bygg, havre og vårhvete i årene 1991-2000 var henholdsvis 12, 8 og 18 prosent, mens tilsvarende gjennomsnittlig smittegrad for perioden 2001-2010 var 25, 23 og 26 prosent (i bygg, havre og vårhvete). Analysene inkluderer det aller meste av såkorn produsert i Norge de siste 20 årene og resultatene må derfor kunne sies å være representative for norsk korn generelt. I løpet av 1980-, 1990-årene og begynnelsen av dette århundre ble *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. culmorum* og *F. tricinctum* rapportert som de vanligste *Fusarium*-artene i norsk korn (Haave 1985; Kosiak et al. 2003; Henriksen & Elen 2005). I tillegg var også funn av *F.*

*graminearum*, og *F. sporotrichioides* relativt vanlige. *F. langsethiae* er svært vanlig i havre, men ble beskrevet først i 2004 (Torp & Nirenberg 2004). Fordi den morfologisk ligner *F. poae* (noen isolater ble først kalt «pudder poae»), kan tidligere rapporter om *F. poae* ha inkludert *F. langsethiae*. Selv om *F. avenaceum* fortsatt er den vanligste *Fusarium*-arten i norsk korn, viser nyere studier at forekomsten av *F. graminearum* har økt på bekostning av *F. culmorum* (Hofgaard et al. 2010). Tilsvarende endring i artssammensetningen av *Fusarium*-sopper er rapportert fra diverse andre europeiske land.

Tabell 1 viser en oversikt over en del aktuelle mykotoksiner som kan produseres av de vanligste *Fusarium*-artene i norsk korn. De vanligste mykotoksinene er: trichothecener (DAS, DON, NIV, T-2, HT-2), zealalenon (ZEN, østrogenhermer), moniliformin (MON) og enniatiner(ENN). I en undersøkelse av bygg (49 prøver) og hvete (53 prøver) fra midten av 1980-årene (Sundheim et al. 1988) ble NIV påvist i alle prøvene (i lave konsentrasjoner), DON ble påvist i ca. 60 % av prøvene (for det meste i lave konsentrasjoner, høyeste verdi hadde en hveteprøve med 3 200 µg kg<sup>-1</sup>), ZEN i ca. 20 % av prøvene, mens det nesten ikke ble påvist T2. I 1988 ble det registrert flere kornparti med dårlig kvalitet, og ved analyse av et begrenset antall kornprøver av bygg, havre og hvete det ble påvist til dels høye konsentrasjoner av DON (1 072 µg kg<sup>-1</sup> i gjennomsnitt) (Langseth & Elen 1997). DON-nivået var høyest i havre og lavest i hvete. I analyser av korn fra 1990-årene ble det påvist en del høye DON-verdier i 1992 og i 1993 (Langseth & Elen 1997).

Tabell 1. De viktigste mykotoksinene som produseres av *Fusarium*-arter som forekommer vanlig i Norge (ufullstendig tabell)

	DON + 3 AC-DON	DAS	T2 + HT2	ZEN	NIV	FUS-C	ENNs	MON
<i>F. avenaceum</i>						x	x	x
<i>F. culmorum</i>	x	x		x	x	x		
<i>F. graminearum</i>	x	x		x	x	x		
<i>F. langsethiae</i>		x	x					
<i>F. poae</i>		x	x	x	x	x	x	
<i>F. sporotrichioides</i>		x	x	x		x	x	
<i>F. tricinctum</i>						x	x	x

Sammen med økte forekomster av *F. graminearum* de seinere årene er det påvist økte konsentrasjoner av DON og 3-AcDON i norsk havre og vårhvete (Hofgaard et al. 2010). DON ble påvist i 92 % av 178 vårhveteprøver fra årene 2004-2009 og i 90 % av 293 havreprøver fra samme periode. En del av prøvene hadde til dels høye konsentrasjoner (over 10 000 µg kg<sup>-1</sup>). ZEN ble påvist i 39 % av vårhveteprøvene og i 22 % av havreprøvene. I det samme materialet ble T2/HT2 i hovedsak funnet i havre. Mange av både havre- og vårhveteprøvene inneholdt MON og ENN i til dels høye konsentrasjoner, mens det ble funnet lite NIV og DAS i dette materialet. Forekomsten av disse toksinene i denne perioden har i liten grad vært undersøkt i bygg, men siden forekomsten av *Fusarium* i såkorn er fordoblet fra 1991-2000 til 2001-2010, er det høyst sannsynlig at det også fins et toksinproblem i bygg.

Utvikling av aksfusariose påvirkes av mange faktorer der været i vekstsesongen, mengde smitte i planterester i åkeren og sortsmottagelighet er av stor betydning. De økte forekomstene av mykotoksiner som er registrert i norsk korn den senere tid, kan blant annet ha sammenheng med økt nedbør i vekstsesongen kombinert med økt omfang av redusert jordarbeiding som etterlater mye halm og stubb. I såkorn av bygg, havre og vårhvete er det registrert en økt gjennomsnittlig *Fusarium*-smitte i år med stor gjennomsnittlig nedbør i juli. Juli måned inkluderer i hovedsak blomstringsperioden og første del av modningsfasen for norsk vårkorn.

Endringen i artssammensetning kan blant annet være et resultat av et gradvis varmere og fuktigere klima, eller at *F. graminearum* har tilpasset seg et "nordisk" klima. Forekomst av *Fusarium* spp. kan også påvirkes av fungicider som brukes mot andre soppsjukdommer (Henriksen & Elen 2005). Selv om nedbør og klimaforhold er viktige faktorer, kan også jordarbeiding og vekstskifte ha stor betydning for *Fusarium*-infeksjon

og utvikling av mykotoksiner i korn. Ved dyrking av korn etter korn kan risikoen for utvikling av *F. graminearum* øke, særlig om det ligger igjen mye planterester på åkeren ved såing. I dyrkingsveiledere, utarbeidet i diverse land (bl.a. Sverige, Danmark, England, Canada) og i en egen veiledning for EU, omtales planterester oppå bakken som viktigste smittekilde for *Fusarium* spp., og pløying som ett av de viktigste tiltakene for å redusere innhold av mykotoksiner i kornet.

Samtidig med at vi har sett en økning i forekomster av *Fusarium* og mykotoksiner i korn de seinere årene har det blitt mer fokus på at mykotoksiner i mat og fôr kan utgjøre en helseisiko hos mennesker og dyr. Dette har ført til økt oppmerksomhet omkring temaet både hos norske myndigheter og innen forskning og kornbransje. Etter hvert som analysemetodikken har blitt bedre (følsomhet, kapasitet), har mulighetene for raske analyser og påvisning av flere toksiner økt betraktelig.

## Referanser

- Funder, C. & Vik, K. 1919. Avsopping av såkorn. Landbruksdepartementets småskrifter 1918 - nr 9, 13 s.
- Haave, R. 1985. Forekomst og patogenitet av *Fusarium*-arter på korn i Norge. Dr. scient. avhandling, Norges landbrukshøgskole 1985. 82 s.
- Henriksen, B. & Elen, O. 2005. Natural *Fusarium* grain infection levels in wheat, barley and oat after early application of fungicides and herbicides. J. Phytopathology 153:214-220.
- Hofgaard, I.S., Brodal, G., Elen, O., Aamot, H.U., Jestoi, M. & Klemsdal, S.S. 2010. Occurrence of *Fusarium* spp. and mycotoxins in Norwegian oats and spring wheat sampled in a six-year period from 2004-2009. In: Arseniuk E, Czembor E and Goral T (Ed.) Book of abstracts, 11th European *Fusarium* Seminar 20-23 September 2010, Radzikow, Polen, 171-172.
- Jørstad, I. 1945. Parasittsoppene på kultur- og nyttevekster i Norge. I. Sekksporesopper (Ascomycetes) og konidiesopper (Fungi imperfecti). Meld. Statens Plantepatologiske Institutt. Nr.1. 142 s.

- Kosiak, B., Torp, M., Skjerve, E. & Thrane, U. 2003. The prevalence and distribution of *Fusarium* species in Norwegian cereals: a survey. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 53:168-176.
- Krosby, P. 1926. Noen spirings- og beisingsforsøk med korn. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole VI*:241-290.
- Langseth, W. & Elen, O. 1997. The occurrence of deoxynivalenol in Norwegian grain, - differences between years and districts. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci.* 47:176-184.
- Roll-Hansen, F. 1940. Undersøkelser av *Gibberella saubinetii* (Mont.) Sacc. som fotsyke på havre. *Meld. Statens frøkontroll 1939-40*:32-38.
- Sundheim, L., Nagayama, S., Tanaka, T., Kawamura, F.O., Brodal, G. & Ueno, Y. 1988. Trichothecenes and zearalenone in Norwegian barley and wheat. *Norwegian J. Agric. Sci.* 2:49-59.
- Torp, M., Nirenberg, H.I. 2004. *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe. *International J. of Food Microbiol.* 95:247-256.

# Effekt av dyrkingspraksis på utvikling av *Fusarium* og mykotoksiner i korn

Aksfusariose er en utbredt og destruktiv sjukdom i korn som kan forårsakes av en rekke ulike sopparter innen slekta *Fusarium*. I tillegg til å redusere avlingsmengde, kvalitet og frøspiring, kan ulike *Fusarium*-arter produsere en rekke ulike soppgifter (mykotoksiner) som kan være giftige for mennesker og dyr. Fuktige værforhold i perioden rundt blomstring av kornet ser ut til å øke risikoen for angrep av *Fusarium*. I tillegg kan dyrkningspraksis påvirke forekomsten av aksfusariose og utvikling av mykotoksiner i kornet.

Ingerd Skow Hofgaard, Oleif Elen og Guro Brodal.  
Bioforsk  
ingerd.hofgaard@bioforsk.no

## *Fusarium* og mykotoksiner

I de senere år er det registrert økende forekomster av deoxynivalenol (DON) i norskprodusert korn. Dette mykotoksinet produseres av *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum*. Det er dessuten registrert høye forekomster av HT2 og T2 i enkelte havrepartier. Dette er mykotoksiner som produseres av blant annet *Fusarium langsethiae*. Grenseverdier for innhold av enkelte mykotoksiner i korn og kornprodukter til mat

og fôr er fastsatt av Mattilsynet (i henhold til EU's regelverk).

## Effekt av vær og dyrkningsforhold på utvikling aksfusariose

Endret jordarbeiding med mindre eller ingen høstpløying har i de senere årene vært ett av flere viktige virkemidler i arbeidet med å redusere avren-



Figur 1. I fuktig vær kan *Fusarium*-sopper danne et karakteristisk grå-rosa eller oransje belegg på kornakset. Foto: Jafar Razzaghian, Bioforsk.

ning fra jordbruket. *Fusarium*-sopper vokser godt på stubb og halmrester (smittereservoar). Ensidig korndyrking kombinert med redusert jordarbeiding kan derfor føre til økte nivåer av *Fusarium*-smitte i en åker og videre øke risikoen for utvikling av mykotoksiner i kornet. I dyrkningsveiledere, utarbeidet i diverse land og i en egen veiledning for EU, omtales planterester oppå bakken som viktigste smittekilde for *Fusarium* spp., og pløying som ett av tiltakene for å redusere risikoen for utvikling av mykotoksiner i korn.

Høyt smittepress, kombinert med nedbør i perioden rundt blomstring av kornet ser ut til å ha stor betydning for angrep av aksfusariose og utvikling av mykotoksiner i kornet. Det er grunn til å tro at et varmere, våtere klima kan gi økte sjukdomsproblemer og påvirke innhold av enkelte mykotoksiner i korn.

Fungicid-behandling under blomstring har vist seg i gjennomsnitt å halvere forekomsten av DON i høsta korn. Studier ved Bioforsk tyder imidlertid på at behandling med fungicid under blomstring i havre, ikke reduserer utvikling av *F. langsethiae* og mykotoksinene HT2/T2.

Over hele verden arbeides det med å foredle frem kornsorter med høy grad av resistens mot aksfusariose. De fleste sorter av havre, hvete og bygg som finnes på markedet i dag har imidlertid liten eller moderat grad av resistens mot *Fusarium*.

Bioforsk arbeider med å undersøke hvilke klima- og dyrkningsforhold som øker risikoen for angrep av aksfusariose og utvikling av mykotoksiner i korn. Vi registrerer forekomst av ulike *Fusarium*-arter og mykotoksiner i korn fra åkre med ulike værforhold og dyrkningspraksis. Planterester oppå bakken er viktigste smittekilde for *Fusarium*. Vi har derfor i samarbeid med Norsk landbruksrådgiving lagt ut feltforsøk for å studere hvordan jordarbeiding og valg av forgrøde påvirker overlevelse av *Fusarium*. Enkelte sporefeller er satt opp for å registrere innhold av *Fusarium*-smitte i luft.

Basert på kunnskap om hvilke klimatiske og dyrkningsmessige faktorer som påvirker utvikling av *Fusarium* i korn, har vi utarbeidet matematiske modeller som kan benyttes til å forutsi angrep av *Fusarium* i en kornåker. Disse varslingsmodellene er lagt ut i tjenesten VIPS - Varsling Innen Planteskadegjørere (<http://www.vips-landbruk.no/>). Ved å bruke VIPS kan bonden få informasjon om det bør sprøytes med soppmidler rundt blomstring for å redusere risikoen for *Fusarium*-angrep og toksinutvikling i egen kornåker. Bioforsk har på oppdrag fra Statens landbruksforvaltning, laget en dyrkningsveiledning som på bakgrunn av dagens kunnskap, gir råd om hvordan en kan redusere risikoen for utvikling av mykotoksiner i korn. Veilederen finnes på [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/85764/TEMA\\_6\(4\)Dyrk-veil\\_Fusarium.pdf](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/85764/TEMA_6(4)Dyrk-veil_Fusarium.pdf)

Hoveddelen av denne artikkelen ble publisert på [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no) 8. april 2011.

# Redusert bruk av plantevernmidler - fortsatt mulig?

Dagens korndyrking med lite vekstskifte og redusert jordarbeiding gir ofte gode vilkår for ugras og kornsjukdommer. Hvorvidt det er mulig å redusere bruken av plantevernmidler i korn avhenger av nye tiltak og metoder som kan redusere utvikling av ugras og smittepress av sykdommer ved redusert jordarbeiding, mer vekstskifte, bedre sortsresistens og kun sprøyting etter behov/presisjons-sprøyting. Større klimavariasjon vil føre til større variasjon i behov for plantevernmidler.

Guro Brodal, Unni Abrahamsen, Oleif Elen, Ingerd Skow Hofgaard & Jan Netland  
Bioforsk  
guro.brodal@bioforsk.no

God kontroll med skadegjørere er en forutsetning for en vellykket planteproduksjon med høye avlinger av god kvalitet. Kjemiske plantevernmidler har i mange år vært viktige hjelpemidler for å sikre god plantehelse, men det er et mål å redusere bruken og avhengigheten av slike midler (Landbruks- og matdepartementet 2009). Av omsatt mengde plantevernmidler utgjør ugrasmidler litt over 70 % (hvorav glyfosat ca. 55 %, mest i korn) og soppmidler ca. 17 % (mest i korn og potet).

## Utfordringer

Norske erfaringer og forsøk viser at det blir mer ugras og mer behov for sprøyting mot ugras, spesielt med glyfosat, ved redusert jordarbeiding (Skuterud *et al.* 2002; Stenrød *et al.* 2007). Bruk av lavdosemidler (sulfonyleurea-preparater) og redusert tilgang på aktive stoffer med alternative virkemekanismer har ført til resistensutvikling hos flere ugrasarter (vassarve, balderbrå, då, stivdylle). Dette har resultert i økt forbruk av til dels mindre effektive og til dels mindre miljøvennlige ugrasmidler, og dermed en økning i den totale bruken av plantevernmidler.

Mengde infiserte planterester i åkeren og sorters mottagelighet er, i tillegg til været i vekstsesongen, av stor betydning for utvikling av plantesjukdommer. Ensidig korndyrking med redusert jordarbeiding, som medfører mye infiserte planterester oppå bakken (smittereservoar), samt fuktigere og eventuelt varmere klima, øker risikoen for sjuksangrep og dermed vil behovet for planteverntiltak også øke.

En rekke undersøkelser fra diverse land har vist at risikoen for angrep av *Fusarium* og utvikling av mykotoksiner i korn øker ved redusert jordarbeiding og dyrking av korn etter korn. De økte forekomstene av *Fusarium* og mykotoksiner som er registrert i norsk korn den senere tid (Hofgaard *et al.* 2010), antas blant annet å ha sammenheng med økt nedbør i vekstsesongen de seinere årene kombinert med økt omfang av redusert jordarbeiding og ensidig korndyrking, særlig ved havre etter havre. Fungicid-behandling med protiokonazol under blomstring av kornet har vist seg å kunne halvere forekomst av mykotoksinet DON i høsta korn (Elen *et al.* 2009). Dette er et av de få tiltakene som finnes pr i dag for å redusere risikoen for dette toksinet, og i 2011 ble det sprøytet relativt mye, til dels etter et varslet behov (VIPS). Regioner som erfaringsmessig har hatt stor risiko for DON hadde mindre problemer med dette toksinet denne sesongen. Det er grunn til å anta at dette skyldes relativt omfattende sprøyting. Studier ved Bioforsk har imidlertid vist at behandling med protiokonazol under blomstring ikke reduserer utvikling av toksinene HT2 og T2 i havre.

I rapporter fra Canada er økte forekomster av *Fusarium* i hvete satt i sammenheng med bruk av glyfosat (Fernandez *et al.* 2009).

Bladflekksjukdommer i korn har evne til å utvikle sterke angrep på relativt kort tid når forholdene for sopp utvikling er gode. I norske og utenlandske undersøkelser resulterte harving i vesentlige mer sjuksangrep (særlig grå øyeflekk) i bygg enn pløying (Abrahamsen & Weiseth 1999; Elen 2003).



Strobilurinresistens hos patogener som forårsaker bladflekkssjukdommer, fører til økt forbruk av protio-konazol for å bekjempe disse sykdommene. Protio-konazol er også det eneste virkestoff som i dag er godkjent brukt til å bekjempe *Fusarium* spp. Stor avhengighet av ett virkestoff gir stor risiko for at patogener kan utvikle resistens.

### Muligheter - integrert plantevern i korn Vekstskifte

Veksling mellom ulike plantearter er viktig for å unngå oppbygging av sykdomssmitte. Mer dyrking av oljevekster og belgvekster i veksling med korn vil redusere smittepress av *Fusarium* og bladflekkssjukdommer (Krupinsky et al. 2002) og dermed redusere behovet for sprøyting med fungicider.

### Jordarbeiding

Pløying er viktig for å bekjempe flerårig ugras, blant annet kveke, og et av de viktigste tiltakene i integrert bekjempelse av plantesjukdommer.

### Sortsresistens

Resistente sorter er på sikt det mest kostnadseffektive virkemidlet for å forebygge angrep av sykdommer. De fleste sorter av havre, hvete og bygg som finnes på det norske markedet i dag, har liten eller moderat grad av resistens mot *Fusarium*. Det er varierende grad av resistens mot andre kornsjukdommer i norske kornsorter.

### Sprøyting etter varsel

Sprøyting kun ved behov er en viktig del av integrert plantevern. I tiden framover med et varmere, fuktigere og mer ustabil klima kan vi forvente nye planteskadegjørere i tillegg til større omfang av allerede etablerte skadegjørere. Et godt varslingsystem (VIPS) vil da bli enda viktigere for å unngå «forsikrings-sprøyting». I tillegg til å forbedre modeller for utvikling av skadegjørerne vil bruk av stedsspesifikke værprognoser (gårdvarsling) kunne gi vesentlig bedre presisjon i varslinga.

Felt- og storskalaforsøk har vist at bruken av herbicider i korn kan reduseres med opp til 40 % ved å følge anbefalingene fra «VIPS ugras» (Netland & Øverjordet 2007), noe som er betydelig siden herbicider i korn står for om lag 70 % av den totale pesticidbruken her i landet. Muligheter for å redusere bruken av plantevernmidler mot ugras omtales i artikkel av Netland & Tørresen i denne utgivelsen.

Mens enkelte plantevernmidler (som protio-konazol) kan redusere forekomst av *Fusarium* og mykotoksinet DON i korn, kan andre fungicider som brukes mot bladflekkssjukdommer, øke risikoen for utvikling av *Fusarium* (Henriksen & Elen 2005).

Integrert plantevern og sprøyting etter behov har potensiale til å redusere bruken av plantevernmidler. Selv om det behandles kun etter varsel, vil det i år med stor risiko for sykdomsutvikling være økt behov for sprøyting for å kunne sikre både avlingsmengde og en god kvalitet. Et eksempel på dette dilemmaet er at dersom vi skal begrense sprøyting med fungicid (etter varsel) mot *Fusarium* vil risikoen for utvikling av mykotoksiner øke. Med dagens korndyrking (ensidig korndyrking, redusert jordarbeiding) og teknologi er det begrensa muligheter for å redusere bruken av kjemiske plantevernmidler dersom sommerværet framover blir som de siste årene. Dette er et eksempel på at de predikerte klimaendringene vil skape store utfordringer for plantevernet.

### Såkorntbehandling med varm damp

Behandling av såkorn med en varmdamp-metode (Thermoseed) er i ferd med å bli etablert i Norge. Dette vil redusere forbruk av fungicider til beising av såkorn.

### Behov for ny kunnskap - nye metoder

Det er behov for mer kunnskap om hvordan en kan redusere sprøyting mot ugras. For å redusere smittepress av sykdommer er det behov for metoder som kan fremme nedbrytning av planterester og/eller redusere vekst av sykdomsfremkallende sopp i halm, stubb og ugras.

### Referanser

- Abrahamsen, S. & Weiseth, L. 1999. Redusert jordarbeiding ved Kvithamar - status etter 10 år. Grønn forskning 06/99:87-98.
- Elen, O., Hofgaard, I.S., Brodal, G., Klemsdal, S.S. & Aamot, H.U. 2009. Kan vi redusere mykotoksinmengden i korn ved å sprøyte med fungicider? Bioforsk FOKUS 4:198-199.
- Fernandez, M.R., Zentner, R.P., Basnyat, P., Gehl, D., Selles, F. & Huber, D. 2009. Glyphosate associations with cereal diseases caused by *Fusarium* spp. in the Canadian Prairies. European journal of agronomy, 31:133-143.
- Henriksen, B. & Elen, O. 2005. Natural *Fusarium* grain infection levels in wheat, barley and oat after early application of fungicides and herbicides. J. Phytopathology 153:214-220.
- Hofgaard, I.S., Brodal, G., Elen, O., Aamot, H.U., Jestoi, M. & Klemsdal, S.S. 2010. Occurrence of *Fusarium* spp. and mycotoxins in Norwegian oats and spring wheat

- sampled in a six-year period from 2004-2009. I: Arseniuk, E., Czembor, E. & Goral, T. (Red.) Book of abstracts, 11th European Fusarium Seminar 20-23 september 2010, Radzikow, Polen, s171-172.
- Landbruks- og matdepartementet 2009. Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014).
- Krupinsky, J.M., Bailey, K.L., McMullen, M.P., Gossen, B.D. & Turkington, T.K. 2002. Managing plant disease risk in diversified cropping systems. *Agronomy Journal* 94:198-209.
- Netland, J. & Øverjordet, E. 2007. Utvikling og bruk av VIPS-Ugras. *Bioforsk FOKUS* 2(1):88-89
- Skuterud, R., Tørresen, K.S., Elen, O., Henriksen, B. & Andersen, A. 2002. Plantevern i korn ved redusert jordarbeiding. Effekter i langvarige forsøk. *Jord- og Plantekultur* 2002. Grønn forskning 1/2002:148-161.
- Stenrød, M., Ludvigsen, G.H., Riise, G., Lundekvam, H., Almvik, M., Tørresen, K.S. & Øygarden, L. 2007. Redusert jordarbeiding og glyfosat. En sammenstilling av norske og internasjonale forsknings- og overvåkingsresultater, samt en feltstudie av avrenning av glyfosat ved ulike jordarbeiding. *Bioforsk RAPPORT* 2(145):87s.

# Redusert bruk av plantevernmidler - er det lønnsomt for bonde?

Dagens bruk av plantevernmiddel har målsetting om økonomisk optimalt resultat. Redusert bruk vil derfor svekke økonomien. Ved god kompetanse er det mulighet for å bedre treffsikkerheten for bruk av plantevernmidlene. Det er også viktig med godt sprøyteutstyr med stor kapasitet slik at sprøytinga kan gjøres til riktig tid.

Jan Stabbetorp  
Romerike Landbruksrådgiving  
jan.stabbetorp@lr.no

Målet med dagens bruk av plantevernmiddel er optimal lønnsomhet. Det er mulig å bedre presisjonen ved bruk av plantevernmiddel slik at en unngår unødig sprøyting eller unødvendig store doser. Varsling om fare for angrep av skadegjørere og kompetansebygging blant brukerne er viktige tiltak for å bedre presisjonen. I forhold til optimal lønnsomhet blir det ofte brukt for lite plantevernmidler. I korndyrkinga gjelder dette spesielt for soppmidler.

## Beregning av lønnsomhet

Fra beregnet avlingsverdi på jorden trekkes preparat-kostnad og vanlig leiepris for sprøyting (20 kr/daa). I årets felt i vårhvete var det svært god lønnsomhet for soppsprøyting. Lønnsomheten var like bra ved god forgrøde som ved en dårlig forgrøde.

Sesongen 2011 har vist at **stråforkortingsmidler** er verdifulle i kornproduksjonen, spesielt i havre og rug. 2 av 3 stråforkortingsmidler er i avgiftsklasse 1, regnet som lite miljøfarlige og lite helsefarlige. Det er størst mulighet for å redusere bruk av plantevern uten å tape penger innenfor **ugrasmidlene**. Ugrasmidler utgjør  $\frac{3}{4}$  av plantevern-bruken. Lave doser gir godt resultat ved optimale sprøyteforhold. Siden det er få gode sprøyte-

dager kreves stor kapasitet på sprøytinga. Ugrasharving kan erstatte ugrassprøyting når det er lite ugras.



Figur 1. Mye nedbør har gitt legde, groing og avlingstap.  
Foto: Elin Marie Haga Stabbetorp.

Glyfosat er det desidert mest brukte ugrasmiddel. Å oppnå godt resultat ved bruk av Glyfosat har derfor stor betydning for mengden av ugrasmiddel som brukes. For å få en varig virkning av Glyfosat mot kveke må en oppnå svært god effekt.

Tabell 1. Felt med Integrert hveteproduksjon 2011 (Gj.snitt for 5 felt)

Behand-ling	avling, kg/daa	Pris kr/kg	Avlings-verdi kr/daa	Plante-vern kr/daa	Sprøyting kr/daa	Netto kr/daa
Ingen	399	2,1	838	0	0	838
2* 1/2	474	2,3	1090	50	40	1000
2*3/4	488	2,3	1122	75	40	1007
2*1/1	507	2,3	1166	100	40	1026



Figur 2. Plantevernmidlene må prøves ut under norske forhold. Temperatur og lysforhold er ofte helt annerledes enn på kontinentet.

**Hvordan oppnå plantevern med godt økonomisk resultat - og samtidig minst mulig risiko for uheldige virkninger:**

- God kompetanse hos brukerne om vekster, skadegjørere og alle slags tiltak
- Varsling og regelmessig inspeksjon av vekstene/ skadegjørerne
- Godt plantevernutstyr
- Stor kapasitet på sprøyteutstyr - klarer seg med de beste dagene
- Viktig med utprøving av preparater under norske forhold



# VIPS-Ugras - verktøy med potensial

Ugrasbekjemping i korn er det desidert største bruksområdet for plantevernmiddel i norsk landbruk. Med VIPS-Ugras kan korndyrkarane oppnå god verknad på ugraset med reduserte dosar. Verktøyet skal også bidra til å førebygge og redusere resistens mot sulfonylurea-herbicid. Nytt er innbygging av ugrassprøyting i mogen åker og i stubb.

Jan Netland & Kirsten Semb Tørresen  
Bioforsk  
jan.netland@bioforsk.no

## Kva er VIPS-Ugras?

VIPS, Varsling Innen PlanteSkadegjørere, ønska å utvikle PVO (Planteværn Online) for norske forhold som eit tiltak i "Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmiddel". Nærmare utgreiing av PVO finst hos Rydahl (2003). Bakgrunn, gjennomføring og testing av programmet er beskrevet i Tørresen *et al.* (2004) og Netland *et al.* (2005 og 2006). Bruk av tankblandingar kan utvide artsspekteret og redusere forbruket av ugrasmiddel. I feltforsøk og storskala-forsøk fant Netland & Øverjordet (2007) at ein vanleg reduksjon i dosen ved å følge tilrådingane frå VIPS-Ugras ligg på 40 %.

## Fire delar

### VIPS-Ugras består av fire delar:

«Problemløsning» gir råd om middelval og dose på bakgrunn av opplysningar om art, forventet avlingsnivå, temperatur og kor mye ugras som finst av dei ulike artene. Opplysningane må hentast frå skiftet eller arealet som skal sprøytast, og leggst inn i dataprogrammet. Forklaring og skjema for innhenting av felldata ligg under «Innsaml feltopplysninger». Når alle ugrasartene er lagt inn, blir bekjempingsbehovet for dei ulike artene rekna ut. Deretter får ein fram alternative middelval og dose. Alternativa løysar det aktuelle ugrasproblemet, men blir rangert etter pris per dekar.

«Effektprofil» viser effekten av ulike doser av midla mot alle ugrasartene. Ein kan berre velje mellom midlar som er godkjent i dei ulike kornartene med og utan attlegg og fangvekstar.

«Brukers blanding», reknar ut effekten på dei ulike ugrasartene av ein blanding med 2-3 komponentar, som brukaren sjølv vel ut.

I «Nøkkel» er det lagt ut bileter av alle ugrasartene på ulike utviklingsstadium. Denne nøkkelen er linka til verktøya som er beskrivne over slik at ein kan sjå på ugrasartene når ein er inne i den aktuelle delen av programmet.

## Bruk og vedlikehald av VIPS-Ugras

Sidan VIPS-Ugras blei introdusert for praktisk bruk i 2005 har det vore ein jamn auke i bruken. Tabell 1 viser at besøket auka med 19 % frå 2007 til 2011. Besøkstalet i 2011 tilsvara vising av 27 200 sider.

Tabell 1. Besøksstatistikk for VIPS-Ugras (frå Google Analytics). Utvikling i besøk i perioden 2005-2011

År	2005 +2006	2007	2008	2011	Auke frå 2007 til 2011
Antall besøk på VIPS-Ugras	4726	5034	5720	5991	19 %

## Årleg vedlikehald

Eit viktig poeng med VIPS-Ugras er den årlege oppdateringa for endringar i middelutval, bruksområder og bruksmåtar. Det blir også justert for nye resultat frå middelprøvinga. Dette skjer saman med det Jordbruksvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet slik at nye relevante danske resultat også blir tatt med i denne justeringa og ved innlegging av nye herbicid. Korrigeringar etter klager eller kommentarar frå Norsk Landbruksrådgiving og andre brukarar blir gjennomført dersom det i rimeleg grad kan dokumenterast gjennom forsøk eller praktisk erfaring.

### Rett bruk av ugrasmiddel med hjelp av VIPS-Ugras

Dette nettbaserte hjelpemiddelet skal hjelpe bonden å velja dei rette kjemiske midla og dosane mot ugraset som finst i den aktuelle kornåkeren. Mattilsynets omsetningsstatistikk for åra 2006-2010 viser likevel at bruken av ugrasmiddel mot frøugras i korn, målt i kilo verksamt stoff, har ein stigande tendens.

Ei av årsakene til dette er at fleire ugrasartar har utvikla resistens mot lågdosemiddel i den viktige sulfonylurea-gruppa, såkalla ALS-resistens. Dette fører til at middel som blir brukt i høge dosar, må takast i bruk som resistensbrytarar. Av denne grunnen må reduksjonen i forbruket av ugrasmiddel sjåast i høve til behovet i den aktuelle resistenssituasjonen vi har og ikkje i høve til forbruket da bruk av resistensstrategiar ikkje var så utbreidd.

Ei anna viktig årsak er at ein del av potensialet for å redusere sprøytinga alt var teke ut før innføring av VIPS-Ugras. Nyttan av verktøyet i denne samanhengen er at tilrådingane som VIPS-Ugras gir, er basert på god dokumentasjon og utnytter bruk av tankblandingar som er valt spesielt for den aktuelle ugrasfloraen. Dette sikrar at dei tilrådde dosane gir tilfredstillande verknad mot ugraset. Dermed blir både forbruket av ugrasmiddel og prisen på behandlinga redusert. Sjølv om dei låge dosane er godt dokumenterte, har vi likevel eit arbeid å gjera for å skapa større tiltru til tilrådingane som bli gitt.

### Innbygging av ugrasmiddelresistens i VIPS-Ugras

#### Bekjemping

Formålet er at VIPS-Ugras skal gi tilrådingar for bekjemping av ugras som alt er resistent og/eller førebygger utvikling av ny resistens. Aktuelle verknadsmekanisar (mode of action, MOA) her til lands er ALS-hemmarane (sulfonylurea-gruppa og florasulam). Resistente biotyper blir definert som eigne arter i VIPS-Ugras. Resistent vassarve, stivdylle, balderbrå og då er lagt inn. Alternative verknadsmekanisar må ha god effekt (85-95 %) mot det aktuelle ugraset.

#### Førebygging

Eit opplegg for tilrådingar av førebyggjande strategiar er under utvikling. Tanken er at brukar markerar i "Problemløseren" kva risikofylte MOA som er brukt i føregåande kalenderår/vekstseson. Løysningar som berre inneheld risikabel MOA blir fråsortert.

### Ugrasssprøyting i mogen åker og i stubb

Omsetninga av glyfosat er aukande, mykje pga. redusert jordarbeiding. Når åkeren ligg i stubb til våren er det særleg fleirårige arter som må bekjempast, men også overvintrande frøugras som balderbrå og tunrapp. Det er viktig å unngå unødvendig bruk av glyfosat. Forsøk viser at artene treng ulik dose for å bli bekjempa. Dosen må justerast i forhold til kva ugrasarter som er tilstade og kor gode sprøyteforholda er om hausten. Da er VIPS-Ugras velegna.

#### Kva er endra i VIPS-Ugras?

Før haust og Stubb er lagt inn som nye årstider (BBCH-stadium for kultur er 89= fullmogen og 99=stubb). Glyfosatprodukta som er marknadsført er lagt inn. I mogen byggåker er kveke og åkertistel lagt inn og i stubb frøugras, kveke og fleirårige tofrøblada ugras. Dose er avhengig av ugrasart, utviklingsstadium, temperatur (og indirekte høg luftråme ved lav temperatur) og eventuelt tørkestress.

#### Referansar

- Netland, J., Tørresen, K.S. & Rydahl, P. 2005. Resultat frå forsøk med norsk utgåve av beslutningsstøttesystem for ugrasssprøyting i korn. Grønn kunnskap 9(2):357-361.
- Netland, J., Tørresen, K.S. & Rydahl, P. 2006. Resultat frå forsøk med med beslutningsstøttesystemet VIPS-Ugras for ugrasssprøyting i haustkorn. Bioforsk FOKUS 1(3):50-51.
- Netland, J. & Øverjordet, E. 2007. Utvikling og bruk av VIPS-Ugras. Bioforsk FOKUS 2(1):88-89.
- Rydahl, P. 2003. A web-based decision support system for integrated management of weeds in cereals and sugar beet. 2003 OEPP/EPPO Bulletin 33:455-460.
- Tørresen, K.S., Netland, J. & Rydahl, P. 2004. Norsk utgåve av det danske beslutningsstøttesystemet Plantevern Online for ugrasssprøyting i korn. Grønn kunnskap 8(2):100-109.

# Bruk av organiske gjødselslag i økologisk grasfrøavl

Ved høstgjødning i timotei ble det oppnådd flest skudd og størst avling med bruk av biorest. Ved vårgjødning i et felt i timotei og et i engsvingel var flere av gjødslingsmidlene like gode, mye nedbør i sesongen førte til tidlig og sterk legde av gjødning med høy tilgjengelighet av nitrogen.

John Ingar Øverland<sup>1</sup> & Lars T. Havstad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk Landbruksrådgiving Viken, <sup>2</sup>Bioforsk  
john.ingar.overland@lr.no

## Innledning

Ved frøavl av grasfrø gir legde ved blomstring dårlig pollinering og fører til lav avling. Uten mulighet til vekstregulering blir riktig tilførsel av nitrogen avgjørende i økologisk frøavl. Flere organiske gjødslingsmidler kan benyttes. Frøavlere med eget husdyrhold vil i hovedsak bruke husdyrgjødsel fra egen produksjon, men kan også ha behov for å supplere med andre gjødselslag. I prosjektet 'Sikker forsyning av norsk økologisk engfrø', som styres av Bioforsk Øst Landvik, ble det foretatt en screening av tolv ulike organiske gjødslingsmidler (Havstad & Steensohn 2011), fem av disse ble valgt ut for å testes videre i feltforsøk.

## Materiale og metoder

Fem organiske gjødslingsmidler er testet i frøeng av timotei og engsvingel. Disse er sammenlignet med

ugjødslet og mineralgjødning (Fullgjødning® 22-2-12). Ett felt med høstgjødning i gjenleggsåret av Grindstad timotei ble anlagt høsten 2010 på Landvik. Forsøket ble gjødslet med 3 kg total-N/daa til to tider, A) like etter tresking av dekkveksten og B) 1 måned etter tresking. Våren i første engår ble alle rutene gjødslet med 5 kg N/daa i form av Binadan 9-4-1. Våren 2011 ble det anlagt to felt med vårgjødning i frøåret av Grindstad timotei (Landvik) og Fure engsvingel (Vestfold). Gjødslingsmidlene ble prøvd med to ulike N-mengder, 5 og 8 kg N/daa.

## Resultater

### Høstgjødning i såingsåret

Alle behandlinger med høstgjødning så ut til å gi flere skudd om høsten, og det er en tendens til at gjødning like etter høsting av dekkvekst ga flest skudd

Tabell 1. Virkning av ulike gjødningstyper og tidspunkt for høstgjødning i såingsåret på skuddtetthet ved vekstavslutning, antall frøstengler, legde ved blomstring og frøavling. Ett felt med timotei på Bioforsk Landvik i 2010

Gjødseltype	Antall veg. skudd v/vekstavslutning	Antall	% legde	Frøavling	Rel.avling
	Rel. 100 = ugjødslet (905 /m <sup>2</sup> )	frøstengler /m <sup>2</sup>	ved blomstring	Kg/daa	100 = ugjødslet (28,6 kg /daa)
Kjøttbeinmel, pelletert	125	575	23	33,2	116
Bina-Grønn 11-1-3	115	482	13	29,1	102
Grønn gjødning, fra Gjerberg gård	129	587	23	33,8	118
Blautgjødning, storfe	129	509	11	29,6	103
Biorest, IATA Nissedal	152	578	20	35,6	124
Mineralgjødning, 22-2-12	144	522	10	32,9	115
Sign. P % <sup>1)</sup>	>20	>20	6	7	
<b>Gjødslingstidspunkt</b>					
A. Gjødsling like etter tresking av dekkveksten	1286	554	17	31,9	112
B. Gjødsling om lag 1 mnd etter tresking	1107	531	16	32,6	114
Sign. P % <sup>1)</sup>	9	>20	>20	>20	

<sup>1)</sup>Ugjødning ledd er ikke tatt med i den statistiske beregningen.



ved vekstavslutning (Tabell 1). Flest skudd fikk en etter gjødsling med biorest og mineralgjødsel, men forskjellene var ikke signifikante.

Høstgjødsling med 3 kg total-N ga opp til 24 % meravling, og frøavlinga var størst for gjødsling med biorest.

### Vårgjødsling i engåret

Feltet i timotei var en relativt tynn førsteårs eng på sandjord mens feltet i engsvingel var en andre års eng på siltig lettleire.

Timotei: På sandjorda på Landvik ble det utviklet flest frøstengler ved høyeste nitrogenmengde ( $P\%=11$ ), det var ikke forskjell mellom gjødselslagene (Tabell 2). Legde gradert ved blomstring viste ingen sikre forskjeller for gjødslingsmidler eller gjødselmengde. Til tross for forholdsvis mye legde ved blomstring ble det oppnådd store meravlinger for gjødsling i forhold til ugjødslet, og det var en sikker meravling for å øke gjødslingen fra 5 til 8 kg N/daa. Det var imidlertid ikke sikre forskjeller mellom gjødselslagene.

Engsvingel: Alle gjødsle ledd førte til utvikling av flere frøstengler enn ugjødsle, men det var ikke sikre forskjeller mellom gjødseltyper og heller ikke mellom gjødselmengdene 5 og 8 kg N/daa. Gjødselslag med stor andel lett tilgjengelig nitrogen, biorest og mineralgjødsel, ga mest legde ved blomstring. Størst avling ble

oppnådd med bruk av pelletert kjøttbeinmel mens mineralgjødsel ikke ga større frøavling en uten gjødsling.

### Oppsummering

Høstgjødsling i gjenleggsåret i timotei førte til flere skudd om høsten og inntil 24 % høyere avling. Tiltross for at dette er resultater fra kun ett felt så anbefales det å høstgjødsle når skuddantallet er lavt om høsten. Det er behov for flere forsøk og nye felt er anlagt høsten 2011.

Tett engsvingelfrøeng og mye nedbør i vekstsesongen førte til mye legde der gjødsle ble frigjort raskt. Kunnskap om den gjødseltypen en benytter er viktig for å velge riktig gjødslingsmengde i forhold til jordart og hvor tett enga er. Vi har behov for mer erfaringer med de forskjellige organiske gjødseltypene under forskjellige klimatiske forhold for å kunne bruke de optimalt i frøeng.

Disse forsøkene har så langt ikke gitt mulighet for klare anbefalinger for valg av gjødseltype, gjødselpris og mulighet for jevn spredning vil være viktige faktorer.

### Referanser

Havstad, L.T. & Steensohn, A.A. 2011. Bruk av ulike organiske gjødseltyper i økologisk grasfrøavl: Virkning på N-opptak, skuddutvikling og tørrstoffavling hos engsvingel (screeningforsøk). Bioforsk RAPPORT 6(21).

Tabell 2. Virkning av ulike gjødseltyper og N-mengder om våren i frøåret 2011, på antall frøstengler, legde ved blomstring og frøavling

Gjødseltype	Ant. frøstengler / m <sup>2</sup>		% legde ved blomstring		Rel. Frøavling ugjødsle = 100	
	Landvik	Vestfold	Landvik	Vestfold	Ugjødsle=12,0 kg /daa	Ugjødsle =33,9 kg /daa
	Ugjødsle = 215	Ugjødsle = 1419	Landvik	Vestfold	Landvik	Vestfold
Kjøttbeinmel, pelletert	290	1756	31	1	190	124
BinaDan 9-1-4	304	1593	30	1	253	112
Grønn gjødsel fra Gjerberg gård	238	1526	17	1	191	102
Blautgjødsel, storfe	256	1571	13	0	263	107
Biorest, IATA Nissedal	287	1652	30	9	220	109
Mineralgjødsel, 22-2-12	348	1466	31	23	305	100
Sign. P % <sup>1)</sup>	>20	15	>20	<0,1	>20	7
<b>Gjødselmengde</b>						
A. 5 kg N/daa	263	1586	23	1	200	112
B. 8 kg N/daa	312	1602	27	11	272	114
Sign. P % <sup>1)</sup>	11	>20	>20	<1	4,0	>20

<sup>1)</sup> Ugjødslet ledd er ikke tatt med i den statistiske beregningen.

# Ulike høstemetoder ved frøavl av timotei og rødkløver

I feltforsøk har direkte tresking i to omganger, som er den vanligste høstemetoden for timoteifrø i Norge, kommet noe bedre ut avlingsmessig enn ruter som har vært skårlagt før høsting. Skårlegging øker imidlertid treskekapasiteten og gir tørrere frø (mindre tørkekostnader) og er derfor aktuell i praktisk timoteifrøavl. I rødkløver er det så langt ikke aktuelt å skårlegge frøenga før tresking.

Lars T. Havstad  
Bioforsk  
lars.havstad@bioforsk.no

## Innledning

To gangers tresking av timoteifrøeng, med 3-7 dager mellom de to treskingene, har vært anbefalt i Norge siden 1960-tallet. Mange timoteifrøavlere velger likevel å treske bare en gang. Den norske høstemetoden skiller seg fra Danmark og Sverige hvor timoteifrøenga ofte blir skårlagt og deretter tresket 1-2 uker senere.

I de senere åra har frøavl i Norge blitt mer spesialisert, med færre dyrkere som driver større areal. Dette har ført til at treskerkapasiteten lett kan bli en flaskehals i en travel innhøstingsperiode. Erfaringer fra Sverige tyder på at en ved å skårlegge timoteifrøenga i stedet for å treske direkte kan øke kapasiteten pr. tresker fra 1 til om lag 25 daa i timen (Øverland *et al.* 2009). Ved å tørke frøet i skåren før tresking kan en i tillegg minske strømkostnadene til frøtørring.

I den konvensjonelle rødkløverfrøavl blir det anbefalt å svi frøenga med Reglone når om lag 60 % av blomsterhodene er modne, vanligvis sist i august eller først i september, etterfulgt av tresking om lag ei uke seinere. Siden kjemiske midler ikke er tillatt i den økologiske frøavl, må øko-frøavlerne vente med å treske til frøenga har tørket inn på naturlig måte. Hvis det kommer nedbør i modningsperioden, er det fare for at frøene begynner å spire mens de ennå er festet til blomsterhodene, og i verste fall kan hele avlingen gå tapt. Selv om dårlig vær kan forekomme etter skårlegging, er det en mulighet for at tidlig skårlagt frø kan treskes tidligere enn ved direkte tresking uten nedsviing. Dette er imidlertid lite undersøkt. Siden faren for nedbør øker utover høsten, kan tidligere høsting være avgjørende for at avlingen kommer i hus med god kvalitet.

For å få mer erfaring med hvordan skårlegging og direkte høsting påvirker frøavling og kvalitet ble det utført fire forsøk i timotei (2009-11) og to forsøk i rødkløver (2010-11).

## Materiale og metoder

### Timotei

Høsteforsøkene i timotei ble lagt ut i sorten Grindstad, enten i Stokke, Vestfold (3 felt) eller på Landvik, Aust-Agder (1 felt). Det var lagt opp til å skårlegge frøenga ved to ulike tidspunkt, enten ved 40-45 % vann (ledd 1) eller ved 30-35 % vann (ledd 2). I tillegg var det med ledd med direkte tresking, enten to ganger (ledd 3) eller bare en gang (ledd 4).

### Rødkløver

Høsteforsøkene i rødkløver ble anlagt i frøeng med «Lea» rødkløver i Tønsberg (Vestfold) og på Landvik (Aust-Agder), etter følgende forsøksplan:

- 1 Skårlegging når 50 % av frøhodene er modne, tørring i skåren før høsting.
- 2 Skårlegging når 65 % av frøhodene er modne, tørring i skåren før høsting.
- 3 Direkte tresking når 80 % av frøhodene er modne.
- 4 Kjemisk nedsviing med Reglone (2,5 l/ha+ klebemiddel) når 65 % av hodene er modne. Tresking ca. ei uke senere. Kontroll.

## Resultater

### Timotei

I middel for de fire felte ble de høyeste frøavlingene høstet på ruter som var tresket i to omganger (ledd 3), etterfulgt av tidlig skårlagte ruter (ledd 1). Avlingsgevinsten ved å direktetreske i to omganger framfor tidlig skårlegging før høsting (ledd 3 vs. 1)

var på 7 %, men forskjellen var ikke statistisk sikker (Tabell 1).

Frøavlingen ble redusert når tidspunktet for skårlegging ble utsatt til tross for økt innmating i frøet (tyngre frø). Dette indikerer at en bør skårlegge tidlig for å unngå dryssetap. I enkelte tilfeller, hvor frøet var høstet svært tidlig (47 % frøfuktighet) var imidlertid spireprosenten dårlig (data ikke vist). Erfaringene så langt er at optimalt tidspunkt for skårlegging, med tanke på avling og spirekvalitet, er når vanninnholdet i frøet er mellom 40 og 45 %.

Lavest avling i begge felt ble høsta på rutene som var treska direkte og bare en gang (ledd 4). Vanninnholdet ved tresking var ca. 20 %, og vi fikk dryssing og tap av modent frø i tida før tresking. I middel for de fire felte var avlingstapet sammenlignet med ruter som var høsta i to omganger om lag 15 % (ledd 3 vs. 4) (Tabell 3).

Til tross for at direkte tresking i to omganger har kommet noe bedre ut avlingsmessig sammenlignet med tidlig skårlegging øker som nevnt skårlegging treskekapasiteten og gir tørrere frø (mindre tørkekostnader). Tidlig skårlegging (ved 40-45 % vanninnhold i frøet) er derfor en aktuell høstemetode i den praktiske timoteifrøavlens.

### Rødkløver

I feltene med rødkløver var det bare små og usikre avlingsforskjeller mellom de ulike høstemetodene i begge felt (14-16 kg /daa i alle ledd, data ikke vist i tabell).

I forhold til i timotei, hvor en ved å skårlegge frøenga i stedet for å treske direkte kan øke treskekapasiteten betraktelig (raskere tresking), er ikke denne effektivitetsgevinsten til tilstede i rødkløver (Aamlid & Tobiasson 2004). Heller ikke i forsøkene i Tønsberg og på Landvik var det raskere å treske skårlagt enn stående frøeng. Grunnen til det er at det må stubbes lavt ved skårlegging for å få med alle frøhodene, og siden det er mye plantemasse som skal gjennom treskeverket må treskinga av det skårlagte materialet foregå relativt langsomt for å få god uttresking av frøet.

I forsøkene var det på grunn av hyppige regnbyger heller ikke mulig å treske den skårlagte plantemassen, som lå direkte på bakken (ingen stubb av betydning), tidligere enn det som var mulig ved direkte tresking.

Ut fra erfaringene så langt er det ikke grunnlag for å anbefale skårlegging framfor direkte tresking av rødkløverfrøeng som er visnet ned naturlig eller med hjelp av Reglone.

### Referanser

- Aamlid, T.S. & Tobiasson, M. 2004. Høsteforsøk i økologisk rødkløverfrøeng. Grønn kunnskap 8(1):419-423.  
 Øverland, J.I., Havstad, L.T. & Aamlid, T.S. 2009. Sveriges største timoteifrøavler bruker konteinere. Norsk frøavlsnytt 3: s6.

Tabell 1. Virkning av ulike høstemetoder på tusenfrøvekt, spireprosent og frøavling (kg /daa) i frøeng av Grindstad timotei

Høstemetode	Tusenfrøvekt, mg (4 felt)	Spireprosent (2 felt)	Frøavling (4 felt)	
			Kg/daa	Rel.
1 Skårlegging ved 40-45 % vanninnhold	554	93	93,5	100
2 Skårlegging ved 30-35 % vanninnhold	573	98	79,4	85
3 To-gangers tresking, 1. g. tresking	606	94	74,1	
2. g. tresking	548	94	26,0	
Totalt (sum 1. + 2. tresking)			100,1	107
4 En-gangs tresking	594	97	85,2	73
P %	0,1	>20	<1	
LSD 5 %	24	-	13,7	

# Bekjemping av grasugras i grasfrøavlen og tofrøblada ugras i kløverfrøavlen

Bekjemping av grasugras i grasfrøeng og tofrøblada ugras i kløverfrøeng er vanskelig da en ønsker effekt på ugraset, men ikke på kulturen. Vi har prøvd ulike ugrasmidler i timotei, engsvingel, rød- og hvitkløver. Atlantis i timotei, Puma Extra i engsvingel og Express+MCPA i rødkløver var mest lovende.

Kirsten Semb Tørresen<sup>1</sup>, Trygve S. Aamlid<sup>1</sup>, John Ingar Øverland<sup>2</sup>, Trond Gunnarstorp<sup>3</sup> & Stein Kise<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk Landbruksrådgiving Viken, <sup>3</sup>Norsk Landbruksrådgiving Sørøst, <sup>4</sup>Norsk Landbruksrådgiving Østafjells  
kirsten.torresen@bioforsk.no

## Innledning

Bekjemping av grasugras i timotei- og engsvingel-frøavlen og tofrøblada ugras i kløverfrøavlen er en utfordring. I timoteifrøeng er Hussar OD (jodsulfuron) tillatt på off-label, men kan i enkelte år gi skade. Vi ønsket å undersøke om Atlantis WG (mesosulfuron + jodsulfuron) sprøytet om høsten i gjenleggsåret vil være mer selektiv enn vårsprøyting med Atlantis eller Hussar og samtidig ha effekt mot markrapp. Ut fra tidligere norske og utenlandske erfaringer i engsvingel ønsket vi å undersøke om Boxer (prosulfokarb) og Puma Extra (fenoksaprop-P-etyl) sprøyta om våren eller høsten i gjenlegget eller om våren i frøåret hadde effekt på markrapp, knereverumpe og timotei (som ugras) uten å gi skade og avlingsreduksjon. I rødkløver og hvitkløver er Basagran SG (bentazon) eneste

alternativ i frøåret, men virkningen mot balderbrå er variabel. Vi ønsket å undersøke om sein sprøyting i gjenlegget med Gratil 75 WG (amidosulfuron) eller Express (tribenuron-metyl), evt. blandet med MCPA, kan bidra til bedre bekjemping av balderbrå.

Det ble anlagt tre felt i timotei, tre i engsvingel, to i rødkløver og to i hvitkløver i samarbeid mellom Bioforsk Plantehele, Bioforsk Øst Landvik og enheter i Norsk Landbruksrådgiving. Forsøkene ble finansiert av Norsk Frøavlerlag, Felleskjøpet Agri (kløver) og Bioforsk Plantehele. De ble anlagt i gjenleggsåret i perioden 2008-2011 og høsta i frøåret. Her oppsummeres de viktigste resultatene - for mer detaljerte resultater, se bl.a. Tørresen *et al.* (2011a&b).

Tabell 1. Effekt av Atlantis i timoteifrøeng på i tre felt anlagt 2008-2010 etter litt ulike planer. '-' angir at ikke behandlingen ikke var utført på feltet. % ugras er angitt som dekning av jordoverflata. Frøavling er angitt i kg/daa. R=Renol, 50 ml/daa

Sted og anleggsår	Vestfold 2008			Vestfold 2009		Østfold 2010			
	Dose pr. daa	Spr. Tid <sup>1)</sup>	% markrapp v/ høsting 2010	Frøavling 2009	Frøavling 2010	% skade 4 uker e. B 2010	Frøavling v/ blomstr. 2010	% tunrapp blomstr. 2011	Frøavling 2011
Usprøyta		-	18	96	104	0	129	13	56
Atlantis WG +R	6,9 g	A	3	95	96	0	121	5	56
Atlantis WG	13,9 g	A	-	-	-	1	125	6	53
Atlantis WG +R	13,9 g	A	1	90	99	5	121	3	48
Atlantis WG +R	6,9 g	B	17	93	99	30	120	8	48
Atlantis WG +R	13,9 g	B	9	87	97	67	96	7	49
Hussar OD +R	10 ml	B	5	92	96	47	132	7	50
Atlantis WG +R	13,9 g	C	2	-	79	-	-	-	-
LSD5%			8,4	8,5	11,6	6,8	11,4	5,6	7,7

1) Sprøytetid: A = september i gjenleggsåret, B= når veksten er i gang om våren 1. frøår, timotei 5-8 cm høy, C= når veksten er i gang om våren 2. frøår, timotei 5-8 cm høy.

## Timotei

Forsøk anlagt i 2008 og 2010 viste svært lovende resultater på markrapp og tunrapp av sprøyting i gjenlegget med Atlantis. Høyeste dose (13,9 g/daa) og tilsetning av Renol (olje) ga tendens til best effekt (Tabell 1). Effekten var først synlig våren i frøåret. Det var noe også effekt av vårsprøyting i frøåret med Atlantis, men effekten av Hussar OD var like god.

Det ble observert skade av Atlantis, men det var mindre skade av høstsprøyting i gjenlegget enn av sprøyting om våren i frøåret (Tabell 1). Skade av sprøyting i frøåret med Atlantis så en både i 2009 og 2010 i feltet som var anlagt i 2008 (ikke vist), og i 2010 i feltet som var anlagt i 2009. På feltet anlagt i 2010 så en ingen skade av Atlantis. Skaden etter sprøyting i gjenlegget påvirket ikke frøavlinga, men det gjorde sprøyting i frøåret. Hussar kunne også gi betydelig skade eller kortere planter (vel 10 cm kortere i 2011, ikke vist), men avlinga var høyere eller omtrent lik ledd med største dose Atlantis i frøåret.

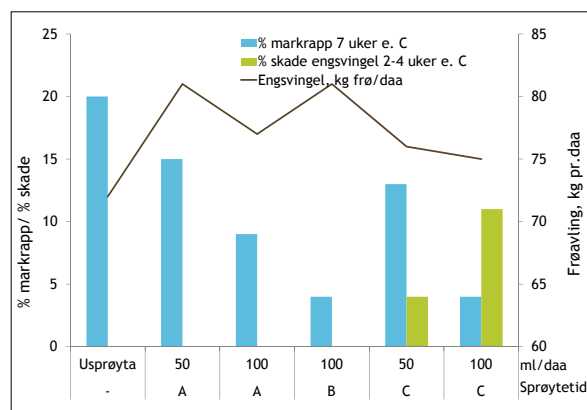
Vi anbefaler at det søkes om off-label av Atlantis WG brukt høsten i gjenlegget etter høsting av dekkveksten. Sprøyting i frøåret med Atlantis er mer risikabelt og anbefales ikke.

## Engsvingel

Puma Extra hadde god effekt mot markrapp (Figur 1) og timotei i engsvingel. 100 ml/daa var nødvendig for å få tilfredsstillende virkning. Boxer hadde effekt på knereverrumpe i ett av tre felt, men blir ikke videre diskutert her.

Høyeste dose Puma Extra ga skade ved sprøyting om våren eller høsten i gjenlegget og etter sprøyting om våren i frøåret. To-fire uker etter sprøyting i frøåret hadde engsvingelen kommet seg etter sprøyting i gjenlegget, mens det var skade etter sprøyting i frøåret (Figur 1). Frøavlinga var litt lavere etter sprøyting i frøåret enn etter sprøyting i gjenlegget. Trolig er derfor sprøyting om høsten i gjenlegget å foretrekke framfor i frøåret.

Norsk frøavlerlag har en off-label godkjenning for Puma Extra i gjenlegg og frøeng av engsvingel, samt rødsvingel og raigras.



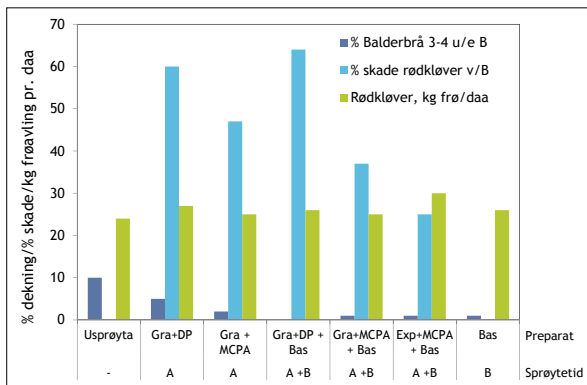
Figur 1. Effekt av Puma Extra i engsvingel ved sprøyting i gjenlegget vår (A) eller høst (B), eller våren i frøåret (C) på markrapp (1 felt), skade (2 felt) og frøavling (2 felt).

## Kløver

I to felt (hvitkløver i Telemark, rødkløver i Vestfold) hadde høstsprøyting i gjenlegget med Gratil + MCPA, Express + MCPA og, i mindre grad, Gratil alene, effekt på balderbrå. Effekten ble først synlig om våren i frøåret (Figur 2). Best effekt var det ved å kombinere Gratil eller Express (+ evt. MCPA) om høsten i gjenlegget med Basagran om våren i frøåret. Basagran alene hadde i disse forsøkene også bra effekt.

Gratil ga mer skade enn Express + MCPA i rødkløver (to felt, Figur 2). Gratil + MCPA ga litt mindre skade enn Gratil alene. Frøavlinga ble lite påvirket av skaden. Stor skade av Gratil, spesielt i ett av feltene, indikerer at Gratil er for tøft i rødkløvergjenlegg. Express + MCPA ga noe skade, men avlinga av rødkløver ble ikke påvirket. I ett felt i hvitkløver ga Express betydelig skade og redusert avling, mens i felt anlagt 2011 ga Gratil noe mer skade enn Express 3-4 uker etter sprøyting i gjenlegget. Om frøavlinga påvirkes i det siste feltet gjenstår å se.

Det er søkt om utvidelse av off-label som Norsk Frøavlerlag har for sprøyting med Express + MCPA om våren i gjenlegget til også å omfatte høstsprøyting i gjenlegg til rødkløverfrøeng. I hvitkløver trengs neste års resultater før vi kan konkludere.



Figur 2. Effekt av Gratil (Gra, 4 g/daa) og Express (Exp, 0,1 tab./ daa), evt. kombinert med klebemiddel (DP) eller MCPA (50 ml/daa) høsten i gjenleggsåret (A) og Basagran SG (Bas, 160 g/daa) våren i frøåret i kløver (B).

## Referanser

- Tørresen, K.S., Aamlid, T.S. & Øverland, J.I. 2011a. Bekjemping av grasgras i frøavl av timotei og engsvingel. Bioforsk FOKUS 6(1):180-183.
- Tørresen, K.S., Aamlid, T.S., Øverland, J.I., Kise, S. & Gunnarstorp, T. 2011b. Gratil eller Express mot balderbrå ved frøavl av kløver. Bioforsk FOKUS 6(1):184-186.

# Soppsprøyting i frøenga om høsten

Grasfrøeng angripes av rust og brunfleck, ikke bare om våren/forsommeren, men også om høsten. Sju forsøk med sprøyting om høsten er gjennomført, fire i engrapp, ett i rødsvingel og to fjelltimotei. Til tross for god virkning på soppangrepet om høsten gav Delaro en avlingsauke på bare 4 og 8 % i frøeng av henholdsvis engrapp og rødsvingel. I fjelltimotei førte Amistar Duo til avlingsauke på Landvik, men hadde ingen effekt i Telemark.

Trygve S. Aamlid  
Bioforsk  
trygve.aamlid@bioforsk.no

## Innledning

Grasfrøeng angripes av ulike soppsjukdommer. I Norge har vi de siste åra fokusert på bekjempelse av brunfleck (*Drechslera* sp.) om våren/forsommeren i frøeng av timotei og engsvingel (Havstad *et al.* 2010; Havstad & Lindemark 2011). I engrappfrøeng viste tre forsøk i 2005 og 2006 9 % avlingsauke for innblanding av Amistar Duo i sprøytevæska ved vekstregulering av engrappfrøeng med Moddus (Aamlid *et al.* 2007b). I rødsvingel frøeng var det sortsforskjeller idet det i middel for to forsøk ikke kunne påvises meravling for soppsprøyting i frøeng av 'Frigg' som også ble vekstregulert, mens tankblanding med soppmiddel var lønnsomt i ett forsøk i 'Klett' (Aamlid *et al.* 2006, 2007a).

Men soppangrep i frøeng er ikke begrenset til perioden fra vekststart til frøtresking. I engrapp og rødsvingel ser vi ofte sterke angrep av rust, og noen ganger brunfleck, om høsten. Dette gjelder både i gjenleggsåret og i engåra. Siden begge arter er avhengig av god skuddutvikling for å danne frøstengler året etter, er det rimelig å tro at man i slike tilfeller vil ha igjen for soppsprøyting om høsten. En positiv sideeffekt kan også være mindre overvintringssopp i frøengene. Overvintringssopp er vanligvis ikke som noe stort problem i grasfrøavl, men i 1999 - 2000 gjennomførte vi et par forsøk som i middel viste 12 % større frøavling av engrapp ved sprøyting med Amistar i begynnelsen av november (Aamlid & Elen 2001).

De aller kraftigste soppangrepa om høsten har vi sett ved frøavl av arter og økolyper som vanligvis vokser langt mot nord eller høyt over havet, dvs. i områder der det normalt er lite smittepress. I prosjekt FJELL-FRØ har det vært spesielt mye sopp ved oppformering av fjelltimotei (*Phleum alpinum*) i låglandet.

## Materiale og metoder

Det er gjennomført to forsøk i engrapp, ett i rødsvingel og to i fjelltimotei. Tre av feltene lå på Landvik og fire i Telemark. Noen av forsøka var anlagt i gjenleggsåret etter såing uten dekkvekst, andre om høsten etter frøhøsting i første engår. Angrepet av brunfleck og rust ved anlegg varierte fra null til 20 % av bladverket (Tabell 1).

Soppmidlene som ble prøvd i forsøka med fjelltimotei i 2007-2008 var av Amistar Duo (full korndose = 100 ml, dvs. 20 g v.s. azokystrobin + 12,5 g v.s. propiconazol pr daa) og Stereo 312,5 EC (150 ml, dvs. 30 g cyprodinil + 9.4 g v.s. propiconazol pr daa). I forsøka i engrapp og rødsvingel i 2009-2011 prøvde vi Acanto Prima (full korndose = 150 g, dvs. 45 g v.s. cyprodinil + 1,2 g v.s. pikokystrobin pr daa) og Delaro SC 325 (100 ml = 15 g v.s. trifloksystrobin + 17,5 g protioconazol pr daa). Forsøka i fjelltimotei hadde tre og forsøka i engrapp og rødsvingel fire gjentak. Forsøka i engrapp og rødsvingel var anlagt i vanlig sådd frøeng, mens forsøka i fjelltimotei, på grunn av mangel på utsæd, var anlagt som enkeltplantebestand etter oppal og utplantning.

## Resultater og diskusjon

### Engrapp og rødsvingel

I de gjenlegga/frøengene der det var påvist soppangrep i august/september hadde sprøyting sikker virkning på den videre utvikling av angrepet utover høsten. I engrappgjenlegget med kraftigst rustangrep (Landvik i 2010/11) var Delaro signifikant mer effektiv i å redusere angrepet enn Acanto Prima. Delaro var også signifikant bedre enn Acanto Prima med hensyn til overvingringsopp i engrappgjenlegget i Telemark i 2009-10 (data ikke vist).

Til tross for disse relativt utslaga av sprøyting på soppangrep om høsten var virkningen på frøavling ikke signifikant i noen av engrapp- eller rødsvingelfelta (Tabell 1). I 2009-2010 gikk middeltalla i begge engrappfelt i favør av sprøyting med Delaro, men i 2010-11 var det små avlingsutslag. Særlig for engrappfeltet på Landvik, som hadde rimelig høyt avlingsnivå og liten forsøksfeil, er dette overraskende. I dette feltet var gjennomsnittlig legdeprosent ved tresking signifikant høyere på ruter sprøyta med Delaro (28 %) enn på usprøyta kontrollruter (20 %), noe som samsvarer med inntrykket av at gjenlegget om høsten var friskere og tettere etter sprøyting med Delaro. Den mest sannsynlige forklaringen på at frøavlinga ikke ble større er derfor at frøenga, i den nedbørrike sommeren 2011, ikke klarte å realisere

det økte avlingspotensialet som var lagt om i form av flere og friskere skudd om høsten. En medvirkende årsak kan ha vært at verken denne eller de andre frøengene i forsøksserien ble sprøyta med soppmiddel om våren/forsommeren i engåret.

### Fjelltimotei

I fjelltimoteifeltet som var planta ut på Landvik sommeren 2007 ble ruter uten soppsprøyting fullstendig nedsmitta av brunfleck. Ved innvintring var henholdsvis 80, 13 og 45 % av bladverket angrepet på usprøyta kontrollruter og ruter sprøyta med Amistar Duo og Stereo. Det kraftige soppangrepet førte til at mange planter gikk ut om vinteren, og frøavlinga ble derfor nær signifikant ( $P=6$ ) bedre på ruter sprøyta med Amistar Duo enn på usprøyta kontrollruter. Derimot var det ikke avlingsutslag på feltet i Telemark som lå om lag 350 meter over havet og derfor ikke var utsatt for samme milde og fuktige klima utover høsten som feltet på Landvik.

### Foreløpig konklusjon

Til tross for signifikante utslag på angrep av rust eller brunfleck seinhøstes har det gjennomgående vært liten og usikker virkning av soppsprøyting om høsten på neste års frøavling av engrapp eller rødsvingel. Frøeng av fjelltimotei bør soppsprøytes om høsten ved frøavl i kystnære områder.

Tabell 1. Soppangrep ved sprøyting og avlingsutslag i forsøk med soppsprøyting om høsten

	Engrapp		Rødsvingel			Fjelltimotei			
	Landvik 2009-2010	Telemark 2009-2010	Landvik 2010-2011	Telemark 2010-2011	Middel	Telemark 2010-2011	Landvik 2007-2008	Telemark 2007-08	Middel
Sort / populasjon	Knut	Knut	Knut	Eva		Klett	Hol i Hallingdal		
Alder på frøenga ved anlegging av forsøk	1. engår	Gjenlegg	Gjenlegg	1. engår		1. engår	Gjenlegg	Gjenlegg	
Sprøytedag	28.sept	21.sept	13.sept	2.sept		21.sept	28.aug	6.sept	
Prosent av bladverk angrepet ved anlegging av forsøket om høsten									
Brunfleck	2	5	0	0	2	5	10	5	8
Rust	0	10	20	0	8	0	0	0	0
Frøavling kg/daa (100 % renhet og 12 % vann)									
Usprøyta kontroll	45,9	49,2	77,8	17,3	47,6	22,4	1,0	9,3	5,2
Acanto Prima	46,8	49,7	78,4	15,9	47,7	22,0	-	-	-
Delaro	49,3	54,4	78,2	15,7	49,4	24,3	-	-	
Amistar Duo							4,4	9,3	6,9
Stereo	-	-	-	-	-		2,1	9,5	5,8
P %	>10	>10	>10	>10	>10	>20	6	>10	>10



## Referanser

- Havstad, L.T., Elen, O., Øverland, J.I. & Jørgensen, S. 2010. Tidspunkt for soppbekjemping i frøeng av timotei og engsvingel. Bioforsk FOKUS 5(1):204-208.
- Havstad, L.T. & Lindemark, P.O. 2011. Soppbekjemping i frøeng av engsvingel. Bioforsk FOKUS 6(1):172-175.
- Aamlid, T.S. & Elen, O. 2001. Sprøyting mot overvintringsopp i frøeng av Ryss engrapp. Grønn forskning nr 1/2001:266-267.
- Aamlid, T.S., Elen, O., Kise, S., Øverland, J.I., Susort, Å., Hetland, O. & Steensohn, A.A. 2006. Vekstregulering og soppsprøyting i frøeng av Klett og Frigg rødsvingel. Bioforsk FOKUS 1(2):149-153.
- Aamlid, T.S., Elen, O., Øverland, J.I. & Susort, Å. 2007a. Vekstregulering og soppsprøyting i frøeng av Frigg rødsvingel. Bioforsk FOKUS 2(2):146-148.
- Aamlid, T.S., Øverland, J.I., Breivik, L.O. & Elen, O. 2007b. Vekstregulering og soppsprøyting i frøeng av Knut engrapp. Bioforsk FOKUS 2(2):140-145.
- Aamlid, T.S., Kise, S., Haugen, T.M., Susort, Å. & Steensohn, A.A. 2011. Soppbekjemping om høsten i frøeng av engrapp. Bioforsk FOKUS 6(1):176-179.

# Norsk kornproduksjon - hva trenger vi?

Både utviklingen i matvaremarkedet og utviklingen i kraftfôrbruken i husdyrproduksjon går i retning av mindre etterspørsel etter både norsk grovfôr og norsk korn. Matkornproduksjonen presses av import av hel- og halvfabrikata av brød og bakevarer. Fôrkornproduksjonen presses av økt bruk av importert soya og andre foretrukne kraftfôrråvarer. Fortsatt hovedprioritet på forskning på nye sorter og kvaliteter av matkorn og karbohydratvarer som norsk matmelindustri og norsk kraftfôrinndustri etterspør vil være et viktig bidrag til å styrke norsk korns konkurransekraft.

Lars Fredrik Stuve  
Norske Felleskjøp  
lars.stuve@fk.no

I dette foredraget vil jeg med utgangspunkt i etterspørselsituasjonen, vurdere nye krav og tilpassingsmuligheter for norsk kornproduksjon. Hva endringer i markedet for kornråvarer betyr for utviklingen av norsk kornproduksjon og hva vi kan gjøre for å sikre norsk korns konkurransekraft i et stadig mer krevende råvaremarked vil bli helt sentrale problemstillinger å avklare de nærmeste åra.

Etterspørselen etter norsk fôrkorn bestemmes i all hovedsak av utviklingen i husdyrholdet. Følgende forhold er avgjørende:

- 1 Størrelse og sammensetning av produksjonen
- 2 Fôrutnyttningen
- 3 Fordelingen mellom fôrslag
- 4 Kravet til innhold i den enkelte fôrblending

I Meld. St. 9 (2011-2012) er det foretatt en gjennomgang av utviklingen i innenlandsk produksjonsvolum tiår for tiår. Tallene er hentet fra Budsjettnemnda for jordbruket. Tallmaterialet viser at for perioden 1999 til 2009 har melkeproduksjonen blitt redusert med 9 % og storfekjøttproduksjonen med 8 %. For lam-, svin- og fjørfekjøtt har det vært en økning på henholdsvis 1 %, 13 % og 133 % i perioden fra 1999 til 2009. For egg har økningen vært på 17 % i den samme perioden. Utviklingen i det innenlandske forbruket av husdyrprodukter avspeiles sjølsagt av produksjonstallene, men det har også vært betydelig økt import av husdyrprodukter i denne perioden. Eksempelvis har osteimporten økt med 5,6 mill kg, tilsvarende om lag 50 mill kg mjølk.

Tall fra Budsjettnemnda for jordbruket viser at for den samme perioden, fra 1999 til 2009, har det totale fôrbehovet i norsk husdyrhold vært temmelig stabilt. Endringer i størrelse og sammensetning av husdyrproduksjonen, og endringer i fôrutnyttningen, har således i sum ført til uendret behov for fôr, målt i føreheter. Det har imidlertid vært vesentlige endringer i sammensetningen av fôrseddelen som i aller høyeste grad vedrører korn og kraftfôrsektoren. For det første har andelen kraftfôr i totalfôret økt fra 40 % til 43 % i perioden 1999 til 2009. For det andre har proteinandelen i kraftfôret økt fra 13,6 % i 1999 til hele 20,7 % i 2009. I tillegg registreres kraftige endringer i karbohydratsammensetningen i mjølkkekufôret som en følge av ytelsesøkningen. Litt forenklet kan en oppsummere med at for perioden 1999 til 2009 er 100 mill FEm grovfôr byttet ut med 100 mill FEm kraftfôr, og hele økningen i kraftfôrforbruk, og mer enn det, har vært proteinråvarer.

Meld. St. 9 (2011-2012) har få eller ingen målformuleringer om framtidig utvikling i innenlands husdyrproduksjon, utover at *"sjølforsyningsgraden skal opprettholdes om lag på dagens nivå"*. Det sies ingen ting om sammensetningen av husdyrproduksjonen; ei heller om sammensetningen av husdyrfôret. Stortingsmeldinga gir således få holdepunkter for å vurdere framtidig etterspørsel etter norsk fôrkorn.

En må derfor heller spørre seg om utviklingen fra perioden 1999 til 2009 vil fortsette. Dersom det ikke settes inn nye kraftfulle virkemidler, synes følgende å være sannsynlig:

- 1 Nedgangen i mjølkeproduksjonen stoppet opp tidlig på 2000-tallet, og det kan like gjerne bli økning som reduksjon i åra framover.
- 2 Ytelsesnivået i mjølkeproduksjonen viser kraftig økning, noe som trolig vil fortsette.
- 3 Produksjonsveksten i fjørfekjøttproduksjonen har avtatt, men det vil bli fortsatt produksjonsvekst.
- 4 For øvrig kjøtt- og eggproduksjon synes trenden å gå i noenlunde samme retning som i forrige tiår, noe som innebærer at kraftfôrbaserte produksjoner tar markedsandeler fra de grovfôrbaserte.

I sum vil dette trolig føre til en liten økning i det samlede fôrbehov, fortsatt økt kraftfôrandel, fortsatt økt proteinprosent, og endret karbohydratsammensetning i mjølkekuføret. Det betyr økt behov for korn og kraftfôrråvarer, men også økte krav til kvalitet og innhold.

For matmjøl har den innenlandske etterspørselen gått ned siden årtusenskiftet. For perioden fra 2000 til 2010 er kornforbruket redusert fra 398.000 tonn til 353.000 tonn. Årsaken er først og fremst økt import av halvfabrikata og ferdigvarer. For den nevnte perioden har importen økt fra 59.000 tonn til 125.000 tonn. Dersom det ikke settes inn nye kraftfulle virkemidler, er det grunn til å forvente at utviklingen med økt import av bakervarer vil fortsette, og at etterspørselen etter norsk matkorn vil fortsette i en nedadgående trend.

De to viktigste forholdene som kan endre disse etterspørseltrendene er:

- At mjølkeføret baseres på lavere innhold av protein og seint nedbrytbare karbohydrater
- At etterspørsel etter produkter fra storfe og sau øker på beskostning av fjørfe og svin

Importregimet på sektoren vil også ha stor betydning for framtidig etterspørsel etter korn. Fram til 1995 hadde alle viktige sektorer i norsk jordbruk kvantitativt importvern. Denne importreguleringen var utviklet for å sikre at norske varer fikk preferanse i det innlandske markedet, samtidig som det ble foretatt suppleringsimport etter behov. For å oppfylle forpliktelsene i Uruguayavtalen, ble det kvantitative vernet erstattet av et tollvern. På kornsektoren beholdt en imidlertid en form for blandingsmodell mellom kvantitativt og tollbasert importvern. Erfaringene fra husdyrsektoren er at det tollbaserte importvernet har fungert noenlunde på samme måte som det tidligere kvantitative vernet. I kornsektoren er imidlertid erfa-

ringene mer blandet. Både omfanget av importen - i et normalår nesten halvparten av kraftfôrråvarene, og ikke minst de offentlig fastsatte vilkårene knyttet til importen, har bidratt til at "suppleringsfilosofien" er i ferd med å bli svekket i kornsektoren. Kraftfôri industrien baserer sin produksjon i økende grad på import av råvarer som ikke dyrkes i Norge. Underliggende økonomiske forhold driver denne utviklingen. Dette skaper sterkt press på importregimet, og vil i det lange løp kunne bidra til å undergrave grunnlaget for innenlandsk kornproduksjon.

Importen av råvarer til kraftfôr- og matmelindustri har også økt. Andelen norske råvarer i kraftfôr til husdyr i et normalår er således redusert fra om lag 70 % omkring 2000, til om lag 60 % i dag.

Norsk kornproduksjon har i flg. Meld. St. 9 (2011-2012) blitt redusert med 6 % i perioden 1999 til 2009. Dette skyldes først og fremst nedgang i kornarealet. Nedgangen har skjedd kontinuerlig fra begynnelsen av 1990-tallet, og kornarealet er i denne perioden redusert med nesten 20 %. Også gjennomsnittelig avlingsnivå har stagnert de seinere år. Dette til tross for tilgang på mer ytedyktige sorter.

Svak, og til dels relativ nedgang, i inntektsnivået er opplagt hovedårsaken til den negative utviklinga i kornproduksjonen. I tillegg er det grunn til å peke på følgende konkrete forhold som alle bidrar til å dempe arealproduktiviteten:

- 1 Prisen på gjødsel, energi og plantevernmidler har økt betydelig i forhold til kornprisen
- 2 Økte miljøkrav
- 3 Overgang til økologisk produksjon
- 4 Økende omfang av vassjuk jord, grunnet liten grøfteaktivitet gjennom en lengre periode

Tall fra Bioforsk, Apelsvoll viser også et økende gap mellom potensielt og faktisk avlingsnivå i kornproduksjonen.

Meld. St. 9 (2011-2012) peker på mulighetene for en betydelig økning av norsk kornproduksjon. Det henvises til produktivetsforbedringer, men forøvrig sies det lite om hvordan en slik ambisjon skal kunne realiseres.

Skal kornproduksjonen kunne etterkomme den økte etterspørselen etter kraftfôrråvarer, synes det helt nødvendig med en bedring av den generelle lønnsomheten. Økt lønnsomhet vil stimulere til både å

benytte eksisterende og nye arealer til kornproduksjon samtidig som det framstår som det mest effektive virkemiddelet til å øke arealproduktiviteten. Dersom en forutsetter at investeringer i jordforbedrende tiltak som grøfting og kalking skal finansieres av løpende drift, viser erfaringene fra de par siste tiår at nåværende inntektsnivå ikke er tilstrekkelig.

Sett i et perspektiv at det vil være økonomisk lønnsomt synes det også nødvendig å sette fokus på avlingsforbedringer gjennom hele "verdikjeden" for korn. Avlingsfokuset må forsterkes innenfor forskning, undervisning og veiledning. Avlingsnivå og kvalitet må fokuseres sterkere i den offentlige virkemiddelbruken innenfor sektoren. Og ikke minst; markedet må premiere avling og kvalitet på en mer avansert måte enn i dag. Dette vil være nødvendig for å få tilstrekkelig interesse og engasjement inn igjen i norsk kornproduksjon. Økt premiering av kvalitet i det innenlandske marked, forutsetter tilpassinger i importordningene for korn.

I vurderingen av framtidig etterspørsel gitt Meld. St. 9 (2011-2012) sine føringer, ble det konkludert med økt behov for proteinråvarer og forsterkede krav til karbohydratsammensetningen i kraftfôrråvarene. Dette er utviklingstrekk vi kjenner fra det siste tiåret, og i praksis har industriens økende behov blitt dekket gjennom import.

Norsk fôrkornproduksjon har historisk fokusert på "standard bulkvare". På denne måten har en ensrettet ressursbruken og harmonisert varestrømmen. Ett unntak fra denne hovedlinja hadde en midt på 1970-tallet da det ble vedtatt å satse på økt matkorn dyrking. Matkornsatsinga skapte, sammen med inntektsopptrappingen, en helt ny giv og engasjement i kornproduksjonen. Når en skal vurdere om den framtidige kornproduksjonen bør baseres på "bulklinja" eller på en tilpassing med "mer skreddersøm" etter industriens behov, kan en innledningsvis se på erfaringene fra satsingen på dyrking av norsk matkorn. Dette ville koste mer, men ga uttelling i form av salg til et marked med høyere betalingsvilje.

Det er naturlig å stille seg spørsmålet om det samme kan gjøres innenfor fôrmarkedet gjennom for eksempel en dreining over til produksjon av proteinvekster? Dyrking av erter, raps og rybs kan gjennomføres i de mest varmerike områdene, i hovedsak arealer i Vestfold, Østfold og de beste delene av Akershus og Buskerud. Her er det ca. 1 mill. dekar kornareal der proteinvekster kan dyrkes hvert syvende år. Det betyr at rekordtilgangen fra 2007 på 18.000 tonn kan økes til 25.000 tonn. Normalavlingen av korn vil da reduseres tilsvarende et areal på 90.000 dekar som går fra hvete til proteinvekster - dvs. om lag 40.000 tonn.

Dyrking av proteinvekster i Norge gir i gjennomsnitt 40 % av avlingen av hvete. Oljevekstdyrkingen muliggjøres i dag gjennom økonomisk støtte over jordbruksavtalen med en målpris som er tilnærmet det dobbelte av målprisen for hvete. I tillegg gis oljevekstene en prisnedskrivning som er vel fem ganger høyere enn nedskrivningen for korn.

Så lenge situasjonen er at vi importerer om lag 25 - 30 % av karbohydratråvarene til vår kraftfôrproduksjon vil det i overskuelig framtid også være begrensede muligheter for å nytte produksjon av proteinvekster for å avlaste et eventuelt overskudd av fôrkorn. I en situasjon der vi stadig importerer en økende andel av råvarene til vår matmel og kraftfôrproduksjon, er det neppe riktig å satse på å konkurrere på et område der vi fra naturens side har relativt betydelig dårligere forutsetninger enn våre konkurrenter. Min vurdering er derfor at dersom en slik utvikling allikevel er ønskelig vil det kun kunne skje gjennom at dyrking av proteinvekster i Norge får et oppsving gjennom et økonomisk krafttak over jordbruksavtalen.

Fortsatt hovedprioritet på forskning på nye sorter og kvaliteter av matkorn og karbohydratvarer som norsk matmelindustri og norsk kraftfôrindustri etterspør vil være et viktig bidrag til å styrke norsk korns konkurransekraft.

# Foredling for robuste sorter

Med siste sommer og høst friskt i minne settes fokus på kornforedlingens utfordringer i kampen for bedre sorter tilpasset et stadig mer uforutsigbart klima i et område på jorden som ligger på yttergrensen hva angår forutsigbarhet og årsikkerhet for korndyrking. Realiteten er også at stadig nye områder i verden kommer i dyrkingsgrensen på et eller annet vis som følge av endret klima.

Lars Reitan  
Graminor AS  
lars.reitan@graminor.no

## Innledning

Med jevne mellomrom kommer debatten om norsk korndyrkings utfordringer og spørsmålet om dets berettigelse og om vi har sortsmateriale som er godt nok tilpasset barske forhold. Kornforedling er en langvarig prosess, og hovedmålsettingen er klar: framskaffelse av best mulig og stadig bedre sorter for det norske marked til beste for bruker og forbruker. For Graminor som eneste norske kornforedlingsbedrift er disse spørsmålene både betimelige og utfordrende. Siktepunktet må ligge en god del år fram i tid for å fange opp mulige endringer i forbruksmønster, krav og dyrkingsvilkår, samtidig som de kortsiktige svingninger er vanskeligere å ta hensyn til på grunn av tidsfaktoren i foredlingsarbeidet. Det som imidlertid har vært og er hovedrettesnoren i arbeidet er en del grunnleggende elementer som må 'ligge i bunnen', og et samlende begrep for disse, kan godt være 'robusthet'. Dette begrepet innbefatter elementer som tilpasning til nasjonalt klima, tidlighet, stråstyrke, værresistens, og til en viss grad sjukdomsresistens, årsikkerhet og avlingsstabilitet.

Siste års erfaringer både i praktisk korndyrking og i foredlingsprosessen er en sterk påminnelse om klimasvingningenes følger på kvalitet og avling dersom en eller flere av disse elementene er for dårlige. Samtidig er det viktig å se sammenhengen med endringer i produksjonsprosessen, fra strukturendringer til økonomi og entreprenørskap, og de følger dette får for kravet til sortsmaterialet. Erfaringer fra foredling for områder med kortere veksttid, flere nedbørsdøgn, mer bladflekkssjukdom og vanskelige innhøstingsforhold er verdifull ballast for å takle prognoserte klimaendringer henimot 'varmere, våtere, villere' klima.

## Tidlighet! Tveegget sverd

Sortene skal i utgangspunktet optimalt utnytte tilgjengelig veksttid i et område. De norske korndyrkingsområdene har generelt sett en kort vekstperiode sammenliknet med de fleste steder i verden, men likevel er variasjonen innenlands ganske stor. Bygg er det kornslaget som har laveste veksttidskrav og forklarer også at byggdyrking er størst i utstrekning. Tidlige sorter utvider dyrkingsområdet, og sjøl om forventet forhøyet temperatur gir muligheter for å utnytte seinere sorter, er både årsikkerhet og potensielt auka areal avhengig av at vi har gode tidligsorter på markedet. Landbruksmeldinga (Meld. St. nr 9 2011-2012) poengterer behovet for auka produksjon i Norge. Skal dette oppnås må all tilgjengelig dyrkajord utnyttes, og korndyrkingsområdet er i alle fall begrenset. Det er klar negativ sammenheng mellom tidlighet og avling, men utnytting av seine sorter ut mot dyrkingsgrensen er risikofylt. Innhøsting seint på høsten medfører korte dager, låg temperatur, fare for mye nedbør og sein opptørking. Graminor utvikler både tidlige og seine sorter som passer for ulike forhold.

## Spiretreghet

I norsk kornforskning og foredling siden 1960-årene har spiretreghetsegenskapene i kornet fått stor oppmerksomhet, og det er utviklet metoder og teknikker som er relatert til denne kunnskapen. Overgangen fra høsting med selvbinder til skurtresking medførte store groskadeproblemer i alle kornarter. I dag er groing i bygg ikke et stort problem, og for høg spiretreghet i kornet ble faktisk en utfordring. Men fortsatt er det ønskelig med genetisk moderat høgt spiretreghetsnivå i sortene. Maltbygg fra mellomeuropa har altfor dårlig spiretreghet, og avlingen kan fort bli ødelagt i dårlige høster.

Graminor sluttet med seleksjon for høg spiretreg-  
het i bygg og havre pga. 'krav' fra såvarebransjen. I  
havre virker spiretreggheten forebyggende. Sorter med  
spiretregghet klarer seg mye bedre mot groing både i  
legde og ved stråknakk. I hvete er det viktig å auke  
spiretreggheten for å redusere groskade. Dette har  
det vært fokus på i lang tid, men en har fortsatt ikke  
tilstrekkelige nivåer, og dette er en utfordring.

### Stråstyrke og stråkvalitet

Stråstyrke er av stor viktighet i kampen for robuste  
sorter, og spesielt i hvete er dette helt avgjørende.  
Det aksepteres ikke lenger hvetesorter som har ten-  
dens til legde. Dette skyldes naturligvis det strenge  
kravet til matkvaliteten, og hvete som har gått i  
legde får fort ødelagt kvaliteten spesielt pga. gro-  
skade. Sjøl om svært mye av hvetematerialet har bra  
stråstyrke, er det stor variasjon på stråkvaliteten, og  
mye av materialet holder ikke mål. Zebra er en sort  
som har svært god stråkvalitet, og denne utnyttes.  
Havrematerialet i Graminor har litt for dårlig strå-  
styrke, og det er en stor utfordring å forbedre denne  
egenskapen. Korte sorter er oftest mer stråstive, men  
sammenhengen mellom strå lengde og avling er klar,  
og sorter med for kort strå mister mye av de gode  
dyrkingsegenskapene til havre. I seksradsbygg er det  
også fortsatt mye forbedringspotensial på stråegen-  
skapene. Graminor har lyktes i stor grad med å  
forbedre stråstyrken i bygg, og sortene skal bære  
stor avling. Våre konkurrenter sliter minst like mye  
med de samme problemene under våre forhold. En  
del moderne sorter har bra stråstyrke, men stråkvali-  
teten er for dårlig, og sortene bryter sammen under  
dårlige værforhold etter modning. Stråkvaliteten har  
sammenheng med plantenes evne til å transportere  
assimilater fra strå til korn, og 'høgeffektive' sorter  
med stor avling under moderat næringstilstand har  
ofte litt for dårlig stråkvalitet av den grunn. Torads-  
bygg har som regel bedre stråstyrke enn seksradsbygg  
før modning, men et problem også i toradsbygget  
er at det har dårligere stråstyrke etter modning, og  
får ofte 'flat' legde. I toradsbygg finnes mye gener  
for kort strå, og det har positiv effekt på stråstyr-  
ken, men medfører også dårligere tørkeresistens og  
ugraskonkurranse, og er ofte mer utsatt for enkelte  
sjukdommer.

I havre er stråknakk både en ulempe og en fordel, og  
det diskuteres i hvor stor grad det er hensiktsmessig  
å ha svært sterke sorter mot stråknakk. I høster med  
sterk vind kan slike sorter ha store avlingstap pga.  
dryssing. Stråknakk i havre har ofte groskade i 'stå-

ende' åker under våte og varme forhold når spiretreg-  
heten er for dårlig. Seleksjon for stråknakkresistens  
kan være en utfordring pga. korrelasjon med tidlig-  
het, men har også klar genetisk hovedeffekt.

### Evne til å modne under låg temperatur

Denne egenskapen har blitt gitt stor oppmerksom-  
het oppgjennom historien i norsk kornforedling, og  
karakteriserer det nordiske materialet. Egenskapen  
er viktig forutsetning for å kunne framskaffe sorts-  
materiale som går fram til modning i marginale strøk,  
og en kan mene at dette er mindre aktuelt framover,  
med høyere temperaturer. Men for å kunne utnytte  
en lengre veksttid med seinere sorter kommer en  
fortsatt i samme situasjon, med låg temperatur under  
modningsperioden. En ser mangler på denne egen-  
skapen når det bli krysset inn eller prøvd eksotisk  
materiale: plantene blir stående i stampe uten  
nevneverdig modning i lang tid ved låg temperatur.  
Konklusjonen er at dette er fortsatt en viktig egen-  
skap for nordiske forhold.

### Sjukdomsresistens

Sjukdomsresistens har vært gjennomgangstenen i for-  
edling for hvete og bygg i to mannsaldere, med stadig  
nye sjukdomsarter og raser. Fortsatt er det langt  
igjen til en kan si en har kontroll på de mest vanlige  
sjukdommene i kornartene. Dette skyldes naturligvis  
at soppartene også har genetisk variasjon, og nye  
'virulente' raser dukker stadig opp. Endret klima vil  
gi nye utfordringer med nye sjukdomsarter. Vi vet at  
det er enkeltgener med full resistens og med partiell  
resistens til stede mot mange sjukdommer, der 'gen  
for gen' teorien fungerer. Foredlingsarbeidet går ofte  
ut på å 'pyramidisere' flere resistensgener for samme  
sykdom inn i en og samme sort. Dette er kostbart og  
tidkrevende. Her er moderne teknologi en vei å gå,  
ved hjelp av molekyllære markører og det vi kaller  
markørassistert seleksjon (MAS). Graminor vil ha stort  
fokus på slik foredlingsstrategi i årene framover. Et  
viktig steg i kampen mot mjøldogg i hvete er påvis-  
ning av gener og markører for ufullstendig resistens,  
og dette utnyttes nå i praktisk foredling. En har håp  
om at denne resistensen er mer varig enn den tradi-  
sjonelle fullstendige enkeltgen-resistensen. I bygg har  
vi fokus på sjukdommene byggbrunflekk, grå øyeflekk,  
spragleflekk og mjøldogg forårsaket hhv av soppene  
*Drethlera teres*, *Rhynchosporium secalis*, *Ramularia*  
*collo-cygni*, og *Blumeria graminis*. En sjukdom som  
sikkert vil få mer oppmerksomhet i framtida er bipo-  
larisflekk forårsaket av *Bipolaris sorokiniana*. I hvete  
er de viktigste sjukdommene mjøldogg, bladprikk,

aksprikk og rustarter forårsaket av hhv *Blumeria graminis*, *Septoria tritici*, *Stagonospora nodorum*, og *Puccinia* spp. Havre har stor toleranse mot sjukdommer, men særlig havrebrunflekk (*Drechlera avenae*) kan gi skade. Her kan foredlingsarbeidet intensiveres.

### **Fusarium - et felles problem!**

Sjøl om kornartene alle tilhører grasfamilien og er nært beslektet er de også forskjellige, og det er som nevnt ulike sjukdommer som går på de forskjellige kornartene. Men noen unntak finnes, og blant dem er av de verste plantesjukdommene som finnes, forårsaket av ulike *Fusarium*-arter. Årsaken til at de er så ille er at de ødelegger mye avling samtidig som de produserer soppgift som er farlig for mennesker og dyr. I de siste årene har særlig fusarium i havre fått fokus, men bygg, hvete og rug har omtrent de samme utfordringene. Graminor har hatt fokus på dette i en god del år, og har deltatt i flere prosjekter for å få kunnskaper om sammenhenger og vært på jakt etter kilder for resistens. I hvete har en kommet lengst, og innført enkeltgener ved hjelp av markører i det praktiske foredlingsmaterialet. I praktisk havreforedling er dette arbeidet omtrent i startfasen, og en mangler fortsatt gode resistenskilder. Dette er nå sterkt i

fokus, og de nærmeste årene vil vise om framgangen blir god nok. Dette arbeidet er vanskelig og ressurskrevende, og det er tatt nye grep for å intensivere arbeidet.

En ser at i foredlingsprosessen er det ofte motstridende ønsker og 'dilemma', og i praksis er det nærmest umulig å få alle ønsker oppfylt i en sort. Spesialsorter, tidlighetsklasser, sorter for ulike distrikter eller sorter med egenskaper tilpasset intensiv drift versus lavinnsats dyrking kan være alternative løsninger. Særlig i bygg er det såkalte 'sort x miljø' samspillet stort. Skal dette utnyttes, kreves det en større bredde i sortimentet og en større utfordring for utprøving og veiledning, og for såvarebransjen. Graminor har hatt ansvar for seksradsbygg og SW i Sverige ansvar for toradsbygg for Norge i et samarbeid siden 1993. Ved opphør av denne arbeidsdelingen fra nyttår vurderer nå Graminor om toradsbyggforedlingen skal gjenopp-tas. Prosjektsamarbeid med nordiske og internasjonale miljøer prioriteres høyt i bedriften.

# Forgrøde - betydning for avling og kvalitet

Gode forgrøder har økt salgsværdien av hvete betydelig uten ekstra innsats i hveteåret. Verdiøkningen skyldes større avlinger, høyere andel mathvete og tillegg for hektolitervekt og proteininnhold. I 2011 ga oljevekster som forgrøde den høyeste merverdien, litt bedre enn havre og erter. I Viken ga åkerbønne som forgrøde den største merverdien.

Unni Abrahamsen  
Bioforsk  
unni.abrahamsen@bioforsk.no

## Bakgrunn

I 2010 startet Bioforsk og Norsk landbruksrådgiving prosjektet "Integrerte tiltak - betydning for sjukdomsutvikling i hvete". Prosjektets hovedmål er å "fremskaffe og formidle kunnskap om betydningen av integrerte tiltak for utvikling og bekjempingsstrategier mot sjukdommer i intensive hvetedistrikter". Prosjektet er finansiert over "Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler 2010 - 2015".

Delmålene for prosjektet er formulert slik:

- 1 Skape møteplasser for diskusjon og demonstrasjon av integrert kornproduksjon
- 2 Skaffe kunnskap om, og demonstrere ulike forgrøders betydning for utvikling av bladfleksjukdommer og fusarium i hvete
- 3 Demonstrere mulighetene for å redusere dosene av fungicider i hvete ved ulike forgrøder
- 4 Skaffe datagrunnlag og lage økonomiske beregninger rundt bruk av integrerte tiltak

## Forsøk

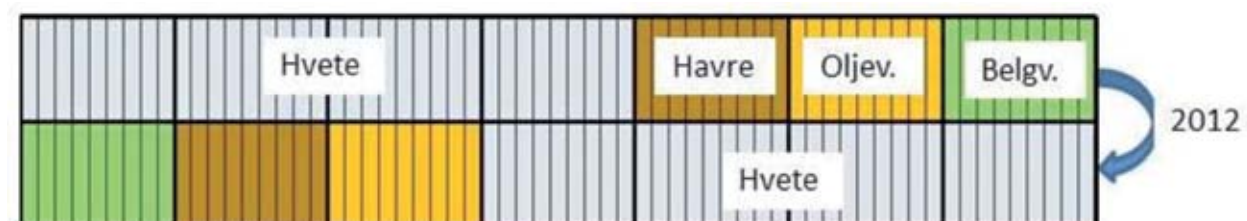
I prosjektet ble det anlagt 5 flerårige feltene i 2010 (Strand 2012). Feltene er plassert på Apelsvoll, i Norsk Landbruksrådgiving SørØst, Norsk Landbruksrådgiving Viken, Norsk Landbruksrådgiving Østafjells og Romerike Landbruksrådgiving. I feltene har en parsel-

ler med hvete, havre, erter/åkerbønne (Viken) og oljevekster som forgrøde til vårhvete. I hveten etter de ulike forgrødene blir det behandlet med stigende doser fungicid i tillegg til ubehandlet. En bruker VIPS-varsel for å bestemme når behandling skal settes inn. I 2011 kom det VIPS-varsel allerede i begynnelsen av juni for alle typer forgrøder. Vedvarende smittepress førte til gjentatt varsel. Feltene ble behandlet i første halvdel av juni, og i tillegg ved blomstring. En skisse av forsøksfeltene er vist i figur 1.

## Resultater i 2011

Effekten av ulike forgrøder er først og fremst sjukdomssanerende effekter og gjødslingeffekter, - i tillegg til eventuell effekt på jordstrukturen. I disse forsøkene er halmen fjernet fra forsøksrutene, slik at gjødslingseffekten av evt. planterester først og fremst må komme fra røtter, stubb og evt. mineralnitrogen fra Rhizobiumknoller. I tabell 1 er det viktigste resultatene fra feltene i 2011 presentert.

Avlingsnivået i middel for feltene lå på 300 - 400 kg/daa for hvete etter hvete. Spesielt i 2 felt der det var angrep av rottreper var avlingene lave. Meravlingene en oppnådde ved å ha andre forgrøder enn hvete varierte fra felt til felt, og var størst i felt med rottreper. I gjennomsnitt var i meravlingene en oppnådde rundt 20



Figur 1. Illustrasjon av forsøksfeltene i prosjektet «Integrerte tiltak - betydning for sjukdomsutvikling i hvete».



Tabell 1. Middelresultater i sammendrag for de 5 feltene i 2011, samspill mellom forgrøder og soppbekjempingstiltak

Forgrøde	Sopp- bekjempelse	Avling kg/daa	Relativ avling	Hl-vekt kg	1000- kornvekt	Protein %	Netto salgs- verdi kr/daa	% blad- flekk**	% blad- flekk***
Hvete	Ubehandlet	341	100	73,9	30,9	12,2	812	48	63
	2 x 1/2 dose	402	118	76,0	33,8	11,9	959	35	46
	2 x 3/4 dose	404	118	76,5	35,2	11,6	943	26	40
	2 x 1/1 dose	437	128	76,6	35,9	12,0	1009	25	35
Havre	Ubehandlet	415	122	74,6	33,5	12,6	995	43	51
	2 x 1/2 dose	497	146	77,0	38,2	12,2	1206	23	28
	2 x 3/4 dose	514	151	77,4	39,0	12,1	1225	15	20
	2 x 1/1 dose	522	153	77,6	38,8	12,0	1233	13	18
Oljevekster*	Ubehandlet	431	126	75,2	34,7	13,1	1064	41	51
	2 x 1/2 dose	516	151	77,5	38,8	12,9	1271	19	23
	2 x 3/4 dose	532	156	78,1	40,4	12,9	1309	13	18
	2 x 1/1 dose	548	161	78,6	40,0	12,6	1334	12	16
Erter *	Ubehandlet	409	120	74,9	34,6	13,4	1003	38	45
	2 x 1/2 dose	480	141	77,4	38,8	12,7	1169	20	27
	2 x 3/4 dose	501	147	77,9	39,5	12,7	1203	11	17
	2 x 1/1 dose	521	153	77,7	39,4	12,5	1237	10	15

\* Rybs i Østafjells, Romerike og Apelsvoll, raps i SørØst og Viken. Åkerbønne i Viken, erter i de øvrige feltene

\*\* Notert ved BBCH 75-85 på de 2 - 3 øverste bladene

\*\*\* Notert ved BBCH på flaggbadet seint i sesongen

present. Det var optimale værforhold for sjukdommer i hveten i 2011, og angrepene i feltene var betydelige. Soppbekjempelse ga store meravlinger. Det var imidlertid ikke noe samspill mellom forgrøde og soppbekjempelse i 2011, meravlingene var store for alle forgrøder. Angrepene av sjukdommer var imidlertid lavere der det var andre forgrøder enn hvete. Havre, oljevekster og belgvekster som forgrøder ga større korn og hl-vekt, og høyere proteininnhold i kornet.

Hvete betales etter sort, etter proteininnhold og etter hl-vekt. Salgsverdien for kornet i forsøkene er beregnet ut i fra avling i kg/daa og tillegg og trekk for protein for henholdsvis mat- og fôrhvete og for hl-vekt. Grunnprisen som er brukt i beregningene for mathvete er 2,64 kr, og for fôrhvete kr 2,33. I tabell 1 er netto salgsverdi i gjennomsnitt for forsøkene presentert. Ulike kostnader til plantevernmidler er trukket fra.

Andre forgrøder enn hvete har i gjennomsnitt for feltene gitt en øking i avlingsverdien på rundt 200 kr/daa, og soppbekjempelse har gitt tilsvarende øking

av avlingsverdien. I tillegg til de store avlingsforskjellene, er det særlig trekk på grunn av lave hl-vekter og avregning som mat eller fôr som bidrar til de store forskjellene i salgsverdi. Verdien av avlingen har økt omtrent likt ved soppbekjempelse uavhengig av forgrøde. Notatene for sjukdommer viser imidlertid at det er forskjell i angrepsgrad, og at en kanskje kan forvente et slikt samspill i år med noe lavere sjukdomspress enn i 2011. Verdien av forgrødene må imidlertid også sees i sammenheng med verdien av avlingene i forgrødeåret. Seinere i prosjektet, vil en foreta økonomiske beregninger for verdien ved å ta inn de ulike vekstene inn i hveteomløpet. I beregningen vil både avlingsverdien til forgrødene inngå, i tillegg til virkning på neste års hvete og på evt. redusert behov for soppbekjempelse i hveten.

Resultater fra prosjektet er fylligere presentert i Abrahamsen (2012).

## Referanser

Abrahamsen, U. 2012. Jord- og Plantekultur 2012 Integrerte tiltak - betydning for sjukdomsutvikling i hvete. Bioforsk FOKUS 7(1):s81.

# Effekt av genotype og miljø på innhold av viktige kvalitetsegenskaper i bygg og havre

Kornkvalitet blir stadig mer vektlagt og variasjoner kan knyttes både til sortene som dyrkes og til dyrkingsmiljøet. Det norske klimaet er spesielt, men hvordan det påvirker kvalitetsegenskaper i bygg og havre er tidligere lite undersøkt. I forskningsprosjektet "Polysakkarider i bygg og havre - tilpassing av produksjonen til mat og til fôr" studeres dette nærmere. Målet er å frembringe ny kunnskap om kvalitetsvariasjoner i norskdyrket bygg og havre for å utnytte de norske avlingene bedre, og å sikre en bedre og mer stabil kvalitet til mat- og fôrindustrien.

Ann Katrin Holtekjølen<sup>1</sup>, Anne Kjersti Uhlen<sup>2</sup>, Stefan Sahlstrøm<sup>1</sup> & Mauritz Aasveen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Nofima Mat, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Bioforsk  
ann.katrin.holtekjolen@nofima.no

## Innledning

Bygg og havre utgjør ca. 70 % av kornarealet i Norge, og nesten all produksjon brukes i dag til kraftfôr. Det er en økende interesse for å bruke mer bygg og havre til mat. Denne trenden har vært sterk også internasjonalt, der det har medført økt forskningsinnsats for å forbedre kvalitetsegenskapene til råvaren, samt undersøke ernærings- og helse relaterte sammenhenger. Dette er særlig begrunnet av fordelaktige ernæringsmessige kvaliteter i disse kornartene, som særlig knyttes til sammensetningen av kostfiber, da spesielt det vannløselige kostfiberet beta-glukan.

Kornarealet i Norge er blant de nordligste i verden, men dyrkingsklimaet er generelt godt egnet for både bygg og havre. Norge har i stor grad fragmenterte dyrkingsarealer som kan gi store lokalklimatiske variasjoner, og dermed relativt store variasjoner i temperatur og nedbør mellom ulike dyrkingsregioner. Dette gir grunnlag for variasjoner både i avling og kvalitet.

Kornkvalitet er viktig for bruken av kornet, og kvalitet blir stadig mer vektlagt, både til mat og fôr. Industrien etterspør god kvalitet, men også stabil kvalitet, der kvalitetskravene vil være forskjellige om varen skal brukes til ulike matprodukter eller kraftfôr til ulike dyreslag. De fysiske kvalitetskravene, som kornstørrelse, hektoliter vekt og skallprosent i havre er godt kartlagt i norskdyrket bygg og havre. Andre viktige kvalitetsegenskaper knyttes særlig opp mot polysakkarider, da spesielt til stivelse og kostfiber i bygg og havre. Dette er lite undersøkt i bygg- og havresortene som dyrkes i Norge, og det er lite kjent hvordan polysakkaridene og deres egenskaper påvirkes av variasjoner i dyrkingsmiljø.

## Kvalitetsegenskaper

Det er særlig egenskaper knyttet til stivelse og kostfiber i bygg og havre som det er interessant å få mer kunnskap om. Bygg og havre har et høyt innhold av fiberstoffet beta-glukan i forhold til hvete og rug. Beta-glukan er en byggestein i kornets cellevegger, og det er vel kjent at beta-glukan er en fiberkomponent som kan binde mye vann, og som fører til økt viskositet i tarmen. Dette er knyttet til flere fysiologiske effekter, som redusert nivå av kolesterol i blod og langsommere opptak av glukose fra tarmen. Et høyt inntak av havre og bygg i kostholdet kan derfor forebygge hjerte-kar sykdommer og diabetes. Årsaken knyttes til det høye innholdet av beta-glukan og deres størrelse (lengde). Siden viskositeten er nært knyttet opp til størrelsen (lengden) på beta-glukanene vil nedbrutt beta-glukan i havre/bygg gi mindre effekt. Dette kan skje ved ulike prosesserings- og tilberedelsesmåter.

Beta-glukan er positivt i humanernæringen, og produkter med høyt innhold av beta-glukan gir normalt lavere glykemisk indeks. Derimot i fôrsammenheng er beta-glukan ansett som negativt da det kan gi redusert fordøyelse av stivelse for enmaga dyr, særlig fjørfe. Beta-glukan fermenteres i tykktarmen. Dette påvirker bakteriefloraen i tykktarmen positivt, noe som kan gi en bedre tarmhelse. Det er reist hypoteser om at dette også vil være positivt for dyrehelsen, f. eks. hos gris. Når det gjelder stivelsen i korn så brytes denne ned av enzymer i munn og tynntarm til glukose og bidrar til energi. Dette er vanligvis et motstridende kvalitetsmål for bruk til mat og til fôr. Stivelse i seg selv er bygget opp av to ulike polymerer (lange kjeder av glukose), amylose og amylopektin, som har forskjellige egenskaper. Vanligvis inneholder stivelse fra korn ca. 30 %

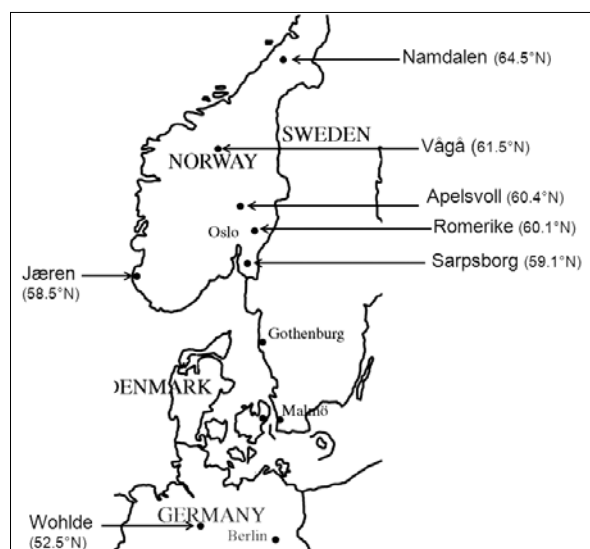
amylose og 70 % amylopektin. Forholdet mellom disse, og dermed sammensetningen av stivelsen, kan variere og påvirke nedbrytningen i tarmen. Et høyere innhold av amylose antas å gi langsommere nedbrytning av stivelsen. Denne egenskapen er i stor grad genetisk bestemt, og er knyttet til sortene som dyrkes. I tillegg kan variasjoner i dyrkingstemperatur også påvirke oppbygningen av stivelse i kornet, og dette kan igjen ha betydning for nedbrytningen i tarmen.

### Kartlegging av norske sorter

Dette forskningsprosjektet skal kartlegge aktuelle markedsorter i bygg og havre med hensyn på innhold og egenskaper til stivelse og beta-glukan. For å undersøke betydningen av det norske klimaet er det anlagt flere typer av forsøk. Det er anlagt feltforsøk i en nord-sør akse fra Namdal i nord til Tyskland i sør (Figur 1) med ni forskjellige bygg- og havresorter (Tabell 1). Kartleggingen omfatter analysering av prøver fra feltforsøk fra totalt tre ulike dyrkingsår, med flere lokaliteter per år. Klimadata innhentes, og særlig temperaturvariasjonene i kornfyllingsfasen relateres til variasjoner i kvalitetsegenskapene.

Tabell 1. Bygg- og havresorter inkludert i forsøkene

Byggsorter	Havresorter
Edel	Belinda
Heder	Betania
Helium	Gere
Karmosé	Hurdal
Magdalena	Matilda
Marigold	Nes
Olve	Nudist
Skaun	Odal
Tiril	Ringsaker



Figur 1 Kart over anlagte feltforsøk. (gjengitt fra Elin H. Sikkeland).

I tillegg gjennomføres pottforsøk i klimaregulerte vekstkammer der temperaturen varieres i kornfyllingsperioden. I tillegg til disse forsøkene prøves det også ut ny metodikk der plantene dyrkes i veksttunnel, der en får en temperaturgradient i lengderetningen som kan påvirke kornkvaliteten. I tunnelen blir plantene dyrket i naturlig jord, og de får naturlige døgnvariasjoner i lys og temperatur, samt at det gjennomføres kontrollert vanning. Forsøk i en slik klimatunnel kan dermed utfylle feltforsøkene og pottforsøkene i klimakammer.

Det gjennomføres tre-årige forsøksserier både i felt og i tunnel. Resultatene fra de to første årene med feltforsøk har vist at det er tydelige variasjoner mellom sorter i innhold av totalt og løselig beta-glukan mellom sortene i bygg, mens det er mindre variasjon mellom sortene i havre. Prøvene fra tredje vekstsesong er under analysering, og når disse analysene er klare vil neste trinn være å relatere de ulike kvalitetsparametere til variasjoner i været, særlig temperaturen, gjennom kornfyllingsperioden. Det vil da være samlet inn et stort datamateriale som vil kunne gi grunnlag for både en grundig kartlegging av sorter og for å undersøke effekter av det norske klimaet.

På konferansen presenteres en oppsummering av foreløpige funn.

Prosjektet er finansiert av Fondet for forskningsavgift på jordbruksvarer, og av samarbeidende industri. Prosjektet koordineres av Bioforsk Øst Apelsvoll, og forskningen utføres i samarbeid med Universitetet for miljø- og biovitenskap og Nofima Mat. Feltforsøkene gjennomføres i nært samarbeid med lokale enheter i Norsk Landbruksrådgiving. Industriaktører som er med i prosjektet er: Norgesmøllene, Lantmännen Cerealia, Felleskjøpet Fôrutvikling, Graminor, Unicorn/Norgesfôr og Ottadalen Mølle. Prosjektet startet i 2009 og avsluttes 31.12.2012.

### Referanse

Halvorsen Sikkeland, E. 2010. "Kvalitetsegenskaper i norsk bygg (*Hordeum Vulgare*) til mat" på engelsk «Quality of Norwegian barley (*Hordeum vulgare*) for food". Master thesis, Department of Plant and Environmental Science, Norwegian University of Life Science, Norway.

# Nitrogenutnytting ved ulike grønn gjødsel- håndtering

I forsøk med ulike grønn gjødselhåndtering fant vi en betydelig positiv avlingseffekt på påfølgende byggavling av å la grønnmassen bli liggende etter hver slått sammenlignet med å fjerne den. Bio-rest fra anaerobt fermentert grønnmasse ga samme avlingsnivå og bedre nitrogenutnytting enn å la grønnmassen bli liggende på stubben for å råtne etter hver slått.

Randi B. Frøseth<sup>1</sup>, Anne Kjersti Bakken<sup>1</sup>, Marina A. Bleken<sup>2</sup>, Hugh Riley<sup>1</sup>, Kristian Thorup Kristensen<sup>3</sup> & Sissel Hansen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Københavns Universitet

randi.froseth@bioforsk.no

## Innledning

Byggdyrking er en utfordring i husdyrløse økologiske driftssystemer, og preges av lavt avlingsnivå med store årsvariasjoner. En årsak er lav nitrogentilgang til plantene i tidlig vekstfase, noe bygg tolererer dårligere enn andre kornarter. Ettårig kløverrik grønn gjødseleng er mye brukt for å forbedre jordas fruktbarhet og kontrollere ugras. Høy nitrogenkonsentrasjon i grønn gjødselvekster og dagens praksis med 3-4 slåtter som blir liggende på bakken for å råtne, gjør at betydelige mengder nitrogen kan gå tapt i grønn gjødselåret og påfølgende vinter. I prosjektet "Økte byggavlinger i økologisk drift gjennom bedret grønn gjødselhåndtering" (Byggro) har vi undersøkt effekt av ulike grønn gjødselhåndteringer, deriblant anaerob fermentering av grønnmassen og tilbakeføring som biorest, på blant annet avling og nitrogenutnytting i byggdyrking.

## Materiale og metoder

Feltforsøk ble gjennomført i perioden 2008-2011. Av fire felt lå to ved Bioforsk Midt-Norge, på siltig mel-

lomleire på Kvithamar og siltig sand på Værnes. Ett felt var på lettleire ved Bioforsk Øst Apelsvoll og ett på mellomleire ved Universitetet for miljø- og biovitenskap i Ås. I 2008 ble det dyrket bygg (Sunnita) med og uten undersådd grønn gjødsel på feltene. I 2009 ble det dyrka grønn gjødsel som fikk ulike behandling, mens havre (Gere) uten gjødsling var referanse (Tabell 1). I 2010 ble det dyrket bygg (Tiril) på feltene. Grønn gjødselenga bestod av rød kløver, timotei, engsvingel og flerårig raigras. Grønn gjødselenga ble slått tre ganger. Grønnmassen ble enten liggende på stubben for å råtne (GL) eller fjernet (GF). Halve arealet til bygg med GF ble gjødslet med biorest fra fermentert plantemasse tilsvarende 11 kg totalnitrogen per daa (GF(B)). Bygg med havre som forgrøde ble enten gjødslet med tilsvarende mengde biorest (K(B)) eller med 8 kg nitrogen i mineralgjødsel per daa (K(M)).

Innholdet av mineral-N i jorda ble analysert for sjiktene 0-20, 20-30, 30-60 og 60-80 cm ved ulike tidspunkt i forsøksperioden.

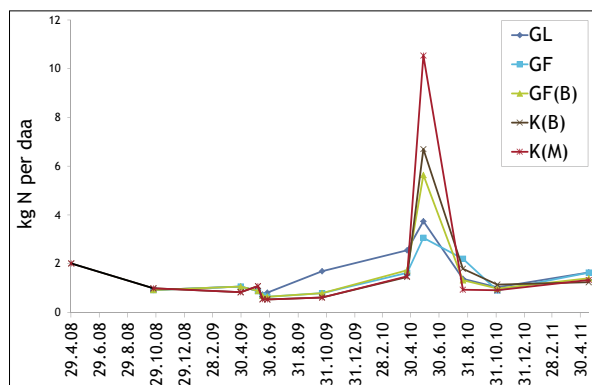
Tabell 1. Ulike behandlinger i feltforsøk i 2008, 2009 og 2010

Behandling	2008	2009	2010
GL	Bygg m/gjenlegg	Eng, alle slåtter liggende	Bygg
GF	Bygg m/gjenlegg	Eng, alle slåtter fjernet	Bygg
GF(B)	Bygg m/gjenlegg	Eng, alle slåtter fjernet til biogass	Bygg + biorest (6 kg NH <sub>4</sub> -N per daa)
GF2/3	Bygg m/gjenlegg	Eng, to første slåtter fjernet, siste liggende	Bygg
K(B)	Bygg	Havre	Bygg + biorest (6 kg NH <sub>4</sub> -N per daa)
K(M)	Bygg	Havre	Bygg + mineralgjødsel (8 kg N per daa)

## Resultater

Grønncmassen som ble fjernet fra grønnmjødselenga inneholdt i snitt 950 kg tørrstoff og 19 kg totalnitrogen per daa. Fermenteres avlingen i en biogassreaktor, har en da biorest-N til både den etterfølgende byggkulturen og til andre vekster i vekstskiftet. Byggavlingene var i snitt 300 kg/daa, bortsett fra feltet på Kvithamar som hadde svært lave avlinger, rundt 150 kg per daa. Med grønnmjødsel som forgrøde var det GL og GF(B) som gav de høyeste avlingene. På tre av de fire forsøksfeltene ga fjerning av grønncmassen (GF) byggavlinger på 64-77 % av der grønncmassen hadde blitt liggende. På Ås-feltet ble byggavlingene ikke påvirket av grønnmjødselhåndteringen. Dette feltet ble tresket så sent at det ble noe tap av korn før avlingsregistreringene, men det ble observert størst tap av korn der grønncmassen ikke hadde vært fjernet (GL).

Den økte N-avlingen i bygg, inkludert halm, på 1-2 kg N per daa etter der grønncmassen hadde blitt liggende tilsvarte 5-10 % av N i grønncmassen. Resten kan være bygget inn i organisk materiale eller tapt som ammoniakk, lystgass eller vasket ut som nitrat. Det var imidlertid generelt lave nivå av mineral-N i jord i hele forsøksperioden (Figur 1).



Figur 1. Mineral-N i jord (kg/daa) ved 0-20 cm dybde for feltet på Værnes ved ulike måletidspunkt i forsøksperioden.

Sent på høsten i etableringsåret av grønnmjødselenga var innholdet av nitrat i jorda i høyere der det ikke var gjenlegg i motsetning til der det var gjenlegg for tre av feltene. At denne fangveksteffekten ikke ble observert på det fjerde feltet kan skyldes at det spirte en del kløver også på ruter uten innsådd kløver. Om høsten etter ulik grønnmjødselhåndtering var innholdet av mineralnitrogen i jord (0-20 cm) høyere der man hadde latt grønncmassen blitt liggende (GL) og der man hadde fjernet de to første slåttene (GF2/3) på Kvithamar og Ås. På Værnes, som har den letteste jordarten av de fire feltene, fant man høyere nivå av mineral-N ved liggende grønncmasse (GL) også ned til 80 cm. Men på Apelsvoll var det høyere nivå av mineral-N der man hadde hatt korn i motsetning til der det var grønnmjødsel. Det var liten økning i mineral-N i jord en måned etter pløying av grønnmjødselenga, tilsvarende 10 dager etter oppspiring av kornet, i snitt 2 kg N per daa. Om høsten etter kornet ble tresket og påfølgende vår var nitratinnholdet i jorda høyere der det hadde vært grønnmjødseleng i motsetning til der det bare var dyrket korn etter korn, men det var ikke utslag for de ulike behandlingene av grønncmassen.

## Konklusjon

Vi fant 30 % lavere byggavling når grønncmassen ble høstet fra grønnmjødselenga året før, enn der den ble liggende. Frem til pløying av grønnmjødselenga fant vi også høyere nivå av nitrat i jorda der grønncmassen hadde blitt liggende, men nivået var lavt. Ved å behandle grønncmassen i biogassanlegg og bruke bioresten som vårgjødsel ble det oppnådd tilsvarende byggavlinger som der grønncmassen ble liggende etter hver slått selv om bare en del av grønncmassen ble brukt.

Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd, Forskningsfondet, Jordbruksavtalens forskningsmidler, Felleskjøpet Agri, Norgesfôr og Fiskå Mølle.

# Fermentering av grønnmasse

Kan man øke nitrogenutnyttelsen av grønnmassen ved husdyrløse økologiske gardsbruk ved å fermentere den i en biogassprosess før den lagres og benyttes som gjødsel? Det konkluderes her med at det foreløpig er en del utfordringer knyttet til selve biogassprosessen, både på grunn av at anleggene forventes å måtte være små, at vi har et kaldt klima og man ikke kan ha nytte av husdyrgjødsels stabiliserende effekt på biogassprosessen.

Tormod Briseid & Ove Bergersen  
Bioforsk  
tormod.briseid@bioforsk.no

## Innledning

Lavt avlingsnivå med store årsvariasjoner preger økologisk byggdyrking på husdyrløse gårder i Norge. Dette skyldes i hovedsak lav nitrogen tilgang til plantene tidlig i vekstsesongen. Høy nitrogenkonsentrasjon i grønnngjødselvekster og dagens praksis med 3-4 slåtter som blir liggende på bakken gjør at betydelige mengder nitrogen kan gå tapt i grønnngjødselåret og påfølgende vinter. I tillegg til redusert gjødselverdi kan nitrogentap representere forurensning til luft og vann. Dette danner bakgrunnen for at man i prosjektet «Økte byggavlinger i økologisk drift gjennom bedret grønnngjødselhandtering - Byggro» har ønsket å undersøke i hvilken grad biogass-fermentert grønnmasse kan øke nitrogenutnyttelsen og hindre tap av nitrogen. Dette fordi mesteparten av nitrogenet i biogassprosessen omdannes til ammonium som er lett tilgjengelig for plantene. En slik biorest/biogjødsel kan dessuten lagres og nyttes etter behov. Samtidig får man dannet fornybar energi i form av biogass som kan benyttes til produksjon av varme, til produksjon av elektrisk strøm eller til drivstoff.

## Biogassprosessen - hvilke utfordringer har vi på norske husdyrløse gardsbruk?

De vanligste substratene som benyttes i biogassanlegg er husdyrgjødsel, organisk avfall fra landbruket, avløps slam fra renseanlegg, matavfall og energivekster. Matavfall og avfall fra meierier og fiske er godt akseptert av økologiske gardbrukere (Lystad *et al.* 2002). Grønnmasse som i hovedsak består av kløver og gras, har mye til felles med en del energivekster som for eksempel enggras samt talle (dypstrø) basert på halm. Figur 1 viser enggras som slås og samles i

«halmballer» og benyttes som substrat i biogassanlegget på Foulum i Danmark. Denne typen anlegg er også utstyrt med spesiell teknologi egnet til å håndtere denne typen «ikke pumpbart» materiale.



Figur 1. Enggras (over) som slås og lagres i halmballer (under), før de benyttes som substrat sammen med husdyrgjødsel i biogassanlegget på Foulum i Danmark. Foto: Ove Bergersen.

En biogassprosess er en sammensatt mikrobiologisk prosess hvor organisk materiale brytes ned til metan og karbondioksid i fravær av oksygen. Prosessen

sies forenklet gjerne å være sammensatt av 4 trinn:

1) hydrolysetrinnet hvor sammensatte polymerer som eksempelvis stivelse og proteiner brytes ned til monomerer som sukre og aminosyrer, 2) syretrinet hvor monomerene gjæres til organiske syrer og alkoholer, 3) det anaerobe oksidasjonstrinnet hvor det dannes hydrogen, karbondioksid og eddiksyre, og 4) metantrinet hvor metan og karbondioksid (biogass) dannes (Schnürer & Jarvis 2009). Det er en utfordring at restproduktene fra enkelte mikroorganismer, for eksempel eddiksyre og propionsyre fra syretrinet, må benyttes raskt i neste trinn. Dersom de akkumuleres kan prosessen «gå sur». Siden forskjellige mikroorganismer eksempelvis har forskjellige optimumstemperaturer, forskjellig toleranse for ammoniakk og forskjellig toleranse for lav pH, vil endringer i disse viktige driftsparametrene kunne føre til at prosessen stopper opp.

### Strategier - valg av teknologi

Det er erfaringer i Europa med å benytte gras og andre energivekster som substrater i store anlegg, gjerne blandet med husdyrgjødsel. På mindre gårder i Norge uten tilgang på husdyrgjødsel må dette løses på en annen måte og man må vurdere hvilke typer teknologi som kan være aktuelle. Prosessene med kontinuerlig/semikontinuerlig tilførsel av substrat kan deles inn i ett-trinns-, to-trinns- eller plugflow-prosesser: Ett-trinns prosesser kjennetegnes ved at hele prosessen skjer i en og samme reaktortank. Dette krever at alle mikroorganismene må tilpasse seg de samme prosessbetingelsene. To-trinns prosesser gir på den annen side muligheter for å skille mellom prosesstrinnene og gir lettere et høyere biogassutbytte. Eksempelvis kan pH være lavere, oppholdstiden kortere og temperaturen lavere i hydrolyse- og syretrinet enn i metantrinet. Plugflow prosesser krever en spesiell reaktorutforming hvor massen flyttes sakte framover i en og samme reaktor, gjerne i et rørliggende system. Dette gjør det mulig å skille mellom prosesstrinnene, men er vanligst for fastere «kompostlignende» materiale. Prosesser med kontinuerlig/semikontinuerlig tilførsel av substrat krever daglig arbeid og er mest egnet for litt større biogassanlegg. For mindre gardsbruk kan batch- (satsvise) prosesser være et alternativ. Biomassen fylles i en reaktor hvor noe tidligere behandlet materiale er igjen som starterkultur (inokulum). Den første tiden kan gjerne luft være tilgjengelig for det innledende hydrolysetrinnet. Oksygenet brukes opp og de etterfølgende syre- og metantrinnene «overtar». Prosessen kan skje over flere måneder og flere reaktorer kan startes etter tur.

Det er kjent at større biogassanlegg basert på energivekster drevet semikontinuerlig med tilførsel av husdyrgjødsel, fungerer godt, men dette er ikke aktuelt for mindre husdyrløse norske gardsbruk. På denne bakgrunn ble det vurdert som mer aktuelt med batch- (satsvise) prosesser. I prosjektet «Økte byggavlinger i økologisk drift gjennom bedret grønngjødselhandtering - Byggro» ble det gjennomført forsøk i 30 liters skala med tørket kløver og gras. Resultatene av disse forsøkene viste at temperaturen burde være om lag 37 °C for å oppnå en tilfredsstillende produksjon av biogass. I tillegg måtte systemet bufres med tilsetning av lut eller større mengder husdyrgjødsel for å unngå at prosessen stoppet opp etter syretrinet (Bergersen & Briseid 2009).

### Konklusjoner

Å behandle grønngjødsel i store sentrale anlegg er et alternativ. Samarbeid mellom flere gårder/samdrift kan således være en mulighet. Å tilpasse biogassbehandling til mindre husdyrløse gardsbruk i Norge innebærer en del utfordringer:

- Det kan være et problem å sikre kontinuerlig drift på helårsbasis på små bruk.
- Mindre batchreaktorer kan være en mulighet, men det innebærer utfordringer knyttet til:
  - Å hindre at prosessen går sur (starterkultur/inokulum og bufferkapasitet)
  - Å sikre at prosess temperaturen er tilstrekkelig høy er en utfordring på små anlegg i Norge.
  - Enkle anlegg kan gi metanlekkasje - klimagassutslipp.
  - Liten kontinuitet i biogassproduksjonen gjør det vanskeligere å utnytte gassen.

Dette innebærer at valg av teknologi er viktig, og at det foreløpig er en del utfordringer knyttet til å biogassfermentere grønnmassen på mindre husdyrløse gardsbruk i Norge.

### Referanser

- Bergersen, O. & Briseid, T. 2009. Anaerobic digestion of herbage in a reactor experiment (WP 1.2) - Biogass potential av kløver og høy i økologisk landbruk. Bioforsk RAPPORT 4(120).
- Lystad, H., McKinnon, K. & Henriksen, T. 2002. Organisk avfall som gjødsel i økologisk landbruk - Resultater fra spørreundersøkelser og identifisering av FoU-behov. Jordforsk rapport 72-02.
- Schnürer, A. & Jarvis, Å. 2009. Mikrobiologisk handbok för biogassanläggningar. Avfall Sverige Utveckling U2009:03.

# Korttidseffekter av grønn gjødsel og biorest på meitemark

Korttidseffekter av grønn gjødsel og biorest på meitemark ble undersøkt. Det var flere meitemark og høyere biomasse der hvor grønnmassen var slått og ble liggende, sammenlignet med der den ble fjernet. Det å la grønnmassen ligge gav flere skogsmeitemark i begge jordtypene, og hadde positiv effekt gråmeitemark i leirjorda. Det var ikke registrerbare utslag på meitemark etter en gangs gjødsling med biorest.

Reidun Pommeresche & Sissel Hansen

Bioforsk

reidun.pommeresche@bioforsk.no

## Innledning

Plantemateriale av ulike slag er fôr til meitemark og annet jordliv. Grønnmassens karbonholdige stoffer som delvis fjernes med biogassfermentering, er energikilde for organismer i jorda. Biorest fra fermentering av grønnmasse har mye lavere innhold av ammoniumnitrogen enn biorest fra husdyrgjødsel eller husholdningsavfall. Formålet med undersøkelsen var å se på korttidseffekter av ulike håndtering av grønn gjødsel og bruk av biorest (laget av kløvereng) på antall, biomasse og artssammensetning av meitemark. Med korttidseffekter mener vi effekter målt høsten samme år som behandlingene ble gjort og høsten etter. Arbeidet er en del av prosjektet Byggro - Økte byggavlinger i økologisk drift gjennom bedret grønn gjødselhandtering.

## Materiale og metoder

Meitemark ble samlet fra jordblokker (20 x 20 x 20 cm) i to forsøksfelt, på Kvithamar og Værnes, i september 2009 og 2010. De ble samlet fra fire ledd med ulike behandlinger, med 4 gjentak og 2 parallellprøver i hvert gjentak (32 prøver fra hvert sted). På tre av leddene var det bygg med gjenlegg av kløver/gras (=grønn gjødsel) i 2008 (Tabell 1). I 2009 ble disse leddene slått 3 ganger, og grønnmassen ble liggende (L)

på ledd GL og fjernet (F) fra ledd GF og GF(B). Ingen gjødsel ble brukt. Ledd K(B) var korn, vårbygg i 2008 og havre i 2009, uten tilført gjødsel og uten underkultur. Våren 2010 ble alle leddene pløyd og sådd til med bygg. I ledd K(B) og GF(B) ble det harvet inn biorest (B) før såing. De andre leddene ble ikke gjødslet, fordi ettervirkninger av grønn gjødselhandtering året før ble undersøkt. Bioresten som ble tilbakeført var grønn gjødsel (gras og rød kløver) fermentert i en biogassreaktor. Det ble brukt en biorestmengde tilsvarende 11 kg tot-N pr daa i GF(B) og K(B). Bioresten lignet på tynnflytende blautgjødsel i konsistens. Jorda på Værnes er siltig sand og på Kvithamar er det siltig mellomleire.

## Resultater

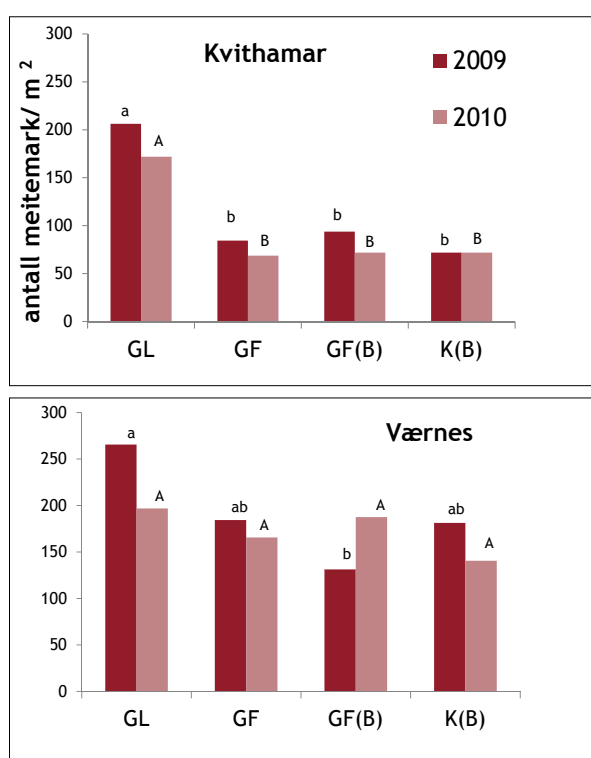
Det var flere meitemark og høyere biomasse på Værnes enn på Kvithamar (Figur 1 og 2). I gjennomsnitt for to år var det 185 meitemark per m<sup>2</sup> på Værnes, og 105 meitemark på Kvithamar. På begge steder var det flere meitemark og høyere biomasse i ledd hvor grønnmassen var slått og ble liggende (GL) sammenlignet med der den ble fjernet (Figur 1 og 2). Verken antall eller biomassen av meitemarken ble påvirket av om det ble dyrket grønn gjødseleng eller havre så lenge plantemassen ble fjernet.

Tabell 1. Behandlinger av de ulike forsøksledda som det ble tatt meitemarkprøver fra på Kvithamar og Værnes. GU = Vårsådd grønn gjødsel (gras og rød kløver) undersøkt i bygg. G= grønn gjødsel

Behandling/ledd	2008	2009	2010
GL	GU	G alle 3 slåttene liggende (L)	Bygg
GF	GU	G alle 3 slåtter fjernet (F)	Bygg
GF(B)	GU	G alle 3 slåtter fjernet til biogassreaktor	Bygg + biorest (B) (11 kg tot-N / daa)
K(B)	Bygg	Havre	Bygg + biorest (B) (11 kg tot-N / daa)



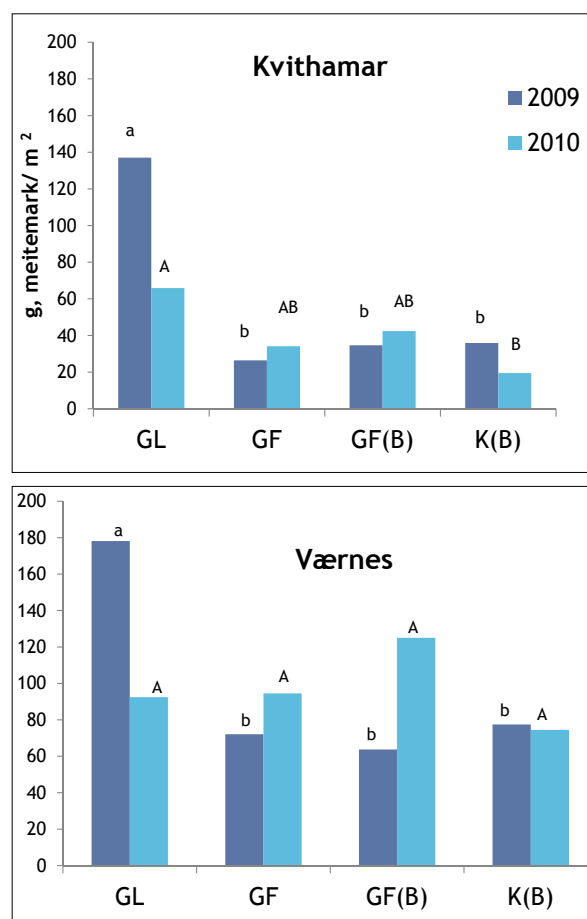
På Kvithamar, høsten 2010, var det fortsatt flest meitemark der grønnmassen fra grønn gjødsel ble liggende i 2009. Grønnmassen som ble pløyd ned våren 2010 påvirket ikke antall meitemark samme høst, men på Kvithamar var det en tendens til høyere biomasse etter grønn gjødsel enn etter havre. Det var ingen forskjell mellom de andre behandlingene. I sandjorda på Værnes var det ingen forskjell på verken antall eller biomasse av meitemark i 2010. Det var ikke noe registrerbart utslag av bruk av biorest. En tendens til utslag på Værnes i 2010 skyldtes en enkelt, veldig høy verdi av antall og biomasse i dette leddet (Figur 1 og 2).



Figur 1. Antall meitemark funnet i jorda (0-20 cm dyp) ved ulike bruk av grønn gjødsel og biorest (av grønnmasse) på Kvithamar (a) og Værnes (b). Antall meitemark i gjennomsnitt fra hvert forsøksledd (n=8). Se tabell 1 for hvilke behandlinger som ble gjort. Ulike bokstaver gjengir statistisk sikre forskjeller ( $p < 5\%$ ) for årene 2009 (små bokstaver) og 2010 (store bokstaver).

Arter som ble funnet var i hovedsak grå meitemark (*Aporrectodea caliginosa*) (Figur 3). I tillegg ble det funnet en del skogsmeitemark (*Lumbricus rubellus*) på begge steder, mens rosameitemark (*A. rosea*) bare ble funnet på Kvithamar. Noen stormeitemark (*L. terrestris*) ble også funnet. Det var flere skogsmeitemark ( $p < 0,01$ ) i ledd hvor grønnmassen ble slått og liggende (GL) enn i de andre leddene på begge felt i 2009 (Figur 3). Dette kan tolkes som en rask respons

på at organisk materiale ble tilført på overflaten i dette leddet. Denne effekten var ikke synlig i 2010. På Kvithamar var det også flere gråmeitemark i dette leddet begge år, men ikke på Værnes. Dette kan skyldes at også gråmeitemarken henter organisk materiale i overflaten i denne relativt tette jorda, og at omdanningen går saktere slik at den kan bruke grønnmassen også sesongen etter når den ble pløyd ned. Heller ikke på arter av meitemark var det noe utslag for korttidseffekt av biorest av grønnmasse. Dette er resultater etter en gangs tilførsel av biorest fra grønnmasse, og kan ikke brukes til å konkludere generelt om effekter av ulike typer biorest på meitemark. Biorest fra fermentering av grønnmasse har for eksempel mye lavere innhold av ammoniumnitrogen enn biorest fra husdyrgjødsel eller husholdningsavfall.



Figur 2. Biomasse av meitemark funnet i jorda (20 cm dyp) ved ulike bruk av grønn gjødsel og biorest (av grønnmasse) på Kvithamar (a) og Værnes (b). Biomasse av meitemark i gjennomsnitt fra hvert forsøksledd (n=8). Se tabell 1 for hvilke behandlinger som ble gjort. Ulike bokstaver gjengir statistisk sikre forskjeller ( $p < 5\%$ ) for årene 2009 (små bokstaver) og 2010 (store bokstaver).

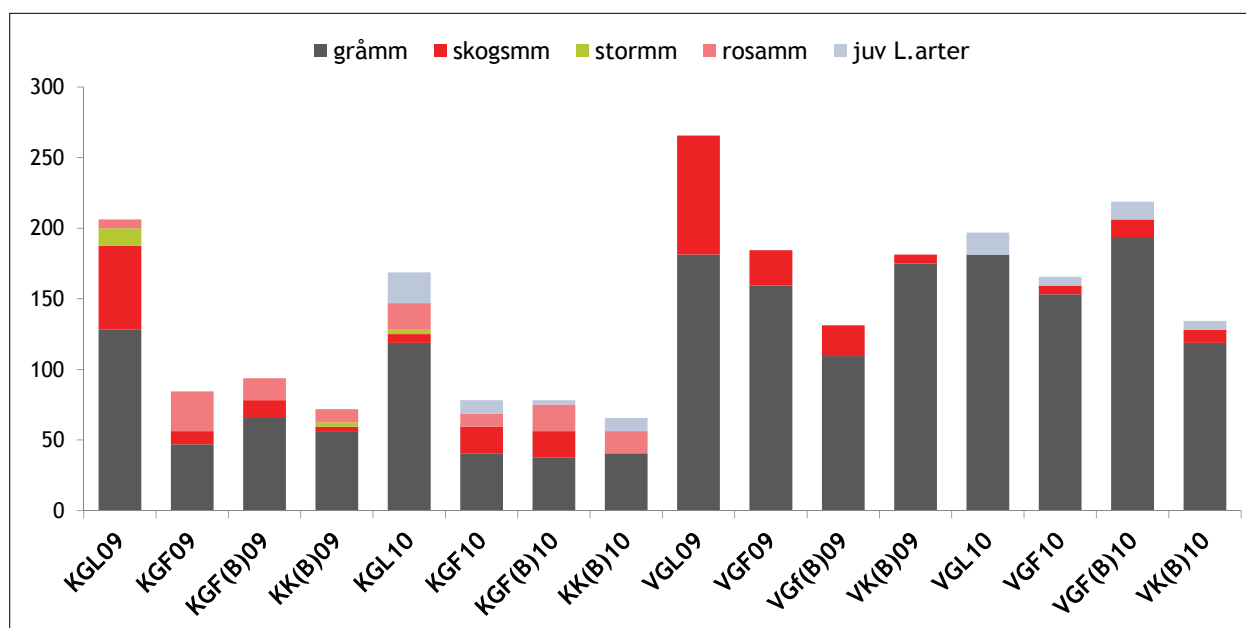


Fig 3. Antall individer av ulike arter meitemark i 2009 (09) og 2010 (10) på Kvithamar (K) og Værnes (V). Se tabell 1 for behandlinger som ble gjort. Juv L = juvenile *Lumbricus* arter, rosamm = *A. rosea*, stormm = *L. terrestris*, skogsmm = *L. rubellus*, gråmm = *A. caliginosa*.

# Grønngjødslingsstrategier ved økologisk korndyrking

Dyrking av kløvereng i vekstskiftet bidrar til å opprettholde jordas fruktbarhet ved korndyrking. Ved økologisk, husdyrløs kornproduksjon er det ikke uvanlig med grønngjødseleng hvor grønnmassen blir liggende på jorda etter slått. Men hvordan kan den næringsrike grønnmassen brukes slik at vi får best mulig bedring av jordfruktbarheten, størst matproduksjon, og minst mulig tap til omgivelsene?

Sissel Hansen  
Bioforsk  
sissel.hansen@bioforsk.no

## Innledning

I norsk jordbruksproduksjon er det ofte gras og kløver i blanding som dyrkes som helårsgrønngjødsel. Der som plantemassen blir høstet, kan den selges, brukes til fôr eller som gjødsel for korn og andre matvekster neste vår. For å kunne bruke plantemassen som gjødsel året etter må den oppbevares over vinteren. Dette kan gjøres ved at plantemassen fra grønngjødsel tørkes, ensileres, komposteres eller omdannes anaerobt i biogassanlegg. Dette innlegget drøfter effekt av ulike strategier for bruk av grønnmasse fra helårsgrønngjødsel ved kornproduksjon. Det er for tidlig å konkludere. Drøftingen er derfor ment som innspill til diskusjon. Effekt av subsidier på bondens økonomi er ikke tatt med her.

## Materiale og metoder

Resultater fra Byggro (Frøseth *et. al* 2012) og annen tilgjengelig kunnskap, brukes som bakgrunn for drøftingene som blir gjort.

## Diskusjon

Når kan grønnmassen fjernes og brukes som fôr, eller gjødsel et annet sted, uten at det går ut over jordfruktbarhet og kornavling året etter? I Byggro fant vi at på de fleste felt var byggavlingene lavere der grønnmassen fra grønngjødsel ble fjerna enn der den ble tilbakeført. Dette er i motsetning til tidligere undersøkelser på næringsrik jord (Solberg (1995), Whitbread *et al.* (2000) and Frøseth *et al.* (2008)), hvor grønngjødsel har gitt like god avlingseffekt på korn året etter enten grønnmassen har blitt fjernet eller tilbakeført. En årsak til dette kan være at det på våre felt har vært fjernet mer næring enn det som er tilført over en rekke år. Noe som ikke er uvanlig i

økologisk husdyrløs kornproduksjon. For å bevare og øke jordfruktbarheten i jord som er mindre næringsrik, vil det i de fleste tilfelle være aktuelt med en eller annen form for tilbakeføring av grønnmasse fra grønngjødsel. Enklest og rimeligst er det å la hele eller deler av plantemassen bli på jordet. Fordi det er så mye næring som blir samlet i en grønngjødseleng, kan det være hensiktsmessig å høste en eller flere slåtter og la noe bli igjen. For å sanere flerårig ugras er det viktig at grønngjødselen blir slått på riktig tidspunkt (Mangerud & Brandsæter 2009).

På lett sandjord kan liggende plantemasse lett føre til utvasking. Dette ble observert av Askegaard *et al.* (2005), og støttes av våre resultat fra feltet på Værnes. På lett jord vil det derfor være rett å bruke en annen tilbakeføringsstrategi enn å la grønnmassen ligge.

## Vurdering av ulike tilbakeføringsstrategier

Både tørket og ensilert gras brytes sakte ned og er derfor lite egnet som vårgjødsling til korn. Der det finnes drøvtyggere, vil et samarbeid med nærmeste husdyrproducent være en rimelig og god løsning. Grønnmassen blir da brukt direkte til matproduksjon samtidig som gardbrukeren får husdyrgjødsel til å gjødsle kornet med.

I områder uten husdyr vil det være kompostering eller biogassfermentering som er aktuelt. Kompostering krever ikke så kostbare anlegg som biogassfermentering og kan gjøres på den enkelte gård ved å blande grønnmasse og jord, snu det ofte de første 3 ukene og dekke med presenning eller annet for å beskytte mot regn og sol. Komposten vil kunne være et godt

jordforbedringsmiddel. Spesielt på lett sandjord kan dette være viktig. For å kunne få en god kornavling, er det imidlertid viktig at det også finnes lett tilgjengelig nitrogen på våren.

I biorest fra biogassproduksjon er nitrogenet mer tilgjengelig enn i kompost. Biorest er det som blir igjen når lettløselige karbohydrater er omdannet til metan i et biogassanlegg. Da vi startet dette prosjektet så vi for oss at sommerens grønnmasse ble omdannet i ei «jernku» (enkelt biogassanlegg) over vinteren. Men som vist i innlegget til Briseid og Bergersen (2012), er ikke dette enkelt. En bedre løsning er derfor å utnytte eksisterende biogassanlegg der slike finnes i rimelig nærhet til gården.

Vi observerte at det var enkelte problem med veksthemming der det ble tilført biorest. Selv om bruken av biorest kan se lovende ut gjenstår det derfor fortsatt en del utprøvinger. Fordi karbonet som fjernes ved biogassfermentering, er en viktig energikilde for organismene i jord trengs det mer langvarige utprøvinger for å kunne si noe om effekt på jordlivet.

### **Hva med økologisk fôrkorndyrking i områder uten husdyr og uten andre relevante næringskilder enn grønn gjødsel, er det forsvarlig?**

En rekke prosjekt har hatt som mål å øke kornavlingene i økologisk, husdyrløs kornproduksjon. Dette er imidlertid ikke lett. Dersom kornet skal brukes til fôr, vil selvfølgelig allsidig drift med korn og husdyr på samme gård, eller i nabosamarbeid, gi best sirkulering og utnyttning av næringsstoff. Dette er ikke alltid mulig, blant annet fordi klima og infrastruktur i mange grovfôrdistrikt gjør det utfordrende å dyrke korn.

Avlingsresultatene fra Byggro og tidligere prosjekt, viser at det er mye lettere å få gode grovfôravlinger enn gode kornavlinger ved økologisk produksjon, og at det er spesielt utfordrende ved husdyrløs produksjon. Det er derfor et tankekors at behovet for økologisk produsert kraftfôr øker fordi andelen av kraftfôr i fôrrasjonen øker i økologisk melkeproduksjon. En mer økologisk strategi vil være å utnytte lokalt produsert grovfôr bedre.

Ertedyking kan være et interessant alternativ eller supplement til grønn gjødsling i korn-distrikt, men uten tilførsel av noe næring utenfra vil jorda kunne pines ut.

### **Oppsummerende tanker**

På tyngre jord kan grønnmasse bli liggende på jorda etter slått. Hvor stor del av grønnmassen som kan bli liggende uten fare for utvasking, avhenger av lokale forhold. På sandjord, eller næringsrik jord, bør grønnmassen høstes. For å opprettholde jordfruktbarheten i sandjord kan grønnmassen behandles ved kompostering eller biogassfermentering og tilbakeføres som næring til korn på våren. Best utnyttning av grønn gjødselmasse får en ved samarbeid med husdyrprodusenter.

### **Referanser**

- Askegaard, M., Olesen, J. & Kristensen, K. 2005. Nitrate leaching from organic arable crop rotations: effects of location, manure and catch crop. *Soil Use and Management* 4:181-188.
- Briseid, T. & Bergersen, O. 2012. Fermentering av grønnmasse. *Bioforsk FOKUS* 7(2):90-91.
- Frøseth, R. B., Hansen, S. & Bakken, A. K. 2008. Contribution of N from frequently chopped green manure to a succeeding crop of barley. In: Neuhoff, D. *et al.*, (eds). *Proceedings of the Second Scientific Conference of The International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR)*. Modena, Italy, 18-20 June 2008.
- Frøseth, R. B., Bakken, A. K., Bleken A.K., Riley H., Thorup Kristensen, K.T. & Hansen, S., 2012. Nitrogenutnyttning ved ulik grønn gjødselhåndtering. *Bioforsk FOKUS* 7(2):88-89.
- Mangerud, K. & Brandsæter, L.O. 2009. Ugras i korn, oljevekster og kjernebelgvekster. *Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk*. *Bioforsk FOKUS* 4(4):8-106.
- Solberg, S. Ø. 1995. Nitrogen mineralization and after-year effects of green manure on certain soils in Southeast Norway. *Norsk Landbruksforskning*. 9:117-132.
- Whitbread, A. M., Blair, G. J. & Lefroy, R. D. B. 2000. Managing legume leys, residues and fertilisers to enhance the sustainability of wheat cropping systems in Australia 1. The effects on wheat yields and nutrient balances. *Soil & Tillage Research*. 54:63-75.

# Dyrkingsverdien av nye potetsorter

Det har i flere sammenhenger vært etterlyst hva slags økonomiske utslag resultatene fra sortsforsøka gir. Hvor stor er forskjellen i kroner per daa ved å velge en sort framfor en annen. Det er umulig å gi et eksakt og helt korrekt svar på dette, men resultatene her angir et økonomisk styrkeforhold mellom sortene under gitte forutsetninger.

Per J. Møllerhagen  
Bioforsk  
per.mollerhagen@bioforsk.no

Dyrkingsverdien av en potetsort vil være avhengig av flere forhold. De aktuelle kjøperne av potet i Norge har ulike leveringsbetingelser. Kvalitet vektlegges forskjellig, og kvalitetspremieringen slår ulikt ut. For konsumleveranser resulterer mye feil i stor utsorteringsprosent, mens i industrien vil mange feil gi et mindre påslag (eventuelt sterkere trekk dersom antall feilenheter er høyere enn ca. 16) på prisen. Det er også vanlig å betale mer spesifikt etter sort i industrien. Dyrkingsverdien av en potetsort avhenger også av avlingas størrelsesfordeling. Andelen under minstemålet bør være minst mulig for at avlingsverdien skal bli høy. De viktigste parametrene i verdivurderinga for

sortene er: kg/daa i salgbar fraksjon, totalt andel indre og ytre feil (feilenheter), lagersvinn, tørrstoffinnhold i industrisortene og friterfarge i chipsindustrien (lys chips premieres med et påslag i prisen).

Det er umulig å gi en verdivurdering av sortene som fanger opp alle detaljer i de ulike leveringskontrakter, derfor defineres noen viktige gitte forutsetninger ved leveranser til konsum, chips og pommes frites. Avlingstall, lagersvinn, kvalitetsfeil og tørrstoffinnhold hentes fra resultatene i verdiprøvinga på Østlandet. Siden 2000 har det kommet 18 nye sorter inn på den norske sortslista. De sortene som er tatt med her er

Tabell 1. Verdivurdering av halvseine potetsorter på Østlandet 2009 - 11, 29 felt

Sort	Bruksomr*	Avling >42mm kg/daa	Kvalitet feil** vekt %	Største kvalitetsfeil	Kval tillegg øre/kg	Vektsvinn 3mnd 4° %	Vektsvinn 3mnd 6° %	Tørrstf korr.*** øre/kg	Verdi kr/daa
Beate	K	4094	23	vspr, misf		3,4		0(23,2 %)	6930
Asterix	K	4573	11	grønt		2,9		0(22,0 %)	9056
Folva	K	5605	18	grønt, vspr		2,7		0(20,6 %)	10223
Senna	K	5326	24	grønt, vspr		2,4		0(18,6 %)	9016
Saturna	CH	3928	33(15Fe)	indre, grønnt	4		4,2	10(24,3 %)	8393
Lumiera	CH	3876	27(12Fe)	kolv, misf	15		3,9	5(23,2 %)	8195
Polaris	CH	3357	21(9Fe)	kolv, vspr	20		3,7	13(25,4 %)	7532
Ramos	PF	4776	25(16Fe)	grønnt	9		4,6	-6(21,0 %)	9243
Fontane	PF	4547	25(16Fe)	grønnt, vspr	9		5,3	-3(22,0 %)	8870
Royal	PF	5570	26(17Fe)	grønnt, vspr	6		3,7	-3(22,4 %)	10889
Beate	PF	4094	24(16Fe)	vspr, misf	9		5,3	0(23,2 %)	8103

\* K = konsum, CH = chips, PF = pommes frites

\*\* 'Saturna' er satt til 15 feilenheter(Fe) og 'Beate' PF er satt til 16 Fe. Fe for de andre chips- og pommes frites sortene er beregnet i forhold til vekt % kvalitetfeil. For konsumsortene er det de ytre kvalitetsfeil som er tatt med

\*\*\*Tørrstoffprosenten er angitt i parentes. 'Polaris' og 'Lumiera' har fått et ekstra kvalitetstillegg på 4 øre/kg pga lys chipsfarge

de fire målesortene Beate, Saturna, Asterix og Folva, samt de seks sortene som er under utprøving. Beregningene er gjort på grunnlag av verdiprøvningsforsøka på Østlandet i perioden 2009-11 (Tabell 1).

Følgende forutsetninger for verdiberegningene av sortene er valgt:

- Konsumsorter: Avling i kg/daa > 42 mm fratrukket summen av lagersvinn etter 3 mnd. lagring (4 °C) og totalt andel ytre feil i vekt % som ble registrert i oktober/november. Nettoavlinga multipliseres med en oppgjørpris for januar satt til kr 2,30.
- Pommes frites- og chipssorter: Kg/daa > 42 mm fratrukket lagersvinn etter 3 mnd. lagring ved 6 °C. Nettoavlinga blir multiplisert med kr 2,00 + tørrstofftillegg + kvalitetstillegg.

De forutsetningene som er valgt ved industrileveranser er et gjennomsnitt av ulike leveringsbetingelser til chips og pommes fritesproduksjon. Prisen på kr 2,00 er en gjennomsnittspris inklusiv lagringstillegg i januar. For konsumpotetene så er ikke overflateskurv og skallmissfarging tatt med i vekt % kvalitetsfeil.

## Resultater

'Folva' kom best ut av konsumsortene. 'Senna' og 'Asterix' kom ut på vel kr 9000.- per daa. Både 'Senna' og 'Beate' hadde mest ytre kvalitetsfeil, og dermed størst andel frasortert (23-24 %). 'Beate' hadde i tillegg laveste avling og høyest vektsvinn på lager, og kom derfor dårligst ut.

Både 'Lumiera' og 'Polaris' kom dårligere ut økonomisk enn 'Saturna', på tross av høyere kvalitetstillegg. 'Polaris' ga ca. 600 kg/daa mindre avling enn 'Saturna', og ble derfor den chipssorten som kom dårligst ut. 'Lumiera' hadde størstedelen av pristrekket på grunn av kolv.

'Royal' kom økonomisk best ut av pommes fritessor-tene. Sorten ga klart høyest avling, samtidig som vektsvinnet på lager var minst. Både 'Ramos' og 'Fontane' ga høyere avlingsverdi enn 'Beate' til pommes frites leveranse.

# Dyrkerskapte feil - betydning for lønnsomhet - aktuelle forbedringstiltak

Begrepet «dyrkerskapte feil» brukes gjerne om kvalitetsfeil som kan påvirkes gjennom ulike dyrkingstekniske tiltak. Ved å forbedre dyrkingsteknikken vil det være mulig å forbedre lønnsomheten i potetdyrkinga. Dersom det forventes en potetpris på kr 2,00 per kg vil 18 % utplukk utgjøre kr 1.080,- i tapt avling per daa ved et avlingsnivå på 3000 kg per daa. Ved industrileveranser vil en forbedring på 16,2 feilenheter kunne gi et kvalitetstillegg på 36 øre per kg, tilsvarende 1.080,- kroner per daa ved samme avlingsnivå. Mindre kvalitetsfeil vil gi bedre betaling for potetavlinga.

Per Y. Steinsholt  
Bioforsk/Fagforum Potet  
per.steinsholt@bioforsk.no

Prosjektet Fagforum Potet har de siste sesongene innhentet opplysninger fra potetbransjen om mengde og type kvalitetsfeil ved levering. Her presenteres siste års resultater, og et sammendrag for de 3 siste års leveranser. Det er også disse som ligger til grunn for aktuelle forbedringstiltak. Tallene er innhentet fra HOFF, Findus, Hvebergsmoen Potetpakkeri, Maarud, KiMs og Totenpoteter, og de presenterte resultatene baserer seg på ca. 60 000 tonn til matpotetpakkeriene, og ca. 110 000 tonn til potetindustrien hvert år. I industrileveransene inngår chips, pommefrites, flakes og ferdigpoteter.

Grunnlaget for tallene som presenteres er verditapet av potetavinga ved leveranser fra garden til ulike anvendelser. Pristrekket varierer mellom de ulike potetmottagerne, og kvalitetsvurderingen skjer også på ulike måter.

Ved leveranser til konsum er det totale kvalitetstrekket lik 18 % utplukk av avlinga, og ved industrileveranser blir kvalitetstrekket gjort etter feilenheter - i middel 16,2 feilenheter for de 3 sesongene. Variasjonen mellom årene har vært fra 15,3 (2008) til 16,7 feilenheter (2010).

Tabell 1 viser hvor stor andel hver enkelt kvalitetsfeil har av verdien av det totale kvalitetstapet. Tallene angis for matpoteter og industripoteter separat og felles for de to bruksområdene.

## Kvalitetsfeil i potetleveransene 2008-2010 - betydning for lønnsomheten

Det er mekaniske skader, grønne knoller og skurv som dominerer det totale kvalitetsbildet, med ca. 55 % av kvalitetstapene både i matpoteter og i industrileveranser. Mellom matpoteter og industripoteter er det likevel en del variasjon mellom de enkelte kvalitetsfeilene, og også ulike kvalitetskriterier.

Samlet har sterke og svake mekaniske skader vært årsak til fjerdeparten av kvalitetstapene ved levering, mens grønne knoller har vært årsak til sjettedparten. Skurv fulgte deretter, med 13 % av kvalitetstapene totalt.

Svake mekaniske skader var største enkeltfeil ved matleveranser, mens grønne knoller har dominert ved industrileveranser. Situasjonen var den samme i alle de tre sesongene.

Andelen grønne knoller har vært økende. Til mat økte andelen fra den første sesongen til den andre, mens problemet har økt hvert år i industrileveransene.

Skurvangrepene varierer fra år til år, mest var det i vekstsesongen 2008 og minst i sesongen etter. Det var tørt i knolldanningsfasen i 2008. Det er hvert år registrert minst dobbelt så mye skurv i matpoteter som i industripoteter. Kvalitetsfeilen skurv består av flatskurv, vorteskurv og blæreskurv, mens overflateskurv vesentlig består av sølvskurv og svartskurv. Overflateskurv registreres ikke som egen kvalitetsfeil i industrien.

Tabell 1. Kvalitetsfeil i potet - verditap i prosent av det totale verditap

Kvalitetsfeil	Matpoteter		Industrileveranser		Totalt	
	Sesongen 2010-11	3 sesonger 2008-11	Sesongen 2010-11	3 sesonger 2008-11	Sesongen 2010-11	3 sesonger 2008-11
Grønne knoller	12,0	10,4	24,1	21,9	19,2	17,6
Mekaniske svake skader	20,4	22,9	12,4	10,9	15,6	16,0
Skurv	19,0	18,8	8,6	8,8	12,8	13,0
Mekaniske sterke skader	3,9	3,3	10,7	12,2	8,0	8,3
Kolv - hulrom	1,7	1,6	8,5	11,3	5,8	7,1
Skallmisfarging *	16,3	15,3	0	0	6,5	6,5
Vekstsprekker	3,6	3,9	9,2	8,2	7,0	6,4
Andre indre defekter	5,8	7,2	3,3	3,2	4,3	4,9
Tørre råter	2,4	1,9	7,2	6,8	5,3	4,8
Bløte råter	0,6	0,5	8,5	7,6	5,4	4,6
Misform	5,3	4,7	1,6	1,8	3,1	3,1
Overflateskurv **	5,9	6,6	0,5	0,2	2,3	2,9
Rust	0,5	0,4	3,3	3,9	2,2	2,4
Støtblått	1,2	1,3	1,6	2,0	1,4	1,7
Visne	0,8	0,6	0,0	0,1	0,3	0,3
Grodde	0,5	0,5	0,0	0,0	0,2	0,2
Andre feil	0,1	0,1	0,5	1,1	0,6	0,2
Sum	100	100	100	100	100	100

\* Skallmisfarging ved vask

\*\* Sølvskurv og svartskurv

Skallmisfarging skyldes umodne knoller og dårlig sårheling. Det er den tredje største kvalitetsfeilen i matpoteter, men registreres ikke i industripoteter. Mengden har vært om lag lik fra sesong til sesong ifølge disse registreringene.

Kolv eller hulrom er den tredje største kvalitetsfeilen i industripoteter, men har minket i andel fra år til år. Andelen kolv utgjorde mindre enn 10 % siste sesong. Det er som kjent betydelig variasjon i kolv mellom sortene, og en del av industrien ønsker store knoller til pommes frites. Det gir utfordringer for potetdyrkeren.

Vekstsprekker er også en betydelig kvalitetsfeil, særlig i industripoteter med vel 8 % av kvalitetsfeilene i en av sesongene. Vekstsprekker skyldes rykk og nappvekst, men også en del svartskurvangrep som gir

sprekker og misform på potetene. Misform er forøvrig en betydelig kvalitetsfeil i matpotetleveranser, men mindre i industrien.

Bløte og tørre råter gir store kvalitetstap i industrileveransene, men ikke i matpotetleveringene. Dette skyldes trolig at partier med råtne knoller ikke blir levert til matpotetpakkeriene, men går til andre anvendelser.

Ved potetleveringene registreres også andre kvalitetsfeil enn de som er nevnt her i teksten. Disse utgjør mindre deler av totalkvantumet, men kan likevel ødelegge enkeltpartier. Eksempler på dette er indre defekter og sentralnekroser i chipspotetdyrking, jordboende virus på enkelte jordarter, og støtblått ved handtering av enkelte sorter.



### Aktuelle forbedringstiltak

Mengde og type kvalitetsfeil påvirkes i stor grad av sortsvalget. Her har dyrkeren oftest begrenset valgmulighet, ettersom matpotetmarkedet og industrien stiller spesifikke krav som begrenser dette. Dyrkerne må derfor forholde seg til de svakhetene som potet-sortene innehar, dog med klare muligheter til jevnlig å kjøpe inn friske sertifiserte settepoteter.

Forbedret dyrkingsteknikk krever innsats, og denne innsatsen bør settes inn der den gir mest utbytte. Det blir laget sortspesifikke dyrkingsveiledninger for de ulike formål. Tallene i tabell 1 viser at det fortsatt er mye å hente i innhøstingsfasen. Det er der de fleste mekaniske skadene oppstår. Steinfjerning og riktig innstilt høstmaskin bør være i fokus, men også modne knoller som tåler mer mekanisk påkjenning og gir mindre skallmisfarging enn umodne. Lysgroing og riktig gjødsling gir muligheter.

Skurv kan unngås med tidlig vanning, vekstsprekker og kolv med jevne fuktighetsforhold gjennom hele vekstsesongen. Kolv og sentralnekroser kan reduseres med riktig gjødsling. Beising av settepotetene gir mindre svartskurv-sklerotier og mindre oppsprekking på grunn av svartskurvsoppen.

Og sist, men ikke minst, er det mange tiltak som kan redusere grønnfargingen på potetene. Riktig settedybde, stor radavstand, kjørespor, samt god hypping ( gjerne 2 ganger) er meget aktuelt. Jevn oppfølging av mulige skadegjørere er også svært viktig.

# Yara N-sensor® brukt ved delgjødning til potet, ugrassprøyting og risdreping

Yara N-sensor® er utviklet av Yara og har vært i drift siden 1998. Det går nå over 1000 enheter i hovedsak i Nord-Europa med Tyskland som det største markedet med over 500 enheter. Sensoren blir i hovedsak nyttet ved delgjødning i korn og oljevekster, men har siden 2008 hatt ferdig algoritme for delgjødning i potet. Hovedhensikten med konseptet er en bedre N-effektivitet med redusert miljøbelastning og klimaavtrykk. Dessuten større presisjon ved plantevernmiddelbruken som i sum gir et bedre økonomisk resultat.

Joerg Jasper<sup>1</sup> & Bjørn Tor Svoldal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hanninghof Research Institute, <sup>2</sup> Yara Norge AS  
bjorn.tor.svoldal@yara.com

## Innledning

Fokuset på rett gjødning og N-effektivitet har gjennom de seneste tiåra ført til en stadig forbedret praksis også i potetdyrkingen. Samtidig har ønsket om en stadig forbedring av ulike kvalitetsparametere i potet vært viktige problemstillinger å avklare gjennom ulike forskningsprosjekter. Dette gjelder så vel indre defekter, modningsgrad og i den sammenheng skallkvalitet. Delt N-gjødning og omallokering av nitrogen i felt samt presisjonen i dette dyrkingstiltaket har blitt mulig ved hjelp av Yara N-sensor®. Ikke minst gir dette også muligheter for forbedret miljøstandarder ved dyrkingen av potet.

## Materiale og metoder

Forsøkene ble gjennomført ved Hanninghof Research Centre, Yara sitt eget forskningscenter, dels i samarbeid med Plant Research International (PRI), Wageningen og Altic BV, Dronten. Forsøksserier både med smårutforsøk og storskalaforsøk er nyttet som dokumentasjon i de ulike deler av prosjektet. Delgjødningsforsøk i småruter. Full gjødning ved setting sammenlignet med delgjødning av nitrogenet på to ulike tidspunkter. Testing av N-sensor® og utvikling av algoritmer for en best mulig optimal gjødning i storskalafelt.

Forsøkene ved optimering av ugrassprøyting og risdreping er gjennomført i storskala med N-sensor.

## Forsøksplan

Forsøksplanen med delt N-gjødning er som tabell 1 viser.

Tabell 1. Forsøksplan

Ledd	Før hyp-ping Standard N gjødning kg N/ha	Knollansett GS 34/35 kg N/ha	Radlukning kg N/ha	Total N- gjødning kg N/ha
1	160	0	0	160
2	120	40	0	160
3	120	0	40	160

Planen er balansert med P og K gjødsel fra våren. Nitrogenet er delt til ulike tider med totalt samme mengde nitrogen i sum for hele sesongen.

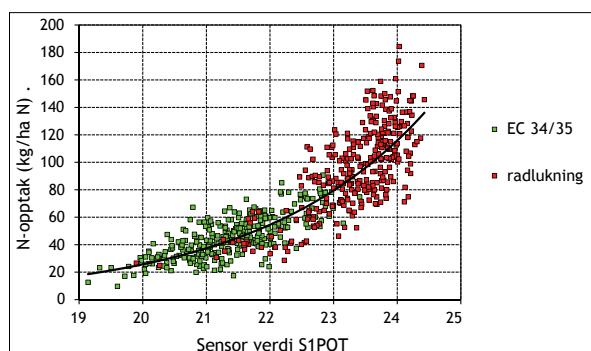
## Resultater

Resultatene viser tendens til økt avling ved delgjødning. Dette gir rom for omfordeling av om lag 25 % av nitrogenet ved de to delgjødningstidspunktet, GS 34/35 og radlukning. Sensorverdiene er godt korrelert i forhold til N-opptak med en  $r^2$  på 0,789.

Ugrassprøytinga er gjennomført i storskala og en fant en reduksjon i ugrasmiddelbruken på henholdsvis 42 og 52 % i forhold til vanlig praksis i 2006 og 2007. Modellen for presisjon i ugrassprøyting og risdreping har vært tilgjengelig i markedet siden 2008.

Algoritmen for N-gjødsling blir fortsatt videreutviklet i forsøk og praktisk testing. Forsøkene blir utført på Hanninghof Research i samarbeid med Plant Research International (PRI), Wageningen og Altic BV, Dronten.

### Sensor- verdi og N opptak



Figur 1. Korrelasjon mellom N-sensorverdiene og Nitrogen opptatt i potetplanten ved to ulike vekststadier.

### Konklusjon

Bruk av Yara N-sensor® gir mulighet til utjevning av N-behovet ved delgjødslaing:

- Store variasjoner ved ekstremvær, utvasking, denitrifikasjon, kan rettes opp med mer eller mindre nitrogen i delgjødslaing
- Kan gi større avling av en bedre kvalitet, jevnere modning i partiet, bedre skallkvalitet, jevnere TS %
- Reduserer forbruket av plantevernmidler, ugras- og risdrepingsmidler
- I sum gir dette en bedre brutto lønnsomhet

Arealet som en N-sensoren brukes på avgjør den totale lønnsomheten ved en slik investering. Nedbetalingstid og lønnsomhet kan kalkuleres ved hjelp av "kalkulatoren" der en selv setter inn forutsetningene. Denne finner en på [www.yara.no](http://www.yara.no).

# Djupluckring- och bevattningens effekt på skörd, kvalitet och fosforupptag

Det är allmänt känt sedan länge att potatis kräver en lucker och fuktig jord för att avkasta väl. I svenska försök har man nu visat att det kanske är viktigare än man tidigare trott. Försöken visar att det i många fall lönar sig att luckra jorden så djupt som till 55 cm och att bevattning kan medföra en intäktsökning på omkring 100 000 SEK per hektar. I många fall är vattnet den viktigaste faktorn men även ett ökat växtnäringsupptag tycks medverka till de positiva effekterna.

Joakim Ekelöf  
Sveriges lantbrukuniversitet  
Joakim.Ekelof@slu.se

Potatis anses ofta som en torkkänslig gröda på grund av sitt relativt och grunda och korta rotsystem. Det grunda rotsystemet beror till stor del på att potatisens rötter inte klarar av att penetrera kompakt jord vilket leder till att rötterna stannar i den översta profilen. Det faktum att potatis ofta odlas på lätta sandjordar bidrar ytterligare till ett ökat bevattningsbehov.

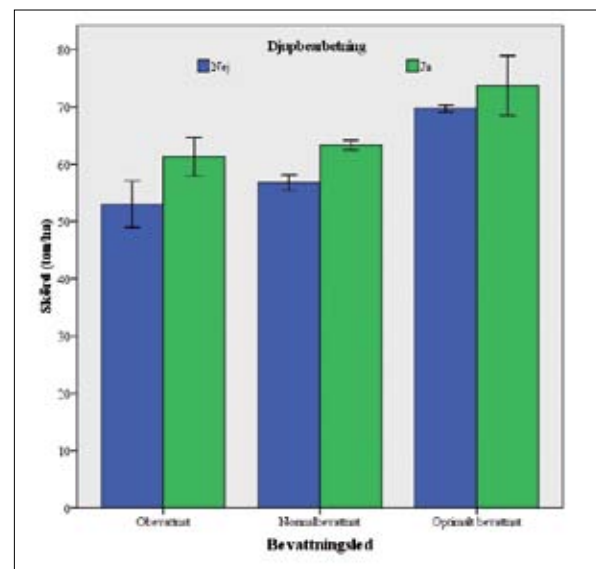
## Material och metod

Under fem års tid har nu område Agrosystem på Sveriges lantbruksuniversitet Alnarp tillsammans med Lyckeby Stärkelsen studerat effekten djupluckring och bevattning. Tanken med försöken är att luckra jorden på djupet så att potatisrötterna kan nå längre ner i profilen och på så vis utnyttja vatten och näring effektivare. Luckringen har gjorts ner till 55 cm, mellan raderna, efter sättnings, med en Agrisem Cultiplow. Under de första tre försöksåren ingick tre olika bevattningsled för att studera effekten vid olika markfuktsnivåer. År 2010 testades djupluckringen i större skala (500 ha) på olika jordar för att se vilken jordart som luckringen fungerar bäst på. Under 2011 fokuserades studierna på frågeställningen om vilken effekt luckringsdjupet har på skördeeffekten. Parallellt har även försök gjorts för att studera markfuktens inflytande på näringsupptaget. I mån av tid kommer samtliga resultat att presenteras på Bioforsk-konferansen 2012.

## Resultat

Resultaten från de tre första försöksåren visar entydigt en positiv effekt av djupluckringen. Effekterna var som störst i de obevattnade leden de torra åren då skördeeffekterna uppgick till 15 %. I de välvatt-

nade leden var effekten 5-7 % (Figur 1). Resultaten var snarlika för de två sorter (Kuras och Seresta) som ingick i försöket men den senare sorten svarade mer. Djupluckringen resulterade också i ett ökat fosforupptag men påverkade inte kvaliteten vare sig positivt eller negativt.



Figur 1. Djupluckringens effekt på skörden vid olika bevattningsstrategier.

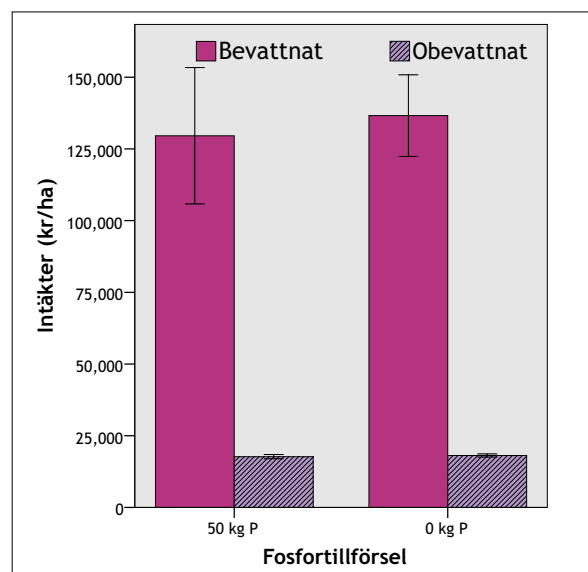
Försöken som gjordes 2010 på olika jordar visade på något mindre genomsnittliga effekter av djupluckringen. Bäst resultat fann man på de jordar som hade runt 80-90 % sand i alven och sämst resultat, till och med negativ effekt, fick de som luckrat lite styvare jordar.

I skrivandets stund är inte resultaten från 2011 års djupluckningsförsök sammanställda, men förhoppningsvis är de klara till konferensen.



Figur 2. Bevattningsens effekt på kvalitet. Bilden till vänster är bevattnad och bilden till höger är obevattnad.

Den säljbara fraktionen ökade dessutom med nära 100 %. Med prisbilden som var år 2010 gav bevattning en intäktsökning på över 100.000 SEK/ha (Figur 3).



Figur 3. Bevattningsens och fosfortillförselns inverkan på intäkten per hektar.

# Potato Biotechnology - a helpful tool to promote food security and bioeconomy

Potato is an important crop worldwide. The global production of potatoes in 2009 was 330 million tons, of which two thirds were used as food by humans with the rest used for animal feed or production of starch, liquor etc. Thus, to secure food supply and contribute to the bioeconomy have been the driving forces for the fast advancement in potato biotechnology.

Jihong Liu Clarke & Carl Spetz  
Bioforsk  
jihong.liu-clarke@bioforsk.no

## Background

The world potato sector is undergoing major changes. Until the early 1990s, most potatoes were grown and consumed in Europe, North America and countries of the former Soviet Union. Since then, there has been a dramatic increase in potato production and demand in Asia, Africa and Latin America, where output rose from less than 30 million tons in the early 1960s to more than 165 million tons in 2007. FAO data show that in 2005, for the first time, the developing countries potato production exceeded that of the developed countries. China is now the biggest potato producer, and almost a third of all potatoes are harvested in China or India (Figure 1).

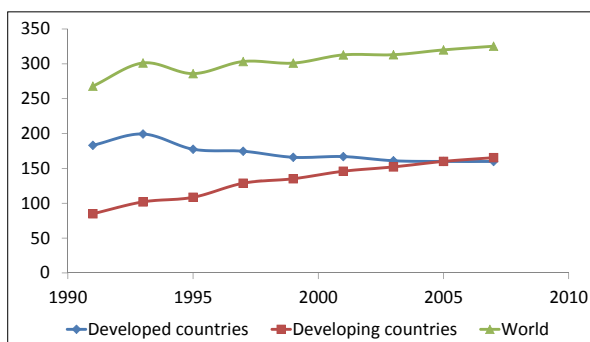


Figure 1. World potato production, 1991-2007. Source: FAOSTAT.

There are about five thousand potato varieties. The major species grown worldwide is *Solanum tuberosum* (a tetraploid species), and modern varieties of this species are the most widely cultivated. A lack of genetic diversity from the low number of varieties left the crop vulnerable to diseases. In the EU almost 6 Mha of potatoes are grown representing a value of close to €6 billion. Late blight caused by *Phytoph-*

*thora infestans* leads to annual losses (costs of control and damage) estimated at more than €1 billion (Haverkort *et al.* 2008). Chemical control is under pressure as late blight becomes increasingly aggressive and there is societal resistance against the use of environmentally unfriendly chemicals. Furthermore, a number of viral diseases such as *Potato viruses X, Y, A, V, M* and *S*, *Potato mop top virus* (PMTV) and *Tobacco rattle virus* (TRV) can cause heavy annual yield losses in potato production worldwide. Unlike diseases caused by fungi and bacteria, viral diseases cannot be controlled with the use of fungicides or chemicals (Hull 2002). Once a viral disease has become established on a field, there are no means by which it can be eradicated. Thus, the strategies employed to control and eradicate viral diseases must rely on prevention, appropriate crop rotation and the use of virus-free material and resistant varieties.

## Biotechnology - a useful tool for overcoming the limitation of conventional breeding

In potato, valuable genetic resources and resistant traits derived from wild potato species have been exploited and utilized since the 19th century in cultivar development. However, conventional breeding efforts over several decades have only led to a very few resistant varieties. Most of them only contain one functional resistance factor, for which it is known that there are already *Phytophthora* isolates that have overcome this one resistance factor. The introduction of another resistance factor would again take several decades. Moreover, climatic conditions and limited arable land have created more challenges than ever for potato production. Biotechnological approaches



Figure 2. Variation in potato tuber shape and colour. Photo: E. Fløistad.

may on the other hand help in generating potato varieties that can show far greater levels of resistance. Currently, genetic engineered potatoes resistant to late blight have been produced and are being tested in the field ([www.gmo-compass.org](http://www.gmo-compass.org)). To date, 14 genetically engineered potato varieties are approved for cultivation in the world, of which *AMFLORA*, a starched modified potato producing only amylopectin (amylose-free), is approved for growing in Sweden and Germany ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)). These examples have demonstrated the usefulness of biotechnology as a helpful tool to develop new desirable potato cultivars with good yield and resistance to pests and diseases.

### Potato biotechnology contributing to food security and bioeconomy

Climate change will affect food security through global warming, an elevated CO<sub>2</sub> level, and extreme weather like drought, floods etc. Moreover, 70 % of fresh water is currently used by agriculture globally, and this is obviously not sustainable in the future as the population will increase by almost 50 % to 9.2 billion by 2050 ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)). Thus, food production globally has to increase by 70 % in order to feed the world, while total arable land, which has reached its

maximal utilization, may even decrease. In order to feed the world in 2050, biotechnological advances in modern agriculture are essential.

Asia and Europe are the world's major potato producing regions, accounting for more than 80 % of world production in 2007 (<http://www.potato2008.org/en/world/index.html>). China is now the biggest potato producer and potato biotechnology has been developed rapidly in recent years. How to advance potato biotechnology for food production and bioeconomy is an essential issue for China and Norway, as well as the rest of the world. How can biotechnology be utilized in potato production in a sustainable manner? In Norway, we are facing the same problems and challenges in potato production as the rest of the world.

### References

- Haverkort, J., Boonekamp, P.M., Hutten, R., Jacobsen, E., Lotz, L.A.P., Kessel, G.J.T., Visser, R.G.F. & van der Vossen, E.A.G. 2008. Societal Costs of Late Blight in Potato and Prospects of Durable Resistance Through Cisgenic Modification. *Potato Res*, 51:47-57.
- Hull, R. 2002. *Matthews' Plant Virology* New York: Academic Press.

# Innlagring og lagring - betydning for kvaliteten etter lagring

Den fysiske handteringen ved innlegging og klimaet i lagerperioden er betydelige faktorer for kvaliteten av de potetene som tas ut fra lageret. Løsning av fukt- og kondensproblemer, samt styring av lagerets temperatur i lagerperioden er viktigste parametre for å få suksess med lagringen.

Gunnar Schmidt  
Hedmark Landbruksrådgiving  
gunnar.schmidt@lr.no

## Mål med lagring

At poteten bevares best mulig inntil den skal anvendes. Mer konkret: at poteten har flest mulige av de ønskede egenskapene på det tidspunktet den tas ut av lageret, færrest mulig av de uønskede, og sist men ikke minst har hatt et lavt vekttap i lagerperioden. Summen må være: Lavest mulige økonomiske tap ved lagringen.

## Lagring - en prosess

Potet er et produkt med begrenset holdbarhet, bestående av gjennomsnittlig 25 % tørrstoff og resten vann (ca. 75 %). Til tross for det høye innhold av vann, kan poteten lett bli kvalt av fritt vann på knolloverflaten. I tillegg er den lett å tørke ut, slik at så vel vekt som kvalitet reduseres. Dessuten kan produktet bli angrepet av sjukdommer på lageret. Endelig har temperaturen under lagringen stor innflytelse både på kvaliteten og på mengden av det produkt, som kan tas ut fra lageret igjen!

Grunnleggende blir kvaliteten av det produkt, som kan tas ut fra et lager, aldri bedre enn kvaliteten på produktet, når det legges inn. Oftest går enda noe av kvaliteten tapt i lagerperioden. Det vil alltid forekomme vekttap i lagerperioden. Man kan bare påvirke størrelsen av vekttapet. Ved betjening av lagerets ventilasjonssystem, samt med behandling med kjemiske produkter kan man minimere begge de foranførte lagertap.

For å bevare flest mulige av potetens ønskede egenskaper, må poteten lagres i et system og i et klima, som sikrer at minst mulig av de ønskede egenskapene går tapt i lagerperioden.

## Innlegging på lager

Da potetens kvalitative egenskaper sjelden-, eller aldri økes i lagerperioden, vil potetens kvalitet ved innlegging på lageret slå igjennom for fullt, når de samme potetene tas ut fra lageret igjen. Da poteten er følsom for mekanisk påvirkning, i form av støt fra ulike fall og fallhøyder, må poteten håndteres skånsomt. Støt gir mørk- eller svartfargede flekker innvendig på poteten - noe, som sjeldent kan ses utenpå den enkelte knollen, med mindre den skrelles. Ved skånsom håndtering menes følgende: minst mulig fallhøyde per fall, "mykt" materiale å lande på (best på andre potetknoller), og minst 10 °C knolltemperatur og gjerne høyere.

Ved innlegging på lageret er det ulik mengde fukt på poteten, fra parti til parti, og fra år til år. Fukt på poteten er i seg selv ikke noe problem, men fukt på knollene i lagerperioden genererer problemer, som påvirker kvaliteten negativt!

Fukt på knollene kan utløse:

- Utvikling av særlig sølvskurv
- Utvikling av phoma
- At knoller, som er infisert med bakteriesykdommer, begynne å råtne

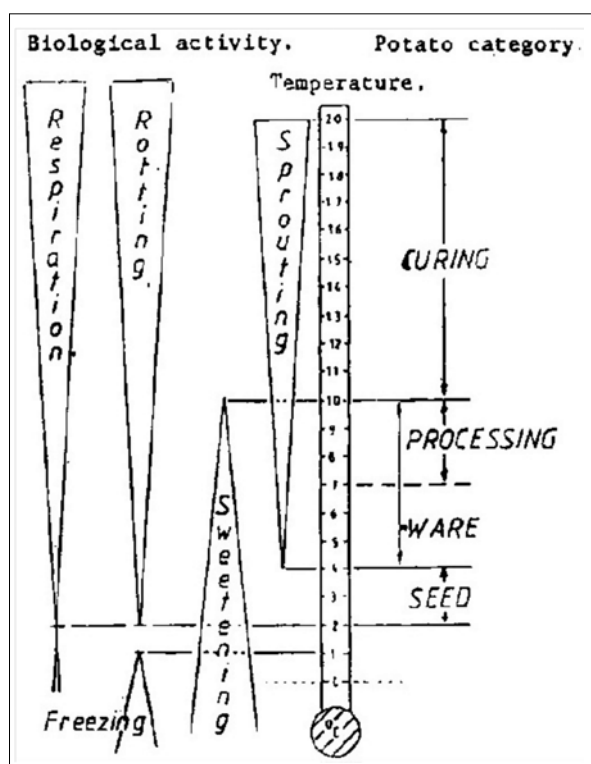
## Resultat: Mer fukt og mer råde!

Kort sagt: Fukt på knollene ved innleggingen genererer tap i lagerperioden, med mindre fukten fjernes fort!

## Lagerperioden

Ved lagring av potet er det viktig å ha kunnskap om potetens reaksjon på ulike klimatiske forhold på lageret. En eldre figur (Figur 1) av Hunt gir en god oversikt over dette.





Figur 1. Oversikt over de biologiske aktivitetene i potet, ved lagring i ulike temperaturer. Ved økende temperatur økes all biologisk aktivitet. Kilde: Hunt, 1985. FAO Corporate Document Repository, Storage and Processing of Roots and Tubers in the Tropics..., Chapter 4 - Handling and storage methods for Fresh Roots and Tubers.

Som det fremgår av figur 1, økes all biologisk aktivitet med økende temperatur. Også i potetpartier uten problemer med sykdommer, vil økende temperatur bety kraftig økende tap pga. groing, både på kvalitet og vekt. Derfor er for høy temperatur i seg selv oftest den enkeltfaktor, som utløser det største tapet av mengde potet pr år.

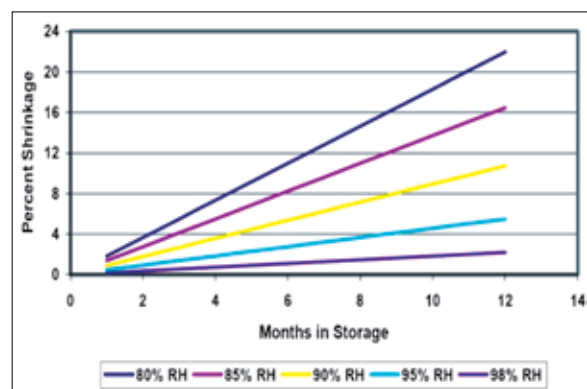
### Fasene i lagerperioden

Når potetene er lagt inn på lageret, må potetene få den behandling de har behov for. Selve lagerperioden består av følgende faser:

- 1 Overflatetørring - innen 24 timer etter opptakingen
- 2 Sårheling = fjerne varme og fukt, samt fastholde temperatur
- 3 Nedkjøling til lagertemperatur
- 4 Fastholdelse av lagertemperatur
- 5 Forvarming før sortering/klargjøring til setting

For å kunne lagre potet med minimum av tap, må en rekke faktorer være på plass. I motsatt fall koster det i form av tap.

Når alle oppgavene i lagerperioden utføres som «best practice», vil vekttapet under lagringen være beskjedent. Figur 2 nedenfor viser resultatene av lagring av potet under ulik relativ luftfuktighet.



Figur 2. Vekttap ved lagring av potet ved 7,2 °C. Forsøk utført i USA ved Idaho Center for Potato Research & Education.

### Luftkvalitet i lageret

Ut over luftens temperatur og relative fuktighet i lageret spiller følgende også en rolle:

- O<sub>2</sub>-innhold
- CO<sub>2</sub>-innhold
- Forekomst av etylen

I nye lagerbygg, som bør være tette når dører, porter og ventilasjon er stengt, er det ofte behov for å ta inn frisk luft minst 1 gang/døgn, for å forhindre opphopning av CO<sub>2</sub>, samt at O<sub>2</sub> nivå blir for lavt. Begge deler gir poteten stress, som dels påvirker potetens farge, og dels utløser øket groing (ånding -> vekttap). Etylen er en gass, som selv i små konsentrasjoner påvirker potetens farge negativt. Kilder til etylen kan være: Andre vekster, som produserer etylen, samt forbrenningsprodukt fra varmeovner på f.eks. propangass.

### Oppvarming før håndtering ved uttak

Fordi potetens følsomhet for mekanisk påvirkning økes med fallende temperatur og fordi poteten er særdeles følsom ved temperaturer under 6-7 °C, bør all matpotet, og gjerne også settepotet varmes opp til 9-10 °C, før den tas ut av lagercellen eller tømmeres ut av kassene. Dette reduserer problemer med støttblåt.

## Referanser

- Cunnington, A. & Pringle, B. 2008. Store Managers' Guide, Potato Council, 56s. [www.potato.org.uk](http://www.potato.org.uk).
- FAO Corporate Document Repository, Storage & Processing of Roots and Tubers in the Tropics..., Chapter 4 - Handling and storage methods for Fresh Roots and Tubers. <http://www.fao.org/DOCREP/X5415E/x5415e04.htm#4.3> storage of potatoes
- Idaho Center for Potato Research & Education, [www.kimberly.uidaho.edu/potatoes/index.htm](http://www.kimberly.uidaho.edu/potatoes/index.htm)
- Oberg, N., Olsen, N. & Kleinkopf, G. Relative Humidity, a key to successful storage. Idaho Center for Potato Research & Education. [www.kimberly.uidaho.edu/potatoes/Humidity.pdf](http://www.kimberly.uidaho.edu/potatoes/Humidity.pdf)
- Schmidt, G. 2006. Langring af kartofler, Dansk Landbrugsrådgivning| Landscentret, 39 s.

# Betydning av modning og ventilasjonssystem for potetkvaliteten etter lagring

I dette forsøket undersøkes kvaliteten av poteter med ulik modningsgrad etter lagring på kommersielle lagre med forskjellige ventilasjonssystemer. I lagringssesongen 2010/2011 klarte potetene seg bedre på lager jo mer modne de var ved høsting. Det var også forskjell i potetenes kvalitet etter 4 måneders lagring mellom de to undersøkte ventilasjonssystemene.

Pia Heltoft Jensen, Eldrid Lein Molteberg, Robert Nybråten & Mads Tore Rødningsby  
Bioforsk  
pia.heltoft.jensen@bioforsk.no

## Innledning

Poteter har en lang lagringssesong, og kvaliteten av sluttproduktet vil avhenge både av råvarekvalitet og valg av tekniske løsninger. Betydningen av begge faktorene undersøkes i dette forsøket.

Til lagring av potet brukes det i disse forsøkene to ulike lagringssystemer: "Findus"-systemet og det hollandske "Agrovent-system" også kalt "Hylleberg-systemet".

De to systemene baserer seg på ulike prinsipper med henholdsvis liten og stor ventilasjonsmengde:

- **Findus** - Lagre med små luftmengder som baserer seg på naturlig ventilasjon. Disse anleggene har luftytelser på 12-25 m<sup>3</sup> per ton per time. Rommets ventilasjonsanlegg kjøres hele tiden
- **Agrovent/Hylleberg** - Lager med store luftmengder. Slike anlegg finnes med ulike viftekapasiteter, fra ca. 80 til ca. 130 m<sup>3</sup> per ton per time. Anleggene innstilles til intervalldrift, dvs. til å kjøre 5-15 minutter for hver time.

En av kvalitetsparametrene som måles etter lagring er sukkerinnhold. Potet inneholder primært sukkerartene sukrose, glukose og fruktose. Hvis potetene har et for høyt innhold av de reduserende sukkerartene glukose og fruktose vil de ved fritering kunne gi uakseptabelt mørkfarvede og bitre chipsprodukter og pommes frites. Formlene (1) og (2) viser hvordan sukrose kan omdannes til glukose og fruktose ved hydrolyse, som deretter kan inngå i reaksjon med frie aminosyrer og gi mørkfarving av chipsen.

Sukrose → Glukose + Fruktose (Reduserende sukre) (1)  
Reduserende sukre + Aminosyrer → Mørkfarving (2)

## Materiale og metoder

I lagringssesongen 2010/2011 ble det lagret potetprøver à ca. 8 kg hos 12 potetdyrkere. Potetprøvene var av sortene Saturna og Asterix, med tre forskjellige modningsgrader. Modningsgradene ble oppnådd ved forskjellig nitrogen gjødsling, forbehandling og settetidspunkt, se tabell 1. Alle ble svidd samtidig 7. september og høstet 20. september 2010.

Tabell 1. Dyrkningsopplysninger for potetprøverne. Sorterne "A" står for Asterix og "S" står for Saturna

Prøve nr	Kg N/daa	Forbehandling	Sett dato
A7 / S7	7	Lysgroing	22/5
A10 / S10	10	Ingen	22/5
A14 / S14	14	Ingen	7/6

Etter innhøsting fulgte en periode med sårheling ved ca. 10 grader C og deretter gradvis lavere temperatur. Potetene ble lagt inn på lager hos de ulike dyrkerne ca. 20. oktober og hentet ut og analysert 4 måneder senere. Følgende kvalitetsmålinger ble gjennomført på potetene etter uttak fra lager:

- Respirasjon
- Tørrestoffinnhold
- Sukkerinnhold (glukose, sukrose og fruktose)
- Pommes frites farve (Asterix)
- Chipsfarve (Saturna)

## Resultater

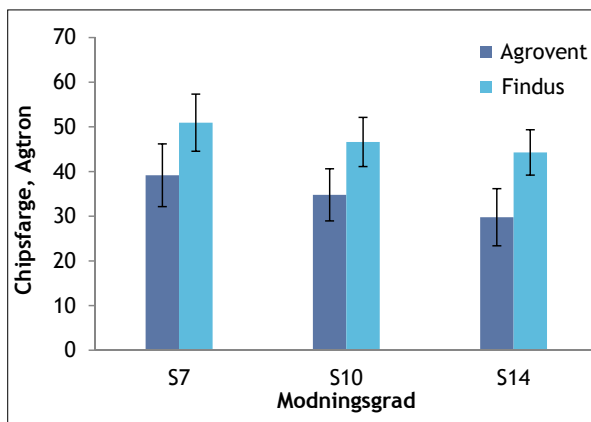
Resultatene viste at modningsgrad påvirket sukkerinnhold og friteringsfarve. I figur 1 ses det, at for Saturna ga de mest modne potetene ved høsting (S7) generelt lysest chipsfarge (høyeste Agtron-verdi) etter lagring frem til februar måned. De mest modne potetene av Asterix (A7) ga også lysest pommes

frites farge (Figur 2) og høyest tørrstoffinnhold etter lagring.

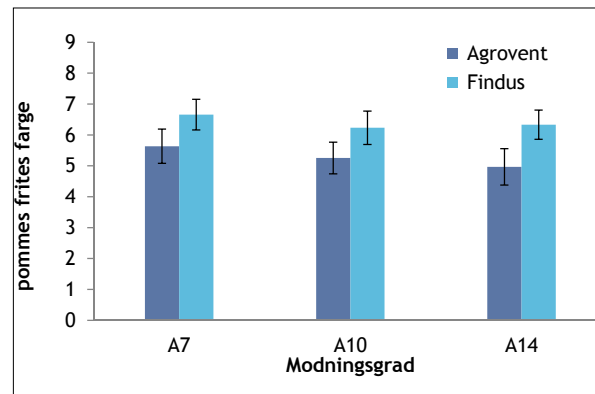
For begge sorter ga de mest modne potetene lavest respirasjon. Lav respirasjon/ånding ventes å ha sammenheng med lavt vekttap under lagring. På grunn av mye jord på potetene ble imidlertid ikke vekttapene målt.

Resultatene viste fin sammenheng mellom friteringsfarge og sukkerinnhold i knollen, hvilket bekrefter at sukkerinnhold kan gi en god indikasjon om friteringsfargen på chips og pommes frites. Det er især viktig å vite mengden glukose og fruktose, da disse inngår i reaksjon med frie aminosyrer og gir mørk produktfarge etter steking.

Ved sammenligning av de to ventilasjonssystemene viser resultatene, at Findus-systemet generelt ga lysest friteringsfarge. Forskjellen var gjennomgående for begge sorter og alle modningsgrader (Figur 1 og 2). Det var statistisk sikker forskjell for Asterix ( $p=0,031$ ), mens forskjellen var noe mindre sikker for Saturna ( $p=0,072$ ).



Figur 1. Chipsfarge vurdert med Agtron-måler for Saturna potet med tre ulike modningsgrader (S7, S10, S14) lagret på Agrovent- og Findus- lager.



Figur 2. Pommes frites farge vurdert med skala fra 1 til 9 for Asterix potet med tre ulike modningsgrader (A7, A10, A14) lagret på Agrovent- og Findus- lager.

Selv om resultatene viser forskjeller mellom lager-typer, var det store individuelle variasjoner, også innenfor samme type ventilasjonssystem. Det er mange faktorer som kan spille inn, bl.a. temperatur, plassering av prøvene og hvordan lageret styres. En inndeling av temperaturdataene i intervaller før statistisk analyse viser imidlertid at variasjonene mellom lagertypene ikke kan forklares med ulike temperaturer på lagrene.

Forsøkene vil bli gjentatt i lagringssesongen 2011/2012.

Dette arbeidet er en del av prosjektet "Improved quality of Norwegian fruits, potatoes and vegetables after long- and short-term storage", som også omhandler lagring av gulrot og eple og korttidslagring av kuttede grøntblandinger. Prosjektet finansieres av Fondet for forskningsavgift på Landbruksprodukter (65 %), Jordbruksavtalemidler (35 %) og bransjemidler: Gartnerhallen AL, Bama Gruppen AS, Findus Norge AS, Fellesjuice AS, HOFF SA, Graminor AS, NordGrønt, Norgesgrønt, Maarud AS og KiMs Norge AS.

# Tørrstoff - en målbar parameter?

Det 3-årige KMB-prosjektet "Optimal Potet" ble startet opp våren 2010. Prosjektet har blant annet som mål å bedre forståelsen av potetens kvalitet som industriråvare. Som en del av dette er bruk av nærinfrarød spektroskopi for estimering av tørrstoffinnhold i hele uskrelte knoller blitt undersøkt, og ytelsen ble sammenlignet med den veletablerte undervannsvektmetoden.

Trygve Helgerud<sup>1,2</sup>, Simon Ballance<sup>1</sup>, Svein Halvor Knutsen<sup>1</sup>, & Nils Kristian Afseth<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nofima AS, <sup>2</sup> Universitetet for miljø- og biovitenskap  
trygve.helgerud@nofima.no

## Optimal potet

Poteten er et heterogent råmateriale som varierer med både årstid, vekst- og lagringsforhold. Variasjon i råmateriale vil være knyttet til en rekke kjemiske og fysiske egenskaper. Det kan være variasjon i kjemiske egenskaper som tørrstoffinnhold og karbohydratinnhold eller varierende lagringsdyktighet og sykdoms-anlegg. En ser at denne typen variasjon også vil være betydelig mellom avlinger og innad i hver avling. Dette betyr at det er et behov for å overvåke råvarekvaliteten gjennom hele sesongen, og kanskje spesielt når knollene har ligget lenge på lager. Den norske potetindustrien står dermed overfor store utfordringer når disse råvarene skal prosesseres. Utfordringene strekker seg hele veien fra bedømmelse av råvarekvalitet til kunnskap om hvordan ulike kvaliteter påvirker sluttkvaliteten på produktene. I tillegg til å bidra til prosessstyringen er enkelte kvalitetsparametere også med på å bestemme råvareprisene. Feilbedømmelse av råvarekvaliteten kan dermed føre til store tap i tillegg til uakseptabel produktkvalitet med tilhørende høyt svinn.

Forskjellige produktgrupper har forskjellige krav til prosessering og følgelig også til råvarekvalitet. Det er derfor viktig å bygge kunnskap rundt hvordan ulike råvarekvaliteter påvirker de ulike prosessene, som igjen påvirker produktkvaliteten. I KMB-prosjektet «Optimal Potet» jobber Nofima sammen med sentrale industriaktører for å se på muligheter og forbedringer innen metodikk for hurtig og nøyaktig måling av den kjemiske kvaliteten i poteter som industriell råvare. Videre sikter prosjektet mot å bedre forståelsen av aspekter rundt prosessstyring gjennom råvareforståelse og hvordan dette kan brukes for å oppnå en best mulig produktkvalitet. Prosjektet er 3-årig og

hadde oppstart våren 2010. Prosjektet er finansiert av Fondet for Forskningsavgift på Landbruksprodukter og inkluderer fem industripartnere; Bama Industri AS, Buer AS, HOFF Norske Potetindustrier AS, KiMs Norge AS og Maarud AS.

## Hurtige tørrstoffmålinger

Tørrstoffinnhold er en av de viktigste og mest brukte kvalitetsparametere i forhold til industriell prosessering av poteter. De beregningsmodeller for tørrstoffmålinger som brukes i dag er i hovedsak basert på arbeider utført av A. P. Lunden i 1940- og 50-årene. Arbeidene utført av Lunden er grundige, og tar for seg et stort antall prøver over flere år. Metoden Lunden brukte er det vi kjenner som «undervannsvekt» eller «spesifikk gravitet», der en bestemmer vekten av en samleprøve (vanligvis 5 kg) i luft, for så å veie prøven nedsenket i vann. Det som i realiteten beregnes er vekten og tettheten til knollene, som igjen brukes til å estimere tørrstoffinnholdet. Fordelene ved metoden er mange, som for eksempel lav kostnad, høy brukervennlighet og relativt god nøyaktighet. Det er imidlertid også heftet noen ulemper ved metoden. Metoden er først og fremst følsom for jord/steinrester og indre defekter (som kolv). Det er også kjent at tørrstoffinnholdet vil variere fra knoll til knoll innad i samme avling,<sup>2, 3</sup> hvilket undervannsvekt-metoden ikke har mulighet til å fange opp.

Nær-Infrarød (NIR) spektroskopi går ut på at lys sendes inn i prøven, og det lyset som returnerer blir fanget opp av en detektor. De ulike kjemiske bestanddeler i prøven vil absorbere lys ved ulike bølgelengder og dermed vil en kunne estimere mengden av bestanddelene. NIR spektroskopi er vist som en svært effektiv metode for estimering av fett, vann og prote-

in i matvarer, 4-6 samt vanninnhold og tørrstoff i korn og enkelte prosesserte potetprodukter. 7 Til dels svært gode resultater er oppnådd for måling av tørrstoff i homogeniserte prøver som potetmos. 4, 8 Ny teknologi muliggjør nå at lyset kan trenge dypere ned i prøven, og dermed en mer representativ måling. Dette kombinert med raskere instrumenter gir stadig større muligheter for bruk av NIR spektroskopi til måling av tørrstoff i hel potet.

114 enkeltknoller (sortene; Asterix, Bruse, Celine, Folva og Saturna) ble derfor undersøkt enkeltvis ved bruk av undervannsvekt, samt to typer NIR-spektroskopi. Referanseanalysene ble utført ved frysetørrking. Et NIR instrument beregnet på stasjonære analyser ble først brukt til å se på måletekniske problemstillinger som hvor på knollen målingene bør utføres og lignende. Deretter ble et samlebåndsinstrument tatt i bruk for å se på mulighetene for samlebåndsmålinger av enkeltknoller. Multivariat dataanalyse ble brukt for å korrelere NIR-målingene mot referanseverdiene. Det stasjonære instrumentet ga de beste prediksjonsresultatene av de to NIR-instrumentene ( $R^2=0.95$ ,  $RMSEP=0.91$ ), mens samlebåndsinstrumentet lå noe lavere ( $R^2=0.83$ ,  $RMSEP=1.68$ ). Undervannsvektmetoden ga bedre korrelasjon av predikerte verdier mot referanseverdiene, men alle de estimerte verdiene lå ca. 1,5 prosentpoeng for høyt.

## Referanser

- Lunden, A. P. 1956. Undersøkelse av forholdet mellom potetens spesifikke vekt og den tørrstoff- og stivelsesinnhold. *Forskning og forsøk i lanbruget*, 7:81-107.
- Storey, M. 2007. *The Harvested Crop*. I: Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Grovers, F., MacKerron, D. K. L., Taylor, M. A. & Ross, H. A. (red.) *Potato Biology and Biotechnology - Advances and Perspectives*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Cole, C. 1975. Variation in dry matter between and within potato tubers. *Potato Research*, 18(1):28-37.
- Haase, N. U. (2011). Prediction of potato processing quality by near infrared reflectance spectroscopy of ground raw tubers. *Journal of near Infrared Spectroscopy*, 19(1):37-45.
- Folkestad, A., Wold, J. P., Rorvik, K. A., Tschudi, J., Haugholt, K. H., Kolstad, K. & Morkore, T. 2008. Rapid and non-invasive measurements of fat and pigment concentrations in live and slaughtered Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 280(1-4):129-135.
- Wold, J. P., O'Farrell, M., Hoy, M. & Tschudi, J. 2011. On-line determination and control of fat content in batches of beef trimmings by NIR imaging spectroscopy. *Meat Science*, 89(3):317-324.
- Pedreschi, F., Segtnan, V. H. & Knutsen, S. H. 2010. On-line monitoring of fat, dry matter and acrylamide contents in potato chips using near infrared interactance and visual reflectance imaging. *Food Chemistry*, 121(2):616-620.
- Haase, N. U. 2006. Rapid Estimation of Potato Tuber Quality by Near-Infrared Spectroscopy. 58:268-273.

# Nytt fra tørråteforskningen og erfaringer fra sesongen 2011

Nyere forskning tyder på at en betydelig andel av tørråtesmitten i Norden kommer fra seksuelt formerte hvilesporer (oosporer) i jord. Det er uklart hvor viktige disse oosporene er i forhold til infiserte settepoteter som smittekilde. Det er uvisst om de unormalt mange tidlige tørråtefunnene i 2011 skyldes en endring i tørråtepatogenet eller unormalt vær.

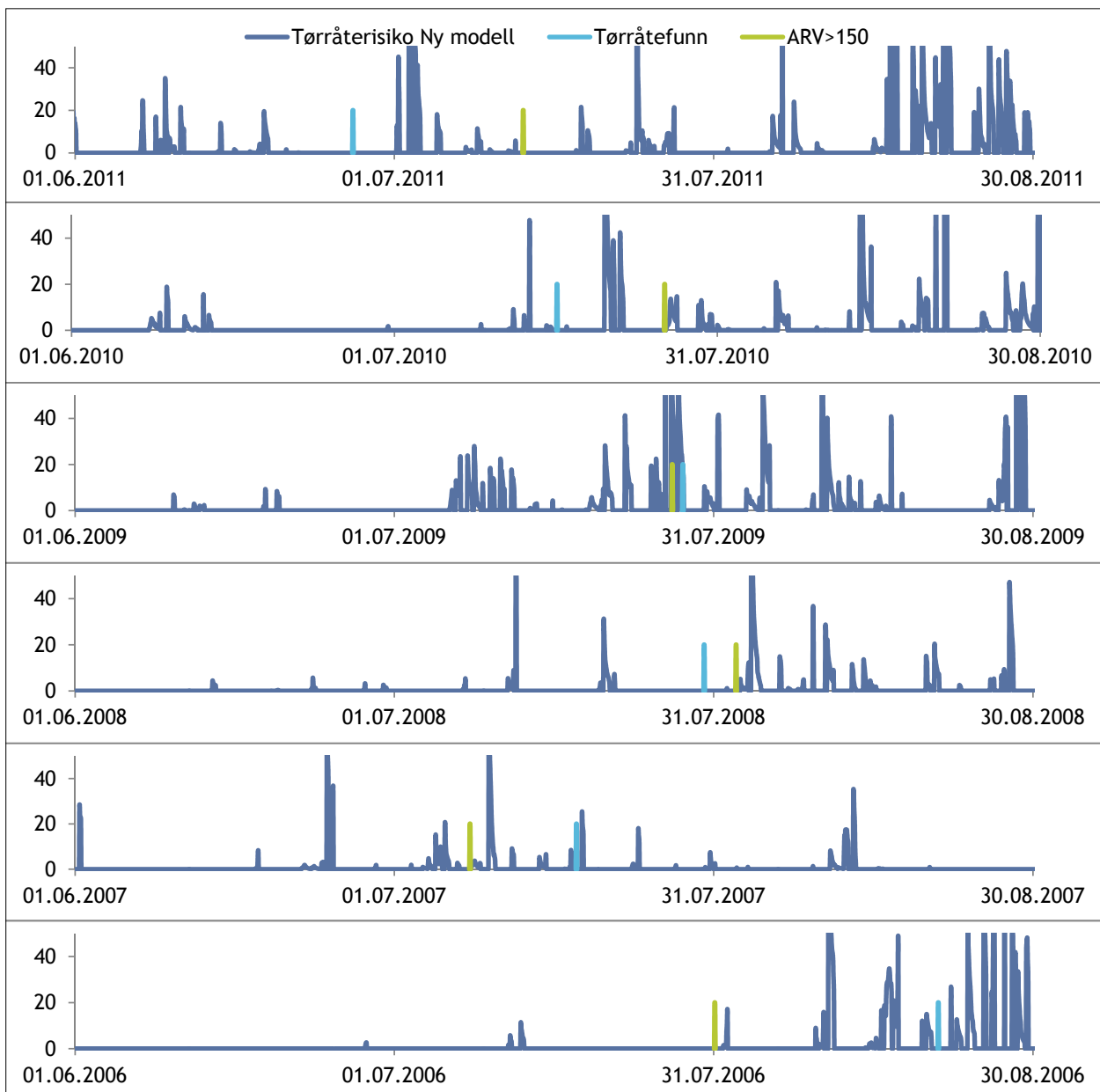
Ragnhild Nærstad, May Bente Brurberg & Arne Hermansen  
Bioforsk  
ragnhild.naerstad@bioforsk.no

Tørråte i potet forårsakes av *Phytophthora infestans* som er et semiobligat patogen. Det vil si at patogenet i naturen bare kan oppformere seg i en levende vertplante. I Norge er det i praksis nesten bare potet som fungerer som vertplante, siden tomat i veksthus normalt ikke angripes pga god klimastyring. Frilandstomat i småhager angripes imidlertid ofte. Patogenet overvintrer fra sesong til sesong i potetknollene eller flere år i jord som seksuelt formerte hvilesporer (oosporer).

Andre vertplanter utover potet og tomat er blant annet noen pryddplanter innen søtvierfamilien og ugresset månelyktsøtvier (*Solanum physalifolium*). Månelyktsøtvier er ikke noe vanlig ugras i Norge, men i Sør-Sverige er det stedvis et utbredt problem og der kan det ha betydning for oppformering av tørråtepatogenet (Grönberg et al. 2011).

Tørråtepatogenpopulasjonen i Norden har blitt kartlagt ved systematisk innsamling av tørråteprøver i 2003 og 2008. Genetisk fingeravtrykk ved hjelp av SSR-analyse (simple sequence repeat) viser at det er stor genetisk variasjon i tørråtepatogenet mellom felter og innen felter i alle de nordiske landene (Brurberg et al. 2011, Grönberg et al. 2010). Dette tyder på at seksuell formering av patogenet er vanlig og at oosporesmitte har betydning. I Danmark, Sverige og Finland har det blitt gjort funn av tørråte, ved oppspiring av potetene etter våte varme forhold, som høyst sannsynlig skyldes smitte fra oosporer (Anderson et al. 2009). Forsøk i Danmark viser at oosporene spirer gjennom store deler av sesongen når det er

fuktig i jorda, og på den måten kan være en kontinuerlig smittekilde (Bent Nielsen, personlig kommunikasjon). Det som ikke er klart er hvor viktig oosporesmitte er i forhold til settepotetsmitte. I Norge antar vi fremdeles at settepoteter er den viktigste smitekilden for tørråtepatogenet i starten av sesongen. Erfaringer fra 2011 sesongen med unormalt mange tidlige funn av tørråte i de fleste områder viste at Negativprognosemodellen ikke klarte å fange opp tørråterisikoen godt nok. Det gikk cirka to uker fra de første tørråtefunnene ble registrert til den akkumulerte risikoverdien oversteg terskelen på 150 (= anbefalt sprøyttestart), med de spiringsdatoene som ble satt i de aktuelle områdene. Det er uvisst om de unormalt mange tidlige funnene skyldes en endring i tørråtepatogenet eller unormalt vær. Det er også uvisst om hva som var den viktigste smitekilden i 2011. Sammenligninger over flere år viser at det i følge den nye tørråtevarslingsmodellen i VIPS var unormalt mange dager med høy tørråterisiko i juni i år (Figur 1). Siden det trengs fuktighet for spiring av oosporene og produksjon av sporangier fra disse, vil trolig risikofaktorer for denne smitteveien for en stor del fanges opp av den nye varslingsmodellen. Forsøk i Tyskland for å undersøke om våte jordforhold hadde betydning for utviklingen av tørråte fra knollsmitte ga ikke entydige resultater (Jung & Kleinhenz 2011). Hva som er de kritiske faktorene for utviklingen av tørråtesmitte fra settepoteter og jord (oosporer) er ikke godt nok kjent og det er behov for økt kunnskap for å kunne forbedre varslingen med hensyn på når man kan forvente de første tørråteangrepene.



Figur 1. Tørråterisiko beregnet med ny modell fra 1. juni til 1. september for årene 2006 til 2011 for Apelsvoll. Det er også satt inn første funn av tørråte i området og datoen for når den akkumulerte risikoverdien (ARV) beregnet med Negativprognosemodellen har oversteget 150 (= anbefalt sprøytestart).

## Referanser

- Andersson, B., Widmark, A.K., Yuen, J.E., Nielsen, B., Ravnskov, S., Kessel, G.J.T., Evenhuis, A., Turkensteen, L.J., Hansen, J.G., Lehtinen, A., Hermansen, A., Brurberg, M.B. & Nordskog, B. 2009, The role of oospores in the epidemiology of potato late blight. III International Late Blight Conference, Beijing, China. Acta Horticulturae 834: 61-68.
- Brurberg, M.B., Abdelhameed, E., Le, V.H., Nærstad, R., Hermansen, A., Lehtinen, A., Hannukkala, A., Nielsen, B.J., Hansen, J.G., Andersson, B. & Yuen, J. 2011. Genetic analysis of *Phytophthora infestans* populations in the Nordic European countries reveals high genetic variability. Fungal biology 115:335-342.
- Grönberg, L., Andersson, B., Högberg, N., Widmark, A.K. & Yuen, J. 2010. Genotypic variation of *Phytophthora infestans* within and between fields in the Nordic countries. In: Proceedings of EuroBlight Workshop Arras, France 3-6 May 2010. H.T.A.M. Schepers (editor). PPO-Special Report no. 14. pp. 151-152.
- Grönberg, L., Andersson, B., Björling, O. & Yuen, J. 2011. Can an alternate host to *P. infestans* affect late blight epidemiology? Presentasjon ved EUROBLIGHT Workshop i St. Petersburg 2011. www.euroblight.net
- Jung, J. & Kleinhenz, B. 2011. Analysis of correlation between soil moisture and late blight occurrence. Presentasjon ved EUROBLIGHT Workshop i St. Petersburg 2011. www.euroblight.net



# Tørrflekkssjuka - blir det et problem i Norge?

Soppen *Alternaria solani* er årsak til tørrflekkssjuka i potet og ble påvist i Vestfold i årene 2009 til 2011. Viktige forebyggende tiltak mot tørrflekkssjuka er friske settepoteter, vekstskifte, resistente sorter og optimale vekstforhold som forhindrer stress hos plantene. I spesielle tilfelle kan det være aktuelt å bruke fungicider. Om tørrflekkssjuka blir et problem framover er i stor grad betinget av sortsvalg og klimatiske forhold.

Arne Hermansen<sup>1</sup>, Siri Abrahamsen<sup>2</sup>, May Bente Brurberg<sup>1</sup> & Ragnhild Nærstad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk Landbruksrådgiving Viken

arne.hermansen@bioforsk.no

## Innledning

Tørrflekkssjuka viser seg som tørre, brune bladflekker som kan bli kantete, fordi de begrenses av nervene i bladet. Konsentriske ringer dannes inne i flekkene, og en gul sone markerer overgangen mot den friske delen av bladet. Små flekker kan lett forveksles med manganmangel. Mens tørrflekkssjuka er mest vanlig på noe eldre blad, kommer symptomene på manganmangel i de øverste (unge) bladene. Tørrflekkssjukessoppen kan også gi flekker på stenglene. Fra utlandet rapporteres det at avlingstap pga. tørrflekkssjuka normalt ikke er høyere enn 20 %, men at det i noen tilfeller kan komme opp i 70-80 % (Stevenson *et al.* 2001).

I visse tilfelle kan også knollene angripes. Det dannes da mørke, nedsunkne, uregelmessige flekker, ofte med en litt opphøyd fiolett kant. Det underliggende vevet er tørt, læraktig og vanligvis brunt. Når råten har fått utviklet seg en stund kan det bli vasstrukket og gult til grønn-gult. Normal viser ikke symptomene seg før etter en tids lagring. Flekkene kan vokse under lagring og knollene kan skrumpe.

## Utbredelse

Tørrflekkssjuka (*A. solani*) finnes i alle deler av verden, men er mest problematisk i varme og relativt tørre områder (Stevenson *et al.* 2001). Sjukdommen regnes som ganske vanlig seint i sesongen i Danmark og Sør-Sverige. Symptomer som ligner tørrflekkssjuka har vært funnet sporadisk i mange år i Norge (Jørstad 1945), men sjelden har en klart å påvise skadegjører *A. solani* (Thorsrud 1968). Vi har ikke funnet rapporter om sikre funn av dette patogenet i Norge de siste 50 år. Konklusjonen har vært at tørrflekkssjukelignende symptomer har vært forårsaket av stress hos plantene og ikke sopp (Nærstad & Hermansen 2004).

## Sikre funn av tørrflekkssjukessoppen i Vestfold

I Vestfold i 2009, 2010 og 2011 ble det funnet symptomer på tørrflekkssjuka, hovedsakelig i sorten Ramos, men også i enkelte andre sorter som Saturna, Kuras og Innovator. Etter morfologiske undersøkelser av sporer fra bladene ved bruk av mikroskop var det sterk mistanke om at dette var den "ekte" tørrflekkssjukessoppen *A. solani*. I tillegg ble det brukt molekylære identifikasjonsmetoder til å fastslå om dette var tilfelle. DNA-analyser fra prøver av blad med tørrflekkssjukessymptomer fra sorten Ramos og fra soppkulturer isolert fra flekkene bekreftet at dette virkelig var *A. solani*.

## Vertplanter

*A. solani* angriper potet, tomat, eggfrukt, paprika og andre *Solanum* arter som eksempelvis ugraset svartstøtvier (Stevenson *et al.* 2001).

## Overlevelse og spredning

*A. solani*, kan leve på planterester, jord, infiserte knoller eller andre planter i støtvierfamilien. Soppen danner sporer i temperaturintervallet 5-30 °C, med optimum ved 20 °C. Soppsporene spres med vind og infiserer potetbladene ved varme og fuktige forhold (> 95 % relativ luftfuktighet). Sporene trenger direkte inn i epidermis eller stomata og danner nye sporer som spres med vind, regnsprut, etc. Perioder med skifte mellom våte og tørre værforhold favoriserer sporespredning og dermed sjukdomsutviklingen. Sporene kan holde seg i live på bladoverflater i minst 8 uker og kan spres over lange avstander i lufta. Sjukdommen er ofte mer vanlig på gammelt, aldrende vev og spesielt når vevet har vært utsatt for skade, dårlig næringstilførsel, insektskade eller annet stress. Unge

planter er relativt mer resistente enn eldre planter. Derfor er sjukdomsutbruddet vanligst relativt seint i sesongen. Dersom det er mye fuktighet, kan sporene spire og infisere knoller. Infeksjoner skjer mest via sår i forbindelse med høsting. Umodne knoller er spesielt mottakelige for *A. solani* (Stevenson et al. 2001).

### Bekjempelse

Siden smitten kan holde seg på planterester vil vekstskifte redusere smittepresset. Friske settepoteter er også viktig for å unngå smitte. Forhold som forebygger plantestress, som optimal gjødsling og vanning, er viktig for å redusere infeksjon av tørrflekk-sjukesopp. Det er forskjeller i mottakelighet mellom sorter, og det er vanligvis mest sjukdomsutvikling i tidlige sorter. Av sorter som dyrkes i Norge ser Ramos ut til å være spesielt svak mot sjukdommen. Denne sorten har vært litt brukt til produksjon av pommes frites, men er nå på vei ut av markedet i Norge. I utlandet er det vanlig å sprøyte med fungicider mot tørrflekk-sjuka. Mankozeb-holdige preparater og strobiluriner har effekt. Bruk av fungicider kan i visse tilfelle også være aktuelt i Norge. Preparatet Electis (zoksamid + mankozeb) er godkjent både mot tørråte og tørrflekk-sjuka. Tyfon (fenamidon + propamokarb), Sereno (fenamidon + mankozeb) og andre mankozebholdige preparater, hvor det bare står tørråte på etiketten, har også noe effekt mot tørrflekk-sjuka. Amistar (azoksystrobin), som i utenlandske forsøk har hatt noe bedre virkning mot tørrflekk-sjuka enn de ovenfor nevnte preparater, har vært godkjent på dispensasjon i 2010 og 2011.

For å unngå angrep på knollene vil risdreping og høsting av modne knoller være viktige forebyggende tiltak. I tillegg er det viktig å unngå såring og å gjennomføre god sårheling.

### Hvor stort var problemet med tørrflekk-sjuka i 2011 og hva med framtiden?

Tørrflekk-sjuka var et mindre problem i Vestfold i 2011 enn de to foregående år. En viktig grunn til mindre angrep var trolig at mange åkre med 'Ramos' ble sprøytet etter anbefaling med Amistar i juli. Klimaforholdene var nok heller ikke så gunstige for soppen, siden en ofte får større problemer i år hvor det er tørrere og varmere forhold i juni/ juli. Tørrflekk-sjuka ble observert i september i 2011 i 'Ramos' hvor det ikke var sprøytet med Dithane (mankozeb) eller Amistar og i sorten Kuras hvor det kun var brukt Revus (mandipropamid) og Ranman (zyazofamid) i veksling. *A. solani* er i hovedsak en potensiell skadegjører i potet til industri hvor en ønsker mye stivelse eller store knoller og dermed er avhengig av lang veksttid. Hvorvidt tørrflekk-sjuka vil bli viktig i potet i Norge framover vil i stor grad være avhengig av resistensen hos sortene som varemottager ønsker. 'Ramos' skal ikke dyrkes lenger, men det er ikke sikkert at nye sorter for pommes frites produksjon er sterkere mot tørrflekk-sjuka. I tillegg vil klimaforholdene være avgjørende for hvor viktig denne sopp-sjukdommen vil bli.

### Referanser

- Jørstad, I. 1945. Parasittsoppene på kultur- og nyttevekster i Norge. I. Sekksporesopper (*Ascomycetes*) og konidiesopper (*Fungi imperfecti*). Melding fra Statens Plantepatologiske Institutt. Nr 1. Tillegg C til Landbruksdirektørens melding for 1943, Grøndal & søns boktrykkeri, Oslo, 142 s.
- Nærstad, R. & Hermansen, A. 2004. "Tørrflekk-sjuka" - forårsaket av sopper? Grønn kunnskap 8(2):326-330.
- Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. & Weingartner, D.P. (eds) 2001. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society, Minnesota, 106 pp.
- Thorsrud, S. 1968. Tørrflekk-sjuka på potet. Hovedoppgave ved Norges Landbrukshøgskole, 65 s.

# Mer aggressiv stengelr ate, aktuelle skadegj orere og tiltak.

Populasjoner av bakterier som er årsak til stengelr ate og bl atr ate på potet er i forandring. Nye, h yvirulente skadegj orere dukker opp. '*Dickeya solani*' holdes nå ansvarlig for majoriteten av stengelr atetilfellene i Nord-Europa. Bakterien sprer seg raskt, men har hittil ikke blitt påvist i Norge. Risikoen for introduksjon  ker for hver gang det settes importert materiale her i landet.

Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, Inger-Lise Akselsen & May Bente Brurberg  
Bioforsk  
juliana.perminow@bioforsk.no

## Stengelr ate

Stengelr ate og bl atr ate er bakteriesykdommer på potet. Symptomer er m ork misfarging av stengelgrunnen og råte lengre oppe i stengelen. Skadet ledningsvev f orer til visning av plantene. Bl ot råte i knoller forekommer også, avhengig av angrepsgraden. Sykdommene spres hovedsakelig med latent infiserte settepoteter, der smitten kan våre tilstede på skallet, i lenticellene og i enkelte tilfeller i knollens ledningsvev (Toth *et al.* 2011). I de senere årene har stengelr ate stått for flesteparten av tilfellene hvor settepoteter ble avvist eller nedgradert av kontrollorganene i Nord-Europa. Også produsenter av matpoteter kan oppleve store tap (opp til 40 %) som f olge av sykdommen.

## Bakterier som er årsak til stengelr ate

Det er flere bakterier som kan forårsake stengelr ate- og bl atr ate-symptomer. De har tidligere blitt ansett å tilh ore slekten *Erwinia*: *Erwinia carotovora* subspecies *carotovora*, *Erwinia carotovora* subspecies *atroseptica* og *Erwinia chrysanthemi*. Slektskapsunders okelser med ny DNA-teknologi har f ort til omgruppering av mange plantepatogene bakterier de siste årene. De nye navnene for de ovenfor nevnte bakteriene er: *Pectobacterium carotovorum*, *Pectobacterium atrosepticum* og *Dickeya chrysanthemi*. I slekten *Dickeya*, har også *D.dadanthi*, *D.zae* og spesielt *D. dianthicola* vist seg å v are årsak til skader i potetproduksjonen. *D. dianthicola* ble först rapportert som en aggressiv skadegj orer i potet fra Nederland, i begynnelsen av 1970-tallet. I de følgende årene ble bakterien påvist i Danmark, Finland, Frankrike, Ungarn, Polen, Slovenia, Spania og Sveits. I 2005 ble en ny, enda mer aggressiv *Dickeya* detektert i Nederland, og i de påfølgende år også i Belgia, Finland, Frank-

rike, Israel og Polen. I 2010 har bakterien blitt påvist flere steder i Storbritannia og i 2011 har forekomster av bakterien også blitt rapportert fra Danmark og Sverige. Denne bakterien, som har dukket opp ganske nylig, har blitt den dominerende årsak til stengelr ate i Nederland og enkelte andre europeiske land i l opet av en 5-årsperiode, med en femdobling av de relaterte årlige økonomiske tap (om lag 25 millioner EURO). Det er rapportert at bakterien er mer aggressiv enn både *P. atrosepticum* og *D. dianthicola*, kan angripe i et mye bredere spekter av klimatiske forhold, trenger lavere bakteriekonsentrasjoner for å forårsake sykdom og sprer seg raskere og mer effektivt i potetåkeren (Toth *et al.* 2011). Navnet '*Dickeya solani*' har blitt foreslått for denne skadegj oreren.

## Stengelr ate i Norge

Tradisjonelt ble *P. atrosepticum* ansett for å v are hovedårsaken til stengelr ate i tempererte str ok, men relativt nylig har også *P. carotovorum* blitt identifisert som årsak til stengelr ate i sentraleuropeiske land (de Haan 2008). Bioforsk Plantehelsetilstand har mottatt potetpr over med uvanlige stengelr atesymptomer de to siste årene. Noen av disse har vist seg å v are smittet av virulente stammer av *Pectobacterium wasabiae*. *P. wasabiae* er prim art patogen på japansk pepperrot, men har blitt identifisert som skadegj orer i poteter med bl atr ate også i for eksempel New Zealand (Pitman *et al.* 2010).

I Norge har *D. solani* ennå ikke blitt påvist. En liten, innledende *Dickeya*-undersökelse ble utfört ved Bioforsk Plantehelsetilstand i 2011. Mer enn hundre isolater har blitt isolert fra 17 potetpr over med stengelr atesymptomer. Disse er i ferd med å bli karakterisert ved hjelp av realtime PCR-analyser. En mer systematisk

undersøkelse vil bli gjennomført i 2012, finansiert av Mattilsynet. Den vil i hovedsak rette seg mot potet-sorter av utenlandsk opprinnelse som har kommet inn i landet de siste årene.



Figur 1. Klassisk symptom på stengelrøte på potet.

## Referanser

- De Haan E.G., Dekker-Nooren T.C.E.M., van den Bovenkamp G.W., Speksnijder A.G.C.L., van der Zouwen P.S. & van der Wolf J. M. 2008. *Pectobacterium carotovorum* supsp. *carotovorum* can cause potato blackleg in temperate climates. Eur J Plant Pathol 122:561-569.
- Pitman A.R., Harrow S.A. & Visnovsky S.B. 2010. Genetic characterization of *Pectobacterium wasabiae* causing soft rot disease of potato in New Zealand. Eur J Plant Pathol, 126:423-435.
- Toth I.K., van der Wolf J.M., Saddler G., Lojkowska E., Helias V., Pirhonen M., Tsor (Lahkim) L. & Elphinstone J.G. 2011. *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. Plant Pathology 60(3):385-399.

# Potato virus Y<sup>NTN</sup> - new virus, or an old one in disguise?

Virus taxonomy, or the way that we scientists group and classify viruses, can be quite complicated and confusing, even to persons that study the area of virology. Many different aspects of the virus are taken into consideration, such as the genetic composition, the size, shape, host range and even percentage of nucleotide identity.

Carl Spetz & Dag-Ragnar Blystad  
Bioforsk  
carl.spetz@bioforsk.no

During the last 10 years, we have heard a lot about climate change and the possible consequences it will have in agriculture, especially in Nordic countries. Scientists predict that new diseases will emerge due to the migration of new vector species and also due to recombination between the current viruses and the newly introduced ones. Regarding viruses, I do agree that climate change will have an impact in the occurrence of viruses in Norway. Therefore, we have to have our eyes open and be prepared to identify if a new disease is really caused by a new virus, or if the disease is caused by a virus already present which is just expressing itself in a different way. As an example of this, I will talk about *Potato virus Y* (PVY). I will give an overview on what is PVY, how it is classified, which strains we currently have worldwide, and how we can detect them. Perhaps the most inte-

resting topic is what is known about PVY<sup>NTN</sup>. Is PVY<sup>NTN</sup> a new strain? Is PVY<sup>NTN</sup> present in Norway? Is there any reliable method to detect PVY<sup>NTN</sup>? What is really PVY<sup>NTN</sup>? I believe that there is a huge amount of confusion and misconceptions about PVY<sup>NTN</sup> (even among the scientific community) and hope that during my talk I can clarify and give a clear picture about it.

Perhaps the reason why virus taxonomy is so complicated is the fact that viruses evolve the whole time and constantly mutate, even within the host they are infecting. Thus, in many cases a virus species is not a single organism, but rather a pool of viruses which are genetically similar, or almost identical. *Potato virus Y* (PVY), the widest spread potato infecting virus, is one typical example on how complicated virus taxonomy can be.

# Jord på ville veier - om jordsmitte og PCN

Jord er den viktigste smitekilden for PCN og andre jordboende organismer. Innarbeiding av gode rutiner for reinhold og flytting av jord i alle ledd vil bidra til å minske faren for overføring av PCN og andre jordboende organismer fra smittet areal til areal fri for skadegjøreren.

Borghild Glorvigen  
Norsk Landbruksrådgiving  
borghild.glorvigen@lr.no

## Innledning

Jord er smitekilde for mange organismer. Jordboende organismer kan gjøre stor skade i mange vekster ved å gi reduserte avlinger og kvalitet. Slike organismer kan overleve i jorda i mange år, og enkelte av dem gjør skade i flere kulturer. Dermed får produsentene store utfordringer med vekstskifte, valg av art og sort etc. Mange sykdommer som forårsakes av jordboende organismer er ofte vanskelige å påvise og diagnostisere, og det kan være svært krevende å forutsi hvilke skader og omfang organismen vil gi. I tillegg til dette er jordmiljøet i seg selv ekstremt komplekst, noe som gjør det vanskelig å forstå alle aspektene ved sykdommer forårsaket av jordboende organismer.

## Viktige jordboende organismer i potet

Felles for jordboende organismer er at de lever og overlever i jorda, og at de spres med jord. Evnen til å overleve lenge i jorda varierer med hvilken gruppe organismen tilhører.

Plantepatogene bakterier klarer seg vanligvis bare i nokså kort tid, og da oftest på planterester eller røtter, sjelden direkte i jorda (Koike *et al.* 2003). Av jordboende bakterier som angriper potet er det i Norge påvist to ulike arter som forårsaker flatskurv, *Streptomyces europaeiscabiei* og *S. turgidiscabies* (Wiken Dees 2011). Disse patogenene finnes over alt der det dyrkes potet, og spres med jord, vann og infiserte settepoteter.

Jordboende sopper som angriper potet finnes det mange av, og de overlever gjerne i jorda i mange år. Noen av artene lever som saprofytter eller som frittlevende individ i jorda. Noen har strukturer, f.eks. sklerotier eller spesielle sporehus, som kan overleve i

flere år. De vanligste jordboende soppene som gir problemer med avling og/eller kvalitet i potet er *Rhizoctonia solani* (gir svartskurv), *Spongospora subterranea* (vorteskurv), *Helminthosporium solani* (sølvskurv), *Phytophthora erythroseptica* (rødråte), *Colletotrichum coccodes* (svartprikk), ulike arter av *Fusarium* (Fusariumråde), *Verticillium dahliae* (Verticillium visnesjuke) og ulike arter av *Pythium* (Pythiumråde).

Blant jordboende virus som angriper potet regnes rattelvirus (Tobacco Rattle Virus, TRV) og mopptoppvirus (Potato Mop Top Virus, PMTV). Begge organismene er avhengig av verter for å kunne overleve, og begge kan gi flekker eller ringer i potetkjøttet på potetsorter som viser symptom (Sundheim 1983).

Av jordboende skadedyr i potet er potetcystenematoder (PCN) de vanskeligste. PCN er karanteneskadegjørere, og reguleres av Matloven (Lovdata 2003).

## Potetcystenematoder

Potetcystenematoder (PCN) er den mest fryktede jordboende sykdommen i potet. Angrep av PCN fører til økt rotutvikling (buskete vekst) og mindre knoller, og dermed lavere avlinger. Sterkt angrepne områder får dårlig vekst, og vises ofte som flekker i åkeren. Hver cyste har normalt opptil 500 egg. Det tar tid for PCN å bygge seg opp i en åker, og kan med et normalt vekstskifte være i åkeren i lang tid uten at man er klar over det (Magnusson & Hammeraas 2008a). Potet er den viktigste vertplanten. Det finnes to arter PCN. Den ene er hvit PCN (*Globodera pallida*), og har 3 kjente raser (Magnusson & Bonsak 2008b). Den andre arten er gul PCN (*G. rostochiensis*), har 6 kjente raser, hvorav 4 er påvist i Norge (Magnusson & Hammeraas 2008a).

I april 2010 kom Mattilsynet med ny forvaltningspraksis for hvit og gul potetcystenematode for potetprodusenter (Mattilsynet 2010). I kjølvannet av den nye forvaltningspraksisen ble det satt i gang arbeid med en nasjonal bransjestandard for PCN. Utarbeidelsen av bransjestandarden ble gjennomført av Fagforum Potet, og den ble anerkjent av Mattilsynet i november 2011 (Nasjonal bransjestandard for PCN 2011, se [www.potet.no](http://www.potet.no) eller [www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)). Dokumentet er potetbransjens beskrivelse av hvordan potetprodusenter kan oppfylle regelverkets krav mht. PCN, og omfatter både forebyggende tiltak og faglig forsvarlig drift på produksjonssteder både med og uten funn av PCN.

### Jordsmitte

Jordboende organismer som PCN spres ved all flytting av jord, for eksempel gjennom transport av poteter og utstyr. Det er mange grep som kan gjøres hos ulike parter i potetbransjen for å hindre spredning av jordboende organismer.

I Nasjonal bransjestandard for PCN er det trukket fram 5 viktige momenter som er avgjørende for å få til en kunnskapsbasert potetproduksjon med fokus på PCN (Nasjonal bransjestandard for PCN 2011). De samme argumentene er viktige for å hindre spredning og smitte av alle jordboende organismer.

- 1 Jord er den viktigste smittekilden for PCN og andre jordboende organismer. Derfor er det viktig med gode reinholdsrutiner og å minimere transport av jord.
- 2 Kjøp kun sertifiserte settepoteter. Settepotetarealer er testet, og det er ikke gjort funn av PCN.
- 3 Foreta jevnlig analyse av jorda, både eid og leid jord, slik at eventuell smitte kan oppdages tidlig.
- 4 Funnsted må dokumenteres gjennom skiftevis kart- eller koordinatfesting.
- 5 Alle som er i kontakt med en bruksenhet må ha kjennskap til PCN-status.

### Hvordan unngå jordsmitte?

#### Gode holdninger handler om å være bevisst

Spredning av jord gjennom maskinsamarbeid er en vanlig smittevei. Det er derfor viktig at det innarbeides gode rutiner for reinhold av egne og andres maskiner før de tas i bruk på en eiendom. Et bevisst forhold til smitterisiko er viktig ved utforming av kontrakter med forpaktere, strømleverandører, veimyndigheter etc.

Smitte av PCN er ofte svært ujevnt fordelt på et areal (Wade 2011). Derfor er det av stor betydning at produsenten selv kjenner smittenivået på ulike deler av arealene. Jordbearbeiding kan dermed skje med minst mulig smittespredning, eller deler av enkeltskifter kan sås igjen med gras.

Åpenhet om status for ulike jordboende organismer er viktig for å redusere mulighetene for smittespredning. Med god kunnskap om hva som finnes av uønskede organismer på ulike skifter kan det legges opp gode vekstskifter og gode rutiner rundt rekkefølgen på ulike arbeidsoperasjoner. Ryddighet og åpenhet om inngåtte avtaler med naboer og andre om hvor smitte kan oppstå, transport på felles jordveier etc. kan redusere smitterisikoen.

I tillegg til hos dyrkeren selv, hviler det også et ansvar for at mulighetene for smitteoverføring av jordboende organismer ikke skjer på de mange aktørene som er innom en eiendom i løpet av et år: Varemottakeren som henter ut potetprøver, landbruksrådgivinga som har forsøk og kommer med gode råd, transportøren som leverer settepoteter eller henter poteter, landbrukskontoret som kommer innom, entreprenøren som graver ny telefonkabel, Mattilsynet som tar ut prøver og jordlaboratoriet som tar jordprøver.

#### Gode rutiner innen reinhold og transport gir redusert smitterisiko

Gode rutiner med vask av alle maskiner, redskaper og lagerrom reduserer mulighetene for å få med seg jordboende organismer fra et sted til et annet. Det er viktig at en praktisk vaskeplass og høytrykksspyler alltid er tilgjengelig, slik at gode rutiner blir til minst mulig heft. Før utstyr flyttes til neste driftsenhet er det generelt god forebyggende smittereduksjon i å fjerne mest mulig av synlig jord.

PCN smitter via jord. Derfor må jordsøl unngås ved all transport av poteter over/forbi fremmed eiendom, og til og fra leiejord (gjelder også transport av maskiner og redskaper). Det er viktig å holde opplastingsplasser og utstyr reine. Engangsemballasje ved transport av poteter fra gard til mottak gir minst søl av jord under levering av potet.

Det er viktig at den som skal bringe poteter fra ett sted til et annet har kjennskap til PCN-status hos hver enkelt produsent. Slik blir det enklere å legge opp rekkefølgen i transportoppdragene og ta nødvendige forholdsregler mot smitte. Potetbransjen bør arbeide

fram gode avtaler med transportørene om reingjøring av lastebiler og containere, slik at det innarbeides gode rutiner som fører til at de alltid er reingjort når de ankommer neste bruksenhet.

Alle aktører som flytter jord mellom eiendommer, enten det er via poteter, utstyr, gravemaskiner, sko eller prøvetakingsutstyr bærer noe av ansvaret for å redusere mulighetene for smitteoverføring av jordboende organismer til et minimum. Det er viktig at potetbransjen står sammen om å verne om arealer hvor det ikke er påvist PCN. Norsk potetproduksjon er avhengig av at det dyrkes sertifiserte settepoteter uten PCN og andre farlige skadegjørere.

### Referanser:

- Wiken, D.M. 2011. "Flatskurv (*Streptomyces* spp.) -kartlegging og identifisering: -resultater fra skurvprosjektet". Foredrag på nasjonalt potetseminar, Hamar 24.-25. januar 2011. [http://www.potet.no/media/ring/3332/MWDees\\_potetseminar240111.pdf](http://www.potet.no/media/ring/3332/MWDees_potetseminar240111.pdf)
- Koike, S.T., Subbarao, K.V., Davis, R.M. & Turini, T.A. 2003. Vegetable diseases caused by soilborne pathogens. Publication 8099. <http://ucanr.org/freepubs/docs/8099.pdf>
- Matloven (Lov om matproduksjon og mattrygghet). 2003. Lovdata. <http://www.lovdata.no/all/nl-20031219-124.html>
- Magnusson, C. & Hammeraas, B. 2008a. Gul potetcystenematode. Bioforsk TEMA 3(17).
- Magnusson, C. & Hammeraas, B. 2008b. Hvit potetcystenematode. Bioforsk TEMA 3(16).
- Nasjonalt bransjestandard for PCN. 2011. Fagforum Potet. <http://www.potet.no/fagartikler/12375/>
- Sundheim, L. 1983. Potetsjukdomar. Kompendium. Landbruksbokhandelen (ISBN 82-557-0178-8).
- Wade, A. 2010. The role of an agronomist in potato cyst nematode management. Aspects of Applied Biology 103, 2010. 3rd symposium on Potato Cyst Nematodes.



# Biogassing mot nematoder - aktuelt under norske forhold?

Biogassing eller biofumigasjon er en biologisk alternativ metode for å bekjempe jordboende skadegjørere. Prinsippet i biogassing /biofumigasjon er å dyrke planter som kan benyttes som grønn gjødsel, og som under nedbrytingsprosessen frigir aktive stoffer som har toksiske eller andre negative effekter på nematoder.

Ricardo Holgado & Christer Magnusson  
Bioforsk  
ricardo.holgado@bioforsk.no

## Innledning

Nematoder, eller såkalte rundormer, lever i jord, planter og dyr. Mesteparten av nematodene er av mikroskopisk størrelse, og de er den vanligste formen av flercellede dyr på jorden. De fleste jordboende nematodene er ikke-parasittære, men noen arter fremkaller alvorlige skader på kulturplantene ved å suge på røtter, utløpere, knoller og andre plantedeler. Bekjempelse av planteparasittære nematoder er vanskelig og kostbar, f.eks. bruker potetprodusenter i England ca. NOK. 584 mill. per år for å sikre sin potetproduksjon. En stor andel av denne kostnaden er nematicider (Holgado & Magnusson 2011). Flere planteparasittære nematoder er klassifisert som karanteneskadegjørere. Som eks. kan nevnes potetcystenematodene (PCN) *Globodera rostochiensis* (gul PCN) og *G. pallida* (hvit PCN), som i Norge har hatt karantenestatus fra 1955 til i dag. Disse arter er klassifisert som karanteneskadegjørere i 106 respektive 55 land (Holgado & Magnusson 2011). Bruk av biofumiganter er av stor interesse i flere europeiske land. Dette bl.a. fordi metylbromid er forbudt og ikke finnes tilgjengelig, samt at bruk av nematicider vil bli enda mer begrenset når EU-direktivet 2009/1107/EC om begrenning av bruk av giftige kjemikalier settes i kraft (Holgado & Magnusson 2011).

Biogassing også kalt biofumigasjon for bekjempelse av jordboende planteskadegjørere er blitt mye omtalt i de senere årene. Flere arter innenfor familien *Brassicaceae* (kålvkster) kan sanere skadegjørere som overlever i jorden. *Brassica*-planter produserer mellom 30 og 40 forskjellige glukosinolater, som i kombinasjon med myrosinase enzymer fra nedbrytingsprodukter, kan ha skadelig effekt mot nematoder ved å være direkte drepende, ha en negativ effekt på

reproduksjonssyklusen, hemme nematodens tilvekst, eller ha frastøtende virkning. Blant disse vekstene finnes det planter innen slekten *Brassica* som frigir thiocyanate og isothiocyanater (Brown & Morra 1997, Wang *et al.* 2009).

Så langt er resultatene mht. bekjempelse av nematoder varierende. Noen rapporter indikerer lovende effekt i laboratoriet, men det er vanskelig og bekrefte effekt i feltforsøk.

I Norge har så langt effekter av biofumigasjon på nematoder ikke blitt studert. Det er viktig å understreke at biogassing kan holde tilbake nematodepopulasjonen til et akseptabelt nivå, men den kan ikke benyttes til å utrydde nematoder fra jorda.

## Biogassing/biofumigasjon

Biofumigasjonkonseptet var nevnt av Kirkegaard *et al.* i 1993, og første publikasjon ble skrevet av Angus *et al.* (1994). For biofumigasjon brukes *Brassica*-arter med høyt innhold av glykosinolater som sennep, reddik og kålvkster, som frigir thiocyanater, isothiocyanater, nitriler og epepithionitriler. Danningen av disse toksiske stoffene fra glukosinolater katalyseres av myrosinase enzymer. Isothiocyanater er giftige for sopp, nematoder og insekter, men de nedbrytes relativt hurtig.

Flere forfattere relaterer biofumigasjon til den prosessen som skjer ved nedbrytning av vegetabiliske og animalske produkter i jorden, i denne dekomposisjonsprosessen utvikles toksiske stoffer som kan kontrollere skadegjørere. (Bello *et al.* 2000, Halbrendt 1996, Kirkegaard & Sarwar 1998).

## Planter som kan benyttes i biogassing/biofumigasjon

For biogassing av nematoder benyttes særlig planter innen kålfamilien (*Brassicaceae*) med høyt innhold av glukosinolater, og høy biomasse, som etter hydrolyse danner biologisk aktive isothiocyanoater.

*Brassica*-planter med høyt innhold av glukosinolater i dekomposisjonsprosessen frigir stoffer som isotiocyanater metylisothiocyanoater, metylsulfid og dimetyldisulfid, som er det aktive stoffet i syntetisk fumigant metamsodium. Dette er i bruk som erstatning for metylbromid, derfor er bruk av biofumiganter også kalt for biologisk jorddesinfeksjon (Kirkegaard & Sarwar 1998, Bello *et al.* 2000, Wang *et al.* 2009).

Blant *Brassica*-planter med høyt innhold av glukosinolater kan nevnes *Brassica juncea* (Indisk bladsennep) som har varietetene *Brassica juncea* var. *integrifolia* og *Brassica juncea* var. *juncea*, flere arter av oljevekster (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers.), hvitsennep (*Sinapis alba* L.). Sennep cv. Caliente som er en blanding av flere senneparter (*B. juncea*, *B. hirta*). Disse er blitt omtalt som lovende vekster som kan benyttes for biofumigasjon for å redusere smittepress av skadegjørere. I tillegg fungerer disse plantene som grønn gjødslings- og fangvekster, og som vekster som bidrar til å forbedre jordstrukturen. Andre vekster som kan benyttes i biofumigasjon er busthavre (*Avena strigosa*) og enkelte arter av *Sorghum* som frigir cyanider (Mc Fadden *et al.* 1992, Wang *et al.* 2009).

For å frigjøre glukosinolater og andre stoffer er det nødvendig at plantenes grønnmasse blir meget kraftig findelt før innblanding i jorden øverste lag. Den anbefalte mengden av grønn masse er fra 5 til 10 tonn per da, som tilsvarer til 5-10 kg per m<sup>2</sup>. Arealet må dekkes med plast for å beholde de aktive stoffene i jorden så lenge som mulig. Plastdekke må være minimum 2 uker, og det er også nødvendig med rikelig fuktighet og forholdsvis høy temperatur. Det kan i første omgang være en utfordring under norske forhold.

### Biogassing/biofumigasjon og nematoder

Resultatene mht. bekjempelse av nematoder er varierende. Noen rapporter indikerer at det er vanskelig og i felt forsøk er det ikke vist tydelig effekt på planteparasittære nematoder. I flere laboratoriestudier har diffusat frasvart sennep blitt sammenlignet med diffusat fra potetrøtter, mht. klekking av *G. rostochiensis*. I følge Ellenby (1945) hindret svartsen-

nep klekking. Lignende resultater ble funnet når det ble benyttet sennep olje allyl-isothiocyanoat. Rotdifusert av hvitsennep, svartennep og karse reduserer klekking av gul PCN. *G. rostochiensis* klekker mindre også når juveniler først ble eksponert til sennepdifusert fulgt av potetrotdifusate (Ellenby 1945, Forrest 1989, Pinto *et al.* 1997). Studier med gul PCN *G. rostochiensis* for å se mortalitet med bruk av myrosinase enzyme og glukosinater i petri skåler har vist at alle *G. rostochiensis* juveniler ble drept etter 24 timer (Buskov *et al.* 2002).

Potetdyrking assosiert med *Brassica*-vekster har blitt anbefalt for å redusere smittenivå av potetecystene-nematoder. For eks. i Portugal, anbefales det å pløye de plantene som inneholder glukosinolater samtidig som man setter potet for å redusere PCN (Pinto *et al.* 1997). Forrest 1989 indikerer at kontroll av *G. pallida* med biofumigasjon kan være vanskelig da juveniler er veldig kort tid i jorda før de infekterer potetrøttene. Studier av Lord *et al.* (2011) med tre sorter av *Brassica juncea* (Nemfix, Fumus, og ISC199) indikerer at effekten av disse kan være årsak til over 95 % mortalitet av egg til *G. pallida* når jorda ble dekket med plast. I frøkatalogen for Caliente-sennep nevnes det at det er flere sennepsorter som kan benyttes for kontroll av nematoder (<http://www.plantsolutionsltd.com/caliente.htm>). I Storbritannia, prøves også sorter av Caliente-sennep for PCN bekjempelse (Andy Barker personlig kommunikasjon). Det finnes også andre kommersielle *Brassica*-planter som oljeredikk cv Defender, som i følge frøkatalogen (<http://www.phpetersen.com/index.php?id=39&L=2>) kan benyttes i bekjempelse av *Meloidogyne chitwoodi* og *M. fallax*, *Heterodera schachtii*, og er en dårlig vertplante for *Pratylenchus crenatus*, *P. neglectus* and *P. penetrans* og *Ditylenchus dipsaci*.

### Biogassing/biofumigasjon i norske forhold

Effekten av biogassing / biofumigasjon og optimalt bruk av vekster til dette formålet har foreløpig ikke blitt studert i Norge. For vellykket biogassing kreves at plantene produserer en stor mengde grønnmasse (5 til 10 tonn per daa). De sortene som er i markedet krever høy temperatur, dvs. at det må dyrkes i juni- juli og i tillegg kreves minimum 6 uker før de blir pløyd ned, og så dekket med plast i minimum 2 uker. Det er også nødvendig med rikelig fuktighet og forholdsvis høy temperatur. Dette kan i første omgang være en utfordring under norske forhold.

## Referanser

- Angus, J. F., Gardner, A., Kirkegaard, J. A. & Desmarchelier J. M. 1994. Biofumigation: Isothiocyanates released from *Brassica* roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant and Soil* 162:107-112.
- Bello, A., López-Pérez, J. A. & Díaz-Veruliche, L. 2000. Biofumigación y solarización como alternativas al Bromuro de metilo. *In: Castellanos, J. Z. & Guerra O'Hart, F.* (eds.). *Memorias del symposium internacional de la fresa* pp. 25-50. Zamora Mexico.
- Buskov, S., Serra, B., Rosa, E., Sorensen, H. & Sorensen, J.C. 2002. Effects of intact Glucosinolates and products produced from Glucosinolates in Myrosinase-catalyzed hydrolysis on the potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis* cv. Woll). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:690-695.
- Brown, P. D. & Morra, M. J. 1997. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate containing plants. *Advances in Agronomy* 61:167-231.
- Ellenby, C. 1945. The influence of crucifers and mustard oil on the emergence of larvae of the potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Annals of Applied Biology*, 32:67-70.
- Forrest, J.M.S. 1989. The effects of desiccation and root diffusates from potato and mustard on eggs of the white potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Annals of Applied Biology*, 114:215-219.
- Halbrendt, J. M. 1996. Allelopathy in the management of plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 28:8-14.
- Holgado, R. & Magnusson, C. 2011. Potetcystenematode (PCN) *Globodera* spp. i et internasjonalt perspektiv, *Bioforsk FOKUS* 6(2): s 49.
- Kirkegaard, J. A. & Sarwar, M. 1998. Biofumigation potential of brassicas. I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. *Plant and Soil* 201:71-89.
- Lord, J. S., Lazzeri, L., Atkinson, H. J. & Urwin, P.E. 2011. Biofumigation for control of pale potato cyst nematodes: activity of brassica leaf extracts and green manures on *Globodera pallida* in vitro and in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2011, 59(14):7882-7890.
- Mc Fadden, W., Potter, J. & Brande, J. E. 1992. Use of *Brassica* spp. as green manure for biological control of *Pratylenchus penetrans*. *Phytopathology* 82: 246.
- Pinto, S., Rosa, E. & Santos, S. 1997. Effect of 2-propenyl glucosinolate and derived isothiocyanate on the activity of the nematodes *Globodera rostochiensis* (Woll.). *Acta Horticulturae*, Number 459:323-327.
- Wang, D., Rosen, C., Kinkel, L., Cao, A., Tharayil, N. & Gerik, J. 2009. Production of methyl sulfide and dimethyl disulfide from soil-incorporated plant materials and implications for controlling soil-borne pathogens. *Plant Soil* 324:185-197.

# Ein miljøvenleg lammekjøttproduksjon- kva må til?

Ein miljøvenleg lammekjøttproduksjon er ein lammekjøttproduksjon som bidreg med mindre utslipp av klimagassar, aukar det biologiske mangfaldet i naturen vår og aukar matfatet i verda. For å nå desse målsettingane, må ein produsere mykje lammekjøtt pr sau, ha høve til ei effektiv utnytting av utmarksbeita og auka kunnskap om korleis ein lagar gode heimebeite til sau.

Finn Avdem  
Nortura Team småfe  
finn.avdem@nortura.no

## Innleiing

Da eg fekk spørsmål om å halde eit innlegg med denne tittelen, sa eg ikkje ja med ein gong. For ein som har jobba som rådgjevar blant sauebønder i snart 20 år, og har vakse opp med sau, så er det sjølv sagt at lammekjøttproduksjon er miljøvenleg. Ein kjøttproduksjon der det meste av produksjonsfôret blir henta på innmarks- og utmarksbeite .. kan ein tenkje seg ein meir miljøvenleg matproduksjon. Eg vil likevel prøve å drøfte spørsmålet og kva som kan gjera lammekjøttproduksjonen enda meir miljøvenleg.

Da må ein fyrst spørje seg sjølv, kva er miljøvenleg? Eg har vald å sjå det ut ifrå desse synsvinklane:

Ein miljøvenleg lammekjøttproduksjon er:

- 1 Ein lammekjøttproduksjon med minst mogleg utslipp av klimagassar
- 2 Ein lammekjøttproduksjon som aukar det biologiske mangfaldet i naturen vår
- 3 Ein lammekjøttproduksjon som aukar matfatet i verda- dvs. i hovudsak er basert på godt grovfôr

## Ein lammekjøttproduksjon med minst mogleg utslipp av klimagassar

Sauen er ein drøvtyggjar som har evna til å bryte ned plantefiber gjennom vomgjæringa og produsere kjøtt og ull. Vomgjæringa er anaerob og produserer metan som kjem ut med utandingslufta til sauene. Metan er ein klimagass som gjer kloden vår varmare. Årsaka til oppvarminga av jordkloden er bruken av fossilt brensel og ikkje vomgjæringa til drøvtyggjarane våre. Likevel må ein snu alle steinar for å redusere produksjonen av klimagassar og oppvarminga av kloden vår. Det er ikkje enkelt å bli einige om å redusere bruken av fossilt brensel.

Fôret sauene skal produsere vedlikehald, fostervekst, eigen tilvekst og tilvekst hjå lamma gjennom mjølkeproduksjonen sin. Det er altså berre vedlikehaldsfôret som ikkje er tilvekstfôr. Vedlikehaldsfôret er ei investering for å kunne produsere tilvekst. Ein effektiv kjøttproduksjon må difor produsere mykje kjøtt per energieining vedlikehald. Eg har rekna på faktorar som påverkar dette mest (Tabell 1).

Det er ikkje overraskande at lammetalet slår mest ut. Ein miljøvenleg lammekjøttproduksjon med omsyn på klimagassar, skjer altså hjå bønder som har ein stor andel trillingsøyer som får så gode vilkår at dei greier å produsere høg tilvekst på lamma sine. Dette gjev også best økonomi for bonden.

## Ein lammekjøttproduksjon som aukar det biologiske mangfaldet i naturen vår

Ei tvillingsøye som går på utmarksbeite frå 1. juni til 1. september vil hente ca. 40 % av fôret sitt frå utmarka. Er dette miljøvenleg? Dette er fôr produsert ved hjelp av rein solenergi, utan bruk av kunstgjødsel og sprøytemiddel. Innsatsfaktorane er arbeidskrafta til bonden og bygging av infrastruktur som sankeanlegg, sperregjerder, bruer og liknande i utmarka. I enkelte høve må også sauene transportast til utmarksbeitet. Bruk av utmarksbeite er likevel miljøvenleg ut i frå ressursomsyn. Korleis påverkar beitinga det biologiske mangfaldet i utmarka? Anders Bryn, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, har drøfta dette grundig i artiklane "Husdyrbeiting og biologisk mangfold i utmarka" (Bryn 2001). Dersom ein studerer plantemangfaldet i landskapskala, vil husdyrbeiting auke det biologiske mangfaldet på grunn av at planter spreier seg med husdyrmøkk og trakk. Det blir ein større variasjon i oppvekstvilkåra for plantene, og det

Tabell 1. Verknad av lammemetall, søyevekt og tilvekst på kor effektivt sauen utnyttar vedlikehaldsfôret

Type søye	Søye-vekt	Lamme-tal	Slakte-Alder *)	Tilvekst g/dag	Sum vedlikehald FEm Søye	lam	g lammekjøtt/FEm vedlikehald **)
Enkeltlamsøye	80	1	137	292	332	52	49
Tvillingsøye	80	2	137	292	332	104	87
Trillingsøye	80	3	137	292	332	156	116
70 kgs søye	70	2	137	292	300	104	93
80 kgs søye	80	2	137	292	332	104	87
90 kgs søye	90	2	137	292	363	104	81
Gammel norsk sau/ villsau	40	1	137	197	197	38	51
Slakting 1. sept.	80	2	123	325	332	94	89
Slakting 1. okt.	80	2	153	261	332	116	84
Slakting 1. des.	80	2	214	187	332	163	76

\*)Fødselsdato: 1. mai

\*\*)Slaktevekt NKS lam: 19 kg, slaktevekt villsaulam: 11 kg

blir ein rikare flora av skyggetålande og ljuskrevjande planter. Det beiteskapte landskapet er også viktig for mange insektgrupper. Ei utmark utan dei beitande husdyra våre blir altså ei fattigare utmark med tanke på biologisk mangfald.

Ein viktig faktor som truar bruken av ei miljøvenleg beiting av utmarka er framveksten av freda rovvilt som jerv, gaupe, ulv, bjørn og kongeørn. Rovvilt-tapa blir så store at ein del saueprodusentar vel å slutte med sau. I tillegg har Mattilsynet nå byrja å true med beitenekt for dei besetningane med størst rovdrytap. Gjer dei alvor av det, kan enda fleire bli tvinga til å slutte. I 2010 vart det søkt om erstatning for 56.000 sau og lam (Rovbasen, Direktoratet for naturforvaltning). I tillegg til dei menneskelege, økonomiske og dyrevelferdsmessige fylgjene dette har, er dette ei meiningslaus sløsing med mat.

Ei meir fleksibel rovdryforvaltning der det blir enklare å ta ut dei verste skadegjerarane, er difor viktig. I tillegg bør næringa sjølv organisere effektive jaktlag som kan rykke ut på kort varsel når fellingsløyve blir gjeven.

Færre saubesetningar gjer at sauen spreier seg over større område og sankinga blir langt meir arbeidskrevjande, samstundes som det blir færre til å gjera jobben. Økonomiske og miljømessige tiltak som gjer at fleire fortset med sau er difor viktig. I tillegg skjer det ei spanande utvikling av elektronisk sporingsutstyr for beitedyr som gjer det enklare å ha tilsyn og finne sau.

## Ein lammekjøttproduksjon som aukar matfatet i verda

Sauen er ein drøvtyggjar som kan foredle plantefiber til menneskemat. Det blir likevel brukt ein god del kraftfôr til sau. Råstoffet til dette kraftfôret er av kornslag som blir lite brukt som matkorn eller som ikkje held dagens krav til matkornkvalitet. Aukande folketal og dårlegare vilkår for korndyrking pga. klimaendringane, vil etter kvart føre til at kornet i større grad må brukast som mat til mennesket og ikkje som husdyrfôr. Korleis vil sauen takle det?

Godt beite inneheld mykje fordøyeleg energi, protein, vitamin, mineral og lite fiber som fyller opp vomma. Godt beite er difor det grovfôret som i størst grad kan erstatte kraftfôr. I tillegg treng ikkje beite energi- og resurskrevjande konservering. Periodane med høgast fôrbehov i forhold til evna til å ta opp fôr, er når søya skal mjølke til lamma om våren og når lam skal sluttførast intensivt om hausten. Både desse periodane fell saman med når sauen er på beite. Tilvekstresultat syner at gode vår- og haustbeite har kapasitet til å dekke eit fôrbehov som er tre gonger større enn vedlikehaldsbehovet til både søyer og sluttføringslam (Avdem 2011, Johansen *et al.* 2006). Sauebonden som er flink til å dyrke gode beite kan difor ha ein intensiv produksjon med høgt lammetal og høg lammertilvekst og likevel ha eit lågt kraftfôrforbruk.

### Oppsummering:

Dei viktigaste tiltaka for ein miljøvenleg lammekjøttproduksjon er:

- Produsere mykje lammekjøtt per sau
- Ei meir fleksibel rovdyrforvaltning der det er enklare å få fellingsløyve på dei verste skadegjerarane
- Effektive jaktlag som kan auke fellingsprosenten på rovdyr det blir gjeve fellingsløyve på
- Elektronisk sporingsutstyr til ein overkommeleg pris som effektiviserer tilsyn og sanking av sau
- Auka kunnskap om korleis ein dyrkar gode beite til sau

### Referansar:

- Bryn, A. 2001. Husdyrbeiting og biologisk mangfold i utmark, Sau og geit nr 3 og 4.
- Rovbasen. Direktoratet for naturforvaltning
- Avdem, F., Eknæs, M., Randby, Å. 2011. Kor mykje kan sauen produsere på godt grovfôr? Foredrag LAM 2011.
- Johansen, A. & Todnem, J. 2006. Italiensk raigras som kvalitetsfôr til sau. Bioforsk RAPPORT 1(17):21s.

# Beiting gir sunne fettsyrer i lammekjøtt (Arktisk lam)

Beiting av planter i vekst er hovedkilde til flerumetta fettsyrer i kjøtt og melk hos drøvtyggere. Lammekjøtt produsert på beiter har et signifikant høyere innhold av omega-3 fettsyren alfa-linolen (ALA), enn lammekjøtt produsert på surfôr/kraftfôr.

Jørgen Mølmann, Vibeke Lind & Marit Jørgensen  
Bioforsk  
jorgen.mølmann@bioforsk.no

## Innledning

I fotosyntetisk aktive planter utgjør omega-3 fettsyren alfa-linolen (ALA) over 50 % av det totale fettsyreinnholdet i blader, og ALA-konsentrasjoner vanligvis høyest i vekstperioden om sommeren. ALA i ferske blader er hovedkilden til flerumetta fettsyrer (PUFA) i kjøtt og melk hos drøvtyggere på beite. Blant disse flerumetta fettsyrene finnes de ernæringsmessig essensielle fettsyrene ALA (omega-3) og linolsyre (LA) (omega-6), og konjugerte linolsyrer (CLA). I dagens vestlige kosthold er det generelt et for lavt innhold av omega-3 fettsyrer, og det er et behov for økt inntak av denne fettsyren. Siden opptak av omega-3 fettsyrer antas å konkurrere med omega-6 fettsyrer hos mennesker, anbefales det en diett med lave (omega-6/omega-3)-forhold. Det er derfor av interesse å finne beite-/fôrstrategier som fører til produksjon av lammekjøtt med høyest mulig omega-3 innhold. Av ulike grunner må norske lam ofte gå på innmarksbeite og/eller gis kraftfôrt tillegg en periode før slaktning om høsten. I dette forsøket undersøkte vi påvirkning av ulike grasbeiter og surfôr på fettsyresammensetning gjennom en slutføringsperiode på litt over 6 uker ved Tjøtta.

## Materiale og metoder

Lam fra kulturbeiter ved Tjøtta i 2008 ble fordelt på ulike beiter/fôrbehandlinger før slaktedato. Behandlingene var: (1) fri beiting på kulturbeite (kontroll), (2) beiting på raigras (24 eller 44 dager) eller (3) fôring med surfôr (første slått gammel eng)/kraftfôr (24 eller 44 dager). Det ble tatt prøver av utvalgte planter i kulturbeitet, raigras og surfôr/kraftfôr for fettsyreanalyser. Etter slaktning ble ryggmuskelen *M. Longissimus Dorsi* med underhudsfett skåret fra skrotten for analyser av sensorisk spisekvalitet og fettsyresammensetning. For detaljert forsøksbeskrivelse og resultater se (Lind et al. 2009).

## Resultater og diskusjon

### Fettsyrekonsentrasjon i fôr om høsten

Fettsyrekonsentrasjonen ble målt per tørrvekt i utvalgte grasarter fra kulturbeitet, raigras- og surfôr/kraftfôr-behandling under forsøksperioden (Tabell 1). Omega-3 fettsyren ALA utgjorde 65-70 % av det totale innholdet i grasartene, og raigras hadde opptil 3 ganger høyere konsentrasjon av ALA enn artene fra kulturbeitet. Dette er sannsynligvis et resultat av gjødsling med økt vekst, og en økning i

Tabell 1. Fettsyrekonsentrasjoner (mg/g tørrvekt) i utvalgte grasarter fra kulturbeite, raigras og surfôr/kraftfôr. Statistisk forskjell mellom artene er indikert med ulike bokstaver og  $P < 0,001$  for alle fettsyretypene. Antall prøver  $n = 5$ , og gjennomsnittlig standardfeil (SEM) er vist. Etter (Lind et al. 2009)

	Rødsvingel <sup>1</sup>	Gulaks <sup>1</sup>	Engkvein <sup>1</sup>	Raigras <sup>2</sup>	Kraftfôr <sup>3</sup>	Surfôr <sup>3</sup>	SEM
16:0	2,4 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	5,5 <sup>b</sup>	13,0 <sup>c</sup>	2,4 <sup>a</sup>	0,4
16:1	0,2 <sup>ab</sup>	0,2 <sup>ab</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,8 <sup>c</sup>	0,1 <sup>a</sup>	0,3 <sup>ab</sup>	0,1
18:0	0,1 <sup>a</sup>	0,2 <sup>ab</sup>	0,3 <sup>bc</sup>	0,3 <sup>bc</sup>	1,0 <sup>d</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,1
18:1	1,9 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,3 <sup>bc</sup>	1,0 <sup>d</sup>	9,8 <sup>e</sup>	0,3 <sup>bc</sup>	0,2
18:2 (LA)	1,0 <sup>a</sup>	2,7 <sup>b</sup>	2,6 <sup>b</sup>	5,0 <sup>c</sup>	11,2 <sup>d</sup>	1,8 <sup>a</sup>	0,4
18:3 (ALA)	11,5 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>	12,7 <sup>a</sup>	29,4 <sup>b</sup>	0,9 <sup>d</sup>	8,1 <sup>a</sup>	3,0

<sup>1</sup> kulturbeite, <sup>2</sup> raigras monokultur, <sup>3</sup> fôring på bås

Tabell 2. Fettsyresammensetning av metta fettsyrer, enumetta fettsyrer (MUFA), flerumetta fettsyrer (PUFA) og omega-6/omega-3 forhold (n-6/n-3) i prøver av *M. longissimus dorsi* med underhudsfett fra lam på Tjøtta 2008, med ulike slutføringsbehandlinger. Antall lam n = 20 innen hver behandling, og gjennomsnittlig standardfeil (SEM) er vist. Etter Lind *et al.* 2009

	Kultarbeite	Raigras	Surfôr/kraftfôr	SEM	P
Metta fettsyrer	55,8	56,5	54,7	0,8	n.s.
MUFA	41,1	40,7	42,6	0,8	n.s.
PUFA	3,0 <sup>a</sup>	2,8 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>b</sup>	0,1	0,035
n-6/n-3	0,8 <sup>bc</sup>	0,8 <sup>c</sup>	1,8 <sup>a</sup>	0,1	<0,001

ALA-konsentrasjoner er også dokumentert om høsten for denne arten (Dewhurst *et al.* 2001). Nyprodusert surfôr hadde noe lavere, men ikke signifikant forskjell i ALA-konsentrasjon sammenlignet med grasarter fra kultarbeidet. Kraftfôr hadde i motsetning til graset et lavt innhold av ALA og høyere konsentrasjoner av 16:0, 18:1 og 18:2 (LA).

### Fettsyresammensetning i lammekjøtt

Fettsyresammensetning ble målt i prøver av *M. longissimus dorsi* med underhudsfett fra lam i forsøket. Tre uker med slutføring ga ikke tydelige utslag i fettsyresammensetningen, men det var signifikante forskjeller etter seks uker med behandlinger (Tabell 2). Det var ikke signifikante forskjeller i andelen av metta og enumetta fettsyrer mellom beitebehandlingene. Det var signifikant høyere andel av de samlede flerumetta fettsyrene i kjøtt fra kultarbeidet sammenlignet med surfôr/kraftfôr-behandlingen. For den essensielle fettsyren ALA var det signifikant høyere konsentrasjoner ( $P < 0,001$ ) i kjøtt fra begge beitebehandlingene, enn i kjøtt fra surfôr/kraftfôrbehandling. Noe som bidro til et signifikant lavere (omega-6/omega-3)-forhold for beitebehandlingene. Imidlertid var (omega-6/omega-3)-forholdet etter seks uker med surfôr/kraftfôr fortsatt i nærheten eller innenfor anbefalte nivåer i mat.

Våre resultater med høyere andel av omega-3 fettsyre i lammekjøtt fra beiter kontra kraftfôrtillegg er

spesielt interessante, da en diett med beiteprodusert lammekjøtt og storfekjøtt nylig ble påvist å gi et høyere innhold av PUFA i blod hos friske mennesker enn en diett med kraftfôrprodusert kjøtt (McAfee *et al.* 2011). I tillegg til dette er drøytgyggerprodukter den eneste tilgang til CLA i human diett. Beitebasert lammekjøtt kan dermed være en kilde til ernæringsmessig gunstige fettsyrer og gunstig (omega-6/omega-3)-forhold i maten vår.

Prosjektet 'Arktisk lammekjøtt - konkurransefortrinn i et nasjonalt og internasjonalt marked' ble finansiert av: Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter, Forskningsmidlene over jordbruksavtalen, Innovasjon Norge, Fylkesmannen i Nordland, Troms og Finnmark, Bioforsk, Nofima Mat og Nordlandsforskning.

### Referanser

- Dewhurst, R.J., Scollan, N.D., Youell, S.J., Tweed, J.K.S. & Humphreys, M.O. 2001. Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass and Forage Science* 56:68-74.
- Lind, V., Berg, J., Eik, L.O., Eilertsen, S.M., Mølmann, J., Hersleth, M., Afseth, N.K. & Haugland, E. 2009. Effects of concentrate or ryegrass-based diets (*Lolium multiflorum*) on the meat quality of lambs grazing on semi-natural pastures. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science* 59:230-238.
- McAfee, A.J., McSorley, .E.M., Cuskelly, G.J., Fearon, A.M., Moss, B.W., Beattie, J.A., Wallace, J.M., Bonham, M.P. & Strain, J.J. 2011. Red meat from animals offered grass diet increases plasma and platelet n-3 PUFA in healthy consumers. *British Journal of Nutrition* 105:80-89.



# Slutfôring av lam - effekt av surfôrets høstetid og kraftfôrmengde

Surfôrets potensial som slutfôr til lam, og betydningen av kraftfôrtilskudd, ble undersøkt i dette forsøket. Svært tidlig høsta surfôr uten kraftfôrtilskudd kan konkurrere med rasjoner basert på kraftfôr i kombinasjon med surfôr høsta på seinere utviklingstrinn både når det gjelder tilvekst, slakteklasse, mørhet og fettsyresammensetning.

Margrete Eknæs<sup>1</sup>, Åshild T. Randby<sup>1</sup>, Finn Avdem<sup>2</sup>, Torstein H. Garmo<sup>1</sup>, Egil Prestløyen<sup>1</sup> & Ingjerd Dønnem<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>2</sup> Nortura  
margrete.eknas@umb.no

## Innledning

En stor andel av slaktelamma har behov for slutfôring etter sanking fra sommerbeite for å bli slaktemodne. Begrensede beiteressurser gjør at mange sauebønder følger rådene om å slutfôre slaktelamma inne, med en stor andel kraftfôr i tillegg til surfôr. Økende kraftfôrpriser gjør det imidlertid mer interessant å vurdere om en fôrrasjon bestående av en stor andel grovfôr av høy kvalitet også kan gi tilfredsstillende tilvekst og slaktekvalitet på lamma. Mer heimeprodusert fôr reduserer samtidig behovet for transport, og bygger opp om historien til norsk lammekjøtt som et produkt basert på norsk utmark og lokale fôrressurser.

## Materiale og metoder

Ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) på Ås ble det gjennomført et forsøk der hensikten var å undersøke betydningen av grasets utviklingstrinn ved høsting for surfôrets potensial som slutfôr til lam om høsten. Betydningen av kraftfôrtilskudd ved ulike høstetider for surfôr ble også undersøkt. Eng av timotei, engsvingel og rødkløver ble slått ved tre ulike utviklingstrinn i førsteslåtten 2007: 22.mai (Høstetid 1), 5.juni (Høstetid 2) og 13.juni (Høstetid 3). Fenologisk utviklingstrinn for timotei målt 1 døgn før slått viste MSW (mean stage by weight) (Moore *et al.* 1991) på 2,34, 2,96 og 3,26 henholdsvis for Høstetid 1, 2 og 3. Kraftfôret var i hovedsak basert på norske

Tabell 1. Kjemisk sammensetning av surfôr og kraftfôr

	Høstetid for surfôr			Kraftfôr
	1	2	3	
Tørrstoff, g/kg	239	227	244	880
Aske, g/kg TS	64	65	55	64
Protein, g/kg TS	174	131	103	159
Fett, g/kg TS	40	28	23	32
Stivelse, g/kg TS				435
NDF m/askekorr g/kg TS	432	570	632	186
ADF, g/kg TS	259	344	381	
ADL, g/kg TS	45	57	72	
Gjæringskvalitet:				
pH	4,20	4,23	4,21	
NH <sub>3</sub> -N, % i N	5,2	8,2	6,5	
Melkesyre, g/kg TS	65,6	70,7	46,9	
Eddiksyre, g/kg TS	13,1	9,9	8,3	
Smørsyre, g/kg TS	0,00	0,00	0,00	
Etanol, g/kg TS	13,6	15,2	18,7	

Tabell 2. Daglig fôropptak (gjennomsnitt for hele forsøksperioden)

Høstetid	1	1	2	2	3	3	SEM
Kg kraftfôr/dag	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	
<b>Kg TS per dag</b>							
Surfôr	1,36 <sup>a</sup>	1,14 <sup>b</sup>	1,04 <sup>c</sup>	0,90 <sup>d</sup>	0,86 <sup>e</sup>	0,78 <sup>f</sup>	0,012
Kraftfôr		0,44		0,44		0,44	
Totalt	1,36 <sup>b</sup>	1,58 <sup>a</sup>	1,04 <sup>d</sup>	1,34 <sup>b</sup>	0,86 <sup>e</sup>	1,22 <sup>c</sup>	0,012
<b>g/kg kroppsvekt</b>							
TS i surfôr	30,5 <sup>a</sup>	25,8 <sup>b</sup>	24,5 <sup>c</sup>	20,4 <sup>e</sup>	21,4 <sup>d</sup>	17,3 <sup>f</sup>	0,36
TS totalt	30,5 <sup>b</sup>	35,7 <sup>a</sup>	24,5 <sup>d</sup>	30,3 <sup>b</sup>	21,4 <sup>e</sup>	27,3 <sup>c</sup>	0,40
NDF i surfôr	13,1 <sup>b</sup>	11,0 <sup>cd</sup>	13,9 <sup>a</sup>	11,5 <sup>c</sup>	13,5 <sup>b</sup>	10,9 <sup>d</sup>	0,18
NDF totalt	13,1 <sup>bcd</sup>	12,9 <sup>cd</sup>	13,9 <sup>a</sup>	13,3 <sup>bc</sup>	13,5 <sup>ab</sup>	12,8 <sup>d</sup>	0,19

<sup>a,b,c,d,e,f</sup> Forskjellig bokstav innen samme rad er signifikant forskjellig (P<0,05).

råvarer (30,0 % havregropp, 17,9 % byggropp, 18,0 % erter, 10,0 % hvete gropp, 10,0 % hvetekli, 6,0 % Raps ExPro 00E, 4,5 % melasse og 3,6 % mineral/vitamin). Kjemisk sammensetning av surfôr og kraftfôr fremgår av tabell 1. Samtlige lam fikk 10 g per dag av Pluss Multitilskudd Appetitt Sau mineral- og vitamintilskudd (Felleskjøpet Fôrutvikling, Trondheim) (11,0 % Ca, 7,0 % P, 2,0 % Mg, 9,0 % Na) og fri tilgang på hvit saltslikkestein.

Hvert forsøksledd bestod av 8 lam; 2 søyelam av Norsk Kvit, 2 værlam av Nor-X (ca. 55 % Norsk Kvit og 45 % Texel) og 4 søyelam av Nor-X. Surfôret ble tildelt etter appetitt (ca. 10 % rester). Kraftfôret (0,5 kg/dag) ble fordelt på to tildelinger. Lamma ble veid to påfølgende dager hver uke og slaktet ut på individuell basis etter vekt. Lammeskrottene ble klassifisert på ordinær måte etter EUROP-systemet. Ca. en time etter avliving ble ytrefiletene skåret ut. Filetene ble

Tabell 3. Vekt, antall dager til ønsket slaktevekt var oppnådd, tilvekst og slakteresultater

Høstetid	1	1	2	2	3	3	SEM
Kg kraftfôr/dag	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	0,5	
Vekt ved gruppering, kg	37,2	37,1	36,6	37,7	37,0	37,8	0,76
Startvekt, kg <sup>1</sup>	38,3	39,4	37,3	39,1	37,2	39,1	0,85
Sluttvekt, kg	52,0 <sup>ab</sup>	52,3 <sup>a</sup>	50,5 <sup>b</sup>	51,7 <sup>ab</sup>	44,2 <sup>c</sup>	53,3 <sup>a</sup>	0,64
Antall dager <sup>2</sup>	68 <sup>c</sup>	52 <sup>c</sup>	117 <sup>ab</sup>	64 <sup>c</sup>	133 <sup>a</sup>	104 <sup>b</sup>	6,3
Tilvekst, g/dag	208 <sup>b</sup>	258 <sup>a</sup>	116 <sup>c</sup>	205 <sup>b</sup>	53 <sup>d</sup>	139 <sup>c</sup>	11,9
<b>Slakteresultater</b>							
Slaktevekt, kg	24,1 <sup>a</sup>	23,5 <sup>a</sup>	21,8 <sup>b</sup>	22,7 <sup>ab</sup>	17,9 <sup>c</sup>	23,5 <sup>a</sup>	0,52
Slakte-%	46,4 <sup>a</sup>	44,9 <sup>ab</sup>	43,2 <sup>b</sup>	43,9 <sup>ab</sup>	40,5 <sup>c</sup>	44,1 <sup>ab</sup>	0,92
Slakteklasse <sup>3</sup>	11,9 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	9,6 <sup>b</sup>	11,2 <sup>a</sup>	8,1 <sup>c</sup>	11,3 <sup>a</sup>	0,52
Fettgruppe <sup>4</sup>	10,1 <sup>a</sup>	10,5 <sup>a</sup>	8,5 <sup>b</sup>	8,0 <sup>b</sup>	5,9 <sup>c</sup>	7,0 <sup>bc</sup>	0,53
Metta fettsyrer <sup>5</sup>	42,7	43,3	43,3	42,8	44,0	43,0	0,99
Enumetta fettsyrer <sup>5</sup>	44,8 <sup>a</sup>	44,2 <sup>ab</sup>	42,5 <sup>bc</sup>	42,0 <sup>c</sup>	39,3 <sup>d</sup>	41,2 <sup>cd</sup>	0,78
Flerumetta fettsyrer <sup>5</sup>	5,4 <sup>b</sup>	5,7 <sup>b</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	7,3 <sup>ab</sup>	7,6 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	0,67
Omega-6/omega-3	1,40 <sup>c</sup>	1,79 <sup>b</sup>	1,28 <sup>c</sup>	1,89 <sup>b</sup>	1,39 <sup>c</sup>	2,26 <sup>a</sup>	0,077
Mørhet, Newton	33,0 <sup>b</sup>	41,0 <sup>ab</sup>	39,7 <sup>ab</sup>	45,2 <sup>ab</sup>	52,5 <sup>a</sup>	52,4 <sup>a</sup>	5,24

<sup>a,b,c,d</sup> Forskjellig bokstav innen samme rad er signifikant forskjellig (P<0,05).

<sup>1</sup> Startvekt ble registrert etter 1 uke med forsøksfôring (for å få riktig vomfyll).

<sup>2</sup> Antall dager fra startvekt til slakting. Samtlige lam på Høstetid 3 uten kraftfôr og to av lamma på Høstetid 2 uten kraftfôr hadde ikke oppnådd ønsket vekt da forsøket ble avsluttet etter 133 dager.

<sup>3</sup> Slakteklasse er omgjort fra EUROP-systemet til en poengskala fra 1-15, der 1 svarer til P- og 15 svarer til E+.

<sup>4</sup> Fettklassifiseringen er omgjort til en poengskala fra 1-15, der 1 svarer til 1- og 15 svarer til 5+.

<sup>5</sup> g/100 g fettsyrer

kondisjonert ved gradvis nedkjøling til 11 °C første døgn etter avliving og til 2-4 °C neste seks døgn, og fryst inn (-20 °C) sju døgn etter avliving. Etter opptining ble filetene analysert for mørhet ved hjelp av en mekanisk metode (Warner Bratzler (WB)) og for fettsyresammensetning.

### Resultater og diskusjon

Surfôropptaket ble signifikant redusert med utsatt høstetid (Tabell 2). Substitusjonseffekten (reduksjonen i opptak av surfôr-TS per kg opptatt kraftfôr-TS) ble redusert med utsatt høstetid, og var på 0,50, 0,32 og 0,18 henholdsvis for Høstetid 1, 2 og 3. Høyest totalt TS-opptak per kg kroppsvekt per dag oppnådde lamma på Høstetid 1, 30,5 og 35,7 g henholdsvis uten og med kraftfôr.

Blant lamma uten kraftfôrtilskudd, ga Høstetid 1 fire ganger så høy tilvekst som Høstetid 3, mens Høstetid 2 kom i en mellomstilling (Tabell 3). Høstetid 1, uten kraftfôr, ga også høyere tilvekst enn Høstetid 2 og 3, med kraftfôr. Bruk av kraftfôr økte tilveksten i gjen-

nomsnitt med 50, 89 og 86 g/dag henholdsvis for Høstetid 1, 2 og 3, sammenlikna med fôring med surfôr alene. Det var ingen sikker forskjell i oppfôringstid med og uten kraftfôrtilskudd for Høstetid 1, men for lamma på Høstetid 2 og 3 ble oppfôringstida signifikant kortere med bruk av kraftfôr (Tabell 3). Ingen av lamma på Høstetid 3 uten kraftfôr hadde nådd ønsket slaktevekt da forsøket ble avsluttet etter 133 dager.

Høstetid 1 ga høyere slakteprosent og slakteklasse enn de andre gruppene, men slakteskrottene var signifikant feitere enn i de øvrige gruppene. Høstetid 3 med kraftfôr ga bortimot ideell fettgruppe (3-), selv om slaktevekta var så høy som 23,5 kg, men Høstetid 3 ga noe seigere kjøtt enn de øvrige høstetidene. Forholdet omega-6/omega-3 var generelt gunstig (lågt) men økte med utsatt høsting og bruk av kraftfôr.

### Referanser

- Moore, K.J., Moser, L.E., Vogel, K.P., Waller, S.S., Johnson, B.E. & Pedersen, J.F. 1991. Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agron. J.* 83:1073-1077.

# Husdyrgjødsel - utfordringar

Husdyrgjødsel er ein viktig ressurs. Ved god utnytting av næringsstoffa kan gardbrukarane spare pengar ved mindre innkjøp av mineralgjødsel. Rett bruk av gjødsla kan også minske belastninga på miljøet. I dette innlegget har ein sett på behovet for revidering av normtal for mengd utskilt gjødsel og næringsstoff, og på kva område innan bruk av husdyrgjødsel det er behov for meir kunnskap.

Lars Nesheim  
Bioforsk  
lars.nesheim@bioforsk.no

## Utskilt mengd gjødsel og næring

I boka "Husdyrgjødsel" (Tveitnes *et al.* 1993) er det oppgitt mengder utskilt gjødsel og næringsstoff per dyr for ulike dyreslag. Talgrunnlaget er henta frå ulike granskningar, som for det meste er gjennomførde på 1970- og 80-talet. Det er liten tvil om at det har skjedd store endringar med omsyn til faktorar som fôring, produksjon/yting per dyr og dyremateriale dei siste 20-30 åra. Sjølv om det vart gjort ei revidering av normtala for gjødselproduksjon i 1999, er det grunn til å tru at gjeldande normtal ikkje stemmer lenger. Bioforsk har på oppdrag frå Statens landbruksforvaltning gått i gjennom dagens normtal for mengd gjødsel og næringsstoff utskilt per dyr (Nesheim *et al.* 2011). I rapporten er det tatt med referansar for dei dei fleste relevante granskningane som er gjennomførde i Norge. I tabell 1 er det vist at gjødselmengda frå ei ku er 18 tonn per år, og at utskilt mengd nitrogen var 82 kg og at fosfor-mengda var 12,6 kg (Tveitnes *et al.* 1993). Middels yting for ei ku var truleg nær 5 500 kg mjølk når dei mengdene vart fastsett, no er ytinga om lag 7 200 kg. Undersøkinga til Bolstad (1994) vart gjennomført i 1992-93, og utskilde mengder næringsstoff er noko høgare enn i dei tidlegare granskningane referert av Tveitnes.

Tabell 1. Utskiljing av gjødsel (tonn/år), nitrogen (N) og fosfor i kg per dyr og år. Tal frå ulike undersøkingar i Norge (Tveitnes *et al.* 1993; Bolstad 1994). Strø og spillvatn er ikkje inkludert i tala

Dyreslag	Tveitnes <i>et al.</i> (1993)			Bolstad (1994)	
	Gjødsel, t/år	N, kg	P, kg	N, kg	P, kg
Mjølkeku	18	82	12,6	94	14,8
Ungdyr > 12 mnd.	10	35	3,8	-	-
Kviger 12-24 mnd.	-	-	-	46	4,6
Oksar 12-16,5 mnd.	-	-	-	25	4,2

I tillegg til å vurdere norske data, har vi også sett på gjeldande normtal frå Danmark, Sverige og Sveits, og på nokre publikasjonar i frå England. I tabell 2 er det vist tal i frå Danmark og Sveits. I dei danske tala er det skilt mellom lett og tung rase, og for begge dei to klassane er utskilt mengd nitrogen og fosfor mykje høgare enn dei norske tala. Det er verdt å merke seg at for lett rase i Danmark og for mjølkeku i Sveits, som begge har ei mjølkeyting rundt 6 500 kg, er utskiljinga av fosfor vel 20 % høgare enn det norske normtalet.

Tabell 2. Utskiljing av gjødsel (tonn/år), nitrogen (N) og fosfor i kg per dyr og år i Danmark (Poulsen 2009) og i Sveits (Flisch *et al.* 2009). Strø og spillvatn er ikkje inkludert i tala

Dyreslag	Gjødsel, t/år	N, kg	P, kg
Danmark:			
Mjølkeku, tung rase, yting 9 239 kg/år	21,3	130	20,9
Mjølkeku, lett rase, yting 6 603 kg/år	17,6	110	18,3
Sveits:			
Mjølkeku, yting 6 500 kg/år	23,0	115	18,0
Ammeku, 600 kg levandevækt	15,5	80	13,0

Vi har ikkje grunnlag no for å lage ein ny tabell med gjødselmengd og utskilt mengd nitrogen og fosfor per dyr for ulike dyreslag. Endring av normtala kan føre til store konsekvensar til dømes for gardsbruk som allereie i dag har knapt med spreieareal. Det er difor viktig at ei slike endringar vert basert på best muleg kunnskap. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap (IHA) ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB), har fått tildelt midlar frå klimaprogrammet til Statens landbruksforvaltning til eit eittårig prosjekt. IHA vil bruke planleggingsverktøyet "NorFor" til å rekne ut mengd gjødseltørstoff og utskiljing av nitrogen i gjødsel og urin hjå storfe på individnivå.

Dei skal også utnytte resultat i frå gjennomførte stoffskifteforsøk med storfe, gris og fjørfe. I og med at IHA-prosjektet berre skal undersøkje mengd gjødseltørrstoff, vil det vere behov for ytterlegare studiar for å kunne utarbeide gode normtal for volum gjødsel, inkludert strø og vatn ved ulike produksjonar. Slike normtal er først og fremst viktige for planlegging av nye gjødsellager.

### Spreiemetodar, tap av ammoniakk og klimagassar

All handtering av husdyrgjødsel kan vere kjelde til utslepp av ulike stoff til luft og vatn. Husdyrgjødsla står for en vesentleg del av landbruket sitt utslepp av klimagassane metan, lystgass og karbondioksid. Den enkelte gardbrukar kan bidra til å redusere tap av klimagassar, men for å ta vare på verdien av husdyrgjødsla, handlar det først og fremst om å redusere tapa av ammoniakk (som ikkje er ein klimagass). Det er ikkje uvanleg å rekne at om lag halvdel av ammoniakktapet skjer ved spreieing av husdyrgjødsla. Dette tapet kan gardbrukaren påverke ved behandling av gjødsla (separering, vasstilsetjing) og gjennom val av mengd per dekar, spreietidspunkt og spreiemetode. Det aller meste av husdyrgjødsla vert spreidd med tankvogn og spreiar (breispriing) som kastar gjødsla opp i lufta og som fordelar gjødsla meir eller mindre jamt utover jordflata. Dei seinare åra er det kome meir miljøvenleg spreieutstyr, som stripespreiarar og nedfellarar, og det er liten tvil om at slikt utstyr kan gi mindre tap av ammoniakk ved at gjødsla vert mindre eksponert for luft. Kval-Engstad (2011) har sett på korleis ulike spreieteknikkar påverkar utnyttinga av næringsstoffa, og han har vurdert danske og svenske forsøksresultat i tillegg til det som er gjort i Norge. Det er liten tvil om at dei nye spreiemetodane vil gi miljøgevinstar, men spreieutstyret er også klart dyrare enn tradisjonelle gjødselspreiarar. I 2008 vart det sett i gang ein pilotordning med ekstra arealtilskot dersom husdyrgjødsla vart spreidd med miljøvenleg utstyr. Pilotordninga er evaluert av Bioforsk, og konklusjonen er at dei aktuelle spreiemetodane stort sett har positive verknader på miljøet. I ei utgreiing av Øygarden *et al.* (2009) er det gjort greie for korleis klimatiltak som gjødsling og andre driftsopplegg påverkar utslepp av lystgass.

### Forskingsbehov

I NJF-seminaret 'Utilisation of manure and other residues as fertilizers' som vart arrangert i haust (Delin 2011) vart det presentert ny forskning frå dei nordiske og baltiske land innan temaet husdyrgjødsel. Og i fleire av innlegga vart det også peika på behov for ny kunnskap. Det galdt mellom anna verknad av separering og anna behandling av gjødsla på næringsverdi og risiko for tap.

Dei seinare åra er det tatt ut mange prøver av ulike typar husdyrgjødsel. Det har medverka til å oppdatere relativt gamle tal for næringsinnhald i husdyrgjødsel. Men det er framleis behov for å vite meir om variasjon i næringsinnhald i gjødsla, og særleg for gris- og fjørfegjødsel.

IHA ved UMB er i gang med eit prosjekt med formål å oppdatere standardtall for utskilt mengd gjødsel og nitrogen for ulike dyreslag. Ein vil truleg også sjå på utskiljing av fosfor. Men det er behov for nye granskingar av utskiljing av fosfor. Oppdateringa av norma for fosfor vil vere særst viktig for å vurdere spreiearealkrav. I og med at IHA-prosjektet berre skal undersøkje mengd gjødseltørrstoff, vil det vere behov for ytterlegare studiar for å kunne utarbeide gode normtal for volum gjødsel, inkludert strø og vatn ved ulike produksjonar.

Breispriing av husdyrgjødsel er framleis den mest vanlege metoden. Det vil vere viktig å dokumentere fordelane med bruk av dei nye metodane, med omsyn til utnytting og tap av næring (tap til luft og vatn) og ikkje minst korleis val av andre metodar kjem ut økonomisk.

Med omsyn til klimagassar vil det vere behov for å kvantifisere utslepp av lystgass og korleis ulike tiltak kan påverke dette gasstapet.

### Referansar

- Bolstad, T. 1994. Utskiljing av nitrogen og fosfor frå husdyr i Norge. Sluttrapport. Norges landbrukshøgskole, Ås.
- Delin, S. (ed.). 2011. Utilisation of manure and other residues as fertilizers. NJF Report 7(8): 125s.
- Flisch, R., Sinaj, S., Charles, R. & Richner, W. (eds). 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau, Chapter 11 „Hofdünger“. Forschungsanstalten Agroscope Changins-Waedenswil ACW und Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. AGRARForschung 16(2):50-61.
- Poulsen, H.D. 2009. Normtal for husdyrgødning- 2009. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Århus Universitet. 35 s.

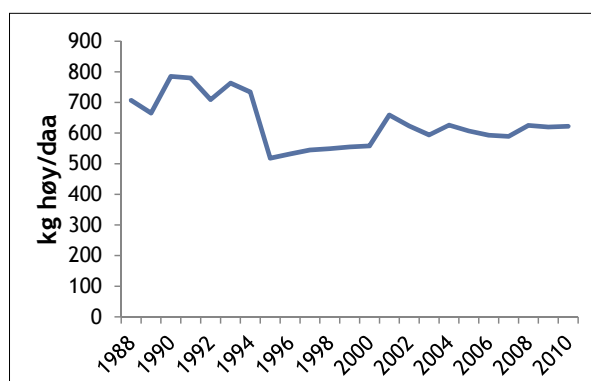
- Kval-Engstad, O. 2011. Nye spredeteknikker - bedre bruk av blaut husdyrgjødsel. Rapport fra Norsk Landbruksrådgiving. 20 s.
- Nesheim, L., Dønnem, I. & Daugstad, K. 2011. Mengd utskilt husdyrgjødsel - vurdering av normtal. Gjennomgang av norske og utanlandske tal for utskiljing av husdyrgjødsel og næringsstoff. Bioforsk RAPPORT 6(74):19 s.
- Tveitnes, S., Bruaset, A., Bærug, R. & Nesheim, L. 1993. Husdyrgjødsel. Statens fagtjeneste for landbruket. ISBN: 82-90598-10-6. 119 s.
- Øygarden, L., Nesheim, L., Dörsch, P., Fystro, G., Hansen, S., Hauge, A., Korsæth, A., Krokann, K. & Stornes, O. K. 2009. Klimatiltak i jordbruket - mindre lystgassutslipp gjennom mindre N-tilførsel til jordbruksareal og optimalisering av dyrkingsforhold. Bioforsk RAPPORT 4 (175): 78 s.

## Avlingsutvikling i engdyrkinga

Jordbruksstatistikken er dårleg eigna til å vurdere endringar i grasavlingane over tid, men produksjonen av mjølk og kjøtt sett saman med engarealet viser at avlingane må ha gått noko ned dei siste åra. Årsakene til nedgangen er samansette. Dårligare drenering, auka jordpakking, meir gamal eng, svakare gjødsling, tidlegare hausting og større svinn frå brutto avling på jordet til det som blir tatt opp på førbrettet er sentrale faktorar.

Tor Lunnan  
Bioforsk  
tor.lunnan@bioforsk.no

Statistisk sentralbyrå lagar statistikk over engavlingane kvart år (Figur 1). Reknemåten vart endra i 1995 som ein ser ved eit sprang i nivået i figuren. Når ein ser bort frå dette, er det ingen klar tendens til endringar i avlingsnivået frå sist på 1980-talet til 2010. Statistikken er usikker, da det ikkje ligg målte avlingar bak. Tala blir til ved at kvart fylke kvart år set tal for avlingsnivået i forhold til eit normalår på skjøn. Dette kan gje bra overslag over avlingsvariasjonar i enkeltår, men kan ikkje fange opp endringar i avlingsnivået over tid. Slik statistikk kan lett bli misbrukt når ein ser på lange tidsseriar. Statistikken gir derimot eit godt bilete på gode og dårlege avlingsår, og kan til dømes vera eit godt grunnlag ved vurdering av avlingsskade.



Figur 1. Engavlingar omrekna til kg høyd pr. daa (Statistisk sentralbyrå 2010).

Andre kjelder kan gje betre tal for engavlingane, men taltilfanget er lite. Effektivitetskontrollen i TINE reknar ut netto engavling ut frå husdyrproduksjon og føring. Berre ein liten del av produsentane er med her, og utvalet av bruk endrar seg over tid, slik at

ein skal vera varsam med å trekkje konklusjonar over avlingsendringar. Driftsgranskingane i jordbruket, som blir utført av Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF), har måling av avlingsvolum og kan vera betre eigna til å følgje utvikling over tid ved at ein følgjer dei same bruka, men det er få bruk og mange feilkjelder også med dette materialet. Andre tilnærmingar har også vore prøvde. På slutten av 1980-talet vart det lagt ned eit stort arbeid i prosjektet 'Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga' (Knapp Haraldsen & Waag 1991). Her vart engavling målt på jordet ved hausting i fem år i ei landsomfattande gransking. Målte avlingar viste stor variasjon, og midteltala var ein god del høgare enn i statistikken frå Statistisk sentralbyrå. Likevel er materialet lite eigna for avlingsstatistikk på grunn av at få felt er følgt opp i mange år, og det var ulike kriterier for utval av felt. Produksjonen av mjølk og kjøtt sett saman med eng- og beitearealet gjev ein betre indikasjon på avlingsendringar (Tabell 1). Arealet av grovfôrvekstar har auka frå 5,7 mill. daa i 1979 til 6,6 mill. daa i 2010. Arealet har endra seg lite dei siste ti åra i perioden. Talet både på sau og storfe auka fram til 2000. Seinare har talet på sau halde seg, mens talet på storfe, spesielt mjølkeku, har gått mykje ned. Sjølv om avdråtten per ku har auka frå 6000 kg mjølk til vel 7000 kg mjølk dei siste ti åra, har den totale mjølkeproduksjonen gått ned frå vel 1800 mill. l i 1989 til 1460 mill. l i 2010. Bruken av kraftfôr i mjølkeproduksjonen har auka dei siste ti åra etter ein nedgang frå 1979 til 1999. Tala tyder på at det samla grovfôr-opptaket i mjølkeproduksjonen har gått ein god del ned, og sett saman med at arealet av grovfôrvekstar har vore konstant i denne perioden, må avlingane ha minka dei siste ti åra.

Tabell 1. Utvikling i areal, dyretal og mjølkeproduksjon dei siste 30 åra (SSB 2010)

	1979	1989	1999	2010
Fulldyrka eng og beite, mill. daa	5,4	5,5	6,4	6,5
Grønfør/silovekstar, mill. daa	0,3	0,4	0,3	0,1
Tal sau, mill.	2,0	2,2	2,3	2,3
Storfe i alt, mill.	0,97	0,95	1,03	0,87
Mjølkeprod., mill. l	1770	1840	1650	1460
Kraftfôr %, kukontrollen	44	39	36	40

### Årsaker til avlingsnedgang

Med stadig betre sortsmateriale i engvekstar og betre agronomisk kunnskap, skulle ein heller forvente avlingsauke enn nedgang. Sortsframgangen har ikkje vore stor dei siste åra. Den viktigaste avlingsdrivande faktoren, gjødslinga, har vorte redusert dei siste åra, spesielt for fosfor og kalium, og dette kan forklare noko av avlingsnedgangen. Auka omfang av økologisk dyrking kan også ha verka til nedgang, men dette betyr nok lite i denne samanhengen. Det økologiske eng- og beitearealet utgjorde i 2010 knapt 7 % av totalarealet (DEBIO 2010). Større fokus på graskvaliteten med tidlegare hausting kan også ha verka til lågare avling, men fôrprøver viser lite endring i kvalitet over tid, slik at dette neppe har gjeve store utslag.

Ein viktigare faktor er dårlegare jordkultur dei siste åra. Spesielt fører manglande drenering til aukande forsumping i mange distrikt. Høgare grunnvatn fører til grunnare og dårlegare rotutvikling, mindre næringsopptak og lågare avlingar. Dette heng også saman med den tekniske utviklinga med stadig tyngre traktorar og hausteutstyr som set større krav til drenering og lett kan øydeleggje gamle grøfter. Større drifts-einingar med stadig meir leigejord forsterkar denne utviklinga. Jordleige med kortvarige kontraktar fører til lite investering i jordvegen. På grunn av arealtilskotsordninga kan det vera lønsamt å sikre nok avling gjennom å drive eit stort areal framfor å investere meir i jordveg og gjødsling i område med lett tilgang på leigejord. Vedlikehaldskalking er også forsømt på mykje jord, slik at aukande forsuring kan forklare noko av avlingsreduksjonen.

I tillegg til større problem med drenering fører tyngre traktorar og reiskap til meir kjøreskade i enga. Spesielt ved kjøring under fuktige forhold blir det mykje skade på plantedekket i hjulspora. Lågare dekktrykk kan redusere skadeomfanget noko, men i praksis er dette ikkje enkelt når traktoren både skal brukast på enga og til transport på vegen. Med tyngre utstyr blir det også større jordpakking nedover i jorda som kan gje dårlegare rotutvikling og meir varige skadar.

Det er stor forskjell mellom målte grasavlingar i felt og utnyttede avling i fôringa. Her kjem mange taps-postar inn under hausting, konservering og fôring. Vi vil tru at svinnet neppe har gått ned dei siste 30 åra. Totrinnshausting med rundballar har auka mykje i denne perioden, og med meir fortørking må ein rekke med større tap på jordet gjennom anding og drysstap. Ein annan tapspost som truleg også har auka er svinnet på grunn av kassering av rundballar. Dette gjeld ikkje berre mislukka konservering, men også for overskotsballar som tapar seg fordi dei blir for gamle etter overlaging og blir kasserte.

Under den generelle utviklinga i landbruket med sterk teknologisk utvikling, har reduksjon i arbeidsforbruket vore vektlagt. Dette kan i seg sjølv ha ført til mindre fokus på produksjonen. Med meir leigekjøring og større maskiner blir meir eng hausta til ugunstige tider under fuktige forhold, og det står meir gras att langs kantane enn for 30 år sidan. Utdanningsnivået i landbruket, både blant bønder og entreprenørar, har heller ikkje vorte høgare, slik at arbeidet ikkje alltid blir optimalt utført. Det er eit mål å auke produksjonen framover i takt med auken i folketalet. Dette krev mykje større fokus på engavlingane. Tiltak som auka drenering, meir tilpassa gjødsling, mindre jordpakking og mindre svinnet frå jordet til fôrbrett vil ha god effekt.

### Referansar

- DEBIO 2010. Statistikkhefte. <http://www.debio.no>  
 Knapp Haraldsen, T. & Waag, T. 1991. Driftskontrollen i grovfôr dyrkinga, en database for avlings-, jord- og klimadata. Norsk landbruksforskning 5:279-304.  
 Statistisk sentralbyrå. Jordbruksstatistikk. 2010. <http://www.ssb.no/jordbruk>



# Kva for grovfôravlningar kan ein oppnå i økologisk produksjon?

Avling, kløverinnhald og avlingskvalitet i frå ulike forsøk i økologisk dyrka eng er stilt saman. Variasjonen i alle desse karakterane var stor. Avlingsnivået var likt, men avlingskvaliteten, målt som fiber- og råproteininnhald, var betre i kvitkløvergraseng enn i eng med raudkløver. Tre slåttar gav lågare avling men høgare fôrverdi enn to slåttar. Avlinga og råproteininnhaldet i avlinga auka med aukande kløvermengd i avlinga medan innhaldet av fiber gikk ned.

Håvard Steinshamn, Rose Bergslid & Anne Kjersti Bakken  
Bioforsk  
havard.steinshamn@bioforsk.no

## Innleiing

Rådgevingstenestene Norsk Landbruksrådgiving og TINE Rådgeving har etterspurt tal for avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka eng i Noreg. For å kome rådgevingstenesta i møte, vil ein i forskingsprosjektet «FORUT - Næringsforsyning og produktivitet i økologisk grovfôr- og mjølkeproduksjon - betra fôrproduksjon og fôrutnytting basert på lokale ressursar» kartlegge kva naturgrunlaget og gjeldande dyrkingspraksis i ulike landsdelar gir av økologisk engavling. I 2011 har ein samla inn forsøksdata og registreringar gjort på praktiske bruk i frå prosjekt gjennomført i regi av tidlegare NORSØK og Planteforsk, av Bioforsk og av forsøksringane. Med dette datatilfanget er måla å kunne seie noko om:

- Nivå og variasjon etter landsdel (klima, jord)
- Nivå og variasjon etter år (vêr om vinteren og i vekstsesongen), dvs. avlingsstabilitet
- Nivå og variasjon etter botanisk samansetjing i enga
- Nivå og variasjon etter haustesystem

I denne artikkelen vil ei førebels analyse av eit avgrensa del av materialet bli presentert. Fokuset er på effekt av engtype, tal slåttar og kløvermengd i avlinga på avlingsmengd og avlingskvalitet.

## Material og metode

I ein del forsøksseriar manglar analyse av avlingskvalitet og kløvermengd. I denne analysen er det derfor berre brukt data frå forsøk i eng gjennomført i regi av Bioforsk der ein har opplysningar om både kløvermengd i avlinga og avlingskvalitet i tillegg til avling. Årlege gjennomsnittstal for forsøksledd i frå seks forsøksseriar er brukt (namn på ansvarleg): «Raudklø-

versortar i blanding med timotei og engsvingel ved tre haustesystem» (Tor Lunnan), «Samanlikning av kvit- og raudkløverbasert eng» (Steffen Adler), «Kvitkløversortar i blanding med gras ved fire haustesystem» (Tor Lunnan), «Dyrkingssystemet på Kvithamar. Engavlingar i omløpsperiode 2003-2010» (Anne Kjersti Bakken), «Forsøksserie TL92xx - Frøblandingar til kort- og langvarig eng» (Tor Lunnan), «Byggro» (Randi B Frøseth). Alle forsøk er gjennomførte på mineraljord i god hevd og dyrka i samsvar med retningsliner for økologisk drift med omsyn til gjødsling. For å kunne balansere datasettet best mulig er data i frå eng eldre enn 5 år og frå forsøksledd med fleire enn 3 slåttar teke ut. I alle forsøka er avlingskvalitet blitt analysert ved hjelp av NIRS på Bioforsk Løken. Data er analysert statistisk ved hjelp av ein blanda modell i SAS der lokalitet, tal slåttar (2 eller 3), og type eng (raudkløvergraseng, raudkløver/kvitkløvergraseng eller kvitkløvergraseng) og kløvermengd i avlinga (kontinuerleg variabel) var med som faste effektar og år og forsøksserie som tilfeldige effektar. I analysen er det rekna på årsavlinga og kløvermengd og kvalitet i samla årsavling. Gjødslingsmengd og engår var også med i modellen men gav ingen statistisk sikker effekt. Det vart ikkje teke omsyn til andre forsøksfaktorar som grasfrøblanding, sorts materiale eller haustetid i den statistiske analysen.

## Resultat og diskusjon

Det var stor variasjon i avling, kløvermengd og råproteininnhald (RP) i avlinga i datamaterialet (Tabell 1). Generelt var gjennomsnittleg energiinnhaldet høgt medan gjennomsnittleg proteininnhald (råprotein, PBV og AAT) og fiberinnhald (NDF og ADF) var heller lågt dersom ein jamfører med tal i frå fôrtabellen (Fôrtabellen 2008).

Tabell 1. Oversyn over datamaterialet (n=664) med gjennomsnitt, standardavvik, minimum- og maksimumsverdier for totalavling og kløvermengd og avlingskvalitet i totalavlinga

Parameter	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum
Engår	2,4	1,2	1	5
Totalavling, kg TS/daa	675	222	166	1387
Kløver, % av TS avling	26	20	0	93
FEm per kg TS	0,88	0,05	0,71	1,02
Rårotein, % av TS	11,9	2,02	6,9	17,5
PBV, g/kg TS	-19	19,1	-73	43
AAT, g/kg TS	80	3,3	68	89
NDF, % av TS	48	5,5	32	62
ADF, % av TS	28	2,8	20	35

Det var ingen effekt av engtype på avling, men det var større innhold av kløver i eng med raudkløver enn i kvitkløvergraseng (Tabell 2). Engtype hadde ikkje effekt på energiverdien av avlinga, men proteininnhaldet var høgare og fiberinnhaldet lågare i engar med kvitkløver enn i dei med raukløver. Ein skal vere litt forsiktig med å konkludere med at kvitkløvergraseng gir like god avling som eng med raudkløver sidan datasettet ikkje er balansert med omsyn til å ha dei ulike engtypane til stades på alle lokalitetane.

Tabell 2. Effekt av engtype (R=Raudkløvergraseng, RK=Raudkløver/kvitkløvergraseng, K=Kvitkløvergraseng) på totalavling og kløvermengd og avlingskvalitet i totalavlinga

Parameter	Engtype			SE	P-verdi
	R	RK	K		
Tal observasjonar	140	369	156		
Totalavling, kg TS/daa	660	652	646	44,6	0,9532
Kløver, % av TS avling	47a	39a	19b	3,9	<0,0001
FEm per kg TS	0,88	0,88	0,88	0,011	0,8993
Protein, % av TS	11,0b	11,8a	12,2a	0,31	0,0034
NDF, % av TS	50a	49ab	48b	1,1	0,0396

SE= standardfeil på gjennomsnittet, a,b Tal innan same rad med ulike bokstavar er statistisk sikkert ulike

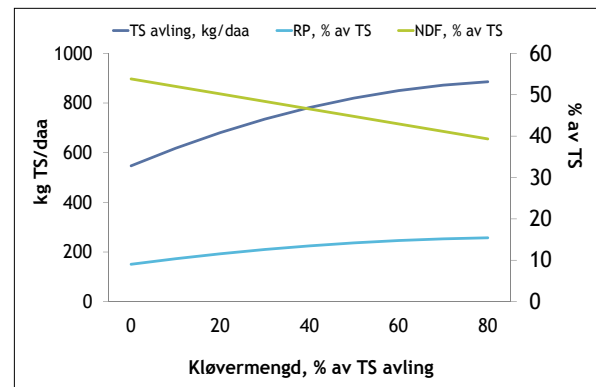
Tre slåttar gav om lag 80 kg mindre tørrstoffavling enn to slåttar (Tabell 3), men avlingskvaliteten var betre med langt høgare proteininnhald og energiverdi og lågare fiberinnhald. Høgare energiverdi gjorde at differansen i samla nettoenergiavling (FEm) var om lag 50 Fem/daa. Kløverinnhaldet i avlinga var også noko høgare med tre enn med to slåttar.

Tabell 3. Effekt av tal slåttar på totalavling og kløvermengd og avlingskvalitet i totalavlinga

Parameter	Tal slåttar		SE	P-verdi
	2	3		
Tal observasjonar	328	336		
Totalavling, kg TS/daa	691	613	10,4	<0,0001
Kløver, % av TS avling	34	37	0,9	<0,0001
FEm per kg TS	0,87	0,90	0,003	<0,0001
Protein, % av TS	10,6	12,7	0,10	<0,0001
NDF, % av TS	50	8	0,3	<0,0001

SE= standardfeil på gjennomsnittet

Avlinga og råproteininnhaldet i avlinga auka med kløvermengda i avlinga medan fiberinnhaldet gikk ned (Figur 1). Dette illustrerer kor viktig veksten av kløver er for avlingsmengd og kvalitet i økologisk dyrka eng.



Figur 1. Samanhengen mellom kløvermengd i avlinga og TS avling (kg TS/daa), råproteininnhald i avlinga (RP, % av TS) og fiberinnhald i avlinga (NDF, % av TS).

## Referansar

Førtabellen 2008. Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Universitetet for miljø- og biovitenskap og Mattilsynet. <http://statisk.umb.no/iha/fortabell/index.php>

# Ensilering av grovfôr - utfordringer

Større driftsenheter i landbruket fører til endrede høsteteknikker og fôringsrutiner, og dette gir nye utfordringer i ensileringa. De aerobe fasene under fortørking før høsting, og etter åpning av surfôret og fram til fôring, krever økt oppmerksomhet. Varmgang i surfôr pga lufttilgang før fôring kan være en viktigere kilde til høgt innhold av sporer i surfôr enn feilgjæring under den anaerobe fasen.

Åshild Taksdal Randby  
Universitetet for miljø- og biovitenskap  
ashild.randby@umb.no

## Innledning

Om vi definerer ensileringa som hele perioden fra avlingen slås og til den er vel plassert i dyrekjef-ten, snakker vi først om en aerob fase, deretter en anaerob fase, og så til slutt en ny aerob fase. Målet med ensileringa er å bevare plantematerialets kvalitet mest mulig uforandra fra slått til fôring. Både plantenes egne enzymer, og mikroorganismer (sopp og bakterier), bidrar til å nedgradere kvaliteten på surfôret. Disse prosessene skjer mye raskere med luft til stede, enn uten. Derfor bør de aerobe fasene være kortvarige, mens den anaerobe fasen kan være lang, om nødvendig flere år, dersom et stabilt fôr er oppnådd. Stabilt surfôr betyr at tetting mot luft er oppnådd, i kombinasjon med låg pH (< 4,2) og/eller høgt tørrstoff (TS)-innhold.

## Slått, fortørking og høsting

Hvis avlingen som slås inneholder rester av husdyrgjødsel eller jord kontamineres fôret med uønskede mikroorganismer. Spesielt problematiske er de sporedannende bakteriene av slektene *Clostridium* og *Bacillus*. Disse kan være sjukdomsfremkallende, og i tillegg gi redusert mjølkekvalitet. De øker også utfordringene med å oppnå stabilt surfôr med låg pH i den anaerobe fasen, hvilket videre øker risikoen for rask kvalitetsforringelse i den aerobe fasen forbundet med fôring.

Rask tørking av avlingen til ønsket TS-nivå er en klar fordel (Wright *et al.* 2000). Mengde og struktur på avlingen, fuktighet i jord og avling, og særlig været (temperatur, stråling, luftfuktighet og vind) er av stor betydning for tørkehastigheten. Breispredning ved slått øker opptørkingshastigheten sammenlikna med

tørking i smal streng (Synnes *et al.* 2010), men ekstra kjøring med vending og raking kan føre til større kontaminering av sporer i avlingen (Johansen *et al.* 2010).

## Lagringsplass for surfôret

Valg av høsteredskap og lagringsplass for surfôret har stor betydning for hvor lett det er å oppnå tilstrekkelig pakking av massen og tetting mot luft. Størst utfordring er knytta til ensilering i stakk på jordet. Uten betongplattning å kjøre på, og ofte med behov for kjøring i massen for å komprimere fôret, er risikoen for jordinnblanding formidabel. Også vanlige plansiloer gir ofte behov for å kjøre traktor som har jord på hjulene inn i massen. Hyppig og tilstrekkelig komprimering av tynne sjikt i plansiloer er avgjørende. Lagring av surfôr i tårnsiloer gir mindre risiko for jordinnblanding enn ved ensilering i plansiloer. Komprimering i tårnsilo skjer automatisk på grunn av vekten av massen over, men krever jamn spredning av massen ved innlegging. Høsting med finsnitter eller annen redskap som kutter massen til 2-4 cm gjør den vesentlig lettere å komprimere i alle silotyper. Jo tørre og stivere massen er, jo viktigere er finkutting. Tilstrekkelig tetting med plast på toppen må gjøres umiddelbart etter at siloen er fylt, og har stor betydning for surfôr-kvaliteten. Særlig i store stakk- og plansiloer er dette et tidkrevende arbeid.

Høsting i rundballer er et fleksibelt system med mange fordeler. Helst bør en oppnå 25 % TS i graset, i hvert fall minst 20 %, da svært fuktige rundballer gir pressaftavrenning og blir ustabile i formen, hvilket kan gjøre plastinnpakkinga utett. En fordel med rundballeensilering er at man lett kan avslutte og starte

opp høstinga igjen, avhengig av været. Moderne, kraftige rundballepresser komprimerer gras et like godt enten det er langt eller oppkutta. Gras tørka til mer enn 35 % TS er vanskelig å komprimere godt nok i en silo, men kan gi godt resultat i rundballer. Kombinererte presser og pakkemaskiner gir den korteste tida fra høsting til ensilering, men gir behov for å transportere innpakkede rundballer uten å skade plasten. Dette er en utfordring (Randby & Fyhri 2004). Den sårbare innpakkingen av rundballer i tynne plastlag er metodens største svakhet. Økt antall lag øker tettinga mot luft (Borreani & Tabacco 2008). Det finnes nå en ny type plastfilm på markedet, oxygen barrier (OB) plast, som har vist overlegen evne til å motstå luftdifusjon (Borreani & Tabacco 2008).

Store, stasjonære ballepresser er i ferd med å få en viss utbredelse i våre naboland, og kan bli aktuelle på de største brukene. Firkantballer er populære til hest fordi utføring kan skje uten å pakke opp hele ballen, ved å føre fra én kortsida. Pakking av rundballer i pølser, og pølsepakking av gras (for eksempel Ag bag), er lite egnet for fuktig gras. Ved skader på plasten og luftinnslipp kan store fôrmengder forringes. Skaden begrenses ikke til den enkelte rundballe slik som for baller pakket enkeltvis.

### Ensileringsmidler

Ulike typer ensileringsmidler har ulike virkemåter. Ensileringsmidler basert hovedsakelig på salter av maursyre og propionsyre har en uvurderlig effekt i alle typer plan- og tårnsiloer. Fordi syra dreper en del av plantecellene, hemmes grasets ånding. Derved dempes temperaturstigningen i massen, hvilket gir en relativ fordel for de ønskede mjølkesyrebakteriene i forhold til klostridier. Rundballer plastpakkes vanligvis kort tid etter pressing, så temperaturstigning i ensileringsstartfase utgjør en mindre utfordring i baller enn i store siloer. En står derfor friere i valg av type ensileringsmiddel i rundballer, eller til å greie seg uten, hvis TS-innholdet er over 30-35 %. I grassurfôr fra alle typer siloer og rundballer vil imidlertid dyras fôropptak være påvirket av gjæringsmønsteret i surfôret (Huhtanen *et al.* 2007). Restriktivt gjæra surfôr (fôr med lågt innhold av syrer produsert i fôret, og med relativt høgt innhold av vannløselige karbohydrater) gir størst fôropptak, og produseres vanligvis ved tilsetning av en anbefalt dose syre, og/eller ved fortørking. Etanolgjæring i surfôr som forårsaker fôrsmak i mjølk er en økende utfordring i Norge ved alle TS-nivåer i surfôr. Økt andel propionsyre i forhold til maursyre, og økt

mengde slik syreblanding, reduserer etanolgjæringa i surfôr. Kofasil Ultra, med virkestoffene natrium nitritt, hexametylentetramid, benzoesyre og propionsyre, er likevel det ensileringsmidlet som i størst grad har hemmet etanolgjæring i surfôr (Randby 2010 a,b) og kan anbefales til fortørka rundballer.

### Åpning og føring av surfôret

Surfôrets aerobe stabilitet etter åpning har lenge hatt større oppmerksomhet i de varmere landene lengre sør i Europa, hvor også sterkere fortørking er vanligere, enn i Norge. Med større driftsenheter i norsk landbruk, mer bruk av plansiloer, økt grad av fortørking, nye fôringsrutiner med fullfôr, eller føring av hele rundballer ute eller i løsdriftsfjøs, er surfôrets stabilitet ved åpning en økt utfordring også i vårt land. Mjølk med høgt sporeinnhold er et økende problem. Surfôrets stabilitet, målt som tida det tar fra luft slipper til og til temperaturen i fôret er økt til 2-3 °C over lufttemperaturen, varierer fra noen timer til mange døgn (Randby 2002, 2010b). Den forutgående ensileringsprosessen avgjør hvor stabilt surfôret er. Varmgang ved innlegging, for eksempel i store plansiloer, gir ofte varmgang ved utføring. Tilførsel av små mengder luft i ensileringsprosessen, eller like før uttak fra siloen, reduserer surfôrets stabilitet (Randby 2002). Surfôr ensilert med syrer, spesielt propionsyre, eller Kofasil Ultra, gir økt aerob stabilitet. I startfasen gir varmgang oppformering av varmekjære *Bacillus*-arter og av gjærsopp, og i neste fase klostridier og synlig mugg. Slike problemer med lufttilgang og varme ved utføring er nå funnet å være en viktigere kilde til høgt innhold av klostridiesporer i surfôr enn feilgjæring under den anaerobe fasen (Vissers *et al.* 2007). Der det ble påvist tydelig tegn på varmgang ved utføring, i form av synlig mugg eller høg pH, ble det i alle tilfellene funnet høgt innhold av klostridiesporer i surfôret (Vissers *et al.* 2007).

Bruk av fullfôr øker i norske besetninger, og det gir utfordringer i fôrhygien. Rester fra forrige batch som blir innblandet i fullfôr er vist å kunne gi en dramatisk reduksjon av fullfôrets stabilitet (Seppälä *et al.* 2010).

## Referanser

- Borreani, G. & Tabacco, E. 2008. New oxygen barrier stretch film enhances quality of alfalfa wrapped silage. *Agronomy Journal* 100(4):942-948.
- Huhtanen, P., Rinne, M., & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1:758-770.
- Johansen, A., Synnes, O.M. & Bakken, A.K. 2010. Hygienisk kvalitet i fortørka surfôr fra breispredd versus smal streng. *Bioforsk FOKUS* 5(2): s162.
- Randby, Å.T. 2002. Effect of acid-based additives on fermentation quality, aerobic stability, and fungal growth in roundbale silage, stored with a tight or perforated plastic cover. *Grassland Science in Europe*, 7:226-227.
- Randby, Å. 2010a. Hvilken effekt har ensileringsmidler? *Buskap* 62(5):28-31.
- Randby, Å.T. 2010b. The effect of Na-buffered acid-based additives on wilted roundbale grass silage. *Grassland Science in Europe*, 15:545-547.
- Randby, Å.T. & Fyhri, T. 2004. Transport av plastpakkede rundballer. Norges Vels rapport nr. 4/2004, 24 s.
- Seppälä, A, Heikkilä, T., Miettinen, H. & Rinne, M. 2010. Hygiene is crucial in controlling the heating of total mixed ration. *Grassland Science in Europe*, 15:560-562.
- Synnes, O.M, Bakken, A.K. & Johansen, A. 2010. Tørkefart i brei og smal streng. Konsekvensar for gjæringskvalitet og næringsverdi på surfôret. *Bioforsk FOKUS* 5(2): s160.
- Vissers, M.M.M., Driehuis, F., Te Giffel, M.C., De Jong, P. & Lankveld, J.M.G. 2007. Concentrations of butyric acid bacteria spores in silage and relationships with aerobic deterioration. *J. Dairy Sci.* 90:928-936.
- Wright, D.A., Gordon, F.J., Steen, R.W.J. & Patterson, D.C. 2000. Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: a review. *Grass and Forage Science* 55:1-13.

# Endringar i fiberfraksjonen frå ferskt fôr til surfôr og høy

Materiale frå blandingseng og reine grasbestand hausta på ulike utviklingstrinn vart konservert som surfôr og høy. Under fortørking og høytørking auka innhaldet av nøytralløselege fiber (NDF) gjennom at løselege protein vart kondenserte. Både restriktiv og ekstensiv gjæring reverserte desse endringane. Surfôr av direktehausta gras hadde lågare NDF-innhald enn utgangsmaterialet.

Anne Kjersti Bakken<sup>1</sup>, Åshild Taksdal Randby<sup>2</sup> & Peter Udén<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Sveriges Lantbruksuniversitetet  
anne.kjersti.bakken@bioforsk.no

## Innleiing

God fôrplanlegging kviler på gode estimat for kva dyra vil ta opp av grovfôr og andre fôrslag. Innhaldet av NDF (nøytralløseleg fiber, neutral detergent fibre) i fôret og kor raskt denne fraksjonen blir broten ned i vomma er viktig i så måte. I det nordiske fôrvurderingssystemet NORFOR (Volden *et al.* 2011) er dette sentrale karakterar. Denne fiberfraksjonen består av kjemisk og strukturelt ulike komponentar, og er meir presist definert etter analysemetoden enn som spesielle strukturar i plantevevet. Likevel seier vi gjerne at han består av celleveggstoff. Det er viktigare at analysen er reproduserbar og ikkje minst eintydig når det gjeld responsen på analysert stoff i dyret enn at han gir presis informasjon om plantene sin konstitusjon. Sidan ein hadde erfaring med at kjemisk bestemt innhald av NDF i fôr frå same utgangsmateriale varierte etter konserveringsmåte og at NDF-opptaket i dyra også varierte mellom ferskt og konservert fôr (Randby *et al.* 2002; Randby 2003), ville ein undersøke kva konserveringa hadde å seie for kjemisk bestemt NDF i vanleg brukte blandingar av grovfôrvekstar hausta på ulike utviklingstrinn.

## Materiale og metodar

Frå førsteårs blandingseng av timotei, engsvingel og raudkløver (høvesvis 50, 30 og 20 % av tørrstoffavling) vart det til fire tider i vårveksten (18. mai, 28. mai, 4. juni og 12. juni) hausta materiale som vart frosse ned ferskt, tørka til høy og konservert som surfôr. Til tre av haustetidene vart det laga både direktehausta og fortørka surfôr som vart ulikt gjæra. Ulik gjæring vart indusert med tilsats av maursyre (restriktiv gjæring), inokulering med bakteriar (ekstensiv gjæring) og sein forsegling av silo (feilgjæring). Ensileringa

vart gjort i plastposar som lufta vart trekt ut av med ei vakuumpumpe. Fortørking og høytørking skjedde innandørs ved 25 °C. Av reinbestand av timotei og fleirårig raigras vart det frosse ned ferskt materiale og laga restriktivt gjæra direktehausta surfôr til to haustetider. Siloane vart laga mørkt ved 18 °C før opning og nedfrysing av surfôret. Ferskt og fortørka plantemateriale og alt surfôret vart frysetørka før analyse. For fleire detaljar om framgangsmåte og seinare analyse av materialet, viser ein til Bakken *et al.* (2011). NDF vart bestemt som aNDFom. Det vil seie at det vart brukt amylase under ekstraksjonen for å fjerne stivelse, og at innhaldet er framstilt på basis av organisk materiale i prøven. Fraksjonen ADF (acid detergent fibre, rest etter vasking med syre) er også oppgitt på basis av organisk materiale i prøven. INDF (indigestible fibre) vart bestemt som rest av aNDFom etter at prøver hadde vorte inkubert 288 timar i nylonposar i vomma på kyr.

Tabell 1. Tørrstoff(TS)innhald, og totalt innhald av organisk stoff og NDF i tørrstoffet, samt samansetjing av NDF-fraksjonen i ferskt og tørka materiale frå ei blandingseng av gras og kløver. Tala er gjennomsnitt for tre prøver, ein frå kvar av tre haustedatoar

	TS	Org. stoff	NDF	NDF-N	ADF	INDF
	g/kg	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg NDF
Fersk materiale	169 <sup>a1</sup>	916	431 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	227 <sup>a</sup>	153 <sup>a</sup>
Fortørka materiale	359 <sup>b</sup>	914	512 <sup>b</sup>	7,9 <sup>b</sup>	255 <sup>b</sup>	150 <sup>a</sup>
Høy	887 <sup>c</sup>	914	525 <sup>b</sup>	5,7 <sup>c</sup>	253 <sup>b</sup>	164 <sup>b</sup>
SEM <sup>2</sup>	7,7	1,2	8,4	0,42	2,0	2,4

<sup>1</sup> Ulike bokstavar innan kolonne indikerer signifikante skilnader ( $p < 0,05$ ) mellom ulike behandlingar. <sup>2</sup> Standardavvik for gjennomsnittet.

## Resultat og diskusjon

Fortørking før surfôrgjæring og tørking av gras/kløver til høy førte på alle utviklingstrinn til at innholdet av NDF auka utan at ein kan forklare det med respirasjonstap av organisk materiale (Tabell 1). Sidan innholdet av NDF-bunde nitrogen (NDF-N) auka, er det sannsynleg at årsaka er denaturering eller kondensering av tidlegare lettlyselege protein. Dei reaksjonane som skjedde under høytørking, førte til at andelen ufordøyeleg NDF steig.

Restriktiv gjæring av direktehausta raigras og timotei i reinbestand etter tilsats av maursyre gjorde at innholdet av NDF og NDF-bunde nitrogen gjekk ned (data ikkje vist). Det same skjedde i materiale frå blandingseng (Tabell 2). Utslaga var størst på tidlege utviklingstrinn. Ut frå ein nedgang på 40-50 g NDF og 1-3 g NDF-N (tilsvarande inntil 20 g protein) per kg TS (Tabell 2), kan ein slutte at både hemicellulose og protein hadde vorte hydrolysert eller respirert av bakteriar. I fortørka materiale gjekk også innholdet av NDF og NDF-N ned under gjæring (Tabell 3). Mindre enn en tredel av NDF-N i det fortørka utgangsmaterialet var att i denne fraksjonen etter ensilering, og fikseringa av N under fortørking vart såleis reversert.

Tabell 2. Tørrstoff(TS)innhald og totalt innhald av organisk stoff og NDF i tørrstoffet, samt samansetjing av NDF-fraksjonen i ferskt og seinare direkte-ensilert materiale frå ei blandingseng av gras og kløver. Tala er gjennomsnitt for tre prøver, ein frå kvar av tre haustedatoar

	TS	Org. stoff	NDF	NDF-N	ADF	INDF
	g/kg	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg NDF
Ferskt materiale	169	916	431	3,1 <sup>a1</sup>	227 <sup>a</sup>	153
Restriktivt gjæra surfôr	174	914	381	1,9 <sup>b</sup>	241 <sup>ab</sup>	166
Ekstensivt gjæra surfôr	170	911	398	1,7 <sup>b</sup>	244 <sup>b</sup>	173
Feilgjæra surfôr	162	903	427	2,7 <sup>c</sup>	264 <sup>c</sup>	189
SEM <sup>2</sup>	4,2	3,5	13,4	0,09	3,8	8,3

<sup>1</sup> Ulike bokstavar innan kolonne indikerer signifikante skilnader ( $p < 0,05$ ) mellom ulike behandlingar. <sup>2</sup> Standardavvik for gjennomsnittet.

Det var få skilnader på NDF-fraksjonen mellom restriktivt og ekstensivt gjæra surfôr (Tabell 2 og 3). Gjennom rask pH-senking var maursyretilsetjing forventa å skulle hemme proteinnedbryting og seinare danning av tungtløselege og lite fordøyelege stoff. I denne undersøkinga var det små skilnader i slutt-pH mellom desse to gjæringsmønster, og forløpet for senkinga har ein ingen dokumentasjon på. For opplysningar om gjæringskvalitet i dei ulike surfôrtypane, viser ein til Bakken et al. (2011).

Tabell 3. Tørrstoff(TS)innhald og totalt innhald av organisk stoff og NDF i tørrstoffet, samt samansetjing av NDF-fraksjonen i fortørka og seinare ensilert materiale frå ei blandingseng av gras og kløver. Tala er gjennomsnitt for tre prøver, ein frå kvar av tre haustedatoar

	TS	Org. stoff	NDF	NDF-N	ADF	INDF
	g/kg	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg TS	g/kg NDF
Fortørka materiale	359	914 <sup>a1</sup>	512 <sup>a</sup>	7,9 <sup>a</sup>	255 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>
Restriktivt gjæra surfôr	347	891 <sup>b</sup>	432 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	246 <sup>a</sup>	173 <sup>ab</sup>
Ekstensivt gjæra surfôr	346	881 <sup>b</sup>	441 <sup>b</sup>	1,9 <sup>b</sup>	254 <sup>a</sup>	172 <sup>ab</sup>
Feilgjæra surfôr	347	872 <sup>b</sup>	442 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	265 <sup>b</sup>	196 <sup>b</sup>
SEM <sup>2</sup>	4,6	4,5	11,0	0,43	2,38	6,9

<sup>1</sup> Ulike bokstavar innan kolonne indikerer signifikante skilnader ( $p < 0,05$ ) mellom ulike behandlingar. <sup>2</sup> Standardavvik for gjennomsnittet.

## Konklusjon

Undersøkinga stadfesta at både totalt innhald og samansetjinga av NDF-fraksjonen kan bli vesentleg endra frå ferskt til konservert grovfôr. Spesielt ved hausting på tidlege utviklingstrinn, kan gjæring før til at NDF blir brote ned. På den andre sida kan fortørking før ensilering og høytørking gjere at andelen av slik fiber i fôret aukar. I dette materialet såg det ut til at nitrogenhaldige komponentar som vart danna under tørkinga, var lite løselege, men likevel nedbrytbare. Under både ekstensiv og restriktiv gjæring, og ved feilgjæring, vart det som vart bunde under fortørking, tilsynelatande frigjort frå NDF-fraksjonen igjen. Dette viser at analysar av NDF i ferskt eller tørka utgangsmateriale ikkje utan vidare kan brukast som mål på innhald i surfôret. Sidan andelen av NDF som ikkje var fordøyeleg var påverka av konservering, skal ein vere merksam på at til dømes surfôr-NDF og høy-NDF ikkje kan vektast likt når fôropptak skal estimerast.

Arbeidet vart finansiert av Fondet for forskingsavgift på landbruksprodukt, Jordbruksavtalepartane, Tine BA, Felleskjøpet fôrutvikling BA, Animalia, Addcon Nordic AS og Yara Norge AS.

## Referansar

- Bakken, A.K., Randby, Å.T. & Udén, P. 2011. Changes in fibre content and degradability during preservation of grass-clover crops. *Animal Feed Science and Technology* 168:122-130.
- Randby, Å.T. 2003. Høstetid og fôr kvalitet. *Grønn kunnskap* 7(3):27-43.
- Randby, Å.T., Haug, A., Kvam, A.S., Bernhoft, A., Lindstad, P., Volden, H. & Bævre, L. 2002. Kjemisk innhold og fettsyresammensetning i gras, høy og surfôr høsta ved ulike utviklingstrinn. *Husdyrforsøksmøtet* 2002:549-552.
- Volden, H. 2011. *NorFor - The Nordic feed evaluation system*. EAAP publication No. 130. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

# Grøntmiljø og folkehelse

Forskning viser at grønne omgivelser kan være positivt for menneskers helseressurser. Tilgang til parker og løkker, grønne lunger og bomiljø kan være en arena for fysisk aktivitet, bidra til økte sosiale relasjoner og mental restorasjon. Helsetilstanden i befolkningen bestemmes av mange forhold, og betydningen av grøntmiljø for folkehelsen må sees i lys av dette.

Grete Patil

Universitetet for miljø- og biovitenskap  
grete.patil@umb.no

## Innledning

Folkehelsearbeid har fått økt oppmerksomhet i Norge de siste årene. Gjennom nytt lovverk (Folkehelseplanen 2011) er lokale myndigheter gitt et særlig ansvar når det gjelder å planlegge slik at sykdom forebygges og helse fremmes i befolkningen. Lovteksten gjør også folkehelsearbeidet til et tverrsektorielt anliggende.

Menneskers helse påvirkes av mange faktorer. Dahlgren og Whitehead (1991) peker på en linje fra genetiske og individuelle faktorer, via individuell livsstil, sosiale forhold og nærmiljønettverk, til bolig, arbeid, helsetjenesten, karakteristika ved lokalmiljøet og generelle sosioøkonomiske, kulturelle og miljømessige forhold i storsamfunnet. Det er mye forskning om hvordan økt tilgang til og bruk av grønne arealer kan bidra i et større folkehelsearbeid, og denne presentasjonen gir kun en kort oversikt.

## Betydningen av grønne arealer for helse

Vi kan hente informasjon fra to typer studier. En type studier baserer seg på eksperimenter og surveys i et begrenset utvalg, mens den andre typen utgjør epidemiologiske analyser av sammenhenger mellom tilgang til grønne arealer og helse i store populasjoner. Som et eksempel på det første er det funnet at bomiljø preget av vegetasjon og park påvirker hvordan beboerne opplever vanskeligheter i tilværelsen og sitt eget mentale overskudd (Kuo 2001). Epidemiologiske studier viser en positiv sammenheng mellom tilgang til grønne arealer i nærmiljøet og selvrapportert helse (Maas *et al.* 2006, data fra Nederland) og dødelighet (Mitchell & Popham 2008, data fra Storbritannia). Slike sammenhenger kan være kulturelt betinget fordi en ikke finner disse igjen i studier fra New Zealand

(Richardson *et al.* 2010) eller USA (Richardson *et al.* 2011). Betydningen av grønne nærmiljø for helse er dermed ikke universell. Vi skal imidlertid belyse tre mulig måter å dele inn nytteverdi på; som arena for fysisk aktivitet, for sosial kontakt og for mental hvile eller restorasjon.

Fysisk aktivitet trenger en arena for å finne sted. I epidemiologiske studier er det ikke funnet at fysisk aktivitet forklarer sammenhengen mellom tilgang på grønne arealer og helse (Maas *et al.* 2008). Imidlertid peker blant andre en dansk studie på at avstanden til grønne arealer har betydning for om en velger å bruke disse til fysisk aktivitet på fritiden og det er en sammenheng mellom avstand til grønne arealer og overvekt (Toftager *et al.* 2011). Det er diskutert om grønne omgivelser bidrar til å bedre motivasjon for og utbytte av fysisk aktivitet (de Vires *et al.* 2011). Videre er det viktig å se på målgruppe (for eksempel barn og unge vs. voksne) og hensikten med den fysiske aktiviteten (for eksempel fritid, transport til daglige gjøremål eller barns lek) når betydningen av grønne arealer diskuteres.

Sosiale relasjoner viser seg å være like viktig for helse som for eksempel fysisk aktivitet. Holt-Lunstad *et al.* (2010) har sammenholdt resultater fra 148 studier og funnet 50 % økt sjans for overlevelse som følge av å ha gode sosiale relasjoner og likestiller dette med å slutte å røyke, øke fysisk aktivitet og redusere overvekt. Gjennom intervjuer med beboere i blokkleiligheter omgitt eller ikke omgitt av park fant Kuo *et al.* (1998) at grønne bomiljø bidro til økt bruk av utearealer og til sterkere sosiale bånd i nabolaget. Epidemiologiske studier fra Nederland (Maas *et al.* 2009) har også vist at opplevelse av ensomhet og



mangel på sosial støtte var lavere i områder med god tilgang på grønne arealer, og at dette delvis forklarer hvorfor det var helseforskjeller ved ulik tilgang til denne type arealer.

Betydningen av natur for mental restorasjon har vært kjent lenge (Hartig *et al.* 2011). Litteraturen har fulgt to perspektiver eller teorier, en om hvordan det å være i natur bidrar til å restituere mental trøtthet etter en krevende arbeidsoppgave (Kaplan & Kaplan 1989), og en som peker på at natur kan senke stressnivået raskere enn omgivelser uten natur (Ulrich 1984, Ulrich *et al.* 1991). I denne litteraturen finnes både studier som viser positive effekter av å gå på tur (Hartig *et al.* 2003), av å ha grønne bomiljø (Kuo *et al.* 1998, Kuo 2001) eller utsikt til vegetasjon (Ulrich 1984).

### Avslutningsvis

Et viktig moment avslutningsvis er at helse ikke fordeles seg jevnt i befolkningen. Det er oppsiktsvekkende klare gradienter mellom nivå på inntekt og utdanning, type arbeid og livsstil og helse og dødelighet (Folkehelseinstituttet 2011). Det interessante er at studier (Mitchell & Popham 2008) forteller at tilgang til grønne arealer nettopp bidrar til en reduksjon av denne type ulikhet. Betydningen av grøntmiljø for folkehelsen er sammensatt og forskningen i rask utvikling. For å kunne tilrettelegge grønne arealer på en slik måte at de fremmer folkehelsen er det viktig med en god kommunikasjon mellom denne forskningen og praksisfeltet.

### Referanser

- Dahlgren G. & Whitehead, M. 1991. Policies and strategies to promote social equity in health. Revidert versjon av 2007. Institutet för Framtidsstudier, Arbetsrapport 2007:14.
- de Vires, S., Claßen, T., Eigenheer-Hug, S.M. *et al.* 2011. Contribution of natural environments to physical activity: Theory and evidence base, pp. 245-282. *In*: Nilsson, K. *et al.* (eds.), *Forests, trees and human health*, pp. 127-168. Springer, Dordrecht.
- Folkehelseinstituttet, 2011. Helsetilstanden i Norge: status og utviklingstrekk. Hentet 19. desember 2011 fra FHI, [www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea\\_5661&MainArea\\_5661=6039:0:15,4576:1:0:0:::0:0](http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=233&trg=MainArea_5661&MainArea_5661=6039:0:15,4576:1:0:0:::0:0)
- Folkehelseeloven, 2011. Lov om folkehelsearbeid m.v. av 24. juni 2011, nr. 29.
- Hartig, T., Evans, G.W., Jammer, L.D., Davis, D.S. & Garling, T. 2003. Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of Environmental Psychology* 23:109-123.
- Hartig, T., van den Berg, Hagerhall, C.M. *et al.* 2011. Health benefits of nature experiences: Psychological, social and cultural processes. *In*: Nilsson, K. *et al.* (eds.), *Forest, trees and human health*, pp. 127-168. Springer, Dordrecht.
- Holt-Lunstad, J., Smith, T.B. & Layton, J.B. 2010. Social relationships and mortality risk: A meta-analytic review. *PLoS Medicine* 7(7): e10000316, doi: 10.1371/journal.pmed.10000316.
- Kaplan, R. & Kaplan, S. 1989. *The experience of nature: a psychological perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kuo, F., Coley, R.L. & Brunson, L. 1998. Fertile ground for community: Inner-city neighborhood common spaces. *American Journal of Community Psychology* 26:823-851.
- Kuo, F. 2001. Coping with Poverty: Impacts of environment and attention in the inner city. *Environment and Behavior* 33:5-34.
- Maas, J., Verheij, R.A., Groenewegen, P., de Vires, S. & Spreeuwenberg, P. 2006. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health* 60:578-592.
- Maas, J., Verheij, R.A., Spreeuwenberg, P. & Groenewegen, P. 2008. Physical activity as a possible mechanism behind the relationship between green space and health: A multilevel analysis. *BMC Public Health* 8:206.
- Maas, J., van Dillen, S.M.E., Verheij, R.A. & Groenewegen, P. 2009. Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & Place* 15:586-595.
- Mitchell, R. & Popham, M. 2008. Effects of exposure to natural environments on health inequalities: an observational study. *Lancet* 372:1655-1660.
- Richardson, E., Pearce, J., Mitchell, R., Day, P. & Kingham, S. 2010. The association between green space and case-specific mortality in urban New Zealand: and ecological analysis of green space utility. *BMC Public Health* 10:240-253.
- Richardson, E., Mitchell, R., Hartig, T. *et al.* 2011. Green cities and health: a question of scale? *Journal of Epidemiology and Community Health*, Online first, Oct 14, doi: 10.1136/jech.2011.137240.
- Toftager, M., Ekholm, O., Schipperijn, J. *et al.* 2011. Distance to green space and physical activity: A Danish national representative study. *Journal of Physical Activity and Health* 8:741-749.
- Ulrich, R.S. 1984. The view through the window may influence recovery from stress. *Science* 224:420-421.
- Ulrich, R.S., Simons, R., Losito, B.D. *et al.* 1991. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology* 25:261-272.

# Planning and management of green spaces in future compact cities and residential areas

Urban green space planning and management are experiencing interesting and challenging times. On the one hand, there is growing awareness and evidence about their many contributions to better, more liveable, and healthier cities. On the other hand, they experience considerable pressures in terms of for example, climate change, funding reductions, and urban development.

Cecil C. Konijnendijk  
University of Copenhagen  
cck@life.ku.dk

International and national debates on the need for sustainable development have resulted in a range of strategies. One of these encompasses that policy-makers and planners are increasingly striving for more compact cities with less detrimental impacts on the local environment, e.g. through more condensed infrastructure. But what does this mean for green spaces, and for people's easy access to them? Not only quantity aspects (how many green is there per person and area), but especially also quality aspects (how well does the area fulfil its functions) are to be considered.

New ways and tools for assessing the quality and benefits of urban green spaces have been developed. The North American iTree software suite ([www.itreetools.org](http://www.itreetools.org)), for example, makes an attempt to assess and value especially the environmental services of urban trees. iTree has been implemented in several European cities and holds potential as a decision-making tool. But quality encompasses more than benefits, as recognised by quality assessment schemes. Inspired by e.g. the British Green Flag Award programme, Nordic partners have been collaborating to develop a Scandinavian Green Space Award scheme for assessing city parks ([www.greenspaceaward.com](http://www.greenspaceaward.com)).

In general, the securing of high quality green space in compact cities and residential areas will require strategic approaches. Urban forestry is among the fields that have promoted a more integrative and strategic view on urban green space. During recent years, other innovative concepts and approaches have emerged in response to growing pressures on green space and the recognition of their services. One of the most interesting discourses at the time is that of 'green infrastructure', as a way of stressing the need to take

a comprehensive and functional view of green space, using the same 'language' as with other essential types of infrastructure. Green infrastructure is now also integrated in European Union initiatives, as a tool of linking urban, peri-urban and rural landscapes with the provision of ecosystem services in mind.

Greater integration in green space planning and management has also emerged as a part of public sector reform. In Denmark, for example, the structural reform of 2007 resulted in larger municipalities and the termination of the 'counties'. This led to municipalities obtaining responsibility for larger nature and forest areas. Moreover, new collaboration between planners and managers of urban green spaces, forests and nature areas had to be established.

Natural resource management at large has seen the rise of the 'governance' concept. Governance is broader than government. In governance, actors are searching for control, steering, and accountability. Areas such as forestry have seen the emergence of more 'mixed' decision-making responsibilities, where not only government actors are involved. This type of 'governance with government' has also arisen in green space planning and management. In many European and Nordic cities, interest groups and the private sector have gained more influence. Public involvement is one example of this, from involvement in planning to residents becoming mobilised for green space maintenance. Copenhagen, for example, recently issued a volunteering strategy for its green spaces.

Crucial for the innovations as outlined above is that green space planners and managers engage with other professions and link up to the important political and planning issues faced by cities and nations.

# Finnes det plass til grønne verdier i framtidens norske byer?

Utgangspunkt for innlegget er utviklingsprogrammet «Framtidens byer» (FB). Programmet skal inspirere byene til å gjøre byene attraktive og gode å bo, arbeide og oppholde seg i. Da er både den grønne og blå strukturen i byene sentrale forutsetninger for en helhetlig byutvikling.

Unn Ellefsen  
Miljøverndepartementet  
unn.ellefsen@md.dep.no

## Innledning

Programmet «Framtidens byer» er et samarbeid mellom Staten, landets 13 største byer, næringslivet og KS for å redusere klimagassutslippene og samtidig gjøre byene i stand til å møte klimaendringene. «Framtidens byer» består av 4 innsatsområder: Samordnet areal - og transport, Stasjonær energi i bygg, Forbruk og avfall og Klimatilpasning. Klimatilpasning drives som et nettverksarbeid der hver by har utpekt en kontakt for klimatilpasning og formidler kunnskap videre i egen organisasjon og i regionen.

Bedre bymiljø er et delmål i «Framtidens byer», som griper inn i alle fire satsingsområdene og i samarbeidet mellom byene og næringslivet

## Materiale

Tiltakene i klimatilpasningsarbeidet baserer seg på byenes handlingsprogram som hver by har utarbeidet før samarbeidsavtalen mellom partene ble inngått. De kan kort oppsummeres i disse tre hovedpunktene:

- Klimaendringer og tilpasning skal vurderes i kommuneplanleggingen, klima- og energiplaner, ulike sektorplaner, VA-planer og beredskapsplaner.
- Det skal arbeides med kartlegging og bruk av GIS analyser, gjennomføres ROS-analyser og deltas i forskningsprogram om klimatilpasning.
- På tiltakssiden har mange fokus på overvannshåndtering, flom og skred samt havnivåstigning.

Samarbeidsområdene i Klimatilpasningsarbeidet er på et overordnet nivå og omfatter følgende:

Visualisering av klimaendringer, Kartlegging av sårbarhet for klimaendringer, Regionale nettverk, Klimaprojeksjoner, Statlige føringer for havnivåstigning, Statlige føringer for håndtering av overflatevann, Integrering av tilpasningsarbeidet

Bedre bymiljø omfatter mange temaer som alle knytter seg til byen og bærekraftig utvikling. Det omfatter både sosiale, økonomiske og miljømessige aspekter. Vi har valgt 5 fokusområder: Sunn by, levende by, gå-, sykkel og kollektivby, byrom- og møteplassbyen og blå-grønn by. Denne presentasjonen vil konsentrere seg om de to siste områdene.

Det praktiske arbeidet i de 4 satsingsområdene i Framtidens byer drives som nettverksarbeid mellom stat, byer, KS og næringsliv.

Hovedmålsetningen med arbeidet er å integrere klimatilpasningsarbeidet i det daglige kommunepolararbeidet, - i reguleringsplanarbeidet og i byggesaksbehandlingen. Dette fordi arealplanlegging etter plan- og bygningsloven er et viktig virkemiddel for å tilpasse samfunnet til klimaendringer og til å utvikle større robusthet. Utfordringer i arealplanleggingen er blant annet at store utviklingsområder og eksisterende bebyggelse er lokalisert langs elv og sjø og er flomutsatt. Videre gir mer nedbør og ekstremnedbør, sammenholdt med stort innslag av tette flater i byene, store utfordringer i forhold til urban flom.

## Resultater

I første fase av arbeidet har det vært fokus på å øke kunnskap og kompetanse om klimatilpasning, og utvikle metoder og verktøy til bruk i det kommunale arbeidet. I siste fase konsentreres innsatsen på å implementere resultater og formidle det til andre kommuner. Videre ser vi på muligheten til å få noen piloter på "grønne" tiltak. Følgeevalueringen i «Framtidens byer» har vist at arbeidet i dette nettverket har lyktes godt med de målsetninger som vi har satt oss i første fase.

Klimatilpasningsarbeidet i nettverket tydeliggjør og forsterker behovet for tverrfaglig samarbeid innad i organisasjonen og på tvers av kommune- og fylkesgrenser. Dette synliggjøres ved at nabobyer er oppfordret til å samarbeide (Fredrikstad/Sarpsborg, Skien/Porsgrunn og Sandnes/Stavanger) og at det regionale nivå er invitert inn i arbeidet.

Presentasjonen viser ulike eksempler på resultater fra arbeidet med klimatilpasning og mulige eksempler fra byene på Bedre bymiljø. Her vil vi ta for oss eksempler på verktøy som er utviklet, eksempler på flom og overvannshåndtering og ulike lokale tiltak, slik som sammenhengende grønnstruktur langs byvassdrag, fordøyning av overflatevann i regnbed, på grønne tak, åpning av bekker, etc. Når det gjelder bedre bymiljø, vil opprustning av gater, plasser og byrom være aktuelle prosjekter.

## Referanser

- <http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidsbyer/forside.html>
- <http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidsbyer/klimatilpasning.html>
- <http://www.regjeringen.no/nb/sub/framtidsbyer/bedrebymiljo.html>
- <http://www.klimatilpasning.no>

# Vegetasjon i urbane arealer: Flere og større nytteverdier

Grøntmiljø gir et mangfold av positive effekter, men det må framskaffes mer konkret kunnskap om betydningen av grønntmiljø i forskjellige områder og sammenhenger. Hovedutfordringen blir å knytte sammen effektene av mange små tiltak slik at de samlet gir et viktig bidrag til bærekraftig utvikling av urbane områder.

Arne Sæbø & Hans Martin Hanslin  
Bioforsk  
arne.sabo@bioforsk.no

Satsingen på grøntanlegg i byer og tettsteder har i hovedsak vært begrunnet ut fra hensynet til estetiske verdier, ofte med mål om å reparere landskapet etter tekniske inngrep. Estetikk, revegetering og landskapspleie er således viktige begrunnelser for å etablere grøntarealer i og rundt byer og tettsteder. I framtiden blir imidlertid grøntarealene et viktig verktøy for å gjøre våre byer og tettsteder bærekraftige. Ved å bruke vegetasjonen i grøntarealer til en målrettet utforming av tiltak i kombinasjon med «grønn teknologi», kan nytteverdiene økes utover det som oppnås i dag. Utfordringen blir å finne arealene til denne satsingen i byer og tettsteder, som blir stadig mer kompakte og der konkurransen om arealer og ressurser blir skjerpet. I det følgende nevnes de viktigste nytteverdiene og noen ulemper som også må tas med i et regnskap for de tiltakene en velger.

Forskning viser at utsikten til attraktive grøntarealer betyr langt mer enn bare hygge og et estetisk vakkert uttrykk. Mennesker som befinner seg i et miljø preget av grønne verdier stresser ned og blir raskere restituerte enn om de er i travle og grå bymiljø (Se Waaseth 2006 for referanser). En har også funnet at turer i skogen gir kjemiske endringer i kroppen, som igjen bidrar til å styrke immunforsvaret (Li *et al.* 2011). Virkningene av grønntmiljø på stress er fremdeles et viktig forskningstema. Mange steder er også grøntarealene fremmet som merkevare, brukt av regioner og lokalmiljø i arbeidet med å tiltrekke seg beboere og viktig kompetanse.

Det er stort fokus på kosthold, fysisk aktivitet og folkehelse. Særlig den kjøpsterke del av befolkningen er aktive, de kjøper seg tjenester på treningsstudio og bruker mye oppmerksomhet og ressurser på mat

og velvære. Imidlertid er folk flest lite interesserte i idrettshaller og treningsstudio og de er ofte mer opptatt av å bruke utearealer som arena for turer i lokalmiljøet. Tilrettelegging av attraktive turområder nær der folk bor vil trolig føre til at flere benytter seg av slike arealer. En kan dermed oppnå en betydelig helsegevinst. Mange bor nær sin arbeidsplass og kan bruke sykkel eller de kan gå til og fra jobben. Men da må en legge til rette med effektive, trygge og trivelige traseer. Sammenliknet med midler til bygging av idrettshaller og anlegg blir det brukt lite midler til å utvikle turstinettet nær boligområdene.

Grøntarealene har flersidige effekter sett fra klimaperspektivet. Etablering, skjøtsel og plantetilveksten i grøntarealer vil gi et CO<sub>2</sub>-avtrykk og samtidig vil vegetasjonen direkte påvirke lokal- og mikroklima. En har bare i liten grad beregnet CO<sub>2</sub>-avtrykket eller gjennomført LCA-analyser, men en framhever ofte nytten av at store trær gir skygge og redusert behov for kjøling av bygninger og samler opp mye forurensing. I de nordiske land er det sannsynligvis mindre behov for skygge, mens le mot kalde vinder blir satt stor pris på.

Grøntarealene kan være viktige for flomkontroll, vannforsyning og vannkvalitet etter at forurenset vann har blitt fordrøyet, infiltrert og behandlet i naturlige og konstruerte rensesystemer. Mer ekstremvær og større nedbørmengder er varslede effekter av klimaendringene i våre områder. Grøntarealene kan være et av tiltakene en setter inn for å redusere negative effekter av ekstremvær. Vegetasjonen og vekstlaget holder tilbake vannet, gir mer infiltrasjon og bidrar til naturlig vannrensing. Ved å ta i bruk

grønn teknologi kan en oppnå store positive effekter som kan spare samfunnet for store beløp. Intensive og ekstensive grønne tak bidrar til at regnvannet lagres i vekstmediet og planter og avrenningen blir dermed redusert eller forsinket i forhold til fra tak uten vegetasjon. Effekten av slike tiltak er ikke dokumentert for norske klimaforhold og det er stort behov for å finne fram til planter som er best tilpasset Norges forskjellige klimasoner. Andre tiltak for å ta unna lokalt overvann består av regnbed, konstruerte våtmarker, rensedamper og dammer m.m. Eksempler på disse er det vist skisser av i presentasjonen.

Bioforsk Vest har samarbeidet med University of Life Sciences i Warszawa for å dokumentere vegetasjonens evne til å ta opp forurensing og har undersøkt et stort antall arter av busker og trær. Videre har vi undersøkt forurensingskonsentrasjonens påvirkning på plantenes evne til oppsamling av forurensing (støv og metaller), seks arter er undersøkt i Stavanger og Warszawa. Modellering for mengder støv som blir samlet på vegetasjonen blir gjort for henholdsvis Stavanger og i en bydel i Warszawa. Resultatene viser at det er store forskjeller mellom artene i deres evne til å fange opp svevestøv og forurensing knyttet til partiklene (Dzierżanowski *et al.* 2011). Oppgaven framover blir å undersøke hvordan en kan bruke de mest effektive artene til å lage vegetasjonsskjermer som effektivt filtrerer ut og beskytter mot forurensing fra veitrafikk o.a. Videre må en unngå arter som slipper ut store mengder uønskede stoffer.

Grønne arealer i byer og tettsteder er levesteder for mange organismer og bidrar til en viktig nærhet til naturen der ung og gammel kan oppleve et samspill med planter og dyr. De store kontrastene mellom hager og parker og det mer artsfattige offentlige rom gir nisjer for ulike planter og dyr. Men det er en utfordring å finne metoder for å koble natur og kultur for å gi mer opplevelse og miljøkvaliteter i nærmiljøet. Samtidig bør en legge til rette for å opprettholde levesteder for ville organismer i byen. En sentral utfordring er å binde sammen de fragmenterte grøntarealene inne i byen og knytte dem i en sammenheng til landskapet rundt.

Grøntarealene kan også innebære ulemper og problemer. Det er kjent at allergi er mer framtrædende hos den urbane befolkningen enn på landsbygda, mens konsentrasjonen av pollen viser motsatt bilde. Det er tydeligvis et samspill mellom forurensing og pol-

lenallergi, men en kan sette inn tiltak, for eksempel bruken av de rette treslaga (Carinanos & Casares-Porcel 2011). Det er også en ulempe at det koster mye å etablere og skjøtte grøntarealer og særlig trær i bymiljøet. Det er imidlertid dokumentert at det er de største trærne som gir størst nytteverdier til miljøet. Det blir også noen ganger vist til at grøntanlegg kan være arena for kriminalitet. Ved bygging og omlegging av infrastruktur i tettstedene dukker ofte vegetasjonen opp som problematisk. Røttene kan trenge inn i avløpsnett og forårsake tette rør og medfølgende ulemper og kostnader. Dersom en vil ta vare på store trær i en anleggsfase, er en nødt til å sette inn tiltak som ofte koster penger.

I planer for framtiden blir det ofte vist til effektiv kommunikasjon og en setter av arealer til boliger og næring. En savner imidlertid ofte et større fokus på hvordan en skal lage boligområdene trivelige å bo i, tilpasset de behov og ønsker barn, ungdom og voksne har. Byenes grønne profil kan utvikles til å bli en verdifull merkevare for stedet. Det foreligger fremdeles begrenset kunnskap om effekter av grøntanlegg, men den store utfordringen blir å knytte sammen små enkelttiltak til en større helhet, som gir effekt ikke bare lokalt, men for hele byen. En må skilene opp fra punkt-tiltak til å inkorporere disse som en del av arbeidet med å bygge opp de bærekraftige byene og tettstedene. De viktigste arbeidsområdene for forskning og utvikling på dette området er å finne fram til gode planter, tekniske løsninger og ikke minst å utvikle helhetlige systemer som fremmer bærekraftig utvikling.

## Referanser

- Carinanos, P. & Casares-Porcel, M. 2011. Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning* 101 (2011):205-214.
- Dzierżanowski, K., Popek, R., Gawrońska, H., Sæbø, A. & Gawroński, S.W. 2011. Deposition of Particulate Matter of Different Size Fractions on Leaf Surfaces and in Waxes of Urban Forest Species. *International Journal of Phytoremediation* 13(10):1037-1046.
- Li, Q., Otsuka, T., Kobayashi, M., Wakayama, Y., Inagaki, H., Katsumata, M., Hirata, Y., Ji Li, Y., Hirata, K., Shimizu, T., Suzuki, H., Kawada, T. & Kagawa, T. 2011. Acute effects of walking in forest environments on cardiovascular and metabolic parameters. *Eur J Appl Physiol*. DOI 10.1007/s00421-011-1918-z.
- Waaseth, G. 2006. Virkninger av grøntområder på menneskers helse og trivsel - en litteraturgjennomgang. *Bioforsk FOKUS* 1(6): 27s.

# CO<sub>2</sub> -regnskap for tomtevalg og drift av grøntanlegg

En modell som beregner CO<sub>2</sub>-utslippene knyttet til bygninger er utvidet til å omfatte anlegg og drift av grøntanlegg. Utslipp fra materialbruk og skjøtselsmetoder beregnes. Det er også laget en enkel modell som viser effekten av tomtevalg. Konsekvensene av omdisponering av jord er kompliserte. Modellen er derfor sterkt forenklet. Å benytte myrjord har betydelige konsekvenser.

Agnar Kvalbein  
Bioforsk  
agnar.kvalbein@nga.no

## Innledning

Finansiert av blant andre Statsbygg, har Civitas AS utviklet et web-basert, åpent og gratis verktøy for bygging og drift av bygninger: [www.klimagassregnskap.no](http://www.klimagassregnskap.no). Bioforsk var i 2011 med i en prosjektgruppe, ledet av FAGUS, for å utvikle en ny modul i dette simuleringsverktøyet. Den nye modulen vil bli tilgjengelige tidlig våren 2012.

Klimagassregnskap.no kan benyttes som planleggings- og simuleringsverktøy for bygging og drift av bygninger. Eksisterende moduler omfatter "tidligfase materialer", "prosjektert materialer", "stasjonær energibruk nye bygg", "stasjonær energibruk eksisterende bygg", "transport i driftfasen" og "anleggs/byggefase". Tall fra flere moduler kan summeres sammen slik at man får et helhetlig perspektiv på klimagassbelastningen fra byggeprosjektet. Utslippene beregnes som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i byggets levetid som er satt til 60 år. Resultatene angis som totalt utslipp i levetiden, utslipp/år eller utslipp/år/m<sup>2</sup> oppvarmet bruksareal.

Den nye modulen for uteanlegg bygger på den eksisterende modellstrukturen i klimagassregnskap.no og beregner utslipp basert på valg av ulike materialer til oppbygging av området og ulike skjøtselsmetoder i driftfasen. Det ble i første omgang valgt å beregne effekt av gressplen og faste dekker. Senere kan andre vegetasjonselementer legges til. CO<sub>2</sub>-utslippene fra skjøtselen påvirkes i stor grad av hyppigheten på snøfjerning og gressklipping. Standardverdier for dette hentes inn for 5 ulike regioner og tre nivå høyde over havet, men faktorene kan overstyres ut fra lokalkunnskap. Disse beregningene beskrives ikke nærmere her.

Det prinsipielt nye med denne modulen var å inkludere CO<sub>2</sub>-utslippseffektene ved endret arealbruk. Eksempler kan være omdisponering av jord/grunn fra naturlig vegetasjon til park eller fra vegetasjon til faste dekker og byggegrunn.

## Karbon i jord

I myr vil oksygenmangel føre til akkumulering av karbon. Det å drenere eller grave ut slik jord har store konsekvenser i form av CO<sub>2</sub>-utslipp fordi det akkumulerte karbonet oksideres. I mineraljord vil innholdet av karbon (C) påvirkes av en lang rekke forhold. Dersom disse forholdene er stabile over mange år, antas C-nivået å stabilisere seg i en likevektstilstand. Det er diskutert om dette også gjelder for kulturjord (Six 2002).

Noen viktige faktorer som bestemmer C-innholdet i jord er:

- 1 Produksjonen av organisk materiale
  - a Vekstforhold (lys, temperatur, vann, næring)
  - b Plantart (genetisk vekstpotensial, rot/skudd-forhold, lignininnhold o.l.)
- 3 Nedbryting av organiske materiale
  - a Mikrobiologisk aktivitet (oksygentilgang, temperatur)
  - b Stabiliserende elementer (leire, mikro aggregater, komplekse organiske molekyler)

## Modellbeskrivelse

Grov forenkling var nødvendig for å komme i gang med dette arbeidet. I modellen forutsettes det at vekstforhold og nedbryting på et geografisk sted er konstant. Dermed kan en rekke av faktorene over elimineres, og C-innholdet i mineraljord endres i hovedsak som en følge av endret vegetasjon.

I modellen var det pr 15. desember 2011 foreslått å bruke verdier som i tabell 1.

Tabell 1. Verdier benyttet i modellen for C-innhold i jord

Vegetasjonstype	Stabilt C-nivå Kg C/m <sup>2</sup>
Åkerjord	14
Eng/beite/plen	17
Skogsjord	15
Myr	100

Differansen mellom disse verdiene utgjør et potensial for klimagassutslipp eller binding. Nedbryting av humus skjer normalt raskere enn oppbygging. Endringen i løpet av 60 år er satt til 50 % hvis endringen er positiv og 70 % hvis negativ.

Ved anvendelse av produsert anleggsjord tas det utgangspunkt i reelt C-innhold, oppgitt som % organisk materiale. Dersom det brukes torv i denne produksjonen regnes 80 % av dette å gi CO<sub>2</sub>-utslipp i 60-årsperioden. Som kritisk grense for binding eller frigjøring av C i anleggsjord er valgt 3.1 % C som er et typisk tall for topplaget i gamle norske enger. Mange av valgene er gjort med utgangspunkt i data fra Bioforsk RAPPORT Vol.3 Nr 132 2008 (Grønlund *et al.* 2008a)

Å benytte myr som underlag for gressplen antas å gi et årlig utslipp av CO<sub>2</sub> på 2.5 kg CO<sub>2</sub> pr m<sup>2</sup> pr år. (Grønlund *et al.* 2008). Hvis myrjord tas ut og brukes som toppjord i anlegg blir tapet over dobbelt så stort fordi eksponering for oksygen blir mye større.

Det er utviklet en enkel modell til bruk i tidlig planleggingsfase; en tomtevalgsmodule. Tomtevalg har stor betydning for fremtidig transportbehov for dem som skal bruke bygningen og uteområdet. Denne effekten kan beregnes i en annen tidligere utviklet modul av klimaregnskap.no som kalles "transport". Tomtevalgsmodule tar utgangspunkt i at tomte består av impediment, mineraljord eller myrjord og estimerer hva som skjer dersom disse omgjøres til hustomt eller grøntareal. I tillegg til endring av C i jorda tar denne modulen hensyn til CO<sub>2</sub>-tapet ved felling av trær. Verdiene bygger på en enkel karakteristikk av trebestand og angivelse av hvor stor prosentandel av trærne som felles. Bestandsopplysninger hentes fra forenklet bonitetstabell og er relatert til landsdel og høyde over havet.

## Videre utvikling av modellen

Klimaregnskap.no er et verktøy/modell for å beregne klimagassutslipp fra byggeprosjekter. Modulene for tomtevalg og uteanlegg er et første forsøk på å inkludere klimatiske og edafiske faktorer i beregninger på prosjektnivå. Det er komplisert å beregne effekter av at jordsmonn omrøres og omdisponeres. Jordsmonnet i Norge er svært varierende. Det samme også klima. Topografi kan gi store forskjeller med få meters mellomrom. Foreløpig finnes ikke datagrunnlag som er finmasket nok for slike modeller. Modellen er derfor foreløpig først og fremst et pedagogisk verktøy. Den skal gjøre planleggere og forvaltere oppmerksom på at også omdisponering av jord har effekt på klimagassutslipp. Videre utvikling av modellen bør ta fatt i viktige faktorer som dreneringsgrad, gjødsling og intern forflytning av jord innenfor et prosjekt. Modellen tar heller ikke hensyn til fremtidige klimaendringer eller andre drivhusgasser enn CO<sub>2</sub>.

## Referanser

- Grønlund, A., Hauge, A., Hovde, A. & Rasse, D.P. 2008. Carbon loss estimates from cultivated peat soils in Norway: a comparison of three methods. *Nutr Cycl Agroecosyst* 81:157-167.
- Grønlund, A., Knoth de Zarruk, K., Rasse, D., Riley, H., Klakkegg, O. & Nystuen, I. 2008. Kunnskapsstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord. *Bioforsk RAPPORT* 3(132).
- Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A. & Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil* 241:155-176.
- Qian, Y.L., Bandaranayake, W., Parton, W.J., Mecham, B., Harivandi, M.A. & Mosier, A.R. 2003. Long-Term Effects of Clipping and Nitrogen Management in Turfgrass on Soil Organic Carbon and Nitrogen Dynamics: The CENTURY Model Simulation. *J. Environ. Qual.* 32:1694-1700.



# Nordic Cooperation to create Multifunctional Golf Courses and Healthy Ecosystems

A multifunctional golf course views its activities from the perspective of the broader public. In addition to a high quality arena for golf, it provides various services that are beneficial to society at large, for example increasing biological diversity, conserving natural and cultural environments and providing a venue for a wider range of outdoor activities, without compromising safety.

Maria Strandberg & Karin Schmidt

STERF - Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation, Sweden  
maria.strandberg@golf.se

## Introduction and background

People in the Nordic countries greatly value their rich natural environment, and outdoor activities are an important part of their life. Access to natural areas and cultural environments close to densely populated areas is important to the well-being of people. Outdoor life leads to good quality of life and better health as well as enhanced environmental consciousness. Our living conditions are influenced by our ability to live together with the ecosystems and depend on our ability to utilize them without destroying them. Sustainable management of the natural environment for the purpose of protecting natural processes and the value of the cultural landscape must be achieved (NMR 2008, Government offices of Sweden 2006).

Golf is a land-demanding sport that occupies more than 60 000 ha in the Nordic countries. The Nordic golf associations have around 900 000 members who play golf on just over 900 golf courses (STERF 2009). Golf courses have several roles to play in addition to providing playing surfaces for golf. Considering golf from an outsider's perspective, it can be seen that golf courses can provide a wide range of services that should be exploited, promoted and developed.

The hypothesis of this project was that the development towards an increased multifunctionality will help to maintain the values of ecosystem services and increased awareness of existing and future recreational functions of golf courses.

## Results and case studies

The project shows that a multifunctional golf course views its activities from the perspective of the broader public. In addition to offering a high quality arena for golf, it provides various services that are beneficial to society at large, for example increasing biological diversity, conserving natural and cultural environments and providing a venue for a wider range of outdoor activities, without compromising safety.

The authorities in the Nordic countries are demanding establishment of multifunctional golf courses, which can help to achieve environmental targets and help improve people's health and quality of life, particularly in areas around towns and cities where a large number of golf courses are located. The guide 'Multifunctional Golf Courses - An Unutilised Resource' published within the project has been sent to more than 1 000 politicians, civil servants and officials in the Nordic countries (Strandberg 2011). 60 per cent responded of which 40 per cent are interested in collaborating in order to create multifunctional golf courses.

For golf courses the multifunctional approach is profitable. It provides opportunities for additional streams of income, deeper roots in society through work on sustainable development, better collaboration with the authorities, environmental and recreational organizations as well as other sports clubs and gives a better public image and greater political support. In order for efforts to create multifunctionality, there is a need for good, effective cooperation in which all parties stand to gain.



Figure 1: Bikers and golfers share common grounds at Copenhagen golf club.

### Accessibility

The accessibility of golf courses varies. A few courses are private and are therefore only open to their own members, but most are open to guests and the public. Copenhagen Golf Club leases its land, which is located in Jägerborg Animal Park. The park is a large nature reserve with huge old trees and open areas where large numbers of visitors come to walk in the forest, play golf, cycle, jog or ride. Everyone has an equal right to be in the area and all show great respect for others (Figure 1).

### Collaboration

Collaboration is the most important factor in creating multifunctional golf courses. The cooperation must be adapted to the requirements and the specific challenges facing golf and other interests in the region. It must also encompass a range of interests such as local authorities, national authorities, sports and recreation groups, landowners, residents, industry and others.

Hässelby Golf lies in an old cultivated landscape in Stockholm. In 2005 a decision was made to restore and extend the facility's pond system. A far-reaching collaboration was set up including voluntary organizations, the county administration board, the local authority, the natural history museum, the university and others. All those with a possible interest in how the pond system was constructed were invited to give their opinion and share their knowledge and experience, which they all did for free. This not only resulted in a new pond system, but also gave the project a strong footing so that there was no opposition to construction of the ponds.

### Biodiversity

A golf course is an artificial environment where biotopes such as pools and ponds, which have decreased drastically in the agricultural landscape, are restored and provide threatened species with new habitats.

Kristianstad Golf Club was given permission by the local authority to build an additional 18-hole golf course on condition that the club worked to achieve environmental certification of the courses. The outcome was inventories of plants, insects, birds, amphibians and bats in order to identify nature values and adjust its management of the roughs accordingly. The cultural heritage of the area was also documented. A maintenance plan was drawn up for the areas outside the playing surfaces. The measures are not expensive but they make a great difference to biological diversity in the area. The results are monitored through an annual inventory of the flora.

### Conservation

Many golf courses have revealed their cultural monuments through setting up information boards and installing footpaths leading to these objects. Through collaboration with the Board of National Antiquities, museums and the local history society, golf clubs can obtain guidance and perhaps even practical and financial support for renovating or preserving ancient monuments and the history of the area.

Nes Verks Golfpark is the name of the golf course at Arendal & Omegn Golf Club. It is built on land used by the Nes Iron Foundry from 1665 to 1959. When the golf course was being planned, it was considered extremely important to preserve the rich cultural environments in the area. In addition to old buildings, industrial premises and machinery, there was a constructed pond and a romantic park from the 1800s, framed by the attractive cultivated landscape. The cultural heritage sites have been signposted and made easily accessible to golfers and to the public. Culture trails etc. have been installed and signposted in collaboration with the local history society and the Foundry Museum.

### Further actions underway and intended

The aim of the next phase of the project is to increase the benefits of golf to society, help maintain the values of ecosystem services and improve the business gains from multifunctional activities through:

- Arranging workshops with representatives of golf courses in order to identify opportunities and challenges

- For multifunctionality
- Arranging collaborative meetings with representatives of different interests in society
- Carrying out an inventory of current knowledge with the aim of exploiting knowledge and experiences from related areas
- Identifying important partners to jointly initiate and run R&D on multifunctional courses

## References

- NMR. 2008. Environmental action plan 2009-2012. ANP 2008:733. Nordic council of ministers, Store Strandstræde 18 DK-1255, København. [www.norden.org](http://www.norden.org). 36 s.
- Government offices of Sweden. 2006. Environmental Quality Objectives - A Shared Responsibility. [www.sweden.gov.se](http://www.sweden.gov.se)
- STERF. 2009. Research programme and organization. STERF, Box 84, 182 11 Danderyd. <http://sterf.golf.se> 23 s.
- Strandberg, M, m fl. 2011. Multifunctional Golf Courses - An Unutilised Resource. STERF, Box 84, 182 11 Danderyd. <http://sterf.golf.se> 31 s.

## Acknowledgement

The project 'Nordic cooperation between authorities and non-governmental organizations for creating multifunctional golf courses and healthy ecosystems' was funded by the Nordic council of ministers. Carried and out by STERF 2010 -2011.

# Artsvalg og etableringsmetoder for bytræer i et fremtidig endret klima

Et bytræ skal i løbet af sin levetid stå model til meget, bl.a. skift i klimaet. Derfor er det vigtigt allerede nu at tænke på fremtidens klima, når man vælger bytræer. Nye arter, der kan klare forholdene, er en oplagt tanke. Men gode vækstvilkår vil stadig spille en afgørende rolle, så der er fortsat brug for også at forbedre bytræernes muligheder for at trives ordentligt.

Oliver Bühler  
University of Copenhagen  
olb@life.kv.dk

Prognoser om klimaets udvikling er behæftet med mange usikkerheder, men der er enighed omkring nogle grundlæggende trends. Somrene bliver varmere og mere tørre (Tabell 1). Sommernedbøren fordeles mere ujævn med flere kraftige regnskyl, som udtørret byjord vil have problemer med at optage. Vegetationsperioden bliver i princippet længere - hvis ikke tørken stopper væksten. Vintrene bliver mildere og med mere nedbør. Selv om det bliver varmere, er der stadig risiko for frost. Det kan f.eks. give ødelæggende frostskafer på byens træer, lige når de er ved at springe ud om foråret og er mest sårbare (Fryd *et al.* 2011).

Tabell 1. Mulige klimaændringer i Danmark frem mod år 2100 ifølge Danmarks Meteorologiske Institut

Stigning i årlig middeltemperatur	+ 0,7-4,6 °C
Sommertemperatur	+ 1-3 °C
Vintertemperatur	+ 2-3 °C
Årsnedbør	+ op til 9 pct.
Vinternedbør	+ 20-40 pct.
Sommernedbør	- 10-15 pct.
Middelvindens hastighed	+ 1-4 pct.
Stormaktivitet	lille stigning
Generel havniveaustigning	0,15-0,75 m

## Vand bliver afgørende

Skov & Landskabs undersøgelser i Københavns Kommune viser, at bytræerne allerede i dag mangler vand, selv i en fugtig sommer. Vanding øger således tilvæksten og forlænger vækstperioden (Bühler *et al.*

2006). Forsøg har derudover vist at 'mobil drypvanding' med vandingsposer er andre vandingsmetoder overlegne og resulterer i op til 75 % større tilvækst (stammeomfang) (Bühler *et al.* 2011). Plantehullets størrelse og det tilgængelige jordvolumen er ligeledes en vigtig parameter. Jo større plante hullet er, jo mere vand har træet umiddelbart adgang til. Ideelt set skal et bytræ have samme areal som en parkeret bil. Er belægninger omkring et træ nødvendige, kan rodvækstzonen udvides til at omfatte jordvolumenet under belægningen idet man vælger rodvenlige bærelag (gartnermacadam/structural soils), som på trods af komprimering tillader rodvækst (Bühler *et al.* 2007).

## Salt en voksende trussel

Salt (NaCl) på vejene betyder i mange tilfælde også salt i den jord, hvor bytræerne vokser. Jorden indeholder mere og mere salt, jo længere vi kommer hen på vinteren. Men om foråret falder indholdet, fordi regnen vasker en del af saltet ud. I løbet af sommeren stiger koncentrationen igen, jordvandet fordampes og efterlader saltet. Substrater med meget sand er mindre påvirkelige af NaCl, men er også dårligere til at holde på vand. Dette problem gør det endnu vigtigere at finde alternativer til vejsalt. Lige nu undersøger Skov & Landskab for Københavns Kommune, om tømilet kaliumformiat er et realistisk alternativ.

## Nødvendig at sprede risikoen

Vi har allerede set skaderne fra for eksempel kastanie-minermøl, nye arter af pragtbille og svampesydommen asketoptørre. Disse skadedyr og sygdomme er ofte indvandret fra andre dele af Europa og kan trives i Danmark, fordi klimaet allerede er lidt varmere end tidligere. Samtidig har de ofte kun få

naturlige fjender og kan derfor nemt formere sig. I Sydeuropa tager plantan-visnesygen og massaria-sygen lige nu livet af en del plataner, og den kan også blive et problem her. Løsningen kan være at sprede risikoen ved at bruge bytræer fra forskellige slægter, arter og sorter, sådan at ikke alle træer angribes på en gang. Det gælder også i forhold til klimaændringerne generelt. En tommelfingerregel kan være at sørge for at maks. 30 pct. af alle byens træer er af samme familie, max. 20 pct. af samme slægt og max. 10 pct. af samme art.

### Mulige nye arter

Klimaændringerne gør det naturligt at se sig om efter nye arter. Oplagte muligheder er arter, der i dag trives i områder, hvis klima minder om klimaprognoserne for vores egne (Roloff *et al.* 2009). Samtidig skal træernes vækst og habitus dog passe til de krav, som stilles til bymæssig bevoksning. Da der er tale om lange produktionstider er det vigtigt at afprøve kandidaterne i bymiljøet, inden de dyrkes i større stil i planteskolerne. En sådan afprøvning finder sted i f. eks. Holland og Tyskland. I det følgende præsenteres et antal arter som også skønnes at kunne trives i Danmark, også når klimaforandringerne har taget fuld effekt.

Der findes i dag et utal af kultivarer af spidsløn *Acer platanooides*, og der er derfor behov for at koncentrere sig på de bedste af dem - både i producenternes, men også i lige så høj grad i forbrugernes interesse. Kultivarerne 'Fairview' og 'Olmsted' får overvejende positiv vurdering, kultivaren 'Farlakes Green' fremhæves også, selvom der er observeret problemer med frosthårdførhed.

Som interessante *Acer*-arter nævnes derudover *Acer rubrum*, som dog i Danmark muligvis kan have problemer med frosthårdførhed, samt *Acer x freemanii*, en hybrid mellem *A. saccharinum* og *A. rubrum*, som i den hollandske test udviser god vitalitet også i de mest belastede situationer, måske også fordi den er mere tolerant overfor høje pH-værdier. Ahorn, *Acer pseudoplatanus*, er i forvejen et problematisk bytræ, og der er derfor enighed om at den ikke har den store fremtid i bymiljøet.

Asketoptørren har gjort det nærmest umuligt at producere *Fraxinus excelsior*, ellers et udmærket bytræ med mange kvaliteter. Som alternativer nævnes de amerikanske aske-arter *F. americana* og *F. pennsylvanica*. Sidstnævnte er ifølge de hollandske undersøgelser bedre til at danne lige stammer i produktionen og mindre krævende til jordforholdene i plantesituationen, og derudover et meget anvendt bytræ i USA. Begge udvikler flotte høstfarver. Der findes en række kultivarer af begge arter, her kan fremhæves *F. pennsylvanica* 'Zundert' med god kronearkitektur (som er i produktion i Danmark), og *F. pennsylvanica* 'Summit' med en bred og rund krone og en flot barkfarve. Indenfor lind nævnes søvlinden *Tilia tomentosa* som det bedste bud for en både frosthårdfør og tørketolerant lindeart. Kultivaren 'Brabant' får gode vurderinger både hos vores naboer mod syd som mod nord.

Ud over de her nævnte 'store' slægter er der en række andre arter og kultivarer, som får gode til meget gode vurderinger. Her skal blot nævnes den tyrkiske hassel, *Corylus colurna*. *Sorbus latifolia* roses som et sundt, velvoksende og tørketolerant mindre bytræ - her er det især kultivaren 'Henk Vink' eller 'Atro' der fremhæves. Blandt egne vurderes frynsegen *Quercus cerris* at være et fortrinligt bytræ. *Alnus x spaethii* fremhæves både i Holland, Tyskland og Norge som et bytræ som også i pressede situationer har stor tilvækst og fremstår vitalt. Og *Robinia pseudoacacia* vil også i fremtiden være et godt bud på et hårdfør bytræ, især med kultivaren Nyirsegi.

### Referanser

- Bühler O., Nielsen C.N. & Kristoffersen P. 2006. Growth and phenology of established *Tilia cordata* street trees in response to different irrigation regimes. *Arboriculture and Urban Forestry* 32(1):3-9.
- Bühler O., Christensen L. & Parche H. 2011. I pose og sæk: Mobil drypvanding sikrer gadetræerne mere vand end traditionel vanding. *Grønt Miljø* 2011(3):22-23.
- Bühler, O., Kristoffersen, P. & Larsen, S.U. 2007. Growth of street trees in Copenhagen with emphasis on the effect of different establishment concepts. *Arboriculture and Urban Forestry* 33(5):330-337.
- Fryd, O., Pauleit, S. & Bühler, O. 2011. The role of urban green space and trees in relation to climate change. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 6(053):1-18.
- Roloff, A., Korn, S. & Gillner, S. 2009. The Climate-Species-Matrix to select tree species for urban habitats considering climate change. *Urban Forestry & Urban Greening* 8:295-308.

# Planter for norsk klima

Prosjektet "Planter for norsk klima" var et brukerstyrt prosjekt\* delvis finansiert av Norges forskningsråd. Et hovedmål i prosjektet var å bidra til et langsiktig utvalgsarbeid i Norge for å øke sortimentet av klimatilpassede og robuste planter for norske grøntanlegg. Informasjon om prosjektet er presentert på nettsiden [www.planterfornorskklimate.no](http://www.planterfornorskklimate.no). Sluttrapport blir skrevet i 2012.

Per Anker Pedersen  
Universitetet for miljø- og biovitenskap  
[per-anker.pedersen@umb.no](mailto:per-anker.pedersen@umb.no)

Forskningen var hovedsakelig basert på registreringer i utprøvnings- og forsøksfelt på UMB i Ås og i noen grad på registreringer av planter i ordinære anlegg på Østlandet (totalt 9 anlegg). Feltene på Ås omfatter materiale som er oppformert etter inventeringer og innsamling i arboreter, plantesamlinger og anlegg, avkom fra mer velkjente frøkilder og navngitte sorter som finnes på markedet. Det viktigste feltet er den såkalte "Treforsøksparken" med totalt 576 trær fordelt på 148 treslag (91 arter). Trærne er plantet i perioden 2005 - 2011 og skal utgjøre en forhåpentlig "permanent" samling for registrering av data og akkumulering av erfaring over lang tid. Bioforsk Plantehelse har bidratt med diagnose av sykdommer og skadedyr. Feltet er hyppig besøkt av planleggere og forvaltere av grøntanlegg som her har mulighet til å studere et stort antall treslag. Resultater fra registreringer utført ved UMB er presentert i årlige rapporter (Pedersen *et al.* 2010). I dette sammendraget presenteres bare registreringsresultater for trær.

## Plantekvalitet og tilvekst

De fleste trærne hadde en stammeomkrets på 10- 12 eller 12 - 14 cm ved planting. En stor del av trærne var importert, og rotkvaliteten på en del av disse trærne var dårlig (Hilmersen 2006, Solfjeld 2006). En vanlig feil var at trærne var emballert slik at rot-systemet ble plassert opptil 15 cm for dypt i klumpen, hvilket i neste omgang kan føre til alt for dyp planting og mistrivsel. Manglende eller utilstrekkelig rotskjæring i planteskolen var en annen vanlig feil som førte til at flere trær stagnerte fullstendig eller døde. Enkelte trær ble levert praktisk talt uten rot. I flere tilfeller kunne utglisning i krona på grunn av dette mistolkes som vinterskader. Målinger av 176 trær viste at tilveksten (skuddlengden) etter første

vekstsesong etter planting var i gjennomsnitt bare 10 - 20 % av tilveksten i siste året i planteskolen. For de trestørelsene som ble benyttet i dette forsøket ser det faktisk ut til at plantekvaliteten fra produsent er en av de aller mest avgjørende faktorene for overlevelse og god utvikling.

## Sykdommer og skadedyr

Trærne var i ulik grad utsatt for skadegjørere. Det ble påvist askeskuddsjuke på flere treslag innen ask, men ikke på kuleformen av blomsterask (*Fraxinus ornus* 'Mecsec') (Talgø *et al.* 2012). Kuleformen av vanlig ask (*Fraxinus excelsior* 'Globosa') ble derimot meget sterkt angrepet. Det ble registrert varierende angrep av lindebladveps på ulike sorter lind. Enkelte lindesorter hadde mye galler, særlig filtgaller. Virginiahegg (*Prunus virginiana*) var utsatt for heggflekk, og både denne og vanlig hegg (*Prunus padus*) var angrepet av heggspinnmøll. For øvrig ble det registrert sporadiske angrep av larver i stammeveden på enkelte trær. Alle 4 trær av smalbladask (*Fraxinus angustifolia* 'Raywood') og ett tre av *Fraxinus ornus* 'Mecsec' ble angrepet av flekket askebarkbille i 2011, antagelig på grunn av svekkelse etter alvorlig frostskaade.

## Klimaskader

I prosjektperioden var det til dels ganske ekstremt vintervær. Vinteren 2007/08 var svært spesiell med en mildværsperiode midtvinters og sterkt temperaturfall i slutten av mars. Vinteren 2009/10 var svært kald over en lang periode. Vinteren 2010/11 ble det tidlig kaldt og kulda holdt seg lenge. Disse vinterforholdene førte til alvorlige skader på en rekke trær, men ulike treslag ble rammet i de ulike årene. I 2008 oppsto omfattende skader på både knopper (særlig på *Prunus*-arter) og stamme (*Betula pendula*, *Prunus*

*virginiana*, *Prunus maackii* og *Prunus padus*). Stammeskadene var alvorlige, i noen tilfeller dødelige, og rammet treslag som normalt er svært vintersterke. Skadene er beskrevet av Pedersen (2008) og Ånestad (2009). I et felt med trær av fire frøkilder av hengebjørk (*Betula pendula*), hvorav to norske, pådro en betydelig andel av trærne seg alvorlige stammeskader. I 2010 ble det påvist store stammeskader på tre sorter av naverlønn (*Acer campestre*) og på flere andre treslag. I 2011 oppsto stammeskader på nye trær av naverlønn og forverring av tidligere skader. Enkelte trær av rødlønn (*Acer rubrum*) fikk også store skader etter denne vinteren. Disse tre vintersesongene var så pass ekstreme og forskjellige at det har vært en streng test på vinterherdigheten til trærne. De trærne som ble plantet i 2007 eller tidligere, og som har unngått alvorlige skader, har dermed vist seg å være vintersterke i Ås, og de kan trolig også brukes i områder som normalt har noe hardere klima.

### Mange gode treslag

En stor andel av trærne klarte seg uten skader eller med bare små skader. Blant lindsortene er det flere gode alternativer, og flere *Prunus*-arter og -sorter var overraskende lite skadd. Det samme gjelder nye almesorter som skal være resistente mot almesjuka. Skadeomfanget av askeskuddsjuka varierte mellom ulike slag ask, og sortene med minst angrep er det viktig å følge videre.

### Erfaringer fra anlegg

Ute i anleggene ble det påvist vekstproblemer og skader forårsaket av dårlige jordforhold, saltsprut og kantslått (Ånestad 2009). Effekter av saltsprut er nærmere beskrevet av Pedersen (2007, 2011). På hengebjørk ble det registrert stammeskader etter angrep av grønn praktbille, og i anlegg med ask hadde askeskuddsjuka gitt omfattende skader. Det er sannsynlig at vekststagnasjon i etableringsfasen også var relatert til rotkvaliteten ved planting, men dette var vanskelig å skille fra betydningen av jordforholdene. Det er også observert soppangrep som lett kan forveksles med klimaskader eller saltsprutskader (Pedersen & Talgø 2007).

### Referanser

- Hilmersen, I. 2006. Dyp planting eller bare store klumper? Gartneryrket 104(7): s 23.
- Pedersen, P.A. 2007. Skader på trær og busker forårsaket av saltsprut - registreringer i Østlandsområdet våren 2003 og 2006. Statens vegvesen. Rapport 2007/15, Utbyggingsavdelingen. 19s.
- Pedersen, P.A. 2008. En mulig forsmak på klimaendringer. park & anlegg 7(6):34-39.
- Pedersen, P.A. 2011. Saltsprutskader på vegetasjon langs veier i Østlandsområdet 2010. Rapport 2614. SaltSMART. Vegdirektoratet, Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen. 41s.
- Pedersen, P.A., Vike, E., Brun, J. & Zakariassen, E. 2010. Landskapsplanter - utvalgsarbeid for norske grøntanlegg. Registreringer i forsøksfelt og anlegg. Rapport for 2009. Institutt for plante- og miljøvitenskap. 93s.
- Pedersen, P.A. & Talgø, V. 2007. Store skader på bjørk. Park & anlegg 6(8):30-31.
- Solfjeld, I. 2006. Rotkvalitet på trær. park & anlegg 5(10): 30-31.
- Talgø, V., Stensvand, A. & Pedersen, P.A. 2012. Sopp drep ask. Norsk hagetidend (1): s 71.
- Ånestad, H. B. 2009. Registrering og evaluering av utvalgte grøntanlegg og forsøksfelt i Oslo og Akershus tilknyttet prosjektet "Planter for norsk klima". Mastergradsoppgave. Institutt for plante- og miljøvitenskap, UMB. 89s.

\* Brukere som deltok i prosjektet: Statens vegvesen, Norsk Gartnerforbund, Norsk genressurscenter, E-Plant Norge AL og Statsbygg.

# Internasjonal handel med grøntanleggsplanter og spredning av fremmede arter

Importen av grøntanleggsplanter fra områder lenger sør i Europa har økt med hele 140 % i årene 1997-2009. Denne importen utgjør en stor risiko for innførsel av nye arter til Norge. Gjentatte introduksjoner av en art øker faren for etablering og videre spredning. Det er et stort behov for endring i praksis, mer kontroll, samt en klarere vilje til ansvar hos bransjen og forvaltningen for å tette igjen det «sorte hullet».

May-Guri Sæthre  
Bioforsk  
may-guri.saethre@bioforsk.no

## Innledning

Import av grøntanleggsplanter sørger for at vi som forbrukere og eiere av grøntanlegg av ulike slag har tilgang på rimeligere planter, et bredere sortiment, og større trær enn hva som produseres innenlands. Planteimporten til Norge er under streng kontroll i den forstand at Plantehelsetilsynet har som formål "å hindre introduksjon og spredning av planteskadegjørere, bekjempe eller utrydde eventuelle utbrudd i Norge og sikre produksjon og omsetning av planter og formeringsmateriale med best mulig helse og tilfredsstillende kvalitet". Forskriften skal hindre at uønskede skadegjørere innføres. Den omhandler spesifikke skadegjørere som det er forbudt å innføre og spre i Norge. Men det finnes også et stort antall andre organismer med betydelig skadepotensial dersom de skulle havne i norsk natur (Magnus & Sæthre 2011).

## Dilemmaer og det «sorte hullet»

Norge har underskrevet "Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures" (SPS-avtalen), som ble etablert i Uruguay-runden i WTO-forhandlingene. SPS-avtalen skal sikre frihandel og krever at vitenskapelige risikovurderinger ligger til grunn for eventuelle handelsrestriksjoner. Det må bevises at innførsel av en vare utgjør en risiko. Vurdering av risiko er krevende, spesielt i et langsiktig perspektiv der en også må ta høyde for klimaendringer.

"Convention on Biological Diversity" (CBD) har som mål å bevare og bruke biologisk mangfold på en bærekraftig måte til glede for både nålevende og framtidige generasjoner. Konvensjonen bygger på at enhver fremmed organisme utgjør en trussel mot stedegent

biologisk mangfold til det motsatte er bevist. Dette gjør det mulig å iverksette tiltak for å beskytte det biologiske mangfoldet uten at klare vitenskapelige fakta (risikovurdering) foreligger.

Det er prinsippet om motsatt bevisbyrde som er den store forskjellen mellom SPS-avtalen og CBD, og det er her det «sorte hullet» oppstår og blindpassasjerer kan ferdes fritt. Spørsmålet blir da hvordan hensynet til det biologiske mangfoldet, i dag og for fremtidige generasjoner, skal veies opp mot hensynet til fri handel. Risikoen som følger med fri planteimport er undervurdert og underkommunisert (Magnus & Sæthre 2011). I planteimport, som i de fleste andre sammenhenger, er forebygging det mest effektive tiltaket. Bekjempelse og utrydding kan fort bli kostbar brannslukning som samfunnet etter hvert må gi tapt overfor.

## Eksempler på organismer i fri flyt

For noen år tilbake var det utenkelig å importere planter med jordklump da disse kan inneholde svært krevende jordboende skadegjørere, som rotsnutebiller og nematoder. Slik er det ikke lenger. Hver uke, fra mars til oktober, ruller trailerlast på trailerlast av lovlig importerte planter med jord inn i Norge. Den store mengden import øker muligheten for at nye skadegjørere og fremmede organismer kan etablere seg (Magnus & Sæthre 2011).

### Rotsnutebiller (Coleoptera: Curculionidae)

Rotsnutebiller innen Otiiorhynchini har vært et økende problem for planteskolnæringen i mange år. Disse billene introduseres lett til nye områder med planter med jordklump i og med at både larve- og puppestadiene



foregår i jord. Dette problemet har vært økende etter at EPP0, inkludert Norge, fjernet rotsnutebillene fra karantenelistene da de fant det vanskelig å kontrollere den økende mengden import for nettopp rotsnutebiller. Som en konsekvens av dette har arter av *Otiorhynchini* blitt spredt i Europa. Disse artene må derfor regnes som dørstokk arter i Norge. I Norge er det registrert 15 arter innen slekten *Otiorhynchus*, sammenlignet med 130 arter i Tyskland. Mange av *Otiorhynchini*-artene, inkludert *Otiorhynchus dieckmanni*, er partenogene-tiske. Det betyr at en eneste hunn kan være nok til å starte en ny populasjon. I og med at mange trær og busker importeres med jordklump som stammer fra produksjonsstedet, er sjansen stor for at larver eller pupper av disse artene kan følge med. Voksne biller har vært funnet i stort antall i oppsop fra transport-containere og ved visuell inspeksjon av planter inne i container ved ankomst lossested (Staverløkk & Sæthre 2007; Sæthre *et al.* 2010).

#### Naturlige fiender som predatorer og parasitter

I Norge er det en streng lovgivning for innførsel av organismer til bruk i biologisk kontroll. Det er Mattilsynet som godkjenner eventuell bruk av slike organismer i Norge. Et større antall organismer har ikke blitt godkjent for import, med begrunnelsen at det kan være fare for etablering i norsk natur. Dette gjaldt for eksempel Harlekinmarihøna, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), som få år etter at denne konklusjonen var dratt, ble funnet i en container med importerte grøntanleggsplanter (Staverløkk *et al.* 2007). Det er seinere vist at arten har etablert seg flere steder i Norge (Sæthre *et al.* 2009). Det blir et paradoks når streng lovgivning stopper innførsel av slike organismer på den ene siden, mens det er vist at et ukjent antall predatorer og parasitter følger med som blindpassasjerer gjennom import av grøntanleggsplanter (Staverløkk & Sæthre 2007, Sæthre *et al.* 2010).

#### Plantesykdommer

I England har *Phytophthora ramorum* ført til massedød av japanlerk. Fram til april 2011 var det felt ca. 2 mill. trær pga. denne skadegjøreren. Smitten har trolig kommet via infisert rhododendron. Det er også gjort funn av *P. ramorum* på sitkagran og blåbærlyng i England. Klimaet på Vestlandet er nokså likt det vi finner i England og det er grunn til å frykte at det samme kan skje her (Magnus & Sæthre 2011).

#### Diskusjon og konklusjon

I Norge har vi tradisjonelt hatt stort fokus på import av planter med skadegjørere som kan spre seg til og

forårsake skader og produksjonstap i primærnærin-gene. Oppmerksomheten rundt grøntanleggsplanter har ikke vært den samme. Disse plantene står i en særstilling ved at de aller fleste har beslektede viltvoksende arter som kan være vertsplanter for de samme organismene som grøntanleggsplantene. Spredning til viltvoksende planter i skogsområder er vanskelig å oppdage, og når den først oppdages kan det være svært vanskelig eller umulig å få utryddet skadegjøreren, uten store inngrep i kulturlandskapet. I tillegg er kostnadene ved å utrydde eller begrense fremmede organismer i de fleste tilfellene så høye at samfunnet vil vegre seg mot å påta seg dem (Magnus & Sæthre 2011).

Fremmede arter er i dag regnet som den største trusselen mot biologisk mangfold. Det er mange eksempler på at skadegjørere som innføres til et nytt område spres til viltvoksende arter, og eksempler på introduserte arter som opptrer som invaderende i sitt nye miljø. Det er derfor behov for en harmonisering mellom SPS-avtalen og CBD for å beskytte biodiversiteten og stedegen økologi bedre enn det som er tilfellet i dag. Det må stilles strengere krav til importører og bransjen som helhet. Mattilsynets kontrollrutiner må forbedres og frekvensen økes. Det bør ikke importeres planter med jord. Det kan også diskuteres om vintergrønne planter bør importeres. Strø som ligger igjen i container etter lossing bør behandles som spesialavfall. Økologisk risiko må forstås og håndteres bedre på alle nivå.

#### Referanser

- Magnus, E.M. & Sæthre, M.-G. 2011. Import av grøntanleggsplanter - kun til glede? Kronikk i Bondebladet 19.05.2011.
- Staverløkk, A., Sæthre, M.-G. & Hågvar, E.B. 2007. A review of the biology of the invasive harlequin ladybird *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera, Coccinellidae). Norwegian Journal of Entomology 54:97-104.
- Staverløkk, A. & Sæthre, M.-G. 2007. Stowaways in imported horticultural plants: alien and invasive species -assessing their bioclimatic potential in Norway. Report to Directorate for Nature Management (Direktoratet for naturforvaltning). Bioforsk Report 2(66): 70 pp.
- Sæthre, M.-G., Staverløkk, A. & Hofsvang, T. 2009. The history of *Harmonia axyridis* (Pallas 1773) in Norway. IOBC/WPRS Study Group "Benefits and risks associated with exotic biological control agents" 6-9 September 2009. Engelberg, Switzerland. IOBC/wprs Bulletin Vol. 58 (2010):97-104.
- Sæthre, M.-G., Staverløkk, A. & Hågvar, E. 2010. Stowaways in horticultural plants imported from the Netherlands, Germany and Denmark. Norwegian Journal of Entomology 57:38-48.

# Uønska plantearter i spredning - hva kan vi gjøre?

Fremmede invaderende plantearter kan true biologisk mangfold dersom de spres til sårbare naturtyper. Det mest effektive tiltaket for å begrense uønsket spredning er å hindre nye introduksjoner. Men for arter som allerede er etablert her i landet er det behov for effektive kontrolltiltak for å begrense spredning. Metodene som velges må tilpasses både art og lokalitet for å sikre mest mulig effektiv ressursbruk.

Inger Sundheim Fløistad & Trond Rafoss  
Bioforsk  
inger.floistad@bioforsk.no

## Tilsiktet og utilsiktet spredning

Spredning av fremmede planter kan skje gjennom både tilsiktede og utilsiktede flyttinger av arter til nye voksesteder. Mange av de fremmede planteartene som i dag regnes som besværlige ugrasplanter, har opprinnelig vært brukt som pryd- eller nytteplanter. Artene er svært ressurskrevende å bekjempe. Det er derfor viktig å øke kunnskapsnivået slik at en unngår ytterligere bruk av planter som kan ha potensiale for invaderende uønsket spredning. Grøntanleggsbransjen har selv tatt initiativ til en frivillig bransjestandard for å øke bevissthet om plantevalg til hage og grøntanlegg (Anon 2011). Bransjestandarden setter opp sju regler for plantebruk etter forbilde fra den Europeiske «Code of Conduct on horticulture and invasive alien plants» (Heywood & Brunel 2011).

Et ferskt eksempel på en ny og utilsiktet introduksjon er etableringen av flere mindre og en større forekomst av boersvineblom på Sør-Vestlandet. Når en fremmed planteart er innført, vil plantenes spredningsstrategier avgjøre hvilke arter som har sterke evner til å spre seg på egenhånd. I Norsk svarteliste 2007 (Gederaas *et al.* 2007) ble 17 av de 25 karplantene som ble risikovurdert, funnet å medføre en høy risiko for biomangfoldet. Ved revisjonen av svartelisten som nå er i gang, er det grunn til å tro at listen over risikoarter kan bli betydelig lenger.

## Forebyggende tiltak - hindre spredning

Kartlegging av uønskede plantearter er en forutsetning for å kunne skaffe seg oversikt til å kunne følge opp med effektiv bekjempelse og begrense videre

spredning. Gjennom geografisk analyse er det mulig å identifisere konfliktområder etter spesielle kriterier, for eksempel der verneinteresser er truet av fremmede plantearter (Rafoss *et al.* 2010). Ved overvåking av spesielle konfliktområder, øker mulighetene for å kunne sette inn tiltak i en tidlig fase mens omfanget av spredningen fortsatt er håndterbar. Innføring av rutiner for kartlegging, overvåking og rapportering av fremmede arter i etater og hos kontraktører som har ansvar for vedlikehold av samferdselsinfrastruktur er et konkret tiltak. Flytting av jordmasser er kanskje den største kilden til spredning av uønskede arter. Naturmangfoldloven (Lov om forvaltning av naturens mangfold 2009) pålegger enhver både et generelt aktsomhetsprinsipp (§6) og føre-var prinsipp (§9) for å bevare vårt naturmangfold. Det betyr at enhver tiltakshaver eller byggherre må sørge for at gjennomføring av et gitt tiltak ikke medfører spredning av fremmede organismer som truer stedegent biologisk mangfold. Registrering av plantearter før graving er et godt hjelpemiddel for å unngå videre spredning av invaderende ugras.

## Spredning gjennom frø og plantedeler

Planter kan spres gjennom frø eller andre plantedeler som røtter, jordstengler eller overjordiske stengelbiter. Den enkelte art har sine strategier for formering og spredning. Ved å ta hensyn til artens formeringsstrategi, kan tiltak iverksettes for å begrense ny spredning. Planteartene som vi betegner som fremmede invaderende ugrasarter, har det til felles at de spres lett til nye vokseplasser og er brysomme å bli kvitt når de først er etablert.

### Spredning med frø

For noen arter er frø eneste kilde til videre spredning. Eksempler på slike arter er kjempespringfrø, lupin og kjempebjørnekjeks. Spredning til nye vokseplasser kan for disse artene hindres ved å unngå flytting av jord hvor disse plantene har vokst og spredd frø. En annen mulighet er å bruke slike infiserte masser som undergrunnsjord i et anlegg. Også for andre flerårige plantearter kan frøspredning være en viktig kilde til spredning.

Frø kan ligge lenge i jorda og kan fremdeles være spiredyktige etter mange år. Tabell 1 viser en oversikt over maksimal levetid for frø av noen problematiske arter.

Tabell1. Maksimal levetid for frø av noen problematiske ugras

Planteart	Maksimal levetid for frø (år)
Lupin	50
Kjempebjørnekjeks	10
Kjempespringfrø	2

### Spredning med jordstengler eller røtter

Når nye planter utvikler seg fra et vegetativt formeringsorgan, blir dette, på samme måte som et frø, tappet for næring. Mens frøet etterpå går helt

til grunne, kan det vegetative formeringsanlegget samle ny næring fra den overjordiske, grønne delen av planten og leve videre for kortere eller lengre tid. Planter som utvikles fra røtter og jordstengler, vil den første tiden bruke mer næring enn hva som produseres gjennom fotosyntesen og det foregår en transport av opplagsnæring frø røttene oppover til skuddet. På et stadium i utviklingen vil situasjonen endre seg. Plantene produserer da mer enn den forbruker, og næring transporteres motsatt vei fra skuddet og ned i rotsystemet. Planten er på det svakeste akkurat på det punktet hvor næringsstrømmen snur. For en del ugrasarter kjenner vi godt på hvilket utviklingsstadium dette svakeste punktet er. For mange andre arter har vi mindre kunnskap, da vil en generell regel være å ikke vente for lenge før tiltaket (eks. nedkapping eller jordarbeiding) gjennomføres, for eksempel ikke la skuddet bli høyere enn 15-20 cm høyt. I en masteroppgave ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB)/Bioforsk Plantehelsetse ble nylig russekål studert for å finne frem til artens svakeste stadium (Oliver 2011).

Hvis gravearbeider skal utføres på områder med spesielt vanskelige flerårige ugras er kunnskap om



Figur 1. Parkslirekne (*Fallopia japonica*) kan lett spres til nye vokseplasser gjennom avkapp fra overjordiske friske plantedeler. Foto: Inger Sundheim Fløistad.

dybden på rotsystem/underjordiske planteorgan viktig. Russekål har for eksempel en pålerot som kan vokse mer enn 1,5 meter dypt. Ved oppdeling av rotsystemet, kan biter av rota eller jordstenglene danne nye planter ved at knopper bryter og utvikler lysskudd selv om området dekkes med nye ugrasfrie vekstmasser. Intakte rotsystemer har generelt større sjanse til å danne nye livskraftige planter enn oppdelte rotbiter. Korte rotbiter har mindre opplagsnæring og tåler nedgraving eller dekking dårligere enn lengre rotbiter.

### Spredning med overjordiske plantedeler

De store slirekneartene (*Fallopia* spp) kan spres til nye vokseplasser også gjennom nye skudd fra overjordiske stengeldeler. I hvert bladhjørne sitter det en knopp som kan utvikle seg til en ny plante dersom den får kontakt med jord. Nedkutting f. eks. veikantslått (Figur 1) eller anleggsarbeid som berører en eksisterende forekomst av parkslirekne, kjempeslirekne eller hybridslirekne gir økt risiko for videre spredning av plantene og ved arbeid nær slike lokaliteter må det vises stor aktsomhet.

### Tiltak for bekjempelse og utrydding

Til tross for stor oppmerksomhet om temaet fremmede plantearter de senere år finnes det få eksempler på vellykkede aksjoner for utrydding eller hindring av videre spredning. Dette indikerer at vi mangler mye kunnskap når det gjelder effektive og realistiske bekjempingsmetoder og strategier. Mye tyder på at man må gå mer drastisk til verks dersom man mener alvor med å forhindre nye introduksjoner og spredning av de allerede etablerte fremmede artene.

Kunnskapene vi har i dag om bekjempelse av uønskede planter kommer fra jord-, skog- og hagebruk, samt grøntanlegg. Fremmede invaderende plantearter krever spesielle tiltak i forhold til tradisjonell bekjempelse. Mens de biologiske kunnskapene er overførbare, kan ikke alle strategier overføres direkte. For åkerugras nøyer man seg som regel med å holde tettheten nede, for de fremmede invaderende artene må målet med bekjempelsen være mer ambisiøst, total utryddelse eller absolutt forhindring av videre spredning. Enten man ønsker å utrydde eller forhindre spredning må tiltakene tilpasses den enkelte art, beliggenhet av forekomsten og hvilke metoder som kan tillates tatt i bruk både med tanke på ressursbruk og nærhet til sårbare områder. Mekaniske tiltak som nedkapping eller oppgraving kan være effektive dersom de blir utført på riktig stadium. På invaderende plantearter vil nedkapping som tiltak alene sjelden kunne fjerne plantene helt fra vokseplassen. Dersom

tiltaket gjennomføres til feil tid eller gjentas for sjelden vil det tvert i mot kunne føre til økt forekomst (Fløistad & Grenne 2010). Oppgraving av mindre bestander kan være aktuelt, men dette blir fort et kostbart tiltak og massene som graves opp må behandles med tanke på å unngå ytterligere spredning.

Biologisk kontroll kan være bruk av planteskadegjørende organismer som for eksempel sopp eller insekter som ødelegger planten. Det har vært jobbet noe med dette i Norge, men det er ingen metoder tilgjengelig i dag (Wang & Netland 2007). Men planmessig bruk av beitedyr er også en form for biologisk kontroll og kan være aktuelt tiltak på spesielle lokaliteter. Kunnskap om plantenes spredningsstrategier blir da svært viktig slik at tiltaket ikke fører til ytterligere spredning, for eksempel gjennom frø.

Bekjempelse av uønskede plantearter kan gjennomføres med mekaniske eller biologiske metoder alene eller i kombinasjon med kjemiske metoder. Det kan for eksempel være nødvendig å kombinere nedkapping med kjemisk bekjemping for å oppnå totalbekjempelse. Etter nedkapping eller en periode med hard beiting, kan det også være aktuelt å plante inn konkurrerende, men ønskelige, plantearter som kan ta knekken på de fremmede artene. På den måten kan strategien for bekjemping også bidra til reetablering av ønsket vegetasjon på området.

### Referanser

- Anon 2011. Bransjestandard om invaderende fremmede planter. 12s.
- Fløistad, I.S. & Grenne, S. 2010. Bekjempelse av rynkerose (*Rosa rugosa*). Utprøving av metodikk (mekanisk og kjemisk) i Rinnleiret naturreservat og Ørin naturreservat i Levanger og Verdal, Nord-Trøndelag. Sluttrapport 2010. Bioforsk RAPPORT 5(159):31s.
- Gederaas, L., Salvesen, I., & Viken, Å. (red.). 2007. Norsk svarteliste 2007 - Økologiske risikovurderinger av fremmede arter. Artsdatabanken.
- Heywood, V. & Brunel, S. 2011. Code of Conduct on horticulture and invasive alien plants. Nature and environment, no 162, 95s.
- Lov om forvaltning av naturens mangfold. 19. juni 2009.
- Oliver, B.W. 2011. Growth and sprouting dynamics of the invasive alien species warty cabbage (*Bunias orientalis*) during the growth season. Master Thesis, 35 pp. Department of Plant and Environmental Sciences, Norwegian University of Life Sciences, Ås, Norway.
- Rafoss, T., Fløistad, I.S., Netland, J. & Sælid, K. 2010. Kartlegging og overvåking av spredning av fremmede karplantearter - en analysemetode basert på nasjonal geografisk infrastruktur. Bioforsk RAPPORT 5(150):44s.
- Wang, L & Netland, J. 2007. Biologisk kontroll av ugras - er det mulig i Norge? Bioforsk FOKUS 2(1):s54.

# Integrert sykdomsbekjempelse i gressdekte arealer

Gresset i grøntanlegg skades av soppsykdommer og invaderes av ugras. EU har bestemt at integrert plantevern (IPM) skal legges til grunn ved bekjempelse av skadegjørere. Det betyr økte krav til kunnskap og dokumentasjon fordi alternativer til kjemisk bekjempelse må vurderes og anvendes når de er effektive og økonomisk forsvarlige. Definisjon av skadeterskler og overvåking av sykdommer blir en utfordring.

Tatsiana Espevig & Agnar Kvalbein  
Bioforsk  
tanja.espevig@bioforsk.no

## Bakgrunn for integrert plantevern i Norge

EUs direktiv 2009/128/EC av 21. oktober om bærekraftig bruk av plantevernmidler gir ramme for nye nasjonale regler på dette området. Ny forskrift vil være på høring i 2012.

Integrert plantevern (IPM) handler om å ta i bruk all kunnskap og alle metoder for å forebygge og bekjempe skadegjørere. De viktigste skadegjørere på gress i grøntanlegg er soppsykdommer og ugras. For å lykkes med integrert plantevern må man ha helhetlig forståelse av hva som gir sterke gressplanter, gode kunnskaper om de aktuelle skadegjørere og oversikt over tilgjengelige og lovlige virkemidler. Målet er å produsere bedre plener eller spilleflate på en mer miljøvennlig måte.

Kjemiske midler skal tas i bruk bare hvis det ikke finnes gode alternative metoder for å bekjempe skadegjørere. Vurderingen av dette gjør de profesjonelle brukerne selv. Det vil trolig kreves dokumentasjon av alle brukere.

I «Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014)», LMD 18.09.09, er integrert plantevern et viktig tiltak for å gjøre norsk landbruk mindre avhengig av kjemiske plantevernmidler. EU-direktivet nevner i artikkel 12 at bruken av kjemiske plantevernmidler skal reduseres til et minimum eller forbys i spesielt sårbare områder. Blant disse nevnes offentlige grøntanlegg, sports- og lekeområder og områder nær helseforetak.

Bruken av kjemiske midler er generelt lav i Norge (Koesling & Serikstad 2007). Grasarealer er blant de

minst eksponerte også i landbruket. Kjemikaliebruk på golfgreener utgjør omtrent 0,03 % av total kjemikaliebruk i Norge (Tronsmo, 2001) og utlekking er generelt lav (Aamlid *et al.* 2009).

Alle som skal arbeide profesjonelt med gressdekte arealer må skaffe seg kunnskap slik at de kan leve opp til de forventningene som samfunnet nå har om miljøriktig skjøtsel. Forskning avdekker stadig nye sammenhenger mellom gressplanter, skadegjørere og miljøet. Dette gir bakgrunn for å ta i bruk nye alternative metoder. Faglig oppdatering er nødvendig for å kunne bekjempe skadegjørere mest mulig effektivt og samtidig lovlig.

## Strukturen i et IPM- program

Kvalitet av gress kan bli redusert av sykdommer, skadedyr og ugress. Her omtales bare sykdommer videre. De økonomisk viktigste sykdommene på gressplener er rosa snømugg (*Microdochium nivale*) og gras trådkølle (*Typhula* spp.), men også rust (*Puccinia* spp.), brunflekk (*Drechslera* spp.), rotdreper (*Magnaporthe poae* og *Gaeumannomyces graminis*) og noen andre kan kreve aktiv bekjempelse.

Fundamentet i et IPM-program er diagnose av skadegjøreren, overvåking av utviklingen og definisjon av økonomisk skadeterskel (Figur 1). Riktig diagnose er avgjørende viktig for å kunne velge optimal bekjempelsesstrategi i hvert enkelt tilfelle. Målet med overvåking er å avsløre, definere og kvantifisere problemer og forutsi om skaden vil overskride en økonomisk skadeterskel. Prognoser og varsling av planteskadegjørere (VIPS) ble utviklet for viktige

kulturer i landbruket i samarbeid mellom Bioforsk og Norsk Landbruksrådgivning (<http://www.vips-landbruk.no>). Overvåking av de viktigste overvintringssoppene i gras, som *Microdochium nivale* eller *Typhula* spp., er en spesiell utfordring fordi smitten normalt er til stede og sykdomsutviklingen skjer under snøen. Plantenes resistens mot angrep kan til en viss grad forutsies, men vinterværet er uforutsigbart. Derfor anbefales sprøyting mot disse sykdommene om høsten for å forebygge skader på gress som er særlig verdifull (f.eks. idrettsanlegg).

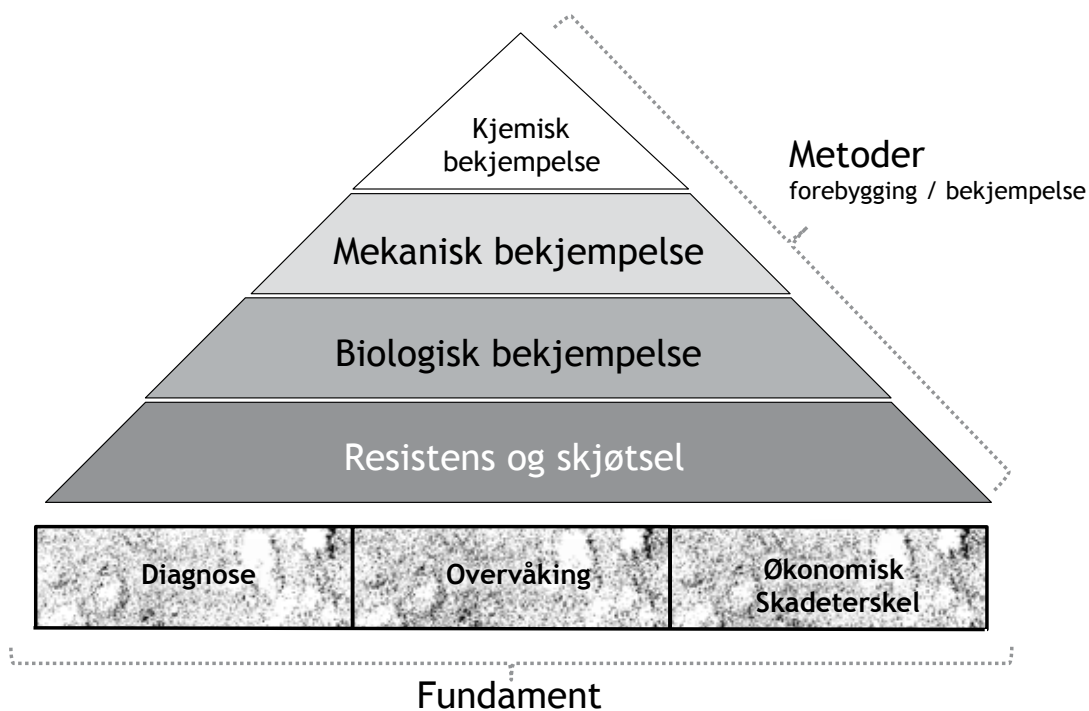
Økonomisk skadeterskel i grasdekte må defineres bedre. I eng og beite kan økonomisk skadeterskel defineres som verdien av meravling minus kostnadene ved tiltaket. I parker og plener kan kravet til slitestyrke og estetisk kvalitet legges til grunn. Vi har ikke tradisjon for å stille store estetiske krav til plener i Norge. I idrettsanlegg, spesielt på golfbaner, er spillekvaliteten direkte avgjørende for anleggets inntekter. Økonomisk skadeterskel må defineres av anleggseier, og tiltak velges basert på kunnskap. Valg av resistent og klimatilpasset plantemateriale er et svært viktig tiltak.

For å kunne redusere bruk av kjemiske midler må gartnere/banemestere/greenkeepere ha mye kunnskap. Forebygging av en skade er en nøkkel til integrert plantevern. Dette har to sider. Plantene

må styrkes og soppenes vekstvilkår forverres. Det må brukes resistente gressarter og sorter både ved etablering og resåing. Anlegget må være drenert og lysforholdene gode. Skjøtselsmetodene: riktig vanning og gjødsling, dressing og lufting gir sterke gressplanter. Skjøtselen påvirker også skadegjørere. Derfor er det viktig å kjenne soppenes biologi og økologi, og unngå forhold som er gunstig for soppenes utvikling. Det kan være å unngå vanning om kvelden for å holde bladene tørre lengst mulig, fjerne dogg og bruke skarpe klippere.

Biologisk bekjempelse av sykdommer er basert på å oppformere nyttige mikroorganismer eller tilføre dem som biologiske preparater. Preparater med *Trichoderma harzianum*, som parasitterer andre sopper har blitt brukt. Utfordringen med biologisk bekjempelse mot snømugg-soppene er blant annet at den nyttige soppen bør trives ved lave temperaturer.

Mekanisk (fysisk) bekjempelse. Ugress og noen skadedyr kan lukes eller plukkes. Det synes vanskelig i sykdomsbekjempelsen. Men sykdommer som opptrer på små, konsentrerte områder kan fjernes mekanisk og erstattes med friskt gress. Dette gjøres ofte på golfgreenere. Varmebehandling kan brukes for å rense frø for sykdommer. Greenkeepere benytter mange mekaniske tiltak for å holde filt under kontroll i greenere. Filt er opphoping av døde planterester like under gressmatta. Mye filt fører til mange problemer, blant annet til flere sykdommer.



Figur 1. Strukturen i et program for integrert plantevern (Bearbejdet fra Nielsen og Jensen 1994).

Kjemiske midler er viktige redskap i integrert plantevern, men de skal bare brukes når det er nødvendig. De viktigste IPM-prinsippene for bruk av kjemikalier er å bruke effektive preparater med minst mulig negative effekter på helse og miljø. Dosene reduseres, blant annet med punktbehandlinger og godt spredeutstyr. Blanding av og veksling mellom preparater for å unngå resistens er også viktig. Redusert tilgang på effektive kjemikalier er et problem. Soppmidler med ulik virkningsmekanisme er viktig for å unngå utvikling av kjemikalieresistens. Riktig sprøytetid og dosering bestemmes blant annet av mengde av smitte eller angrep og været.

### Konklusjon

Integrert plantevern i grasdekte arealer handler om å ta avgjørelser basert på kunnskap. Målet er å holde populasjon av en skadegjører et akseptabelt nivå. Kjemisk bekjempelse er viktig i integrert plantevern mot sykdommer på gress i grøntanlegg. Det finnes i dag ingen gode alternativer for å bekjempe snømugg, som er økonomisk viktige sykdommer i sportsanlegg og særlig verdifulle plener.

### Referanser

- Aamlid, T.S, Espevig, T., Molteberg, B., Tronsmo, A., Eklo, O.M., Hofgaard, I.S., Ludvigsen, G.H. & Almvik, M. 2009. Disease control and leaching potential of fungicides on golf greens with and without organic amendment to the sand-based root zone. *International Turfgrass Society Research Journal* 11:903-917.
- Koesling, M. & Serikstad, G.L. 2007. Plantevern i vanlig og økologisk landbruk. *Bioforsk TEMA* 2:1-2.
- Nielsen, G.C. & Jensen, P.J. 1994. Markens sykdomme og skadedyr. 339s. Dalum Landbruksskoles Forlag, Danmark.
- Tronsmo, A. 2001. Forbrukt mengde av plantevernmidler i relasjon til areal på norske golfbaner. Rapport fra brukerundersøkelse over forbruk av plantevernmidler på norske golfbaner i år 2000 sammenliknet med bruk på andre landbruksarealer: 1-8.

# Nye sjukdomar trugar lignosar i norske grøntanlegg

Omfattande internasjonal handel med pryddplanter spreier stadig planteskadegjerarar til nye område og nye vertplanter. Dei siste åra har fleire alvorlege plantepatogen kome til Noreg. Særleg alarmerande er artar i slekta *Phytophthora*, då deira skadepotensiale går langt utover grøntanlegg, men også nye sopp- og bakteriesjukdomar valdar skade.

Venche Talgø, María-Luz Herrero, Juliana I. S. Perminow, Arild Sletten, May Bente Brurberg & Arne Stensvand  
Bioforsk  
venche.talgo@bioforsk.no

## Phytophthora-sjukdomar

Namnet *Phytophthora* tydar planteøydeleggjar (phyto = plante, pthora = øydeleggjar), og slekta høyrer til eit eige rike (Stramenopila) på linje med til dømes dyreriket, planteriket og soppriket. Fleire *Phytophthora*-artar er så langt registrert på buskar og tre i Noreg; *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. citrophthora*, *P. gonopodyides*, *P. inundata*-liknande, *P. megasperma*-kompleks, *P. ramorum* og *P. syringae* (Herrero et al. 2011). Fleire av desse gjer omfattande skade i grøntanlegg, og vi fryktar spreining til skog og naturområde (Talgø et al. 2010b). Mellom anna er vi urolige for framtida til norsk bøk (*Fagus sylvatica*) etter at *Phytophthora*-symptom har vorte funne i parkar, skogholt og privathagar i Larvik (Figur 1A), Stavanger, Haugesund og Bergen. Så langt har *P. cambivora* vorte isolert frå sjuk bøk i Bergen og Larvik og *P. plurivora* frå sjuk bøk i Stavanger. I Stavanger har vi også funne spisslønn (*Acer platanooides*) som daudar på grunn av *P. plurivora*. *P. plurivora* har dessutan ved fleire høve vorte funnen på sypress (*Chamaecyparis lawsoniana*) og rododendron (*Rhododendron* spp.). Rododendron er generelt svært utsett for *Phytophthora* spp. Ikkje minst gjeld det karanteneskadegjeraren *P. ramorum*, som for tida gjer enorm skade på japanlerk (*Larix kaempferi*) og andre lignosar langs vestkysten av England (Talgø 2011). I 2011 har vi funne både *P. ramorum* og *P. plurivora* i norske vassdrag, noko som kan spreia patogene langt på kort tid.

## Soppsjukdomar

Det siste tiåret har vi funne fleire nye soppsjukdomar på lignosar i grøntanlegg, her omtalar vi eit utval.

Askeskotsjuka (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*) har spreidd seg som ein farsott i store delar av Europa. Det vert danna kreftsår (Figur 1B) på kvister og greiner, og asken visnar frå toppen og ned. Det er

grunn til å tru at sjukdomen før eller seinare ville nådd landet vårt uavhengig av handel, men det er ei kjennsgjerning at første funn vart gjort på importert vare i ein planteskule på Austlandet i 2008 (Talgø et al. 2009). Sidan har sjukdomen spreidd seg raskt i kyst- og dalstrok langs Sørlandet og nordover på Vestlandet.

Kreft årsaka av *Neonectria* sp. gjer for tida skade på edelgran (*Abies* spp.) i grøntanlegg og juletreffelt. Det vert danna kreftsår på skot og greiner. I grøntanlegg har vi sett fleire tilfelle der store tre av koloradoedelgran (*A. concolor*) visnar fullstendig i baret (Figur 1C) og daudar ned på kort tid (Talgø et al. 2011b). Skadane skuldast ein *Neonectria*-art som er ny for oss. Han er svært ulik *N. fuckeliana* som er kjent frå vanleg gran (*Picea abies*), men er meir lik *N. ditissima*, som mellom anna fører til frukttrekraft på epletre.

Buksbomvisnesjuka (*Cylindrocladium buxicola*) vart funne i 2010 i ein privathage i Oslo og på importert buksbom i fleire hagesenter (Talgø et al. 2010a). Sidan den tid er sjukdomen funnen i andre delar av landet. Figur 1D syner ein hekk av buksbom på Møllendal kyrkjegard i Bergen med sterkt angrep av buksbomvisnesjuka.

Mjøldogg er velkjent på fleire grøntanleggsplanter. Sjølv om denne soppen ikkje tek livet av vertplantene, vil sterke angrep vera svært skjemmande. Dei siste åra har det dukka opp fleire nye mjøldogg-artar eller alle-reie kjente artar av mjøldogg som har tilpassa seg nye vertplanter. *Erysiphe flexuosa* på hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*) og *E. syringae-japonicae* på syrin (*Syringa vulgaris*) vart begge funne for første gong i Noreg i 2006 på Austlandet (Talgø et al. 2011a). Figur 1E syner at det i 2011 også var omfattande angrep av mjøldogg på hestekastanje på Vestlandet.





Figur 1 Symptom på plantesjukdomar i grøntanlegg; mørke flekkar i barken på bok (*Fagus sylvatica*) etter angrep av *Phytophthora cambivora*, Larvik 2011 (A), kreftsår på ask (*Fraxinus excelsior*) etter angrep av askeskotsjuka (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*), Ås i Akershus 2008 (B), koloradoedelgran (*Abies concolor*) med skade etter angrep av *Neonectria* sp., Ås i Akershus 2008 (C), buksbomvisnesjuka (*Cylindrocladium buxicola*) på buksbom (*Buxus sempervirens*), Bergen 2011 (D), mjøldogg (*Erysiphe flexuosa*) på hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*), Bergen 2011 (E) og skadd vev på hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*) etter angrep av *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*, Bryne 2010 (F). Foto: Erling Fløistad (B), Kari Janson (D) og Venche Talgø (A, C, E, F).

## Bakteriesjukdomar

I lengre tid har pærebrann (*Erwinia amylovora*) vore den einaste problematisk bakteriesjukdomen på lignosar i norske grøntanlegg, spesielt på bulkemispel (*Cotoneaster bullatus*) og pilemispel (*C. salicifolius*), begge planter som det no er forbode å bruka i grøntanlegg (Sletten 2005). I 2010 dukka så ein ny alvorleg bakteriesjukdom opp på hestekastanje i Rogaland; kastanjekreft (*Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*) (Perminow *et al.* 2010). Angrep fører til visning i krona, mørke, blødande kreftsår på stammene (Figur 1F) og rustraud bakterieutfloed.

## Referansar

- Herrero, M.L., Talgø, V., Brurberg, M.B. & Toppe, B. 2011. *Phytophthora* species in woody plants in Norway. Programme and abstracts from COST Action FP0801 Established and emerging *Phytophthora*: Increasing threats to woodland and forest ecosystems in Europe. Budapest, Hungary, 21-22 November. s6.
- Perminow, J.I.S., Brurberg, M.B., Sletten, A. & Talgø, V. 2010. Bakteriekreft funnet på hestekastanje i Norge. Bioforsk TEMA 5(23):8s.

Sletten, A. 2005. Pærebrann. Infoserie om karanteneskade-gjørerere. Mattilsynet. 4s.

Talgø, V. 2011. *Phytophthora ramorum* angrip skogen på vestkysten av England. Bioforsk TEMA 6(6):8s.

Talgø, V., Fløistad, E., Ørstad, K., Slørstad, T. & Stensvand, A. 2010a. Ny soppsjukdom øydelegg buksbom. Bioforsk TEMA 5(19):4s.

Talgø, V., Herrero, M.L., Brurberg, M.B. & Stensvand, A. 2010b. *Phytophthora*. Alvorleg trugsmål mot buskar og tre i grøntanlegg og naturområde. Bioforsk TEMA 5(20):8s.

Talgø, V., Sletten, A., Brurberg, M.B., Solheim, H. & Stensvand, A. 2009. *Chalara fraxinea* isolated from diseased ash in Norway. Plant Disease 93:548.

Talgø, V., Sundheim, L., Gjærum H.B., Herrero, M.L., Suthaparan, A., Toppe, B. & Stensvand, A. 2011a. Powdery mildews on ornamental trees and shrubs in Norway. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 5:86-92.

Talgø, V., Thomsen, I.M., Nielsen, U.B., Brurberg, M.B. & Stensvand, A. 2011b. *Neonectria* barkkræft på ædelgranarter (*Abies* spp.) i Norge og Danmark. Nåledrys 78/11:17-21.

# Ukrudtsbekæmpelse på græsarealer - oversigt

Ukrudt forringer i mange tilfælde græsarealers kvalitet, og derfor er det ofte nødvendigt at bekæmpe. Ukrudtet kan bekæmpes med kemiske midler, men ønsket om mere bæredygtige løsninger gør, at alternative metoder har høj prioritet. Det er dog noget af en udfordring at få græsset til at overleve samtidig med, at man reducerer eller fjerner uønskede ukrudtsplanter. På nuværende tidspunkt er der stor mangel på effektive løsninger uden pesticider.

Anne Mette Dahl Jensen  
Skov & Landskab, Københavns Universitet  
amdj@life.ku.dk

## Bekæmpelse af ukrudt

En plante er ukrudt, når den forekommer et sted, hvor den er uønsket. Det kan f.eks. være en tokimbladet plante, der vokser i en plæne, som teoretisk set bør være en monokultur af græs. Om ukrudtet skal bekæmpes, vil variere fra græsareal til græsareal. På mange græsarealer med en forholdsvis ekstensiv pleje kan man acceptere et stort indslag af ukrudt. På mere intensivt plejede arealer, ofte til sportsbrug, er der i mange tilfælde brug for bekæmpelse, fordi ukrudt kan have en stor effekt på spillekvaliteten. Enkelte steder, ofte på private arealer, bekæmper man på baggrund af mere æstetiske argumenter.

Som oftest er problemet de tokimbladede planter. Men på visse sportsarealer så som golfbaner kan forskellige græsarter også udgøre et seriøst ukrudtsproblem.

Der er to overordnede måder at angribe et ukrudtsproblem på. Man kan bruge kemiske midler, som er forholdsvis effektive til at fjerne de fleste typer ukrudt. Eller man kan bekæmpe uden kemi, enten med baggrund i ideologi eller på grund af restriktioner af hensyn til miljø og sundhed.

## Kemisk bekæmpelse

Der findes mange midler, som kan bekæmpe tokimbladet ukrudt i græs. Nogle er meget bredspektrede, mens andre er mere specifikke. Fælles er, at det ukrudt, midlet kan bekæmpe, elimineres effektivt, såfremt man overholder retningslinjerne for sprøjtning.

Brugen af pesticider diskuteres meget i disse tider, og der er stort fokus på at reducere forbruget. Brugen af de kemiske midler kan optimeres og dermed reduceres. For det første er der mange steder i den rekreative branche, hvor midlerne ikke bruges optimalt (sprøjtning er ikke tilpasset planternes udviklingstrin, sprøjteudstyret er ikke kalibreret, forkerte dyser, etc.). Desuden vil brugen kunne effektiviseres og reduceres, hvis de grønne forvaltere begynder at registrere og dokumentere ukrudtsarternes forekomst og behovet for sprøjtning. Så vil en bredsprøjtning ofte kunne erstattes af en pletsprøjtning. Indførelsen af 'Integreret Pest Management' (IPM) kan være en metode til at effektivisere og reducere pesticidforbruget.

## Bekæmpelse uden pesticider

Det store ønske om at reducere forbruget af pesticider gør, at der er meget fokus på at bekæmpe ukrudt med pesticidfri metoder. Men det kræver viden om mange forskellige mekaniske og kulturtekniske teknikker og indgående kendskab til de planter, der skal bekæmpes, og det græs der skal overleve. Pesticidfri bekæmpelse arbejder efter disse tre principper: 1. optimerer græsvæksten og græssets konkurrenceevne, 2. svække eller fjerne ukrudt, 3. forhindre frøspredning.

### Optimere græssets konkurrenceevne

Mange tiltag kan iværksættes for at forbedre græssets vækst. Man kan optimere gødningstildelingen, både i forhold til mængde og tidspunkt. Man kan gøre noget ud af at vælge de græstyper, der passer til formål og vækstforhold. Jordbundsforholdene kan gøres optimale med det rigtige vækstlag, den rette pH,

optimal tilgængelighed af vand, etc. Der er mange knapper at skrue på, når det gælder græssets vækst. Det er dog værd at huske, at mange af de faktorer, der giver en bedre græsvækst, også giver bedre vækstforhold for ukrudtet. Derfor er det vigtigt at kende både græssets og ukrudtsplanternes vækstkrav, vækstrytme, m.m., sådan at man kan sætte ind der, hvor de har forskellige krav.

I tidens løb er der arbejdet meget med at optimere græsvæksten, så det ved vi en masse om. Til gengæld er der ikke gjort meget for at belyse de tokimbladede ukrudtsarters vækstkrav og vækstmåde under plæneforhold. Derfor er det meget svært at få en optimal bekæmpelse ved kun at optimere græssets vækst og dermed dets konkurrenceevne.

#### Stresse eller fjerne ukrudtsplanterne

Det er ikke altid nok at gøre græsset stærkt og konkurrencedygtigt. Ofte er der også brug for nogle metoder, der kan stresse eller fjerne ukrudt. På nuværende tidspunkt findes der ikke effektive plejemetoder uden pesticider, der kan eliminere ukrudt. Jo, manuel håndlugning. Men det forudsætter mere personale, end man har på langt de fleste af de steder, hvor man arbejder med rekreative græsarealer.

Det interessante er derfor mekaniske eller kulturtekniske plejemetoder, der kan stresse ukrudtsplanterne, så de enten reduceres eller går ud. Mekaniske metoder som strigling og vertikalskæring går ind og beskadiger planten. Kulturtekniske metoder sigter mod at give ukrudtsplanterne dårlige vækstvilkår. Begge metoder kræver et indgående kendskab til ukrudtsplanternes biologi.

I Danmark har der på Skov & Landskab, Københavns Universitet været arbejdet en del med mekanisk bekæmpelse af ukrudt. Vertikalskæring, forskellige typer af strigling, gødning, topdressing, etc. har været prøvet i forskellige kombinationer og hyppigheder. Disse forsøg har dog ikke vist, at det er muligt effektivt at reducere forekomsten af ukrudt. Problemet er nok, at forsøgene ikke har fokuseret på de enkelte ukrudtsarter, men har set på ukrudt generelt.

Flere golfbaner har brugt afgræsning til at stresse ukrudtet og holde det nede på et acceptabelt niveau, hvor det ikke generer spillerne. Det ser ud til at være succesfuldt.

Biologiske produkter til at bekæmpe eller reducere ukrudt er ikke særlig udbredte i Norden. Fokus har primært været på biologiske midler mod svampesygdomme i plænegræs.

#### Forhindre frøspredning

Et er at fjerne det etablerede ukrudt. Men skal brugen af pesticider reduceres eller stoppes helt, må man også arbejde på at forhindre frø i at sprede sig. På den måde kan man begrænse og reducere forekomsten af ukrudt. Her er det igen vigtigt at kende sine ukrudtarters biologi og vide, hvornår de sætter frø. Det skal sammenholdes med en dokumentation af hvor ukrudtet vokser, så man ved, hvornår og hvor klipningen skal intensiveres for at forhindre frøsætning.

Nogle golfbaner bruger får til at reducere frøspredning af f.eks. kæmpebjørneklo (*Heracleum mantegazzianum*). Fårene spiser dem meget gerne. Kan man forhindre frøsætning i en årrække, kan det være med til at udrydde planterne fra arealet.



Figur 1. Forsøgsarbejde - pesticidfri pleje af fairway projekt og afgræsning af bjørneklo på en golfbane. Foto: Anne Mette Dahl Jensen og Per Rasmussen.

**Fremtiden**

Hvis bekæmpelse af ukrudt skal kunne lykkes i fremtiden, skal der en meget større forskningsindsats til. Traditionelt har der ikke været forsket særlig meget på området, da pesticider er tilladt i mange lande, også på plænegræs. Først inden for de sidste ti år har visse europæiske lande sat fokus på pesticidforbruget og er begyndt at afprøve alternativer. Desuden bør

der være større fokus på at lære mere om ukrudtsarternes biologi og morfologi under plæneforhold. Så bliver det nemmere at komme med et kvalificeret bud på, hvornår en plejemetode kunne tænkes at have effekt på en specifikke ukrudtsart. I fremtiden skal plejen nemlig være differentieret og fokusere meget mere på de enkelte arter, og hvordan netop disse bekæmpes.

# Engrapp eller raigras ved etablering og resåing av grasbaner i ulike landsdeler

Et fireårig prosjekt er gjennomført på Sørlandet, Toten og i Trøndelag for å se om direktesådd raigras kan erstatte ferdiggras av engrapp ved etablering av fotballbaner. Konklusjonen er at engrapp er uunnværlig som basiskomponent i grasmatta i disse landsdelene, men at regelmessig innsåing av raigras er nødvendig for å få mindre tunrapp og bedre banekvaliteten. Optimal tid for innsåing av raigras og engrapp er september/oktober.

Trygve S. Aamlid, Lars Nesheim, Frank Enger, Per Vesterbukt & Trond Pettersen  
Bioforsk  
trygve.aamlid@bioforsk.no

## Innledning

Engrapp (*Poa pratensis*) og flerårig raigras (*Lolium perenne*, heretter bare kalt raigras) er slitesterke grasarter som egner seg til fotballbaner. I Norge har engrapp vanligvis vært foretrukket framfor raigras på grunn av bedre overvintringsevne. Men engrapp er sein til å etablere seg, og derfor brukes ofte ferdiggras. Dette er en dyr løsning, ikke bare på grunn av prisen på graset, men også fordi ferdigraset bringer med seg et fillag som krever ekstra sanddressing og lufting. På samme måte som i England og Skottland viste forsøk i Rogaland fra 2000 til 2003 bedre banekvalitet med større andel raigras i grasmatta (O. Andersen, pers.medd). Etter er rekke milde vintre og med utsikt til framtidige klimaendringer var det naturlig å spørre seg om også fotballklubber i andre landsdeler kunne spare penger og få bedre banekvalitet ved å direkteså raigras i stedet for å legge ferdiggras av engrapp. Et tilleggsspørsmål var om det er mulig å forbedre grasmattas egenskaper ved å så inn raigras i engrapp eller omvendt. Prosjektet ble delfinansiert av Kulturdepartementet og Norges fotballforbund.

## Materiale og metoder

Forsøk ble anlagt på lett jord (delvis påkjørt sand) på Bioforsk-enhetene Landvik (Grimstad), Apelsvoll (Toten) og Kvithamar (Stjørdal) i juni 2008 etter følgende forsøksplan i to gjentak:

- Faktor 1. ETABLERING 2008 (Storruter, 1 m x 7 m)
- Såing av flerårig raigras (50 % 'Concerto' + 50 % 'Bizet 1'), såmengde 4 kg/100 m<sup>2</sup>.
  - Uvaska, 2 cm tykt ferdiggras av 100 % engrapp (fra firmaet 'Østfoldgress', dyrka på sandjord).

## Faktor 2. ÅRLIG RESÅING, 2008-2011

(Småruter, 1 m x 4 m)

- Ingen resåing
- Engrapp (50 % 'Limousine' + 50 % 'Julius') sådd i april/mai, første gang i 2009
- Raigras (50 % 'Concerto' + 50 % 'Bizet 1'), sådd i april/mai, første gang i 2009
- Engrapp sådd i månedsskiftet juni/juli (start 'fotballferie'), første gang i 2009
- Raigras sådd i månedsskiftet juni/juli (start 'fotballferie'), første gang i 2009
- Engrapp sådd i månedsskiftet sept./okt., første gang i 2008
- Raigras sådd i månedsskiftet sept./okt., første gang i 2008

Ved resåing ble først hele forsøket lufta med faste tinder eller hullpiper med fjerning av proppene, deretter ble aktuelle småruter sådd for hand eller med dropseeder, og til sist ble hele feltet dresset med 3 mm sand. Med tre årlige dressinger tilsvarte dette ca. 110 tonn sand per fotballbane per år. For begge arter var såmengden ved resåing 3 kg/daa. Graset ble klippet til 30 mm to ganger pr uke og gjødslet annenhver uke, totalt 17-27 kg N/daa/år, mest i etableringsåret for direktesådd raigras, ved reperasjonssåing av hele storruter etter vinterskade, og på Landvik som har lengst vekstsesong. Fra og med våren 2009 ble alle felt utsatt for slitasje. Slitasjemaskinen bestod av to tromler som roterte ulikt og dermed simulerte 'sklitaklinger'. Registeringsprogrammet omfattet månedlige bedømminger av dekningsprosent, botanisk sammensetning/skuddtelling minst en gang per år, og månedlig bedømminger av grasmattas skjærfasthet (traction) og hardhet.

## Resultater og diskusjon

### Etableringshastighet

Ved Sport Turf Research Institute i England betrakter man en ny fotballbane som spillbar når grasmatta har (1) minimum 85 % dekning, (2) minimum 75 mm rottybde, og (3) minimum 45 Nm skjærfasthet (S.M. Baker, pers. komm). Ut fra disse kriteriene var ferdigraset av engrapp spillbart 3-4 uker etter legging, mens det direktesådde raigraset var spillbart en drøy måned seinere.

### Dekningsprosent og botanisk sammensetning

Storruter med engrapp hadde god alltid overvintring og dermed tilfredsstillende plantedekke om våren/ forsommeren, men storruter med raigras hadde ofte dårlig plantedekke i første del av vekstsesongen. På Kvithamar måtte samtlige raigrasruter reparasjonssås våren 2009 (etter langvarig isdekke) og våren 2011 (etter dårlig herding/kraftig barfrost), mens overvintringa var brukbar i 2009/10. På Apelsvoll var reperaturssåing av samtlige raigrasruter nødvendig bare i 2011, men raigraset var kraftig svekka også våren 2009 og 2010, hovedsakelig på grunn av snømugg. På Landvik var det god overvintring av raigraset i 2008/09 og 2009/10. Våren 2011, etter dårlig herding, tidlig barfrost og langvarig isdekke, var det tilfredsstillende overvintring på den ene storruta som var profilert med 1 % fall sørover mens storruta som var profilert med 1 % fall nordover og hadde hatt mest is måtte resås. På ingen av de tre forsøksstedene hadde gjentatt resåing med engrapp eller raigras tilstrekkelig effekt til å kunne hindre hel eller delvis utgang av raigraset vinteren 2010/11.

Uansett om storrutene med raigras ble reparasjons-sådd eller bedømt å være i stand til å komme seg av deg selv, hadde raigraset jamt over like god dekning som engrapp i juli/august og noen ganger bedre dekning enn engrapp i september/oktober. Her er det viktig å merke seg at dekningsprosentene som er oppgitt i tabell 1 også omfatter tunrapp. På Kvithamar viste skuddtellingene ved forsøksavslutning i 2011 at tunrapp i middel utgjorde 7 % av bestanden på storruter av engrapp, men bare 0,5 % av bestanden på storruter med raigras. På Landvik var tilsvarende tall henholdsvis 2 og 8 %.

Ut over i forsøksperioden fikk regelmessig innsåing av raigras større og større effekt på kvaliteten av storruter etablert med ferdiggras av engrapp. I middel for ruter med innsåing av raigras på Landvik, Apelsvoll og Kvithamar utgjorde raigraset henholdsvis 53, 33 og 38 % av skuddpopulasjonen ved avslutning av forsøka høsten 2011. Konkurransen fra raigras i forhold til engrapp var gjennomgående større etter innsåing om våren og i fotballferien enn etter innsåing om høsten. Våren 2011 var en konsekvens av dette på Kvithamar og Landvik at gjennomsnittlig dekning på engrapprutene var, etter tur, 21 og 5 prosentenheter lavere på ruter der det hadde vært sådd inn raigras enn på kontrollruter uten innsåing. Noen tilsvarende negativ effekt kunne ikke påvises etter innsåing av raigras om høsten. Som venta var tilslaget etter innsåing av engrapp i raigras dårligere enn ved den motsatte kombinasjonen. På alle tre steder var det likevel en klar tendens til at engrappen etablerte seg bedre ved innsåing om høsten enn om våren eller sommeren, og

Tabell 1. Prosent levende plantedekke (sådde grasarter + tunrapp) gjennom forsøksperioden 2008-2011 på storruter med ferdiggras, engrapp og direktesådd raigras. Middel for småruter med ulik resåing

Sted		2008		2009		2010			2011		
		Sept.- okt.	Apr.- juni	Juli- aug.	Sept.- okt.	Apr.- juni	Juli- aug.	Sept.- okt.	Apr.- juni	Juli- aug.	Sept.- okt.
Landvik	Engrapp	99	99	100	99	96	100	86	86	99	96
	Raigras	97	95	99	97	92	100	96	61	100	97
	P%	6	3	>20	11	>20	>20	10	>20	>20	>20
Apelsvoll	Engrapp	99	98	99	99	97	97	99	91	96	98
	Raigras	99	68	95	98	43	97	100	45	97	100
	P%	13	3	18	>20	1	>20	>20	3	>20	<0.1
Kvithamar	Engrapp	100	100	100	99	99	99	98	85	100	99
	Raigras	100	41	96	99	90	98	98	55	100	98
	P%	>20	<0.1	7	>20	7	4	>20	5	>20	>20

særlig dersom den følgende vinteren ble hard slik at raigraset ble svekka. I middel for fire telletidspunkt i på Landvik i 2010 og 2011 utgjorde engrapp 4, 5 og 17 % av skuddpopulasjonen etter innsåing i raigras henholdsvis om våren, i fotballferien og om høsten. Tilsvarende ble det på Kvithamar i middel for tre tellinger i 2011 også funnet 17 % engrappskudd i ledd 6,

mot bare 1 % i ledd 2 og 4. På Apelsvoll ble det ikke gjenfunnet engrapp på noen av raigrasrutene. I 2009 var det på Landvik og Apelsvoll en tendens til hardere overflate og større skjærfasthet på storruter med direktesådd raigras enn på storruter med ferdigras av engrapp. Seinere jamnet dette seg ut, og i middel for forsøksperioden kunne det ikke påvises sikre forskjeller på noen av stedene.

# Riktig gjødsling gir sterkt gress

Sandbaserte vekstmedier krever presis gjødsling. Skal gressplanten bli sterk må næringsstoff som påvirker fotosyntesen aldri bli minimumsfaktor. Næringstilgangen gjennom sesongen bør tilpasses gressartens vekstpotensial og porsjoneres ut i forhold til de viktigste vekstfaktorene: temperatur, lys og fuktighet. Gjødsling sent om høsten gir bedre gjenvekst om våren, og ikke mer vinterskade.

Agnar Kvalbein  
Bioforsk  
agnar.kvalbein@nga.no

## Innledning

Ass. professor Tom Ericsson ved SLU har bidratt til en bedre teoretisk forståelse av gjødsling, spesielt på sandbaserte vekstmedier. Hans kunnskap bygger på forsøk gjort over en mannsalder, blant annet i samarbeid med Torsten Ingestad. Prinsippene er tatt i bruk på forsøksgreenene til Bioforsk på Landvik og Apelsvoll, og på mange golfbaner i Norden. Et større gjødslingsforsøk ble gjennomført over to sesonger 2007-2009. Eksperimentet ble forstyrret av soppsykdommer og immobilisering av N på en umoden forsøksgreen, men rapporten fra prosjektet « Fertilizer strategies for golf turf: Implications for physiological driven fertilization » vil foreligge i 2012.

Et forsøk med sen tilførsel av nitrogenrik gjødsel om høsten til golfgreener ble gjennomført ved 15 golfbaner i Norden 2008 - 2010. Resultatet presenteres til slutt.

## Veksttilpasset gjødsling

Gressmatter til sportsbruk skal ikke vokse maksimalt. Målet er energirike, robuste planter som vokser tilstrekkelig til å reparere skader og som opprettholder et godt rotsystem. Sukker, som produseres i fotosyntesen, er en viktig del av signalsystemet i planter, der det blant annet påvirker forholdet mellom rotvekst og skuddvekst.

Tabell 1. Plantenes behov for næring, i vektprosent næringsstoff relatert til nitrogen (=100)

N	Nitrogen	100
K	Kalium	65
P	Fosfor	12
S	Svovel	8
Mg	Magnesium	8
Ca	Kalsium	6
Fe	Jern	0,7
Mn	Mangan	0,4
B	Bor	0,2
Zn	Sink	0,6
Cl*	Klor	0,03
Mo*	Molybden	0,007
Na*	Natrium	0,003

\* Det er i praksis aldri behov for å gjødsle med disse til gress

Knapphet på noen plantenæringsstoffer virker direkte inn på fotosyntesen. Disse næringsstoffene er kalium, magnesium, jern og mangan. Mangel på de øvrige næringsstoffene er sjelden begrensede på fotosyntesen, men derimot vekstbegrensende (Ericsson 1995). Det næringsstoffet som enklest kan brukes til å regulere veksten er nitrogen. Dette kan gjøres ved alltid å gjødsle med en næringsblanding der N er minimumsfaktoren i forhold til plantenes behov. Tabell 1 angir en slik balansert gjødselblanding.

Gressartene har, som andre planter, ulikt vekstpotensial. Noen kan utnytte høye næringskonsentrasjoner bedre enn andre. Denne forskjellen er viktig å kjenne når vi vil unngå konkurranse fra tunrapp, som har stor vekstpotensial. En annen artikkel i dette fortryk-



ket (Aamlid & Kvalbein 2012) rangerer gressarter til grøntanlegg etter gjødselbehov.

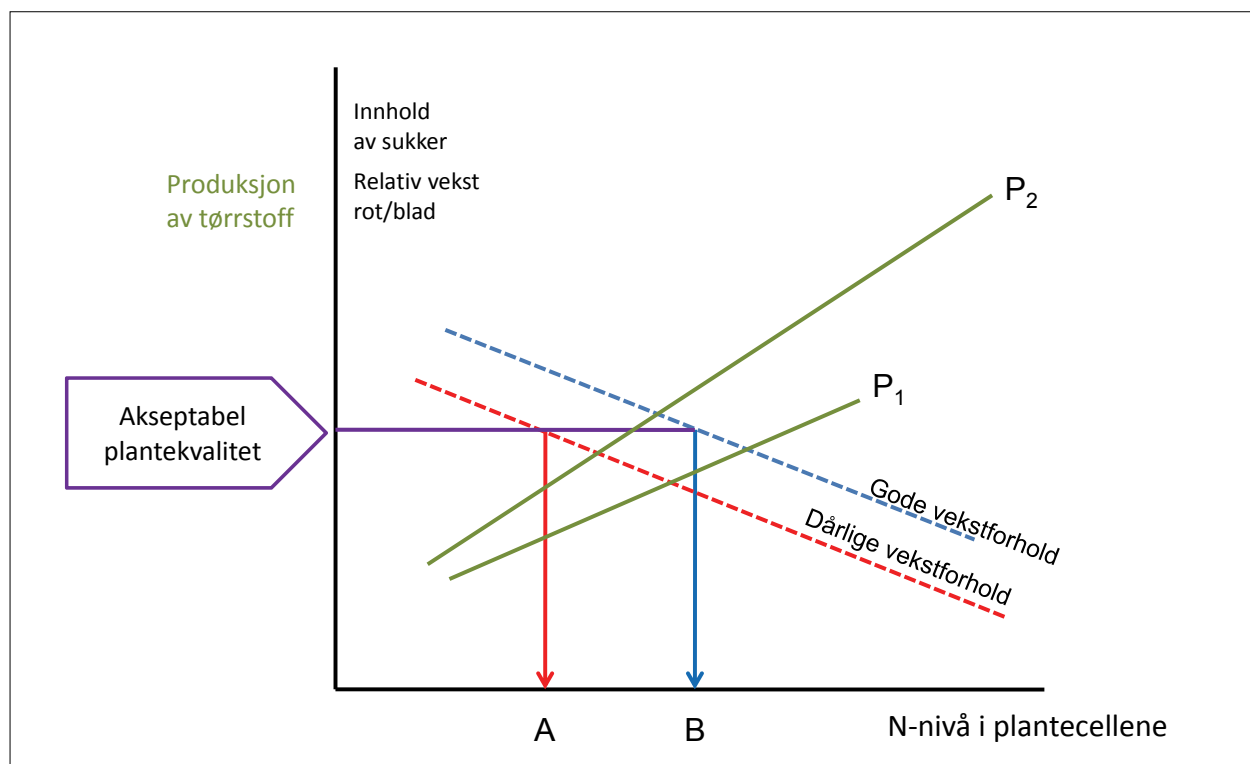
Det er godt kjent at økt nitrogentilgang gir økt produksjon av plantemateriale. Men det er et annet forhold som også er viktig. Stor N-tilgang reduserer plantens innhold av karbohydrater. Det medfører at energireservene avtar og forholdet mellom rot- og skuddvekst endres. For å opprettholde en sterk plante, som har energi nok til å yte motstand mot sykdommer og stress, må gjødslingen balansere mellom hensynet til vekst på den ene siden og plantens karbohydratstatus på den andre. Det hele sammenfattes i figur 1. Om vi forutsetter at vannbehovet er dekket, er lys og temperatur de viktigste vekstfaktorene. Riktig gjødsling gjennom vekstsesongen er tilpasset disse to faktorene. Gjødseldosen øker med temperaturen om våren og avtar utover høsten i takt med redusert lys. I eldre gressmatter vil det også frigjøres næring fra akkumulert humus når jordtemperaturen er høy. Denne effekten øker med årene og vil gi merkbart redusert gjødselbehov på ettersommeren.

I praksis anbefaler vi hyppig, helst ukentlig, gjødsling med svært små mengder av en fullstendig gjødselblanding. Ved små doser er det mest praktisk å bruke flytende gjødsel. Ukentlig spredning gir mulighet for å justere mengden etter behovet. Målet er å holde N-nivået i plantene stabilt. Grønnfargen på gresset er relatert til N-innholdet. Mengden avklipp kan også brukes som indikator.

### Høstgjødsling

I USA har det lenge vært praktisert å gjødsle gress etter at veksten er avsluttet om høsten. Det har vært skepsis til om «late fall fertilization» er *gunstig under nordiske forhold med harde vintre*. Denne praksis bryter også tilsynelatende med de prinsippene som er gjengitt ovenfor.

Et forsøk ble gjennomført ved 15 golfbaner i Norge, Sverige og Finland. Der ble en golfgreen tilført 2 kg N pr da i form av en lettøselig, allsidig, granulert gjødsel etter at veksten var avsluttet, men før varig frost (sent i oktober - tidlig i november). Greenkeepere rapporterte vinterskader, og gjenvekst om våren.



Figur 1. Sammenhengen mellom N-tilgang og plantevekst. Planteproduksjon øker med N-tilgangen. P1 og P2 representerer planter med henholdsvis lavt og høyt genetisk vekstpotensial. Den avtakende linjen viser at plantens sukkerinnhold (og rot/skudd-forhold) avtar med økende N-tilgang. Ved dårligere vekstforhold må N-gjødslingen reduseres (fra B til A) hvis plantens energireserver (her kalt plantekvalitet) skal opprettholdes.

Det var ingen negativ effekt av sein høstgjødning, men signifikant bedre gress om våren, på tre av fire rødsvingeldominerte greener. To av syv krypkveingsgreener og en av fire hundekveingsgreener hadde også signifikant bedre vårkvalitet etter sein høstgjødning. Den samme tendensen ble observert på de fleste andre golfbaner. Bare to av 20 greener med flerårig gras viste overhode ingen effekt av sein høstgjødning.

Omfanget av vinterskader ble ikke signifikant påvirket av sein høstgjødning, men det var tendenser til bedre vinteroverlevelse og mindre snømugg på noen greener.

Tunrappgreenene ble hardt skadet av isbrann i 2009 og av snømugg i 2010. Forsøkene ga ikke gode nok data til å kunne trekke konklusjoner om tunrappgreener.

Fordi det er fare for utlekking av næringsstoffer etter sein høstgjødning, bør det utføres flere forsøk før det gis generelle anbefalinger. Det er også grunner til å hevde at økt tilførsel av gjødsel jevnt fordelt utover høsten vil være å foretrekke framfor en forholdsvis stor gjødseldose senhøstes (Kvalbein & Aamlid 2011).

### Referanser

- Ericsson, T. 1995. Growth and shoot:root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant and Soil* 168-169(1):205-221.
- Kvalbein, A. & Aamlid, T.S. 2011. Impact of mowing height and late autumn fertilization on winter survival and spring performance of golf greens in the Nordic countries. *Bioforsk RAPPORT* 3(6).

# Teknik og økonomi ved robotklipping af græs på kirkegårde, parker, golf- og fodboldbaner

Græsklipperrobotter kan med fordel bruges på golfbaner, kirkegårde og andre steder med græsarealer der skal klippes hyppigt. Et projekt på Københavns Universitet hvor et antal robotter blev testet på en golfbane og en kirkegård har vist mange positive fordele ved at anvende dem. Det primære var, at der kunne frigøres tid til andre opgaver og at klippekvaliteten var god.

Anne Mette Dahl Jensen  
Skov & Landskab, Københavns Universitet  
amdj@life.ku.dk



Figur 1. Afprøvning af græsklipperrobotter på henholdsvis Gladsaxe Kirkegård (til venstre) og på Roskilde golfklubs bane (til højre).  
Foto: Anne Mette Dahl Jensen.

## Indledning

Et projekt på Skov & Landskab ved Københavns Universitet i netværkssamarbejdet "Partner Landskab" har haft til formål at evaluere potentialet af græsklipperrobotter. Der var tale om robotter med en klippekapaцитet fra 400 m<sup>2</sup> til 20.000 m<sup>2</sup>. Disse robotter har traditionelt været anvendt i private haver men brugergruppen i projektet (greenkeepere, kirkegårdsledere, anlægsgartnere) kunne se en mulighed for, at de kunne anvendes på andre græsarealer. Maskinerne blev derfor evalueret i forhold til de behov som brugergruppen havde skitseret.

## Metode

Potentialet blev evalueret på henholdsvis en golfbane og en kirkegård. På golfbanen blev en robot testet på drivingrangen. Robotten havde en kapacitet på ca. 20.000 m<sup>2</sup>. På kirkegården blev fire forskellige robotter testet på arealer med forskellige udfordringer og af forskellig størrelse. De fire maskiner havde en kapacitet på henholdsvis, 400 m<sup>2</sup>, 3000 m<sup>2</sup>, 5000 m<sup>2</sup> og 10.000 m<sup>2</sup>.

For fire af klipperrobotterne blev der opsat en opladestation i forbindelse med det areal der skulle klippes. Den lille robot med en kapacitet på 400 m<sup>2</sup> blev bragt ind til opladning. Robotternes arbejdsområde, undtaget for den med lille klippekapaцитet, blev afgrænset ved, at der blev nedlagt en ledning rundt om det areal der skulle klippes.

Gennem afprøvningsperioden blev brugerne bedt om at evaluere følgende elementer; betjening, driftssikkerhed, klippekvalitet, skader på forhindringer, ergonomi og arbejdsmiljø. Afslutningsvis blev der foretaget økonomiske sammenligninger af robotklipping versus traditionel klipping.

## Erfaringer fra prøveperioden

### Betjening

Både greenkeepere og kirkegårdspersonalet fandt, at alle robotterne var lette at opsætte og betjene. Teknologien er derfor ikke nogen begrænsning i forhold til potentielle brugere.

### Driftssikkerhed

Robotter med en tilhørende opladestation på arealet er principielt selvkørende, men på alle de afprøvede steder måtte de tilses ind mellem grundet pludselige stop. Det var dog i opstartsfasen, at de fleste stop forekom grundet diverse forhindringer. Disse stop kunne i mange tilfælde elimineres ved en teknisk løsning som f.eks. på drivingrangen, hvor længdeangivelsesflagene skabte problemer, indtil der blev påsat en bredere basis på dem. Så stoppede maskinen ikke længere.

### Klippekvalitet

Alle brugere var yderst tilfreds med klippekvaliteten, specielt for de store klippere der kunne klare fra 10.000 - 20.000 m<sup>2</sup>. Græsset virkede umiddelbart tættere og med mindre ukrudt. Fremtidige projekter vil fokusere på disse kvalitetsforbedringer og forsøge at foretage en systematisk dokumentation. Udtalelserne omkring tæthed og ukrudt beror på et skøn hos brugerne, der dagligt plejer arealerne. For de mindre maskiner var klippekvaliteten mere svingende men kravene til forskellige græsplænetypers kvalitet varierer jo også meget. På visse mere ekstensive græsarealer vil robotklippingen med små maskiner helt sikkert give en fin kvalitet i forhold til det der er målsætningen.

### Skader på forhindringer

På kirkegården blev nogle af maskinerne afprøvet, hvor der var træer midt i plænen. Maskinerne er konstrueret sådan, at de nedsætter farten hvis de "ser" noget foran og stopper helt, når de når hen til forhindringen, for så at vende. I de ca. tre måneder hvor afprøvningen fandt sted på kirkegården, så gartnerne ikke nogle tegn på, at robotterne var kørt ind i træerne og havde skadet barken. Deres vurdering er, at risikoen for påkørselsskader er større ved brug af traditionelle klippere.

### Ergonomi og arbejdsmiljø

At sidde på en græsklipper kan være forbundet med, at personalet udsættes for helkropsvibrationer, som på sigt kan være meget skadelige. Ved brug af robotklippere kan disse belastninger elimineres. En anden vigtig belastning i forhold til græsklipning er støj. I projektet blev de traditionelle klippere målt til at have en støjbelastning på over 90 decibel, når personalet var mindre end 1 meter fra klipperen, d.v.s. når de sad på den. Klipperrobotterne havde et støjniveau

mellem 50-60 decibel, og det var faktisk mindre end den baggrundsstøj der var på en af lokaliteterne.

D.v.s. brugen af robotter kan være med til at fjerne en betydelig støjbelastning af personalet.

### Økonomiske betragtninger

For flere af de potentielle brugere er økonomien en vigtig del i beslutningen, om man skal investere i klipperrobotter. De økonomiske betragtninger baseres på bl.a. anskaffelsesværdi for robotterne i forhold til de traditionelle maskiner, men også holdbarhed, afskrivning, opstartsomkostninger, drift herunder brugen af arbejdstimer og vedligeholdelsesomkostninger. I forhold til energiforbrug viste afprøvningen ikke den store forskel. Udgifter til el eller brændstof var nogenlunde de samme. Den store forskel lå i vedligehold. Der blev brugt mere tid på vedligehold af den traditionelle klipper end på robotten. Hvorvidt der vil være en økonomisk gevinst ved at anskaffe en robot, vil dog variere fra sted til sted. Én ting var dog tydelig på kirkegården og på golfbanen: Der vil blive frigivet mandetimer. På kirkegården vil en klipper med en kapacitet på 10.000 m<sup>2</sup> kunne frigive ca. 60 timer om året. Et vigtigt element, da der er brug for at få løst andre opgaver i en tid, hvor der skæres ned på personalet.

### Konklusion og fremtiden

På golfbanen og kirkegården var både greenkeeperen og overgartneren, som havde stået for afprøvningen, overbevist om, at robotter vil indgå i maskinparken i den nærmeste fremtid. I hvert tilfælde hvis det skulle stå til dem.

Som opfølgning på dette projekt har en producent af robotter haft et antal klipperrobotter til afprøvning i nogle danske kommuner. Den umiddelbare respons fra kommunerne har været positiv, og de ser muligheder i robotterne.

Klipperrobotter er kommet for at blive, og teknologien udvikles hele tiden. Store og avancerede robotter med bl.a. GPS teknologi har i udlandet allerede fundet anvendelse på golfbaner og på boldbaner. De mindre avancerede og knap så dyre robotter har dog også et potentiale på visse græsarealer.

# Grasfrø til ulike typer grøntanlegg

Årlig omsettes 7-800 tonn frø av ca. 15 grasarter/underarter til norske grøntanlegg. Rødsvingel, engrapp og flerårig raigras står for mer enn 90 % av omsetningen. Denne artikkelen gir først en oversikt over de viktigste egenskapene til de ulike artene/underartene. Deretter anbefales arter for green, fairway, prydplen, skyggeområder, teesteder, fotballbaner og landskapsformål.

Trygve S. Aamlid & Agnar Kvalbein  
Bioforsk  
trygve.aamlid@bioforsk.no

## Innledning

Av de om lag 12.000 artene i grasfamilien (Gramineae) blir ca. 15 arter og underarter sådd i grasdekte grøntanlegg i Norge. Rødsvingel, engrapp og flerårig raigras utgjør til sammen mer enn 90 % den totale frøomsetningen på 700-800 tonn per år.

## Grasartenes egenskaper

Grasartene har ulike egenskaper, bl.a. ulik toleranse overfor ulike typer stress (Tabell 1). Som regel er det fornuftig å sette sammen frøblandinger av ulike arter fordi dette gir bedre tilpasningsmuligheter i et variert miljø. Men allsidige frøblandinger krever alltid kom-

Tabell 1. Egenskaper hos grøntanleggsgras som omsettes i Norge, skala 1-9, der 9 er størst/best. Grasartene er listet etter avtakende frøomsetning (rødsvingel = en art). For de seks nederste artene er den årlige omsetningen mindre enn 1 tonn pr år, og med unntak for hundekvein har vi liten erfaring med disse artene

	Etableringshastighet	Skudtetthet	Finbladethet	Vinterstyrke (fysiske og biotiske skader)	Vinterfarge	Gjødselbehov	Horisontal vekst	Slitasjetoleranse	Resistens mot sjukdom i vekstsesongen	Toleranse for lav klipping	Skygetoleranse	Tørketoleranse	Salttoleranse
Rødsvingel, <i>Festuca rubra</i>													
-uten utløpere, ssp. <i>commutata</i>	4	6	7	7	4	4	1	4	8	5	7	6	6
-korte utløpere, ssp. <i>litoralis</i>	4	6	7	5	6	4	3	5	7	5	7	7	7
-lange utløpere, ssp. <i>rubra</i>	4	4	6	5*	5*	4	5	3	6	4	7	8	6
Engrapp, <i>Poa pratensis</i>	2	3	3	8	4	7	8	7	6	2	3	4	3
Flerårig raigras, <i>Lolium perenne</i>	8	4	5	3	7	8	2	8	7	4	5	5	8
Stivsvingel, <i>Festuca trachyphylla</i>	3	6	7	5	4	2	1	1	7	4	6	9	5
Engkvein, <i>Agrostis capillaris</i>	6	6*	5*	6*	4	5	5	3	3	7	6	3	2
Sauesvingel, <i>Festuca ovina</i>	2	6	8	5*	4	2	1	1	7	4	6	8	5
Krypkvein, <i>Agrostis stolonifera</i>	6	8	5	6	4	7	8	5	5	8	4	4	5
Sølvbunke, <i>Dechampsia caespitosa</i>	3	5	4	8	4	6	1	5	9	3	8	3	4
Markrapp, <i>Poa trivialis</i>	7	6	6	3	8	6	5	3	5	7	8	3	3
Westerv. Raigras, <i>Lol. multiflorum</i>	9	3	4	1	8	8	2	7	7	3	5	5	8
Veirapp, <i>Poa supina</i>	5	5	5	6	4	7	8	7	6	5	7	4	3
Hundekvein, <i>Agrostis canina</i>	7	9	7	7	8	4	3	5	4	8	6	7	4
Tunrapp**, <i>Poa annua</i>	8	5	5	2	5	8	3	4	2	7	6	2	2

\* Stor sortsvariasjon. Norske grøntanleggsorter har mindre skudtetthet, grovere blad, bedre overvintringsevne og dårligere vinterfarge enn utenlandske sorter.

\*\* Uspesifisert frø som selges i Norge antas å være av underarten *Poa annua* ssp. *reptans*

promisser med hensyn til skjøtsel, og jo mer spesialisert og profesjonelt drevet et grasareal er, jo større grunn kan det være til å så en frøblanding der alle sortene er av samme art. Monokulturer bestående av bare en grassort bør derimot unngås.

### Frø til ulike formål

På grunn av den lave klippinga er få arter aktuelle for golfgreener. Om lag 1/3 av landets 175 golfbaner sår krypkvein, et par baner sår hundekvein, og resten sår rødsvingel pluss engkvein. Begrenset tilgang på soppmidler vil kanskje føre til mer bruk av rein rødsvingel i framtida. Ved akutt behov for reparasjons-såing er markrapp like aktuell som raigras, mest fordi den lettere konkurreres ut av varige grasarter

Fairwayer på golfbaner har mye til felles med prydblener i hager og parker, men de klippes som regel lavere. Vanlig lærdom har vært at engrapp ikke tåler klipping under 2 cm, men de siste ti åra har det kommet tettere engrappsorter med klippe-toleranse ned mot 1 cm. I vinterutsatte områder bør derfor engrapp inngå med om lag 30 vekt % både i fairway- og prydblend-blandinger, men det kan ofte være lurt å unngå å så engrapp nærmest blomsterbed og rabatter for å unngå at graset vandrer inn i beda. Av rødsvingel bør alle tre underarter være med; sorter uten utløpere fordi de gir tetthet og vinterstyrke, sorter med korte utløpere fordi de gir tetthet og høstfarge, og sorter med lange utløpere, helst den norske sorten 'Frigg', fordi den beholder fargen under tørke og har god overvintringsevne. Engkvein bør ikke utgjøre mer enn 5 vekt % i frø blandinger til fairway og prydblend, ellers kan grasmatta blir 'fluffy', særlig om den klippes høyere enn 20 mm. Unntatt der det legges opp til regelmessig resåing anbefaler vi ikke innblanding av 10-20 % raigras i fairway- eller prydblendblanding. Etter et par år vil bare enkeltplanter av raigras ha overlevd, og de blir da stående igjen som kraftigvoksende tuer i en ellers jevn plen.

I byparker gir trær som regel dårlige vekstforhold for graset. Det viktigste en kan gjøre på slik steder er å øke klippehøyden slik at graset får større bladareal opprettholder sin fotosyntese. I forhold til prydblend er det neppe grunn til store endringer i artsvalget, men det går an å prøve sølvbunke eller markrapp, den siste bare under fuktige forhold. Av disse har vi størst tro på sølvbunke som har god overvintringsevne og er sterk mot sjukdommer som ellers kan være et problem i skygge. Ny forskning viser at den tuedannen-

de sølvbunke passer bedre sammen med rødsvingel med korte eller lange utløpere enn med rødsvingel uten utløpere (Svobodova *et al.* in press).

I frøblandinger for slitasjeutsatte fotballbaner og teesteder er engrapp en naturlig komponent på grunn av sin utløperdanning og reparasjonsevne. På slike steder kommer en heller ikke utenom oversåing med raigras, se annen artikkel i dette fortrykket (Aamlid 2012). Rødsvingel hører med på teesteder som klippes lavt og på fotballbaner som kan få mangelfull oppfølging med hensyn til gjødsling og vanning, men på elitebaner dropper vi rødsvingelen. På grunn av skyggen fra tribunene har sølvbunke og veirapp vært lansert som alternative arter på fotballbaner, men vi har ikke tilstrekkelig erfaring til å kunne anbefale dette. Sølvbunke er sein i etablering og mangler utløpere, så den er langt fra noe typisk reparasjonsgras.

I uklippet rough på golfbaner og til revegetering av veiskråninger, fyllinger, massetak m.m. er rødsvingel og sauesvingel naturlige valg. I naturområder gjelder Naturmangfoldloven som forbyr spredning av innførte, fremmede arter. Tolkningen av loven er usikker, men siden verken stivsvingel eller rødsvingel uten utløpere vokser naturlig i Norge, anbefales i stedet norske plantemateriale av rødsvingel med lange utløpere og sauesvingel. Gjennom prosjekt FJELLFRØ er det dessuten tilgjengelig frø av norske populasjoner av fjellrapp, fjelltimotei, smyle, fjellkvein og flere grasarter som vokser naturlig i fjellet (Aamlid *et al.* 2011).

For informasjon om sorter innafor de ulike arter henvises til 'Nordisk sortsguide for gras til grøntanlegg' (Molteberg & Aamlid 2007) som skal foreligge i revidert utgang innen vekstsesongen 2012.

### Referanser

- Molteberg, B. & Aamlid, T.S. 2007. Nordisk sortsguide for gras til grøntanlegg, 2007. Bioforsk FOKUS 2(18):125s.
- Svobodová, M., Martinek, J., Králíčková T. & Našinec, I. 2012. Competition ability of selected amenity varieties of *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa*. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (In press)
- Aamlid, T.S. 2012. Engrapp eller raigras ved etablering og fornying av grasbaner under ulike lokalklima. Bioforsk-FOKUS 7(2):179-181
- Aamlid, T.S., Haugen, T.M. Kise, S., Steensohn A.A. & Tøresen, K.S. 2011. FJELLFRØ: Oppformering av stedegent frø til restaurering i fjellet. Bioforsk RAPPORT 4(44):67s.

# Vekstmedier til busker og trær i urbane miljø

Anleggsgjord som består av moldholdig siltig mellomsand, sandig lettleire eller lettleire er godt egnet til planting av busker og trær. Ved å bruke ulike typer kompost som organisk materiale, kan en slik jordblanding inneholde passende mengder næringsstoffer i forhold til grøntanleggets normale levetid. En bør unngå organiske avfallsmaterialer som inneholder eller frigir mye mineralisk nitrogen utover høsten i planteåret.

Trond Knapp Haraldsen  
Bioforsk  
trond.haraldsen@bioforsk.no

## Innledning

Vekstmedier til busker og trær i urbane miljø omfattes av begrepet anleggsgjord. Dette er jordblandinger som er laget i et jordproduksjonsanlegg. Når en skal vurdere bruksegenskapene til anleggsgjord, legger en vekt på følgende egenskaper:

- Håndterbarhet; smuldring, klumpdannelse
- Erosjonsrisiko; infiltrasjonsevne, tilslemming av overflaten
- Vannledningsevne, vannlagringsevne, drenering
- Næringstilstand og surhetsgrad; næringsfrigjøring, saltinnhold, behov for gjødsling og kalking
- Evne til å motstå tråkk, kjøring og komprimering

Mens evne til å motstå tråkk og vertikal komprimering er svært viktig for plenarealer, og erosjonsrisiko er en avgjørende egenskap for jord som skal legges ut i helende terreng, er det ikke de viktigste egenskapene for jord som skal nyttes til planting av busker og trær. Til dette formålet er det viktigste at en har tilstrekkelig jordvolum for rotutvikling både vertikalt og horisontalt, slik at en sikrer tilstrekkelig vannlagringsevne og lufttilgang både ved etablering og for senere utvikling. I naturlig skog er det vanligvis vesentlig høyere innhold av organisk materialet i det øverste topplaget, og avtagende innhold av organisk materiale med dybden, i alle fall på jordsmonn med mold som organisk materiale. Prinsippene for jordblandinger til ulike typer grøntanlegg ble opprinnelig utviklet for etableringen av grøntanleggene på Fornebu (Haraldsen & Pedersen 2001, 2007), men en har i årenes løp foretatt en del tilpasninger og modifikasjoner for å få spesifikasjonene til å passe flere bruksområder og i ulike klimatiske områder.

## Spesielle utfordringer for busker og trær i urbant miljø

I urbant miljø er det flere begrensninger som de ulike artene av busker og trær ikke har i naturlig miljø. Ofte er vokseplassen omgitt av tette flater som asfalt og betong. I tillegg er det ofte en del kjemiske påvirkninger i form av veisalt, støv og ulike typer luftforurensninger. Når en skal utvikle anleggsgjord for planting av busker og trær, bør en således gi plantene så god vokseplass at de slår dype og forgreinede røtter i det begrensede volumet av jord som er til rådighet. I veianlegg er det som oftest ikke den direkte vertikale påvirkningen av trykk som gir de mest omfattende komprimeringsskadene, men vibrasjon og trykkbølger fra tunge kjøretøy som forplanter seg ut fra veilegemet. I naturlige økosystemer finner en trerøtter i sprekkesoner i berggrunnen med forvitringjord.

## Matjord og anleggsgjord

Matjord er en folkelig betegnelse på dyrket jord med høyt moldinnhold. Et matjordlag er blitt til gjennom langvarig jordarbeiding, gjødsling og kalking, og ved at meitemark og andre jordorganismer har omsatt råtnende planterester til humus og næringsstoffer som plantene kan utnytte. I jordbrukssammenheng tilføres næringsstoffer årlig med tanke på stor avling av god kvalitet, mens en i grøntanlegg ikke ønsker sterkest mulig vekst. I grøntanlegg teller estetisk kvalitet og passende næringsforsyning i forhold til behovet for å oppnå naturlig vekst.

Når en lager anleggsgjord skal vekstmediet funksjonelt ha mange av de samme egenskapene som et matjordlag. Generelt er det alltid gunstig å øke innholdet

av organisk materiale når jorda i utgangspunktet er moldfattig (0-3 % organisk materiale). I dyrka jord er moldinnholdet i topplaget oftest i klassen moldholdig (3-6 %), og et slikt moldinnhold er vanligvis tilstrekkelig også i grøntanlegg. For å oppnå lignende egenskaper som en finner i naturen, er det fordelaktig å ha et undergrunnslag med svært lavt innhold av organisk materiale, deretter et lag med litt organisk materiale (rundt 3 %), og et moldholdig topplag med 5-6 % organisk materiale. Teksturen som fungerer godt til planting av busker og trær er siltig mellom-sand, sandig lettleire eller lettleire. Med en slik tekstur oppnår en god vannlagringsevne, god håndterbarhet, brukbar evne til å holde på næringsstoffer og muligheter for utvikling av god jordstruktur.

Når en skal blande inn organisk materiale, er det viktig å være klar over at det er store forskjeller i forholdet mellom næringsstoffer og mengde organisk materiale i ulike typer organisk avfallsmateriale (Bøen & Haraldsen 2010). Torv inneholder lite næringsstoffer og mye organisk materiale på vektbasis, men materialet er lett og har stort volum i forhold til vekten. Ulike typer kompost varierer mye både i næringsinnhold og i kjemiske egenskaper. Hage/parkkompost er et materiale som egner seg godt for innblanding i plantejord til busker og trær. Slik kompost er vanligvis godt omsatt og inneholder stabilt moldmateriale, men nedbrytningen av det organiske materialet i slik kompost er ofte gått så

langt at materialet kan karakteriseres som mineralblandet mold. Ved bruk av avløps slam, er det gjerne mye tilgjengelig mineralsk N i forhold til mengden organisk materiale (lavt C/N forhold). Avløps slam bør derfor brukes i en mengde som passer i forhold til vekstenes N-behov. Ved for sterk tilgang på mineralsk nitrogen utover høsten, er det risiko for fortsatt sterk vegetativ vekst og manglende bladfall før frosten kommer. Av den grunn er det viktig å dosere organisk avfallsmateriale slik at det ikke blir stor frigjøring av mineralsk N utover høsten.

### Rotvennlig forsterkningslag

I veianlegg i byer og tettbygde strøk er det utstrakt bruk av betong og asfalt som dekker jordoverflata, og det er ofte begrensede areal tilgjengelig med jordoverflate for planting av busker og spesielt trær. Både busker og trær trenger vesentlig dypere jordsmonn for normal rotutvikling enn grasflater, og trær trenger også utviklingsmuligheter for røtter horisontalt.

For å gi trærne som plantes i veianlegg i bymiljø brukbare vekstbetingelser, har en utviklet prinsippet med rotvennlig forsterkningslag. Dette går ut på å ha jord som gir anledning til rotutvikling mellom puk som beskytter mot komprimering, og en oppnår da noe som ligner forvittringsjord i oppsprukket berggrunn. Jorda skal lett la seg vaske/spyle ned mellom pukken, slik at mellomrommene mellom pukken blir løst fylt med jord. Det er en stor fordel av teksturen

Tabell 1. Spesifikasjoner av egenskaper til jordlag egnet til planting av trær.

Jordtype	Fraksjon, mm	Enhet	Mineraljord	Anleggsjord moldfattig	Anleggsjord moldholdig
Største partikkel		mm		6	
Max grus av jordmassen	>2	% av massen	10	10	10
Krav til leir	<0,002	% < 2 mm	2-10	2-10	2-10
Idealverdi leir	<0,002	% < 2 mm	3-6	3-6	3-6
Krav til leir+silt	<0,06	% < 2 mm	20-50	20-50	20-50
Idealverdi leir+silt	<0,06	% < 2 mm	25-40	25-40	25-40
Organisk materiale (glødetap, korrigert)		% av TS	<1	1-3	4-6
pH				5,5-7 (7,5*)	
K-AL		mg/100 g	<15	7-15	15-50
P-AL		mg/100 g	<7	5-15	10-30
Mg-AL		mg/100 g	4-15	6-15	6-15
Na-AL		mg/100 g	<5	<10	<15

\*Dersom pH er i området 7-7,5 må jorda i tillegg deklarerer for løselig Mn og Zn, samt titrerbar alkalinitet.



i rotvennlig forsterkningslag er lik den som jorda i plantehull/kasse består av. I tabell 1 er det angitt forslag til kjemisk sammensetning av ulike jordlag for etablering av trær. Det er angitt samme krav til tekstur i alle lag (siltig sand). Kravet som er angitt her, er gjort ut fra at mineraljordmassen skal kunne spyles ned som rotvennlig forsterkningslag, og har derfor lavere leirinnhold og mye strengere begrensning av grusinnhold enn det en normalt angir som egnet til planting av trær. Spesifikasjonen av mineraljord i tabell 1 gjelder både for rotvennlig forsterkningslag og de dypere liggende jordlag. Det som varierer mellom de ulike jordlagene i tabellen er moldinnholdet og innholdet av næringsstoffer. For nedre del av topplaget er det angitt et moldfattig lag av anleggsgjord med 1-3 % mold og noe innhold av næringsstoffer, mens det øverste topplaget er angitt som moldholdig anleggsgjord. Det anbefalte innholdet av K, P og Mg vil

sikre tilstrekkelige mengder av disse næringsstoffene i grøntanleggets levetid, og mengden Na-AL er satt for å ha noe å gå på dersom trærne skulle bli utsatt for saltpåvirkning. Ideen er at tilveksten i stor grad skal kunne reguleres med tilførsel av passende mengder nitrogengjødsel.

### Referanser

- Bøen, A. & Haraldsen, T.K. 2010. Bruk av avfallsbaserte produkter ved etablering av grøntarealer. Bioforsk FOKUS 5(2):34-35.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2001. Fra flyplass til grønne parker. Håndbok for massehåndtering på Fornebu. Jordforsk rapport 57/01. 16 s.
- Haraldsen, T.K. & Pedersen, P.A. 2007. Krav til jordkvalitet ved etablering av naturlig vegetasjon og ulike grøntanlegg. Bioforsk FOKUS 2(20):33-40.

# Metoder og plantevalg for etablering av lite skjøtselskrevende vegkanter

Begrenset næringstilførsel er viktig for å oppnå grøntarealer med lite behov for slått og skjøtsel. Her presenteres resultater som viser at bruk av små mengder slam og kompost ved etablering av vegetasjon på undergrunnsmasser kan gi sikker etablering av grasvegetasjon med lite behov for skjøtsel.

Hans Martin Hanslin & Arne Sæbø  
Bioforsk  
hans.martin.hanslin@bioforsk.no

## Innledning

For å redusere skjøtselbehovet i ekstensive grøntanlegg som vegskråninger, søker en alternativer til bruk av næringsrik matjord som vekstmedium. Dette gjøres både for å redusere næringstilgangen og fordi matjorda ofte inneholder mye ugras. Et alternativ er å etablere ønsket vegetasjon på næringsfattige undergrunnsmasser ved å sprøyteså direkte med næring, klebemiddel og frøblanding. Praksis har vist at dette kan fungere godt, men etableringen kan være variabel.

Rene undergrunnsmasser er oftest tørkeutsatt, da jorda inneholder lite organisk materiale til å holde på vann. Noe innblandet organisk materiale i undergrunnsmassene vil gi bedre etablering av frøplanter og raskere vekst de første ukene. Kompost kan være godt egnet til å øke evnen til å holde på vann og bidra med næringsstoffer. Det har tidligere vært brukt slam og kompost i alt for store mengder langs en del veier, og det har gitt vedvarende problem med kraftig vekst og dermed stort skjøtselsbehov. Utfordringen er å bestemme hvor mye som er tilstrekkelig organisk materiale til å øke evnen til å holde på vann og næring, uten å tilføre mer næring enn nødvendig.

En annen utfordring er hva vegskråningene skal sås til med for å oppnå et ønsket resultat. I en del prosjekter kan en tilbakeføring av stedegne masser være aktuelt (og tilstrekkelig). Her har vi tatt utgangspunkt i at en ønsker etablering av ny vegetasjon ved såing. Valg av blandinger er begrenset av hva som er tilgjengelig og føringer gitt i Statens Vegvesens prosesskode (Håndbok 169). Bioforsk har kommet med nye anbefaling av frøblandinger for bruk langs veier (Aamlid & Norderhaug 2005), basert på nasjonalt frømate-

rial. Erfaringer fra EU (SURE prosjektet, Diana *et al.* 2006), der en har testet ut frøblandinger i vegskråninger i større skala, viser at en i næringsfattige vegskråninger er tjent med mangfold og større andel av stedegent plantemateriale for å hemme utvikling av ugras og gi et stabilt vegetasjonsdekke. Her presenteres det resultater fra et sett forsøk der små mengder av kompost eller slampelletts ble testet i undergrunnsmasser sådd til med aktuelle frøblandinger egnet for tørkeutsatte og næringsfattige vegskråninger.

## Materiale og metoder

Det ble lagt ut et felt i forbindelse med utbygging av ny RV 44 på Jæren. Det ble brukt tre frøblandinger i en undersøkelse av en næringsfattig hage-park kompost (1 cm) og en mer næringsrik matavfallskompost (0,5 og 1 cm) fra IVAR. Størrelsen på feltet var 24 x 8 m og det ble lagt ut på tvers av helning. Kompost ble lagt ut i et jevnt lag og lett arbeidet inn i overflaten på ruter på 2 x 2,5 m. Det ble benyttet tre gjentak per behandling.

Ruter med nullgjødsling ble brukt som kontroll, sammen med ruter rundt feltet etablert med sprøytesåing. Det ble testet ut tre ulike frøblandinger til vegskråninger med lav vekst og lite skjøtselsbehov. Rutene ble sådd til med en av tre frøblandinger - SPIRE Natur, SPIRE Veiskråning eller en modifisert blanding etter ny anbefaling for vegskråninger på Vestlandet (Aamlid & Norderhaug 2005). Det ble sådd tynt (1 kg/100 m<sup>2</sup>) for å fremme etablering av stedegen vegetasjon. Frø ble veid ut per smårute og det ble sådd etter at komposten hadde ligget en uke for å redusere faren for spirehemmende effekter av matavfallskomposten. Frøblandingen er dominert

av rødsvingel, med noe forskjell i hvilke sorter som brukes og innslaget av andre grasarter og hvitkløver.

Slam kan også være godt egnet til å gi en næringsforsyning i etableringsfasen og et mindre forsøk med innblanding av slampelletts i to jordtyper ble gjennomført. Slampelletts (0, 0,2, 0,6 eller 2 tonn per daa) ble blandet inn i overflaten av to voller med undergrunnsmasser eller matjord. Det ble sådd til med SPIRE Veiskråning eller samme modifisert blanding som over. Etablering og vekst ble fulgt over 2 år.

## Resultater og diskusjon

### Kompost som toppdekke

Det var bare små forskjeller i total dekningsgrad mellom 0,5 og 1 cm av matavfallskomposten og mellom frøblandinger brukt i disse rutene etter etableringsåret. Det var betydelig mer lengdevekst ved dobbel mengde kompost (7 vs. 4 cm høyde). Det var også god total dekningsgrad for rutene med hage-park kompost, men en større andel av totalen bestod der av ugras. Det var også noe mer ugras i ruter med matavfallskompost enn ved nullgjødsling, men forskjellene var små. Alle kompostbehandlingene ga en dekningsgrad på godt over 70 % i etableringsåret, så en kan forvente en god motstand mot erosjon. Nullgjødsling ga bare rundt halve dekningsgraden og det var tendenser til erosjon allerede i løpet av høsten i etableringsåret.

Det var ikke forskjeller i dekningsgrad og høyde på vegetasjonen mellom de tre frøblandingene. Etablering av kløver var lite påvirket av komposttype, og vesentlig bedre i ruter med kompost enn i ruter med nullgjødsling. Det var ingen forskjell i etablering av kløver mellom de to frøblandingene som inneholdt kløver (SPIRE Natur og modifisert blanding). Tilsvarende hadde SPIRE Veiskråning uten kløver en betydelig større dekningsgrad av gras. Dekningsgrad for sådde arter var stort sett lik for de tre frøblandingene. Det var en tendens til at den modifiserte blandingen noe ga bedre total dekning ved lavere næringstilgang (nullgjødsling og hage-park kompost). Dette kan skyldes en annen sammensetning av gras og en større andel kløver i blandingen.

Fire år etter etablering, ser man fortsatt spor etter erosjon i nullgjødslingsrutene, mens vegetasjonen i feltet er mer ensartet enn etter etablering. Andelen kløver har gått ned etter hvert som grasdekket har blitt tettere.

### Slampelletts innblandet i vekstlaget

Det var stor forskjell i etablering mellom voll med undergrunnsmasser og voll med matjord. Det var svært dårlig etablering med små mengder slampelletts på undergrunnsmassene og en må opp i mist 0,6 tonn/da for å få en rimelig etablering. 2 tonn/da ga klart best etablering på undergrunnsmassene med en vegetasjonsdekning på nivå med nullgjødsling på matjord. Etter tre år, var disse forskjellene fortsatt tydelige og bare feltene med høyest slamgjødsling hadde 100 % vegetasjonsdekke.

## Konklusjon

Tynne lag av kompost lettet etableringen av vegetasjon på undergrunnsmasser i etableringsåret. Sammenlignet med sprøytesådde områder rundt feltet, ga bruk av kompost en jevnt fordelt vegetasjon. Selv om bruk av kompost ga god etablering, var bladfargen på graset noe lys. Dette viser at det ikke ble tilført for mye næring i etableringen. Over tid ble forskjellene mellom behandlingene mindre med mer homogen vegetasjonsdekke og mindre innslag av kløver. Sammenlignet med de sprøytesådde områdene rundt feltet, ga bruk av kompost en sikrere etablering av vegetasjonsdekke direkte på undergrunnsmasser.

Både slam og kompost i små mengder kan brukes til å gi tilstrekkelig næring til god etablering på undergrunnsmasser, uten av det øker behovet for skjøtsel. Det kan også gi en bedre og mer homogen etablering enn på sprøytesådde flater. En kombinasjon av bedre infiltrasjon av vann og en god etablering av vegetasjonsdekke gir også en mindre risiko for erosjon

## Referanser

- Diana, E., Dainese, M. & Burella, P. 2006. Project SURE - Restoration of road embankments with different seed mixtures and application techniques on five sites across Europe. Workshop proceedings, Soil-Bioengineering: Restoration after infrastructural interventions, Raumberg-Gumpenstein 8-9. Sept. 2006.
- Statens vegvesen. 1994. Håndbok 169 - Vegetasjon ved trafikkårer.
- Aamlid, T. & Norderhaug, A. 2005. Hvilke frøblandinger skal Statens vegvesen kreve at blir brukt ved tilsåing av veikanter? Planteforsk Notat.

# Phytophthora-arter på lignoser i Norge

Nye problemer forårsaket av *Phytophthora*-arter har utløst en rekke fyto-sanitære undersøkelser i planteskoler, parker og produksjons felter i Norge de siste årene. Flere *Phytophthora*-arter og nye vertplanter for allerede kjente arter er påvist.

Maria-Luz Herrero, Venche Talgø, May Bente Brurberg & Brita Toppe  
Bioforsk Plantehelse  
maria.herrero@bioforsk.no

## Innledning

Store problemer på trær forårsaket av *Phytophthora* spp. er rapportert fra mange land på alle kontinenter. Visning av eiketrær i skoger i California, forårsaket av *P. ramorum*, rettet stor oppmerksomhet mot *Phytophthora* spp. på begynnelsen av 2000-tallet. Andre *Phytophthora* spp. var allerede kjent for å kunne gi stor skade på trær, for eksempel *P. cinnamomi*, rapportert fra Amerika, Europa og Australia. Denne arten er spesielt kjent for å ha forårsaket store ødeleggelser i eukalyptusskog i Australia. Andre *Phytophthora* spp. med overraskende stor destruktiv evne har dukket opp, som *P. pinifolia* på *Pinus radiata* i Chile oppdaget i 2004. Mange *Phytophthora*-arter har vist seg å være svært skadelige når de blir introdusert i nye områder med gunstige betingelser for utvikling. I Norge ble *Phytophthora* undersøkelser intensivert etter oppdagelsen av *P. ramorum* i 2002. Nye problemer

i produksjonsfelter av vintergrønne trær og funn av *Phytophthora* spp. i parker og skog, har bidratt til å øke vår interesse for denne gruppen organismer.

## Resultater

På prydbusker og trær har vi funnet: *P. cactorum*, *P. citricola* (*plurivora*), *P. cambivora*, *P. citrophthora*, *P. gonopodyides*, *P. inundata*-lignende, *P. megasperma* komplekset, *P. ramorum* og *P. syringae*. *P. cinnamomi* har blitt funnet i potteplanter i planteskoler og i veksthus, men aldri i etablerte planter. *P. takson Pgchlamydo* ble isolert fra jord og avfall i en planteskole. I frukt og bærproduksjon har vi funnet: *P. cactorum*, *P. cryptogea*, *P. fragariae*, *P. megasperma* komplekset og *P. rubi*. Andre *Phytophthora* spp., rapportert å forårsake skader på trær eller busker i andre land, er kun påvist i veksthus i Norge: *P. nicotianae*, *P. takson niederhauserii* og *P. palmivora*.



Figur 1. Skade på nobeledelgran (*Abies procera*) etter angrep av *Phytophthora cambivora*. Foto: Venche Talgø.



Figur 2. Mørke flekker i barken er et typisk symptom ved angrep av *Phytophthora* spp., her *P. plurivora* på spisslønn (*Acer platanooides*). Foto: Venche Talgø.

Tabell 1. *Phytophthora* spp. funnet på lignoser i Norge

Phytophthora-art	Vertplante (jord /vann)	Lokalitet	Første funn
<i>P. hedraiandra</i>	<i>Rhododendron</i> sp.	Planteskole	2010
<i>P. cactorum</i>	<i>Malus</i> sp.	Planteskole/frukthage	2010/1975
	<i>Rhododendron</i> spp.	Planteskole/park/privat hage	2004/2006/2011
	<i>Vaccinium corimbosum</i>	Hagesentre	2004
	<i>Ribes</i> sp.	Planteskole	2011
<i>P. cambivora</i>	<i>Abies procera</i>	Klyppegrøntfelt	2004
	<i>Abies lasiocarpa</i>	Juletrefelt	2009
	<i>Fagus sylvatica</i>	Park	2009
<i>P. cinnamomi</i>	<i>Rhododendron</i> sp.	Planteskole	2005
	<i>Cassiope</i> sp.	Planteskole	2005
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Hagesentre	2009
<i>P. citrophthora</i>	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Klyppegrøntfelt	2001
<i>P. cryptogea</i>	Jordprøve	Planteskole	2007
<i>P. gonapodyides</i>	<i>Taxus baccata</i>	Planteskole	2007
	<i>Alnus incana</i>	Park	2009
	Vann	Bekker i parker og skog	2011
<i>P. inundata</i> -liknende	<i>Abies nordmanniana</i>	Juletrefelt	2004
<i>P. lacustris</i>	Vann	Bekker i parker og skog	2011
<i>P. megasperma</i>	<i>Taxus</i> sp.	Hagesentre	2003
	<i>Abies lasiocarpa</i>	Juletrefelt	2004
<i>P. nicotianae</i>	<i>Euphorbia pulcherima</i>	Veksthus (potteplanter)	2010
<i>P. palmivora</i>	<i>Hedera helix</i>	Veksthus (potteplanter)	1989
<i>P. plurivora</i>	<i>Rhododendron</i> spp.	Planteskole/park	2004/2006
	<i>Lonicera</i> sp.	Planteskole	2006
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Planteskole	-
	<i>Acer platanooides</i>	Løvskog	2009
	<i>Fagus sylvatica</i>	Løvskog	2009
	Vann	Bekker i parker og skog	2007
<i>P. pseudosyringae</i>	Vann	Bekk i park	2011
<i>P. ramorum</i>	<i>Rhododendron</i> spp.	Planteskole/hage senter/ park/privat hage	2002/2003 2005/2004
	<i>Pieris japonica</i>	Planteskole/park	2004/2007
	<i>Kalmia</i> sp.	Planteskole	2004
	<i>Viburnum</i> spp.	Park/privat hage	2006/2005
	<i>Quercus</i> sp.	Park	2008
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Park	2009
	Vann	Bekker i parker	2011
	<i>P. rubi</i>	<i>Rubus idaeus</i>	Produksjons felt
<i>P. syringae</i>	<i>Rhododendron</i> sp.	Planteskole/park	2004/2007
	<i>Syringa vulgaris</i>	Planteskole/park	2004/2009
<i>P. taxon niederhauserii</i>	<i>Hedera helix</i>	Veksthus (potteplanter))	1995
<i>P. taxon PgChlamydo</i>	Jordprøve/avfall	Planteskole	2007

*Phytophthora* spp. er også funnet i vann i parker, skog og mark: *P. gonopodyides*, *P. plurivora*, *P. pseudosyringae*, *P. syringae* og *P. taxon salixsoil* (*P. lacustris*). Alle *Phytophthora* spp. funnet på lignoser i Norge og vertplantene de er funnet på, fremgår av tabell 1. Figur 1 og 2 viser *Phytophthora*-symptom på henholdsvis nobeledelgran (*Abies procera*) og spisslønn (*Acer platanooides*). Før 2000 skjedde identifikasjon av *Phytophthora* spp. på grunnlag av morfologiske

kjennetegn. I de siste årene har vi alltid kombinert morfologi med molekylære metoder (hovedsakelig ITS eller cox sekvensering) ved identifikasjon.

## Referanser

- Herrero, M.L. & Toppe, B. 2009. *Phytophthora ramorum* - en ny planteskadegjører i Norge. Bioforsk TEMA 4(4):2s.  
Talgø, V., Herrero, M.L., Brurberg, M.B. & Stensvand, A. 2010. *Phytophthora*. Alvorleg trugsmål mot buskar og tre i grøntanlegg og naturområde. Bioforsk TEMA 5(20):8s.



# Agrobacterium mediated transformation of *AtSHI* gene in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) resulting in compact plants

Poinsettia is one of the most important potted ornamentals for Christmas. Appropriate plant height is an important trait in poinsettia production. Concern about the negative effects of chemical growth retardants has limited their availability and use. Generation of compact poinsettia plants by genetic transformation has become a promising approach.

Md Ashraful Islam<sup>1,2</sup>, Sissel Haugslie<sup>1</sup>, Dag-Ragnar Blystad<sup>1</sup>, Sissel Torre<sup>2</sup>, Jorunn E. Olsen<sup>2</sup>, Henrik Lütken<sup>3</sup> & Jihong Liu Clarke<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norwegian University of Life Sciences, <sup>3</sup>University of Copenhagen, Denmark  
 jihong.liu-clarke@bioforsk.no

## Introduction

Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. Ex Klotzsch), a non-food and non-feed ornamental plant, is a contemporary symbol of Christmas in most parts of the world. In Norway, poinsettia is by far the largest pot plant culture with about 6 million plants sold yearly with a market value of over 200 million NOK (statistics of the Norwegian Growers' Association). Appropriate plant height, control of shoot elongation, free branching, and reduced abscission are among the most important quality traits in poinsettia. Temperature drops and manipulation with light quality can contribute to a certain extent in control of shoot elongation, in order to reduce plant height. Poinsettia growers routinely use plant growth regulators (PGR) such as CCC (chloromequat) or Alar (daminozide), that inhibit the biosynthesis of the plant hormone gibberellin (GA). The chemical control is expensive and has negative impacts on human health due to toxicity and possible carcinogenic effects, as well as negative environmental impacts. Control of shoot elongation is time consuming for classical breeding and inefficient due to the heterozygous genetic background of poinsettia. Therefore, genetic engineering might be an important alternative method for production of compact poinsettia plants by the poinsettia industry, being considered

as a more straightforward, timesaving tool avoiding the use of chemical compounds. To date, transgenic ornamentals of over 30 genera have been produced by different transformation approaches (Hammond *et al.* 2006). Overexpression of the *Short internodes (SHI)* gene from *Arabidopsis thaliana* has resulted in short plants in *Kalanchoe* and *Populus* (Lütken *et al.* 2010, Zawaski *et al.* 2011). In this project, we aim to overexpress the *AtSHI* gene using *Agrobacterium*-mediated transformation for the production of desirable poinsettia plants with compact growth.

## Methodology

The *Shi* expressing vector has been introduced into the stem segments of poinsettia cultivars Polar Bear and Millenium by *Agrobacterium*-mediated transformation (Figure 1). The *Agrobacterium*-mediated transformation method developed by Clarke *et al.* (2008) has been utilized in the study. Different molecular analyses: PCR for the screening of the *AtSHI* gene, Southern blot to verify the gene copy number, and gene expression study by quantitative real-time PCR were carried out separately and all the regenerated plants were analyzed. A morphological study in the control growth chamber was also conducted and the results are shown under.

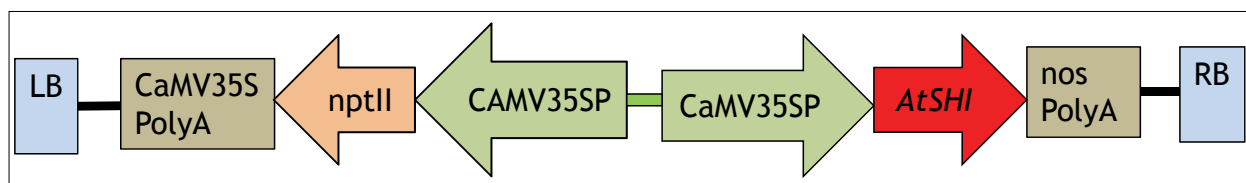


Figure 1. Gene construction: pKanIntron-35S-*SHI* for *Agrobacterium*-mediated transformation.



Figure 2. Poinsettia plants grown under a controlled climate growth chamber. A: Transgenic poinsettia expressing *AtSHI* gene and B: non transformed control.

## Results and summary

Transgenic poinsettia plants expressing the *AtSHI* gene were obtained and verified by molecular analyses. Stable transformants showed a dwarf/compact growth nature in comparison with the non-transformed controls in the control growth chamber, and there was no morphologic alteration between the control and the *AtSHI* gene transformants as shown in Figure 2. In summary, this project has demonstrated the possibility to generate dwarf and compact growth poinsettia plants by expressing the *AtSHI* gene to eliminate the utilization of toxic chemicals which have negative impacts on human health as well as the environment. Therefore, this study provides new and valuable information for the future production of poinsettia both nationally and internationally, with regard to human health, economy and the environment.

## References

- Clarke, J.L., Spetz, C., Haugslie, S., Xing, S.C., Dees, M.W., Moe, R. & Blystad, D.R. 2008. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of poinsettia, *Euphorbia pulcherrima*, with hairpin RNA constructs confers resistance to *Poinsettia mosaic virus*. *Plant Cell Rep.* 27:1027-1038.
- Hammond, J., Hsu, H.T., Huang, Q., Jordan, R., Kamo, K. & Pooler, M. 2006. Transgenic approaches to disease resistance in ornamental crops. *J Crop Improv.* 17:155-210.
- Lütken, H., Jensen, L.S., Topp, S.H., Mibus, H., Müller, R. & Rasmussen, S.K. 2010. Production of compact plants by overexpression of *AtSHI* in the ornamental *Kalanchoë*. *Plant Biotech. J.* 8:211-222.
- Zawaski, C., Kadmiel, M., Ma, C., Gai, Y., Jiang, X., Strauss, S.H. & Busov, V.B. 2011. *SHORT INTERNODES*-like genes regulate shoot growth and xylem proliferation in *Populus*. *New Phytol.* 191:678-691.



# Low cost production of tetravalent dengue vaccine in tobacco chloroplasts

The global spread of dengue fever threatens a large percentage of the world's population. The disease causes great human suffering, a high mortality from dengue haemorrhagic fever and its complications, and major costs. There is currently no vaccine to prevent dengue virus infection. Our project aims to express a tetravalent vaccine candidate in tobacco chloroplasts, a cost effective system, and hence to contribute to innovation and bio-economy as a long term goal.

Even Sannes Riiser<sup>1</sup>, Ingrid Holtmark<sup>1</sup>, Hege S. Steen<sup>1</sup>, S. Swaminathan<sup>2</sup>, Navin Khanna<sup>2</sup>, Ralph Bock<sup>3</sup> & Jihong Liu Clarke<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>The International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB), India, <sup>3</sup>Max Planck Institute of Molecular Plant Physiology, Germany.  
 even.s.riiser@bioforsk.no

## Introduction

Dengue viruses (Flavivirus) are mosquito-borne human pathogens with a worldwide prevalence. There are four antigenically-related dengue virus serotypes, DEN-1 to DEN-4, which can cause serious problems of morbidity and mortality. Dengue is emerging rapidly as one of the most important public health problems in countries of the Asia-Pacific region with nearly 1.8 billion people in the region at risk, compared to an estimated total of 2.5 billion globally (<http://www.who.int>). The disease has resulted in widespread social and economic problems, especially in developing countries. There is currently no vaccine to prevent dengue virus infection (Thomas & Endy 2011) making it difficult to control and manage the disease, although considerable efforts have been made, including vector control, sanctions, law enforcement and public education.

A future DEN vaccine should be tetravalent, as immunity to a single serotype does not offer cross-protection against the other serotypes (Hombach *et al.* 2005, Thomas & Endy 2011). The viral E-protein and its envelope domain III (EDIII) is currently the most promising antigen.

## Project objective

In this study, we aim to develop a tetravalent vaccine candidate based on the EDIII of all four serotypes, as well as the individual EDIIIs as monovalent candidates. The antigens will be expressed in tobacco chloroplasts, aiming for a cost-effective and safe production system.

## Methods

EDIII-encoding sequences corresponding to all four DEN virus serotypes will be fused in an expression vector for the production of tetravalent dengue vaccine (Figure 1). Several variants of this construct, as well as monovalent versions, are being introduced into tobacco chloroplasts using the biolistic transformation method (a "gene gun"), and subsequent selection will give rise to homoplasmic plants. The recombinant antigen will then be purified and subjected to immunological testing. Tobacco will be used as it is a non-food and non-feed crop with excellent biomass. It is an ideal choice for the production of vaccine antigens because of its relative tractability to genetic manipulation and an impending need to explore alternative uses.

## Ongoing and future work

Several versions of the monovalent and tetravalent constructs have been synthesized, with sequences codon-optimized for their expression in the chloroplast genome of tobacco. All variants of the codon-optimized EDIII-constructs have been cloned into suitable vectors, and several of the constructs have been transformed into tobacco at Bioforsk Plant Health and Protection Division at Ås and at Max Planck Institute in Germany in parallel. After 4-6 weeks of selection on antibiotics, true transformants (Figure 2) will be

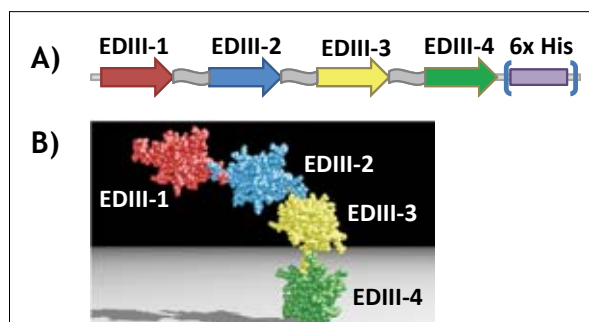


Figure 1. Schematic drawing of (A) the synthesized DNA construct and (B) the recombinant polyprotein. (Even Sannes Riiser and Navin Khanna).

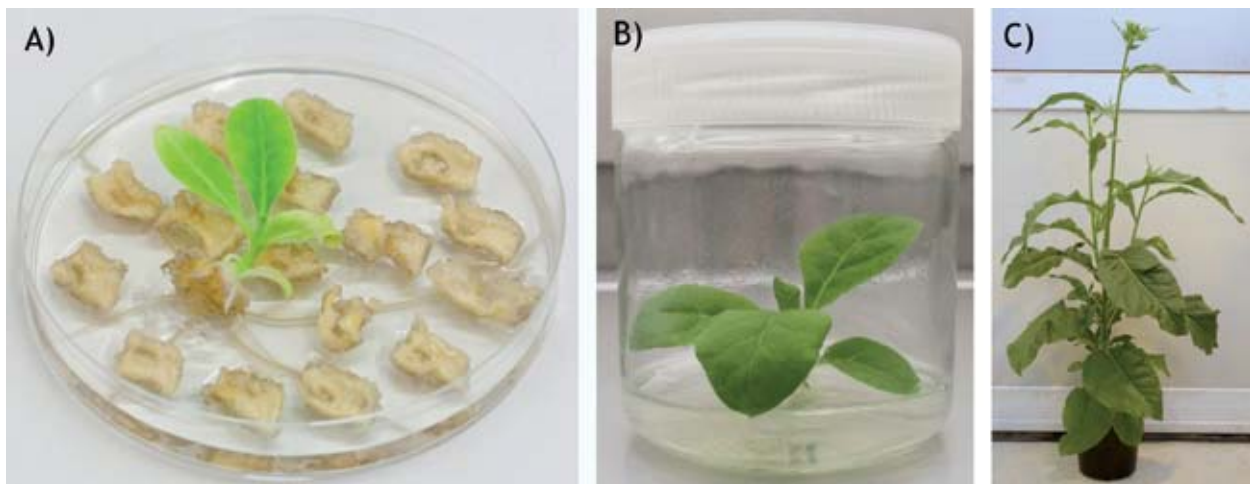


Figure 2. Previous experiment showing transgenic tobacco: (A) regenerated tobacco shoot, (B) young plant and (C) adult plant. Photo: Even Sannes Riiser.

identified by PCR-screening and growth on double selection. After successive rounds of regeneration the plants will be transferred to soil, and homoplasmy will be assessed by Southern blotting. When this is confirmed, recombinant protein will be extracted from leaf tissue, and the level of expression (% total soluble protein) determined. The immunological properties of the recombinant vaccine candidate will subsequently be tested.

### Conclusions

Plants serve as food for mankind, but can also be used for production of numerous valuable products in innovation and bioeconomy. The use of plants for vaccine production is one example. A plant as a green factory offers several advantages, including low costs and safe

and easy scaling up. In addition, risk of contamination is low, as plants are not hosts for human pathogens. The EDIII-based recombinant protein is a promising candidate for the development of a safe, efficacious, and inexpensive tetravalent dengue vaccine.

### References

- Thomas, S.J. & Endy, T.P. 2011. Critical issues in dengue vaccine development. *Curr Opin Infect Dis.* 2011 Oct; 24(5):442-50.
- Hombach, J., Barrett, A.D., Cardoso, M.J., Deubel, V., Guzman, M., Kurane, I., RoehrigInnis, B.L.J.T., Sabchareon, A. & Kieny, M.P. 2005. Review on flavivirus vaccine development. Proceedings of a meeting jointly organised by the World Health Organization and the Thai Ministry of Public Health, 26-27 April 2004, Bangkok, Thailand. *Vaccine* 23:2689–2695.

# KRYOFRISK-prosjektet, progresjon og foreløpige resultater

Ved å etablere en kompetanseplattform for bruk av kryoterapi og kryopreservering i Norge vil en mer effektivt kunne rense plantemateriale for plantepatogener og samtidig sikre god plantehelse gjennom kryo-oppbevaring av friskt, genetisk verdifullt plantemateriale.

Dag-Ragnar Blystad<sup>1</sup>, Jihong Liu Clarke<sup>1</sup>, Sissel Haugslie<sup>1</sup>, Astrid Sivertsen<sup>2</sup>, Gry Skjeseth<sup>2</sup>, Zhibo Zhang<sup>1</sup>, John Harald Rønningen<sup>3</sup>, Helen Otter Søgner<sup>3</sup>, Peter van der Ende<sup>3</sup> & Bjørnar Bjelland<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Sagaplant, <sup>4</sup>G3 Ungplanter  
dag-ragnar.blystad@bioforsk.no

KRYOFRISK-prosjektet, "Kryometoder for rensing av planter for plantepatogener og oppbevaring av friskt plantemateriale", har blitt initiert for å ta i bruk kryoteknologi i arbeidet for friskt plantemateriale (fremavl) i Norge i et godt samarbeid mellom Bioforsk, Universitet for miljø- og biovitenskap (UMB), G3 Ungplanter og Sagaplant. Når det gjelder kryopreservering er sikker oppbevaring av friske, sortsekte jordbærplanter førsteprioritet. Det er svært viktig å ha en effektiv og trygg metode for å oppbevare kjerneplantene av jordbær. Kryopreservering er plass-besparende samtidig som plantematerialet holder seg genetisk stabilt og beholder sin plantehelsestatus. Når kryopreservering av jordbær er etablert vil det bli startet arbeid med friskt, verdifullt plantemateriale av andre plantearter.

Kryoterapi vil i første rekke brukes til å rense margeritter (*Argyranthemum frutescens*) for *Chrysanthemum stunt viroid* (CSVd). CSVd er spesielt problematisk i margeritter og vi har i dag ikke noe effektiv metode for å rense infisert plantemateriale. Samtidig er det gjennom G3 Ungplanter sitt kontaktnett verden over en stor etterspørsel etter viroidfrie margeritter, spesielt av gule sorter.

Sagaplant og G3 Ungplanter er interessentene på bedriftssiden i prosjektet. Bioforsk Plantehelse har faglig prosjektledelse av dette prosjektet og vil koordinere FOU-arbeidet som også involverer samarbeid med Universitetet for miljø og biovitenskap i Norge og ledende miljøer innen kryometoder i Finland og Kina.

Dette er et 3-årig prosjekt (2011-2013) finansiert både av offentlige og private midler. Næringsaktørene Sagaplant AS og G3 Ungplanter, sammen med Norges Forskningsråd, står for størsteparten av finansieringen av prosjektet. Prosjektet støttes finansielt fra Innovasjon Norge, Norsk Gartnerforbund og Norsk Genressenter.

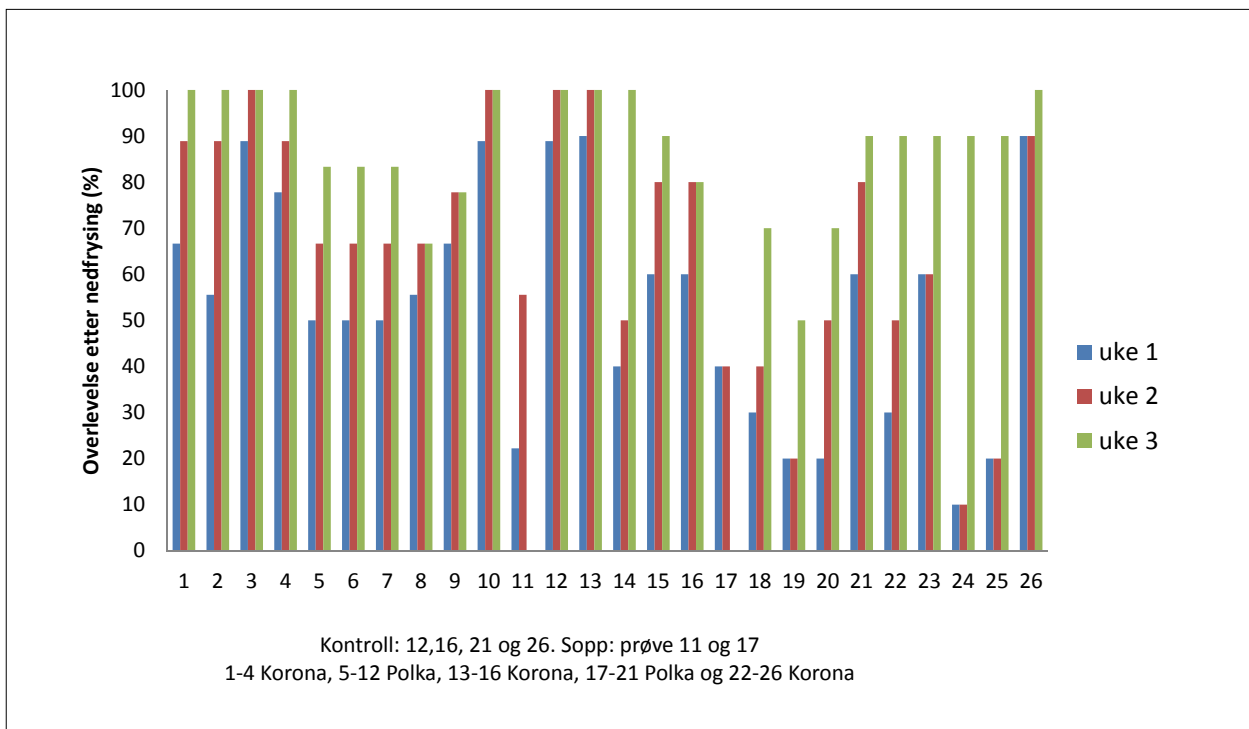
Etablering av kryometoder i Norge for rensing av planter for plantepatogener og oppbevaring av friskt plantemateriale vil gi FoU-miljøene ettertraktet kompetanse og gi bedriftene en mer sikker og effektiv drift i tillegg til nye markedsmuligheter.

## Foreløpige prosjektresultater

Arbeidet er todelt: 1) kryopreservering av jordbærskuddspisser, og 2) rensing av margeritt for CSVd.

Jordbær: Det har blitt utført forsøk med jordbær-sortene Polka, Korona, Senga Sengana, Florence og Rondo der det har blitt prøvd ut forskjellige størrelser på meristemene, forskjeller mellom kjølelageret eller ferskt plantemateriale, samt forholdene under forbehandlingen før nedfrysing. Resultatene fra 2011 var svært lovende. Alle sortene tålte nedfrysing til -196 °C og gjenveksten var 3 uker etter nedfrysing i gjennomsnitt 80 %.

Margeritt: Det har blitt arbeidet med i hovedsak tre sorter. Det er 'Butterfly', 'Yellow Empire' og 'Border Pink'. Det har også blitt lagd et forsøksmateriale av sortene Border Dark Red, Meteor Pink og Border Cream Yellow med forskjellig infeksjon av *Chrysanthemum virus B* og CSVd. Det er tre hovedutfordringer i arbeidet med å rense margeritt for viroid. Det ene



Figur 1. Overlevelse og ny vekst av jordbærsskudd etter nedfrysing i flytende nitrogen

er medieutvikling for å unngå vitrifisering og kallus i gjenvekst og det andre er metodeutvikling for nedfrysing, og det tredje er spredningen av CSVd i cellene i skuddspissen. Det har vært utført flere forsøk for å finne et optimalt vevskulturmedium for margeritt. Videre har det blitt utført varianter av forbehandling før nedfrysing. Arbeidet med å lokalisere hvor CSVd er i skuddspissen har blitt startet i samarbeid med vår kinesiske samarbeidspartner ved at en PhD-student har kommet hit og er medarbeider i prosjektgruppen.

Vi har også hatt stor nytte av det internasjonale kontaktnettet vi har opparbeidet gjennom våre samarbeidspartnere og deltakelse på internasjonale møter.



Figur 2. Overlevende skudd av margeritt etter nedfrysing i flytende nitrogen. Foto: Astrid Sivertsen.

# Spatial genetic structure of *Plasmopara halstedii* at the field scale in France

*Plasmopara halstedii* is a diploid oomycete plant pathogen causing downy mildew on sunflower (*Helianthus annuus*). Due to changes in cultural systems and the introduction of new exotic cultivars, the pathogen developed many races and have now become a serious problem affecting sunflower growing fields in Europe. The yield losses in sunflower crop caused by *P. halstedii* can be up to 85 %.

Abdelhameed Elameen<sup>1</sup>, Denis Tourvieille de Labrouhe<sup>2</sup>, Emmanuelle Mestries<sup>3</sup>, Sonja S. Klemsdal<sup>1</sup>, Sophia Ahmed<sup>2</sup>, François Delmotte<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>INRA, France, <sup>3</sup>CETIOM, France  
abdelhameed.elameen@bioforsk.no

In previous studies 14 races of *Plasmopara halstedii*, the causal agent of downy mildew in sunflower, have been identified in France. The aim of this study was to use a molecular and phenotypic approach to investigate the genetic diversity of 250 *P. halstedii* isolates collected from 20 sites from a highly infected field in Southern France. Eight races were identified among the isolates. Race 304 was predominant, present at 18 sites. Molecular analysis of the isolates using single nucleotide polymorphisms (SNPs) and single sequence repeats (SSR) showed 109 multilocus genotypes (MLG) among the 250 *P. halstedii* isolates collected in the field. Estimates of genetic relationships among *P.*

*halstedii* isolates using Un-weight Pair-Group Method using Arithmetic average (UPGMA), principal coordinate (PCO) analysis and structure analyses divided the isolates into two main groups, which did not reflect their geographic site. Analysis of molecular variance (AMOVA) revealed a significantly greater variation within sites (93.29 %) than among sites (6.71 %), and a low level of genetic differentiation ( $F_{ST} = 0.06$ ) was observed among the sites. The high phenotypic and genotypic diversity observed in the study indicate that *P. halstedii* combine both sexual and asexual reproduction.

# Mykotoksiner i korn - et samarbeidsprosjekt (2010-2014) mellom Bioforsk, UMB og NVH

Mykotoksiner i korn er en av de største utfordringene for norsk kornbransje. Bioforsk, UMB og NVH samarbeider i et "helkjedeprojekt" om økt kontroll med *Fusarium* og mykotoksiner i havre og hvete ved dyrkingstiltak og utvikling av varslingsmodeller, ved utvikling av nye metoder og materiale for foredling av mer resistente havresorter, og ved bruk av in vitro-modeller for vurdering av helseisiko ved mykotoksinblandinger.

Guro Brodal<sup>1</sup>, Ingerd Skow Hofgaard<sup>1</sup>, Åsmund Bjørnstad<sup>2</sup> & Steven Verhaegen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Norges veterinærhøgskole

## Bakgrunn og hovedmål

I tillegg til å redusere avlingsmengde og gi nedsatt spireevne, kan mange *Fusarium*-arter produsere en rekke forskjellige mykotoksiner (soppgifter), blant annet trichothecener (DON, T-2, HT-2), zearalenon (østrogenhermer) og enniatiner, som kan være giftige for mennesker og dyr. Forekomstene av *Fusarium*-smitte og innhold av mykotoksiner i norsk korn har økt de seinere årene. "Mykotoksinprosjektet" (Mycotoxin contamination in Norwegian food and feed - modelling, reductive approaches and risk assessment with regards to the whole food chain) har som hovedmål å redusere risiko for mykotoksiner i norsk korn til mat og fôr, samt evaluere potensiell helseisiko forårsaket av mykotoksinblandinger.

## Dyrkingsteknikk og varslings/prognose-tjeneste

**Mål arbeidspakke A:** Optimalisering av dyrkingsteknikk og videreutvikling av varslings/prognose-tjeneste for å redusere risikoen for mykotoksiner i norsk havre og hvete.

*Fusarium*-infeksjon i korn påvirkes av mange faktorer. Været i vekstsesongen, mengde smitte på planterester i åkeren og sorters mottagelighet er av stor betydning. De økte forekomstene av mykotoksiner i norsk korn kan blant annet ha sammenheng med økt omfang av redusert jordarbeiding som etterlater mye halm og stubb. I arbeidspakke A undersøkes det hvordan ulike jordarbeidingsmetoder påvirker utvikling av *Fusarium* i planterester og mykotoksiner (DON og T2/HT2) i korn av havre og vårhvete. I tillegg samles informasjon for å identifisere hvilke klimatiske og agronomiske faktorer, inkludert bruk av fungicider, som kan være årsak til lo-

kale/regionale forskjeller i forekomst av mykotoksiner. Eventuell betydning av sporespredning gjennom lufta undersøkes ved sporefeller. Foreløpige resultater viser at smittepresset av *Fusarium* er vesentlig større der det er mye halm og stubb på jordoverflata (vårharvet) i forhold til der det er lite stubb og halm (høstpløyd). Arbeidet med å forbedre presisjon i varslingsmodeller og prognoser (innvirkning av lokale vær- og feltforhold) for mykotoksinrisiko i VIPS, foregår i samarbeid med prosjektet "Gårdsvarsling" (finansiert av Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler).

Arbeidspakke gjennomføres av Bioforsk Plantehelsete (Ingerd Skow Hofgaard, Jafar Razzaghian, Oleif Elen, Guro Brodal) og Bioforsk Øst (Hugh Riley, Till Seehusen), i samarbeid med Norsk landbruksrådgiving (Solør-Odal v/Otto Sveen, Sør-Øst v/Per Ove Lindemark) og forskere i USA (Ruth Dill-Macky, University of Minnesota) og England (Simon Edwards, Harper Adams University College).

## Sorter med mindre angrep

### Mål arbeidspakke B:

Identifisere avlsmateriale og utvikle bedre metoder for å foredle frem resistente havresorter.

Resistente sorter er på sikt det mest kostnadseffektive virkemidlet for å forebygge mykotoksiner. Arbeidspakke B har tre delmål som alle er rettet mot å forbedre Graminors foredling for mindre angrep av *Fusarium* i havre og mindre toksinnivå. Delmåla er: (1) Å identifisere ny resistens i tilpassa sorter av havre. Visse norske sorter som Hurdal og Odal er relativt sterke mot *Fusarium*, men godt tilpassa sorter fra Tyskland har vist lave toksinnivå. Vi undersøker dette



Figur 1. Feltforsøk på Apelsvoll med ulike jordarbeidingsmetoder. Foto: Till Seehusen.

på større forsøksruter og i krysninger. Vi undersøker også mer fjerntstående materiale fra Nord-Amerika og Russland. (2) Å finne årsakene til redusert spiring i havre infisert med *Fusarium*. Vi har klarlagt at havre blir mest angrepet av *Fusarium* omkring blomstring, med følger for både toksinnhold og nedsatt spireprosent (døde korn). Likevel kan havre også bli infisert seinere, opp mot gulmodning, men dess seinere, dess mer synes effekten å være redusert spireevne heller enn toksin. Denne effekten kan bli fjerna ved avskalling og beising, eller ved å lagre det infiserte kornet i to år. Kornet er altså ikke dødt, men blir sterkt hemma av sopp innenfor skallet. (3) Å utvikle raske screeningmetoder for *Fusarium*-resistens. Prosjektet vil bruke data fra felt og kjemiske analyser til å utvikle en nærinfrarød kalibrering (NIR) som kan erstatte kostbare toksinanalyser. Resultater til nå viser at vi ved DON-nivå fra 2-30 ppm kan identifisere den beste fjerdedelen ganske sikkert ( $R^2 > 80\%$ ). Dette vil bli fulgt opp i forsøka i 2012. Nye forsøksdesign for å redusere forsøksfeilen er også under utprøving.

Arbeidspakka gjennomføres av IPM-UMB (Åsmund Bjørnstad, Helge Skinnes, Selamawit Gobena) i samarbeid med Graminor og forskere i USA (Ruth Dill-Macky,

Yanhong Dong, begge University of Minnesota) og ved Nofima (Vegard Segtnan).

## Helserisiko

**Mål arbeidspakke C:** Vurdere helserisiko hos mennesker og dyr ved eksponering med mykotoksinblandinger ved bruk av in vitro-modeller.

Mykotoksiner i mat og fôr kan utgjøre en helserisiko for mennesker og dyr. Potensiell risiko ved inntak av mat og fôr som inneholder en kombinasjon av ulike mykotoksiner er ikke klarlagt. I arbeidspakke C evalueres risiko ved eksponering med komplekse blandinger av muggsopptoksiner i både mennesker og dyr ved bruk av metodikk som er basert på biologisk aktivitet i en samling av cellulære modeller in vitro. Ekstrakter fra *Fusarium graminearum* har blitt isolert fra forskjellige muggsoppkulturer. To av disse modulerte både produksjon av hormoner og interaksjon av hormonene med hormonreseptorer. Disse skal bli fraksjonert videre basert på kjemisk innhold og analysert på nytt i samme modeller. I tillegg har enkelte kjente muggsopptoksiner blitt evaluert i samme modeller. Studier av en human binyrecellelinje (H295R) viste at zearalenon og metabolittene alpha- og beta- zearale-

nol har effekter på nivåer av proteiner i forskjellige viktige biologiske prosesser.

Arbeidspakka gjennomføres av Norges Veterinærhøgskole (NVH)/Veterinærinstituttet (VI) (Steven Verhaegen, Erik Ropstad, Silvio Uhlig, Gunnar Eriksen m. fl.) i samarbeid med UMB-IKBM (Morten Sørli) og forskere i Nord-Irland (Queens University Belfast).

## Finansiering og næringspartnere

Finansiering :

- Fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter (FFL)/ Forskningsmidler over jordbruksavtalen (JA) -16,36 mill NOK (hvorav 10,634 mill fra FFL og 5,726 mill fra JA)
- Næringa - 2,64 mill NOK
- Egenfinansiering NVH/VI/UMB - 0,8 mill NOK
- Totalt - 19,8 mill NOK

Næringspartnere: Graminor, Felleskjøpet Agri, Animalia, Norgesfôr, BayerCropScience, Felleskjøpet Rogaland og Agder, Fiskå Mølle, Norgesmøllene, StrandUnikorn, Flisa Mølle og Kornsilø, Braskereidfoss Kornsilø, Norkorn, Lantmännen cerealia.

Prosjekteier: Bioforsk Plantehelse

Prosjektleder: Guro Brodal

Prosjektform: Kompetanseprosjekt med brukermedvirkning

Prosjektperiode: 01.05.2010-31.04.2014



# Sjukdommer på hestekastanje i Norge

Hestekastanje ble tidligere regnet for å være lite problematisk her i landet, men i de senere årene er det oppdaget en rekke nye sjukdommer. Her gis en kort oversikt over sjukdommene bladfleck, meldugg, antraknose og bakteriekreft på hestekastanje.

Venche Talgø, Gunn Mari Strømeng, Juliana Irina Spies Perminow, Arild Sletten, May Bente Brurberg, Maria-Luz Herrero & Arne Stensvand  
Bioforsk  
venche.talگو@bioforsk.no

## Innledning

I store deler av Europa brukes hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*) som prydtre, men det er viltvoksende skogstre i sørøstlige deler av Europa. I Norge finner vi hestekastanje hovedsakelig i privathager, parkanlegg og i alléer langs veier. For viltvoksende trær er sjukdommer som angriper blad sjelden alvorlige, men i grøntanlegg vil sjukdom på bladene forringe pryddverdien betraktelig. Bladfleck, meldugg og antraknose er sjukdommer som først og fremst angriper bladene, mens bakteriekreft angriper hele treet og kan føre til at trærne dør. Det antas at sjukdommene har kommet inn i landet med importerte småplanter.

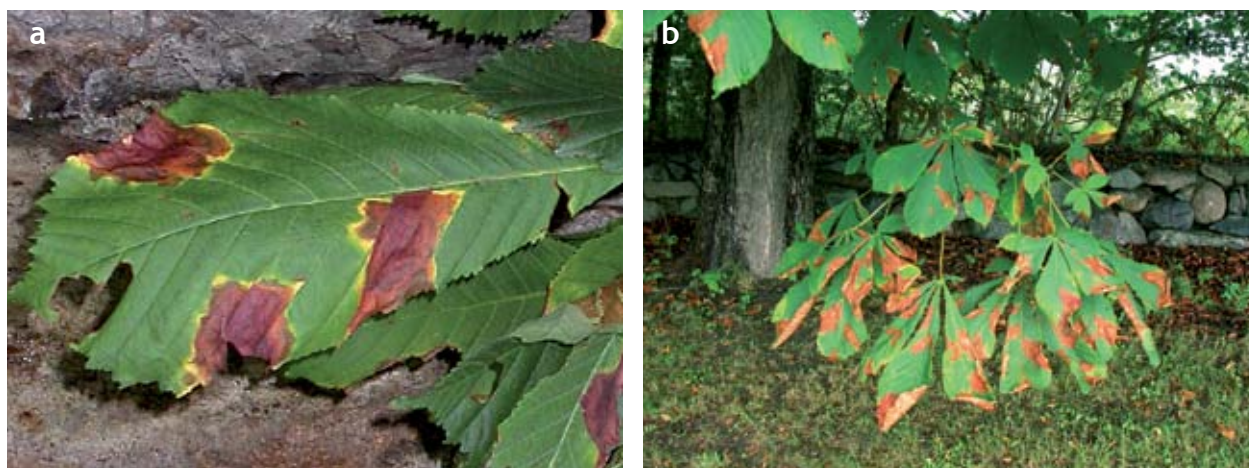
## Bladfleck (*Guignardia aesculi*)

Bladfleck på hestekastanje ble oppdaget i Norge i 2006, i den sørøstlige delen av landet. I begynnelsen av forrige århundre ble denne soppsjukdommen ansett som den viktigste på hestekastanje i Nord-

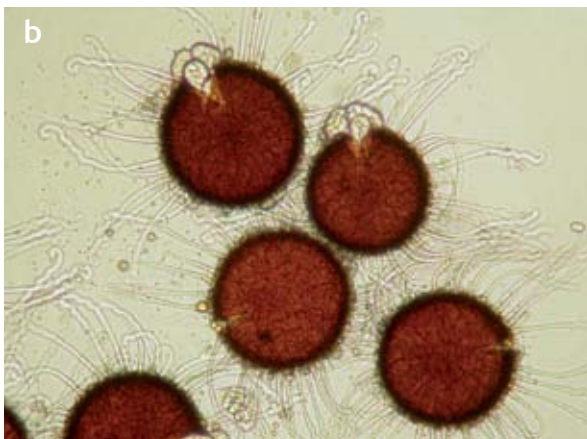
Amerika, og senere ble den også utbredt i Europa (Pawsey 1962). Symptomer på sjukdommen er brune, irregulære flekker på blad, med en gul sone (halo) rundt flekkene (Figur 1a, 1b). Sterkt angrepne blad krøller seg.

## Meldugg (*Erysiphe flexuosa* syn. *Uncinula flexuosa*)

Meldugg på hestekastanje ble påvist i Norge første gang i 2006. Dette patogenet har også sin opprinnelse i Nord-Amerika, og har spredt seg i Europa siden midten av 1990-tallet (Kiss *et al.* 2004). I 2006 ble det bare observert sporadiske angrep på Østlandet, men i 2011 hadde også trær på Vestlandet alvorlige angrep. Infiserte blad blir gråaktige (Figur 2a). Soppen danner kjønnna fruktlegemer (chasmothecier) på bladene, disse er runde, mørkebrune og omtrent 0,2 mm i diameter (Talgø *et al.* 2011) (Figur 2b).



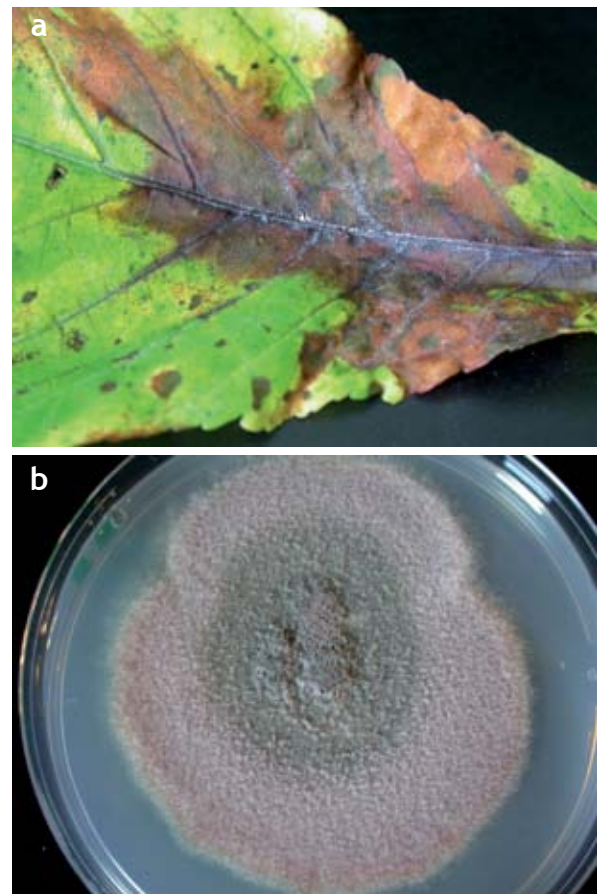
Figur 1. Symptomer på bladfleck, forårsaket av soppen *Guignardia aesculi*, på hestekastanje, a) brune bladflekker med gul sone rundt, og b) krøllete blad. Foto: Venche Talgø.



Figur 2. Meldugg, forårsaket av soppen *Erysiphe flexuosa*, på hestekastanje, a) symptomer på blad, og b) kjønna fruktlegermer av soppen. Foto: Venche Talgø.

### Antraknose (*Colletotrichum acutatum* og *C. gloeosporioides*)

Antraknose ble også påvist for første gang i Norge i 2006 og er funnet både på Øst- og Vestlandet. Arter



Figur 3. Antraknose, forårsaket av *Colletotrichum* spp., på hestekastanje, a) symptomer på blad, og b) renkultur av *C. acutatum* på kunstig næringsagar. Foto: Venche Talgø.

av *Colletotrichum* er vanlige patogener på en rekke plantearter i store deler av verden, deriblant hestekastanje (Sinclair & Lyon 2005). To arter av soppen har blitt påvist på hestekastanje i Norge (identifisert til art med DNA-analyse). *C. gloeosporioides* har til nå bare blitt funnet i én prøve fra et tre i Bergen, mens *C. acutatum* er mer utbredt. Symptomer på bladene er irregulære nekroser langs bladnervene (Figur 3a). De to artene ble isolert og dyrket på kunstig næringsmedium (potet dekstrose agar), og kolonier av *C. gloeosporioides* ble grå mens kolonier av *C. acutatum* ble rosa (Figur 3b).

### Bakteriekreft (*Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*)

Denne sjukdommen ble første gang påvist i Norge i 2010. I Europa ble den først funnet i Nederland i 2002, og den har siden blitt oppdaget i flere europeiske land, blant annet Tyskland og Storbritannia hvor den sprer seg fort (Perminow *et al.* 2011). Til nå er bakteriekreft bare påvist sikkert på hestekastanje



Figur 4. Symptomer på bakteriekreft, forårsaket av *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi*, på hestekastanje, a) død grein, og b) blødende sår i barken. Foto: Venche Talgø.

i Rogaland. Symptomer på sjukdommen er døde skudd og greiner (Figur 4a), blødende sår i barken (Figur 4b) og misfarget vev under infisert bark.

### Konklusjon

Resultatene fra undersøkelser på hestekastanje i Norge de senere årene viser at flere sjukdommer har blitt så alvorlige at hestekastanje ikke lenger kan anbefales til bruk i grøntanlegg.

### Referansar

- Kiss, L., Vajina, L. & Fischl, G. 2004. Occurrence of *Erysiphe flexuosa* (syn. *Uncinula flexuosa*) on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) in Hungary. *Plant Pathology* 53:245.
- Pawsey, R.G. 1962. Leaf blotch of horse-chestnut. *Plant Pathology* 11:137-138.
- Perminow, J.I.S., Brurberg, M.B., Sletten, A. & Talgø, V. 2011. Bakteriekreft funnet på hestekastanje i Rogaland. *Bioforsk FOKUS* 6(2):134.
- Sinclair, W.A. & Lyon, H.H. 2005. *Diseases of trees and shrubs*. 2nd ed. Cornell University Press, NY, USA. 660s.
- Talgø, V., Sundheim, L., Gjærum, H.B., Herrero, M.L., Suthaparan, A., Toppe, B. & Stensvand, A. 2011. Powdery mildews on ornamental trees and shrubs in Norway. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 5(1):86-92.

# Ny skadegjerar på fjelledelgran (*Abies lasiocarpa*) i Danmark

I Danmark vart det i vekstsesongen 2011 funne til dels store skadar på fjelledelgran på grunn av ein kreftsopp i slekta *Neonectria*. Soppen er truleg ein ny art og har tidlegare berre vore rapportert frå Noreg. Typiske symptom var visne greiner og sterk kvæutflod. Nokre tre hadde dauda heilt ned. Smitteforsøk stadfesta at soppen var svært aggressiv.

Venche Talgø<sup>1</sup>, Iben Margrete Thomsen<sup>2</sup>, Ulrik Bräuner Nielsen<sup>2</sup>, May Bente Brurberg<sup>1</sup> & Arne Stensvand<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Skov & Landskab, Københavns Universitet

venche.talgo@bioforsk.no

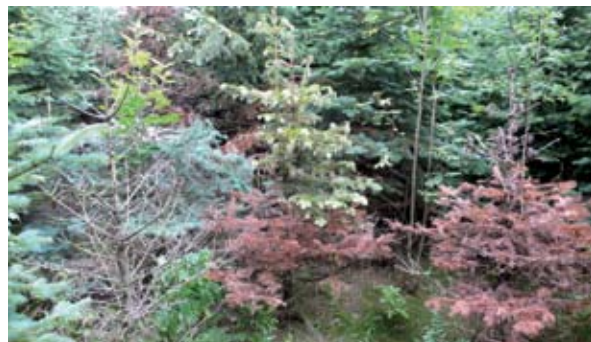
## Introduksjon

*Neonectria*-kreft er ein velkjent sjukdom på både bar- og lauvtre i mange land rundt om i verda. På bartre er arten *N. fuckeliana* mellom anna rapportert som skadegjerar på kvitgran (*Picea glauca*) i Noreg (Jørstad 1945), koloradoedelgran (*Abies concolor*) i Europa og Nord-Amerika (Callan 1997, Schultz & Parmeter 1990), montereyfuru (*Pinus radiata*) i New Zealand (Hopkins et al. 2011) og fjelledelgran i Canada (Funk 1981).

I 2008 vart omfattande skade med kreftliknande symptom funne på koloradoedelgran, sibiredelgran (*A. sibirica*), fjelledelgran og vanleg gran (*P. abies*) i Noreg. Ein til då ukjent *Neonectria*-art vart isolert frå alle vertplantene (Talgø 2009, Talgø et al. 2010). I juni 2011 vart tilsvarande symptom som i Noreg, funne på sterkt skadd fjelledelgran ved fleire lokalitetar i Danmark. I tillegg vart soppen funnen på koloradoedelgran, nordmannsedelgran (*A. nordmanniana*) og nobedelgran (*A. procera*) i Danmark (Talgø et al. 2011). Målet med dette arbeidet var å isolera og identifisera skadeorganismen frå dei danske prøvane og gjennomføra smitteforsøk.

## Materiale og metodar

I juni 2011 vart det tatt ut prøvar av symptomatisk fjelledelgran i ei skogsplanting på Nord-Jylland, eit proveniensforsøk på Midt-Jylland (Figur 1, øvst) og eit arboret i København. På daude greiner i proveniensforsøket vart det funne raude sporehus (perithecium), eit typisk teikn på *Neonectria*-infeksjon (Figur 1, nedst). Det vart tatt ut prøvar i overgang mellom sjukt og friskt vev på greiner på angripne tre, då det er der soppen er mest aktiv og lettast å isolera frå. I tillegg vart det tatt ut prøvar frå heilt daude greiner for direkte isolering frå perithecium.



Figur 1. Sjuk fjelledelgran (*Abies lasiocarpa*) etter angrep av *Neonectria* sp. i eit proveniensforsøk i Danmark i juni 2011 (øvt). På fleire visne greiner vart det funne typiske, raude sporehus (nedst). Foto: Venche Talgø.

Isolering og identifisering vart gjennomført ved Bioforsk Plantehele. Små vevsbitar (om lag 1 cm<sup>3</sup>) vart skorne ut mellom sjukt og friskt vev, overflates-terilisert (10 sekund i 70 % alkohol + 90 sekund i 0.5 % NaOCl), delt i mindre bitar og lagt på kunstig vekst-medium (PDA-agar).

Kulturar som likna dei norske *Neonectria*-isolata vart DNA-testa (ITS rDNA-sekvensering), og ein utvald kultur frå proveniensforsøket vart brukt i eit smitteforsøk. Smitteforsøket på tre år gamle planter av fjelledelgran starta 15. juli 2011. Toppskota vart smitta ved å stikka

kartnåler påført sporar og mycel inn i skota. Nokre tre vart brukte som kontroll (sterile kartnåler).

## Resultat og Diskusjon

Ein *Neonectria*-art vart isolert frå fleire prøvar frå alle lokalitetane. Alle kulturane var nærast kvite og likna dei norske isolata frå 2008. Kulturar av *N. fuckeliana* er brunaktige. DNA-testen gav same resultat som tilsvarende analyse av norske isolat, nemleg at isolata var svært ulike bartre-patogenet *N. fuckeliana*. I staden var dei nærast like *N. ditissima*, ein vanleg skadegjerar på eple (årsak til frukttrekrefte) og andre lauvfellande tre kringom i verda.

Då smitteforsøket vart avslutta 11. august 2011, var mange skot daude (Figur 2, øvst), og det var mykje nålefall. Det var lett å reisolera soppen frå kreftsår som hadde utvikla seg kring smittepunktta. Kontrollplantene var symptomfrie (Figur 2, nedst).



Figur 2. Daudt toppskot på fjelledelgran (*Abies lasiocarpa*) ein snau månad etter at det vart smitta med *Neonectria* sp. (øvt). Kontrollplantene var symptomfrie (nedst). Foto: Venche Talgø.

Den isolerte *Neonectria*-arten vil truleg verta klassifisert som ein ny art i framtida. Vi samarbeider for tida med forskarar i andre land i Europa og USA for å finna

ut om soppen kan vera utbreidd andre stadar. Sidan det var tydelege symptom i smitteforsøket mindre enn ein månad etter at plantene vart smitta, kan vi konkludera med at soppen er svært aggressiv, noko som stemmer godt med feltobservasjonar. Spesielt koloradoedelgran er svært mottakeleg. Dei to siste åra har vi funne daude tre på over ti lokalitetar i Sør-Noreg.

## Takk

Vi vil takka Trude Slørstad, Andrew Dobson og Grete Lund ved Bioforsk Plantehelse for all teknisk hjelp.

## Referansar

- Callan, B. 1997. Other canker diseases. I: Hansen, E. & K.J. Lewis (eds.). Compendium of conifer diseases. APS Press, St. Paul, MN, USA: 47-49.
- Funk, A. 1981. Parasitic microfungi of western trees. Canadian Forestry Service. 159s.
- Hopkins, A.J.M., Dick, M.A., Carlson, C.A. & Crane. P.E. 2011. Early investigations into the infection courts used by *Neonectria fuckeliana* to enter *Pinus radiata* stems. Eur. J. Plant Pathol. 12s. DOI 10.1007/s10658-011-9899-7.
- Jørstad, I. 1945. Parasitsoppene på kultur- og nyttevekster i Norge. I. Sekksporesopper (Ascomycetes) og konidiesopper (Fungi Imperfecti). Tillegg C til Landbruksdirektørens melding for 1943. Grøndahl & Søn Boktrykkeri, Oslo. 142s.
- Schultz, M.E. & Parmeter, J.R. 1990. A canker disease of *Abies concolor* caused by *Nectria fuckeliana*. Plant Disease 74:178-180.
- Talgø, V. 2009. Diseases and disorders on fir (*Abies* spp.) grown as Christmas trees, boughs, and landscape plants in Norway: from seed to site. PhD thesis 2009:28. Universitetet for Miljø og Biovitenskap. 174s.
- Talgø, V., Brurberg, M.B. & Stensvand, A. 2010. *Neonectria* canker on true fir and spruce in Norway. Side 58-62 i: Proceedings of the 9th International Christmas Tree Research & Extension Conference (eds. Hart, J., Landgren, C. & Chastagner, G.). Corvallis, Oregon, 14-18 September 2009.
- Talgø, V., Thomsen, I.M., Nielsen, U.B., Brurberg, M.B. & Stensvand A. 2011. *Neonectria* barkkræft på ædelgranarter (*Abies* spp.) i Norge og Danmark. Nåledrys 78:17-21.

# *Phytophthora plurivora* på spisslønn i Noreg

I 2009 vart *Phytophthora plurivora* funnen på 2 sjuke tre av spisslønn (*Acer platanoides*) i eit skogholt ved Byhaugen i Stavanger. Trea var glisne og delvis daude i krona, og dei hadde typiske blødande sår på stammene. I 2010 vart ein prøve frå stammen av eit av dei sjuke trea undersøkt i Tyskland. Leiingsvevet hadde kollapsa, og det var typiske hyfer av *Phytophthora* i margstrålene og inni/mellom vedcellene.

Venche Talgø<sup>1</sup> & Sabine Werres<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Julius Kühn-Institut (JKI), Tyskland  
venche.talgo@bioforsk.no

## Introduksjon

*Phytophthora plurivora*, saman med fleire andre *Phytophthora*-artar, er eit aukande problem på treaktige planter i Noreg. Vi reknar med at auken er knytt til den stadig meir omfattande importen av

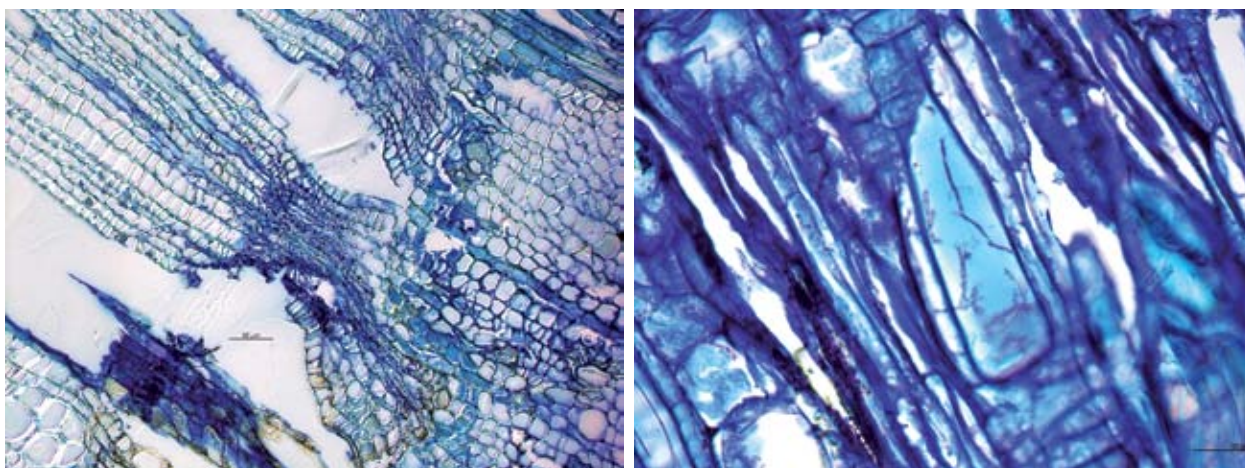
grøntanleggsplanter. *P. plurivora* har også vorte påvist på bøk (*Fagus sylvatica*), rododendron (*Rhododendron* spp.), leddved (*Lonicera* sp.) og sypriss (*Chamaecyparis lawsoniana*) her i landet (Talgø *et al.* 2010). *P. plurivora* vert sett på som ein stor trussel mot skog og naturområde (Jung 2009).

## Material og metode

Prøven som vart undersøkt ved Julius Kühn-Institut (JKI) i Tyskland, vart tatt ut om lag 1,5 meter opp på stammen på treet til venstre i figur 1. Ved JKI vart prøven delt i bitar for å gjennomføra såkalte histologiske studium (histologi = læra om oppbygging av vev). Ein detaljert protokoll vart følgd for å kunna laga tynne mikroskoppreparat. Dette er ein metode som tidlegare har vorte brukt for å studera korleis *P. ramorum* infiserer rododendron (Pogoda & Werres 2004). Prosessen er illustrert i figur 1, A-H.



Figur 1. Spisslønn (*Acer platanoides*) med mørke flekkar i barken og misfarga vev etter angrep av *Phytophthora plurivora* (venstre). Biletmontasjen til høgre illustrerer stega i prosessen med preparering av prøvane; trebitar frå prøven (A), fiksering i formalin holdig væske (B, C), polymerisering (D), innstøyping i blokker (E, F), kutting i tynne flak i mikrotom (G) og ferdige preparat til undersøking i mikroskop (H). Foto: Venche Talgø.



Figur 2. Leiingsvevet til spisslønn (*Acer platanoides*) frå Stavanger som var infisert med *Phytophthora plurivora* hadde tydeleg kollapsa (venstre). Til venstre for det kollapsa leiingsvevet ligg vedcellene og til høgre barkcellene. Inni og mellom vedcellene var det eit nettverk av *Phytophthora*-hyfer (høgre). Foto: Sabine Werres.

*P. plurivora* vart isolert frå prøven, og isolatet vart seinare brukt til eit smittforsøk i vekstroom. Eit om lag 1,5 m høgt lønnetre vart smitta med kartnål som var duppa i *Phytophthora*-kulturen og så plasserte på nedre del av stammen.

### Resultat

Cellene i leiingsvevet hadde tydeleg kollapsa (Figur 2, venstre). Vidare vart det funne *Phytophthora*-liknande hyfer (usepterte) inni og mellom vedcellene (Figur 2, høgre) og i margstrålene, men ikkje i barken.

Det utvikla seg kreftsår rundt smittepunktta (Figur 3).



Figur 3. Kreftsår på spisslønn (*Acer platanoides*) rundt ei kartnål som var infisert med *Phytophthora plurivora*. Foto: Venche Talgø.

### Diskusjon og konklusjon

Sidan *P. plurivora* vart isolert frå prøven, må vi kunna konkludera med at hyfene i figur 2 høyrer til dette patogenet. Når leiingsvevet rundt heile stammen vert øydelagt (ringa) daudar trea.

Vi fryktar *P. plurivora* kjem til spreia seg til stadig nye område. I 2011 fann vi *P. plurivora* i ein bekk på søraustlandet. Det er kjent at *Phytophthora* spp. kan spreia seg langs vassdrag og dermed nå langt på kort tid.

### Takk

Vi vil gjerne takka Robert Thurston for prøvetaking i Stavanger og tilsette ved JKI i Tyskland for all teknisk hjelp.

### Referansar

- Jung, T. & Burgess, T.I. 2009. Re-evaluation of *Phytophthora citricola* isolated from multiple woody hosts in Europe and North America reveals a new species, *Phytophthora plurivora* sp. nov. *Persoonia* 22:95-110.
- Pogoda, F. & Werres, S. 2004. Histological studies of *Phytophthora ramorum* in *Rhododendron* twigs. *Can. J. Bot.* 82:1481-1489.
- Talgø, V., Herrero, M.L., Brurberg, M.B. & Stensvand, A. 2010. *Phytophthora*. Alvorleg trugsmål mot buskar og tre i grøntanlegg og naturområde. *Bioforsk TEMA* 5 (20):8s.

# Planteklinikken

Ved Planteklinikken ved Bioforsk PlanteHelse på Ås kan yrkes- og hobbydyrkere få identifisert skadegjørere som finnes på jord- og hagebruksvekster i Norge; insekter, midd, nematoder, sopp, bakterier og virus. I tillegg kan ugras og andre planter identifiseres.

Kari Ørstad, Erling Fløistad & Venche Talgø  
Bioforsk  
planteklinikken@bioforsk.no

## Prøver til Planteklinikken

- Ved skade på småplanter må hele planten med rot sendes inn
- Ved mistanke om jordboene skadegjørere må det tas prøve av røtter/rothals og/eller jordprøver
- Ved sjukdom på bladverk, skudd og/eller stamme på trær og busker må prøvene tas slik at man får med sonen mellom sjukt og friskt vev
- Prøvene må pakkes forsvarlig slik at de ikke forsinkes i posten
- Plantemateriale pakkes i lett fuktet papir med plastpose utenpå
- Jordprøver pakkes i plastpose
- Prøver av insekter/skadedyr må legges i et glass eller i en liten eske med plastpose utenpå.
- Fyll alltid ut analyserekvisisjon og legg ved når prøver sendes til Planteklinikken
- Kontakt Planteklinikken for spesielle retningslinjer

<http://www.bioforsk.no/planteklinikken>

## Kontaktinformasjon

Postadresse: Planteklinikken, Bioforsk PlanteHelse, Høgskoleveien 7, 1432 Ås. Telefon: 452 11 439, telefaks: 64 94 61 10, e-post: planteklinikken@bioforsk.no.

## Eksempler på skadegjørere funnet på prøver ved Planteklinikken



Figur 1. Buksbomvisnesjuka (*Cylandrocladium buxicola*) er en soppsjukdom som kan føre til at buksbom (*Buxus sempervirens*) blir fullstendig ødelagt. Under fuktige forhold dannes det først flekker på blader og unge stengler. Flekkene flyter etter hvert sammen og danner nekrotiske partier og blad og grener dør (Talgø et al. 2010). Foto: E. Fløistad og V. Talgø.



Figur 2. Bladskimmel (*Plasmopara obducens*) er en soppsykdom som går på lisespringfrø/Flittig-Lise (*Impatiens walleriana*). Soppen fører til misvekst og gulning av blad. Det kan bli så sterkt blad- og knoppfall at bare stilkene bli stående igjen på plantene (Toppe et al. 2010). Foto: E.F.





Figur 3. Agurkgrønnmosaikkvirus (Cucumber green mottle mosaic virus, CGMMV) er et svært smittomt virus. Det infiserer planter i gresskarfamilien (Cucurbitaceae). I Norge er CGMMV bare funnet i agurk. Viruset var fraværende i norsk produksjon i over 20 år før et nytt tilfelle ble oppdaget (Blystad 2007). Foto: E.F.



Figur 4. Bakteriesjukdommen (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Poinsettiicola*) på julestjerne (*Euphorbia pulcherrima*) ble nylig påvist for første gang i Norge (Perminow et al. 2011). Bakterien fører til bladflekker og bladfall. Foto: E.F.



Figur 5. Søramerikansk minérflue (*Liriomyza huidobrensis*) kan gjøre stor skade i veksthuskulturer og være vanskelig å bekjempe på grunn av resistens mot plantevernmidler (Johansen 2005). Karanteneskadegjøreren er ikke etablert her i landet fordi alle planter med funn er fjernet. Foto: E.F.



Figur 6. Det fins to arter potetcystenematode (PCN) i Norge; gul (*Globodera rostochiensis*) og hvit (*G. pallida*). Cystene er døde hunner, men de inneholder levende egg som kan klekkes. Nematodene kan da gå på potet og føre til dårlig vekst. Gul PCN er karanteneskadegjørere, reguleres dermed av Matloven og funn må meldes til Mattilsynet. Foto: B. Hammeraas.

## Referanser

- Blystad, D.-R. 2007. Agurkgrønnmosaikkvirus. Bioforsk TEMA 2(5):3s.
- Johansen, N. Svae 2005. Liriomyza - minérfluer. Infoserie om karanteneskadegjørere. 4s.
- Magnusson, C. & Hammeraas, B. 2008. Gul potetcystenematode. Bioforsk TEMA 3(17):4s.
- Perminow, J.I.S., Sletten, A. & Brurberg, M.B. 2011. First report of leaf spot caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *poinsettiicola* on poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) in Norway. Plant Disease 95:1187.
- Talgø, V., Fløistad, E., Ørstad, K., Slørstad, T. & Stensvand, A. 2010. Ny soppsjukdom øydelegg buksbom. Bioforsk TEMA 5(19):4s.
- Toppe, B., Herrero, M. & Stensvand, A. 2008. Aggressiv bladskimmel påvist i lisespringfrø - "Flittig-Lise" Bioforsk TEMA 3(21):4s.

# Bladlusarter og deres naturlige fiender i grønnsakssystemer i Benin

I 2007-2009 ble det foretatt en systematisk kartlegging og identifisering av bladlusarter og deres naturlige fiender i grønnsakssystemer fra 30 produksjonssteder i Benin. 82 % av grønnsakslagene var infisert av bladlus, mens 77 % av ugrasartene var infisert. *Aphis gossypii* Glover ble funnet på 62 % av artene. Nye arter for Vest-Afrika av bladlus og snyltevepser ble funnet i undersøkelsen.

May-Guri Sæthre<sup>1</sup>, Ignace Godonou<sup>2</sup>, Trond Hofsvang<sup>1</sup>, Ghislain T. Tapa-Yotto<sup>1</sup> & Braima James<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Benin

may-guri.saethre@bioforsk.no

## Innledning

Produksjon av grønnsaker er en voksende næring i Benin og Vest-Afrika for øvrig. Produksjonen foregår i økende grad nær eller i urbane strøk for å betjene en stadig økende befolkningstilvekst i byene. Denne produksjonen foregår i svært uformelle former, med liten kunnskap blant dyrkerne om de ulike skadegjørerne, og et økende problem er uvettig bruk av plantevernmidler. Tidligere undersøkelser har pekt på bladlus som et viktig problem i grønnsakproduksjonen. Det ble derfor satt i gang en større undersøkelse for å identifisere og kartlegge hvilke arter av bladlus som opptrer i grønnsaker i de ulike agroøkologiske sonene i Benin, for å undersøke hvilke vertplanter disse artene har (både kulturplanter og ugras), og for å få en oversikt over de viktigste naturlige fiendene av bladlus som opptrer i disse systemene.

## Materiale og metoder

### Lokaliteter

Benin ligger mellom 6° 15' og 12° 25' nord og 0° 45' og 4° 00' øst. Landet har fire agroøkologiske soner definert etter temperatur, nedbørmengde og nedbørmønster gjennom året: Sudan savannah, Guinea savannah, sub-humid savannah, og regnskog. Systematiske undersøkelser ble foretatt ved 30 produksjonssteder fordelt på 13 lokaliteter i perioden august 2007 til juli 2009. Hvert sted ble besøkt 4-6 ganger per år, avhengig av produksjonsmønster.

### Metoder

Ved hvert feltbesøk ble tre grønnsakplot som tilhørte tre ulike dyrkere valgt ut. Fra hvert plot ble tre senger per grønnsak og dyrker tilfeldig valgt ut for inspeksjon. For hver seng ble det igjen plukket ut ti tilfeldige planter for grundig eksaminering av bladlu-

sangrep og naturlige fiender av bladlus. (Til sammen ble 90 planter eksaminert for hver grønnsak ved hvert feltbesøk). I tillegg ble også ugras i eller nær åkeren grundig undersøkt. Prøver av vertplanter, bladlus og naturlige fiender ble registrert og fraktet til laboratoriet for videre arbeid med identifisering.

### Behandling av prøver

Vingede og uvingede individer av bladlus ble lagt i 70 % alkohol, og seinere montert på objektglass (slides). Kolonier av bladlus ble satt til driving for å se etter tegn til parasittisme (snyltevepser) eller sykdom (entomopatogene sopp). Primære parasitter, hyperparasitter (voksne) og predatorer (larver og voksne) ble lagret i 70 % alkohol. Hyfer og sporer av entomopatogene sopp ble montert på objektglass. Et utvalg av prøver fra de ulike organismegruppene (ikke sopp) ble sendt til Natural History Museum, London, for identifisering. Dette materialet ble så brukt som referansemateriale for identifisering av de resterende prøvene.

### Resultater

22 av 29 grønnsakslag var infisert av bladlus (Tabell 1), mens 17 av 22 ugrasarter var infisert. Det ble til sammen funnet seks arter av bladlus. *Aphis gossypii* Glover hadde 62 % av grønnsakslagene som vertplanter, mens *Aphis craccivora* Koch, *Aphis spiraecola* Patch, *Lipahis erysimi* (Kalt.), *Myzus persicae* (Sulzer) og *Toxoptera odinae* (Van de Goot) ble funnet på et begrenset antall hver (3-28 %) (Tabell 1). Ugrasartene *Commelina benghalensis* L. og *Euphorbia hirta* L. var utbredt som alternative vertplanter for bladlus i grønnsakssystemene. De hyppigst forekommende naturlige fiendene var predatorene *Cheilomenes propinqua* (Mulsant), *Cheilomenes sulphurea*

Tabell 1. Bladlusfauna på grønnsaker i Benin

Grønnsaker	Bladlusart	Naturlige fiender		Hyperparasitter på primærparasitter
		Predatorer	Parasitoider	
Afrikansk eggfrukt	<i>Aphis gossypii</i> <i>Lipaphis erysimi</i> <i>Myzus persicae</i>	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Cheilomenes sulphurea</i> <i>Ischiodon aegyptius</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Pachyneuron</i> sp. <i>Syrphophagus africanus</i>
Afrikansk basilikum	<i>Aphis gossypii</i> <i>Aphis</i> sp. <i>Lipaphis erysimi</i>	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Ischiodon aegyptius</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	
Amarant	<i>Aphis craccivora</i> <i>Aphis gossypii</i> <i>Toxoptera odinae</i>	<i>Ischiodon aegyptius</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Syrphophagus africanus</i>
Agurk	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Cheilomenes sulphurea</i> <i>Ischiodon aegyptius</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphanogmus</i> sp. <i>Syrphophagus africanus</i>
Chilipepper	<i>Aphis craccivora</i> <i>Aphis gossypii</i>	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Cheilomenes sulphurea</i>	<i>Aphelinus</i> sp. <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Coccophagus</i> sp. <i>Pachyneuron</i> sp. <i>Syrphophagus africanus</i>
Okra	<i>Aphis craccivora</i> <i>Aphis gossypii</i>	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Cheilomenes sulphurea</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	
Paprika	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Cheilomenes sulphurea</i>	<i>Aphelinus</i> sp. <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Aphanogmus</i> sp. <i>Pachyneuron</i> sp. <i>Syrphophagus africanus</i>
Bete	<i>Lipaphis erysimi</i> <i>Myzus persicae</i>	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Hippodamia variegata</i> <i>Ischiodon aegyptius</i>		
<i>Vernonia</i> sp.	<i>Aphis gossypii</i> <i>Aphis</i> sp.	<i>Cheilomenes propinqua</i> <i>Ischiodon aegyptius</i>	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Pachyneuron</i> sp. <i>Syrphophagus africanus</i>
Hodekål	<i>Aphis gossypii</i> <i>Lipaphis erysimi</i> <i>Myzus persicae</i>	<i>Cheilomenes sulphurea</i> <i>Ischiodon aegyptius</i>		
Squash	<i>Aphis gossypii</i> <i>Lipaphis erysimi</i>		<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Syrphophagus africanus</i>

(Olivier), og *Ischiodon aegyptius* (Wiedemann), den obligate entomopatogene soppen *Neozygites* sp., og de primære bladlusnyltevepsene *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) og *Aphelinus* sp. Den fremmede arten *L. testaceipes* var den dominerende snyltevepsen og ble funnet på alle lokaliteter. Det ble også funnet fem arter av hyperparasitter på parasitterte bladlus, og den vanligste av disse var *Syrphophagus africanus* (Gahan). Dette er første rapport om funn av *L. testaceipes*, *S. africanus* og *A. spiraecola* fra Vest-Afrika. Basert på data fra undersøkelsen er de trofiske samspillene mellom vertplanter, bladlusarter

og komplekset av naturlige fiender presentert. Det er produsert utbredelseskart for alle bladlusartene samt for de viktigste naturlige fiendene. Resultatene gir den basiskunnskapen på organismenivå som er nødvendig for å kunne utvikle et bærekraftig program for integrert plantevern (IPM) i grønnsaker.

## Referanser

Sæthre, M.-G., Godonou, I., Hofsvang, T., Tapa-Yotto, G.T. & James, B. 2011. Aphids and their natural enemies in vegetable agroecosystems in Benin. *International Journal of Tropical Insect Science* 31: 103-117. doi:10.1017/S1742758411000191.

# Banansnutebillas migrasjonsevne

Forsøk med merking og gjenfangst ble gjennomført for å undersøke banansnutebillas kapasitet og evne til migrasjon, mulige forskjeller mellom kjønn, og effekt av to felletyper. Resultatene viser at billa kan vandre lengre enn tidligere antatt. Dette er viktig informasjon for dyrkere når nye frukthager med friskt plantemateriale skal anlegges. Da må avstand til eldre, infiserte hager vurderes nøye.

Ole Tobias Rannestad<sup>1,2</sup>, May-Guri Sæthre<sup>1</sup> & Amon P. Maerere<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania  
may-guri.saethre@bioforsk.no

## Innledning

Banansnutebilla *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) skaper betydelige problemer for banandyrkere over store deler av verden. Arten er svært spesifikk og angriper kun planter i slekten *Musa*. De voksne billene er om lag 11 mm lange, glinsende, mørkebrune eller gråsvarte. De er frittlevende, men observeres sjelden da de er nattaktive og gjemmer seg under strø og organisk materiale i åkeren. De voksne lever av delvis nedbrutte rester og avfall av planter som ligger i åkeren, og tiltrekkes av lukten fra friskt og delvis nedbrutt vev fra bananplanter. Eggene plasseres enkeltvis i hulrom som graves ut i rotsystemet og nedre del av stengel hos vertplanten.



Figur 1. Banansnutebille. Foto: A. Staverløkk.

Larvene lager tunneler som påvirker plantens evne til å ta opp næring og vann, noe som igjen fører til nedsett vekst, færre rotskudd, utsatt blomstring, samt ustabile planter som lett velter eller brekker. Dette, kombinert med andre problemer har medført at levetiden til åkrene er kraftig redusert. Mest utsatt er

likevel nyplantinger der dårlig etablering eller total-skade forekommer. Banansnutebilla har lav fekunditet og produserer derfor relativt få avkom, men lever i 1-2 år og opptil fire år er rapportert. Bestanden av snutebiller bygger seg derfor opp over tid og det kan ta forholdsvis lang tid før skadene blir synlige.

Til tross for at de voksne billene har fullt utviklete flygevinger, har de aldri vært observert flygende. Spredning skjer hovedsakelig passivt ved flytting av infisert plantemateriale. Det er begrenset informasjon om billenes evne til aktiv spredning. Noe data er publisert på billenes vandring inne i åkeren, mens det mangler viten om deres evne til å migrere og i hvilken grad de invaderer nærliggende plantinger ved egenspredning dersom det innebærer at de må krysse områder som ikke inneholder vertplanter.

Forsøk ble derfor designet for å (i): øke vår kunnskap om billenes evne til migrasjon i habitat uten vertplanter, for å kunne gi dyrkere råd om hvor langt unna smittet åker ny åker bør etableres; (ii) undersøke mulige forskjeller mellom hunner og hanner i migrasjonsevne; og (iii) vurdere forskjeller i tiltrekning mellom feromoner og vev fra bananplanten i et habitat fritt for bananplanter, da det er de åtene som er kjent å være attraktive for billene.

## Materiale og metoder

Migrasjonsforsøkene ble utført ved Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania, i tre sirkelformede plot med en radius på 70 m. Feltene bestod av ulike planteslag som mango *Mangifera indica* L., og/eller sitrus *Citrus* spp., samt diverse grasarter som *Brachiaria brizantha* (Hochst.), *Panicum maximum*



Figur 2. Merking av banansnutebiller. Foto: O. T. Rannestad.

(Jacq.), *Cynodon dactylon* L. og *Digitaria* spp. Forsøkene foregikk fra august til desember 2008.

#### Forsøk 1

To ulike åter ble brukt. Det ene var deler av stammen på bananplanta, og det andre var det kommersielt produserte aggregasjonsferomonet sordidin. Åtet ble plassert midt i feltet. Deretter ble det markert fire punkter i en sirkel for hver av avstandene 5, 10, 20, 40 og 70 m fra åtet. 1200 biller ble fanget og merket på elytra (dekkvingen) på fem ulike måter. Hvert merke korresponderte med avstand fra åtet der billene skulle slippes. Merket ble lagd ved å bore et lite søkk i elytra ved hjelp av en elektrisk hobbydrill. Seint på ettermiddagen ble 10 merkede biller sluppet ved hvert av de tilsammen 20 utslippspunktene i hver av de tre feltene (gjentak). Åtene ble sjekket for gjenfangst av merkede biller hver morgen i 30 dager.

#### Forsøk 2

Ved to av feromonforsøkene ble billene kjønnsbestemt før de ble merket på samme måte som ovenfor og sluppet ut ved de respektive utslippsstedene. I hvert av gjentakene ble det sluppet 100 hunner og

100 hanner. Fellene ble sjekket hver morgen i 40 dager og gjenfangede biller kjønnsbestemt.

#### Resultater

Analyse av dataene (binær logistisk regresjon) viste at både avstand fra åte, samt samspill mellom avstand og åte hadde signifikant effekt på antall biller som ble gjenfanget. De to åtene hadde lik tiltrekning i en avstand på 0-10 m, mens feromonfellen var mer attraktiv fra 10-100 m. Det ble ikke gjenfanget noen biller fra 40 eller 70 m i åtet som bestod av plante-materiale, mens det ble gjenfanget biller fra begge disse avstandene i feromonfellene.

Videre hadde avstand, åte, samt samspill mellom avstand og åte signifikant effekt på tida som gikk fra billene ble sluppet på de ulike punktene og til gjenfangst (regresjon med livsdata). Mønsteret i billenes vandring var ikke konsistent, da noen biller brukte svært kort tid fra de lengste avstandene, mens andre brukte svært lang tid fra de korteste avstandene.

Det ble ikke funnet forskjeller mellom hunners og hanners evne til migrasjon eller i forhold til tida de

brukte fra utslippsstedet til gjenfangst i feromonfelle.

Resultatene viser at banansnutebilla har et større migrasjonspotensial enn det som tidligere er beskrevet for arten både med hensyn på avstand og hurtighet. Dette er også den første undersøkelsen som har vist at billa kan krysse lengre avstander i habitat som er uten vertplanter basert på tiltrekning av lukter fra plantemateriale eller kunstige feromoner. Dette er nyttig kunnskap for dyrkere å ta i betraktning når nye frukthager med friskt plantemateriale skal anlegges, slik at avstand til eldre, infiserte hager vurderes nøye.

## Referanser

Rannestad, O.T, Sæthre, M.-G. & Maerere, A.P. 2011.

Migration potential of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*. *Agricultural and Forest Entomology* 13: 405-412. doi:10.1111/j.1461-9563.2011.00535.x.

# *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), an alien species to Benin (West Africa)

The solitary parasitic wasp *Lysiphlebus testaceipes*, is a species native to North America. The species has a broad aphid host range and has been accidentally spread or introduced as a biocontrol agent to many regions of the world. In Benin, *L. testaceipes* is a newly found species, and it is the dominating primary parasitoid of aphids on vegetables.

Ghislain T. Tepa-Yotto<sup>1</sup>, Trond Hofsvang<sup>1</sup>, Ignace Godonou<sup>2</sup> & May-Guri Sæthre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>International Institute of Tropical Agriculture (IITA) Benin  
may-guri.saethre@bioforsk.no

The solitary parasitic wasp *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) is a native nearctic species and a typical species of the North American prairies faunistic complex of aphidiids. It is distributed throughout USA, in Mexico, and in Canada. *L. testaceipes* is very common throughout temperate North America, and its distribution extends far into Neotropical America. The species has a broad aphid host range including several genera of various host groups and has been accidentally spread or introduced as a biocontrol agent to many regions of the world. In Benin (West Africa), *L. testaceipes* is an alien newly found species, and is the dominating primary parasitoid of aphids on vegetables. There is

no documentation informing about how and when *L. testaceipes* spread or was introduced to the country. The main host of the wasp is *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). The African countries where the parasitoid in question was reported are Algeria, Tunisia, Burundi, Kenya and South Africa. It looks like *L. testaceipes* has subsequently expanded to the Northern borders of Africa (as in Algeria and Tunisia) from the European Mediterranean coastal areas where it was introduced in Southern France in 1973-74. No record of the parasitoid is known from one of the neighboring countries to Benin. The pre-history of *L. testaceipes* in Benin and West Africa is then unknown, but its success of establishment in the region is now proven.



Figure 1. Known distribution of *Lysiphlebus testaceipes*.

# Håndbok om skadegjørere i juletefelt

Dyrking av juletrær har økt mye i omfang i Norge de to siste ti-årene. En økende andel av juletrærne som høstes i Norge kommer fra egne dyrkingsfelt. Det gir mulighet for tett oppfølging med nødvendige dyrkingsmessige tiltak for å oppnå best mulig kvalitet og derved et høyt juletreutbytte.

Inger Sundheim Fløistad & Venche Talgø  
Bioforsk  
inger.floistad@bioforsk.no

## Forskningssamarbeid

Bioforsk har gjennom en årrekke vært involvert i forskjellige prosjekter relatert til dyrking av juletrær og pyntegrønt. Prosjektene har vært utviklet og gjennomført i tett samarbeid med veiledningstjenesten for juletre dyrkerne. Utveksling av kunnskap med utenlandske forskerkolleger har også vært viktig for kontinuerlig videreutvikling av kunnskapen om juletre dyrking. I 2010 startet vi opp et nytt prosjekt med tittelen «Integrert tilnærming til hovedproblemene innen sjukdommer og ugras i en norsk juletre-

produksjon i stadig utvikling» (An integrated approach to major disease and weed problems in an expanding Norwegian Christmas tree industry). Prosjektet er finansiert av Norges Forskningsråd, i samarbeid med Skogtiltaksfondet, Norsk Juletreservice AS, Washington State University og København Universitet. Den overordnede målsettingen med prosjektet er kunnskap, basert på integrert plantevern, for å kunne produsere juletre av høy kvalitet både for det norske markedet og for eksport.



Figur 1. Juletefelt på Nord-Hidle i Rogaland. Foto: Inger Sundheim Fløistad.



## Sykdommer

Hovedfokus i prosjektet vil bli på soppen *Sydowia polyspora* (tidligere kalt *Kabatina abietis*) som forårsaker flekker på årsnåler (Current Season Needle Necrosis/CSNN) og døde skudd (Sclerophoma-skade). Soppen er frøoverført, så målet er å produsere reine småplanter ved bruk av smittefritt frø.

Kongler og frø skal undersøkes for sopp både i Norge og USA, og samtidig vil biologi og epidemiologi til soppen bli studert i begge landene. I tillegg vil rotproblemer på grunn av *Phytophthora* spp., og brunt bar inni fjelledelgran på grunn av *Phaeocryptopus nudus*, bli studert gjennom kartlegging, smitteforsøk og feltforsøk i Norge.

## Ugras

Ugras påvirker også forekomst og spredning av sopper gjennom redusert luftbevegelse, vertsveksling og konkurranse med ugraset om lys, vann og næring. Derfor vil en integrert del av prosjektet være utarbeiding av

strategier for ugraskontroll. På grunn av store nedbørmengder, erosjon og ofte mangel på frost under høsting i den delen av landet hvor hovedproduksjonen av juletrær forgår, er et lavt og ikke-konkurrerende vegetasjonsdekke ønskelig.

## Utarbeiding av håndbok

Gjennom et langvarig arbeid med spørsmål knytta til profesjonell dyrking av juletrær, har vi opparbeidet mye kunnskap om symptomer og skader forårsaket av sopp, insekter og andre skadegjørere, samt ugrasproblematikk. Kjennskap til skadegjørerne og deres biologi er en sentral del av en integrert plantevernstrategi. Derfor vil vi gjennom prosjektet systematisere bildemateriale og informasjon om de viktigste skadegjørerne, og gjøre dette tilgjengelig for juletreprodusentene og andre interesserte i form av en håndbok.

# Juletreproduksjon av gran

Stadig fleire vel edelgran som juletre, men vanlig gran har framleis ein viktig posisjon i mange norske heimar til jul. Spesielt på Austlandet og i Trøndelag vert det framleis dyrka mykje gran til juletre, medan produksjonen på Vestlandet er meir dominert av edelgran. Vi tek her for oss nokre utfordringar som omhandlar juletreproduksjon av gran.

Inger Sundheim Fløistad & Venche Talgø  
Bioforsk  
inger.floistad@bioforsk.no

I tillegg til vanleg gran (*Picea abies*), vert det i avgrensa omfang dyrka serbergran (*Picea omorika*) og engelmansgran (*Picea engelmannii*) for juletre-marknaden i Norge. I prognosar frå Norsk Pyntegrønt (Strategisk plan for pyntegrøntnæringa 2009-2014) reknar ein med at plantetalet for vanleg gran til juletre vil halda seg stabilt på vel 300 000 planter per år. Produksjonsauken i juletrenæringa skjer for tida innan edelgran, der det i strategiperioden er forventa ei dobling i årlig plantetal, frå om lag 500 000 til 1 million. Når vanleg gran vert produsert i plantasjar for ein profesjonell juletre-marknad, vert det stilt store kvalitetskrav til det ferdige treet. Produksjonen må fylgjast tett opp for å oppnå godt utbyte og det kan vere mange utfordringar på vegen.

## Val av plantemateriale

Ved Norsk institutt for skog og landskap har det vore jobba mykje med å finne fram til veileigna prove-niensar av vanleg gran som gir høgt juletreutbyte (Nyeggen *et al.* 2006). Ved å ta i bruk forsøksresulta og etterspørja småplanter med rett opphav, aukar potensialet for eit godt utbyte i feltet. Småplanter av vanleg gran for juletre dyrking vert i hovudsak produsert som 2-årige pluggplanter i skogplanteskular i Norge. Ved god planlegging bør det vera mogeleg å tinga planter frå dei frøpartia ein ynskjer. I tillegg til rett opphav må sjølvstekt småplantene vera av god kvalitet. Friske småplanter med optimal næringsstatus gir et godt utgangspunkt. Dersom plantene skal setjast ut på eller nær lokalitetar der det tidlegare har vokse gran må plantene behandlast med eit insektmiddel mot gransnutebille for å unngå store tap. Andre insekt kan også gjera skade i granplantingar, men vi omtalar ikkje skadedyr nærare her.

## Dyrkingsfasen

Ugras vil alltid etablera seg i fleirårige kulturar. For å avgrensa problema mest mogeleg bør felt brak-kast før planting. I perioden før etablering, kan ein utan risiko for skadar bruka vesentleg høgare dosar glyfosat enn etter planting. Les etiketten på prepa-ratet nøye og doser ugrasmiddelet med utgangspunkt i kjente problemarter i feltet. Dersom lauvoppslag vert kapp ned, bør stubbe-behandling gjennomførast for å unngå livskraftige rot- og stubbeskot.

Ugras i juletrefelt er skjemmande og kan skapa ekstra arbeid dersom det er mykje tørt gras oppover stammen når treet skal seljast, men ugrasjobben er kanskje mest viktig som førebyggjande tiltak mot skadegjerarar. Tett vegetasjon rundt stammen og nedre del av krona gir gode vilkår for både skadedyr og sopp. Det fører til seinare opptørking etter regn-vær og doggfall, og dette fuktige miljøet gir ideelle tilhøve for utvikling av sjukdomar.

## Soppsjukdomar i juletrefelt

Det er mange soppsjukdomar som går på gran både under oppal og etter utplanting (Talgø & Fløistad 2011). Her omtalar vi berre dei som gjer størst skade på nåler og skot.

*Rhizosphaera kalkhoffii* er ein såkalla nålefallsopp. Vi har registrert denne soppen på vanleg gran og engelmannsgran, i tillegg til ei rad ulike artar av edelgran (*Abies* spp.). Soppen drep nåler og skot og heile greiner kan dauda. Dersom det gjennom fleire vekstsesongar på rad er gunstige tilhøve for soppen (fuktig og relativt varmt), kan unge tre gå ut. Nålefallet kan førekoma over heile planta, men startar som regel på

dei nedste greinkransane. Seint om hausten eller tidleg neste vår kan ein med ei god handlupe sjå svarte prikkar (sporehus) som ligg i rader på brune nåler (Figur 1A). Dei brune nålene kan verta hengjande på trea lenge og dei utgjer dermed ein sterk smittefare.

Granrust (*Chrysomyxa abietis*) er funnen på vanleg gran i juletefelfelt, men også sitkagran (*P. sitchensis*), kvitgran (*P. glauca*), blågran (*P. pungens*) og andre granartar kan verta angripne. Typisk for rustsoppene er at dei kan ha opp til fem ulike sporestadium. Dei fleste har vertskifte, men vanleg granrustsopp har ikkje vertskifte. Om våren når dei nye nålene byrjar å veksa, kan dei verta smitta frå nåler som vart infiserte året før. Symptoma kjem fram i juli. Fyrst som små, gulaktige flekkar, seinare vert det større flekkar eller tverrband. Ved sterke angrep kan nålene verta heilt gule. Våren etter sprekk nålene på langs i overhuda, og eit gulbrunt, voksaktig sporelag kjem då til syne (Figur 1B). Desse sporane er berre i stand til å smitta nye, mjuke nåler med tynn overhud. Været i denne perioden avgjer kor sterke angrepa vert. Sporane må ha tilgang på råme for å spira. Angrep fører til misfarga bar og nålefall.

Sclerophoma-skade skuldast soppen *Sydowia polyspora* (Talgø *et al.* 2011). Vi har funne skade av denne soppa på gran og edelgran både på Aust- og Vestlandet. Ved svake angrep daudar einskilde nåler, men ofte ser vi at heile skot visnar (Figur 1C). Symptoma minner om det ein ser etter frostskaade under skyting om våren. På daude nåler og skot veks det fram tett med mørke, små sporehus.

Granbarstripesopp (*Lirula macrospora*) vert omtala som ein skadegjerar som hovudsakleg angrip enkelt-nåler på 10-40 år gamle tre, men vi har ofte sett store skadar av denne soppa på yngre tre i juletefelfelt, både på vanleg gran og serbergran. Soppa er vanleg i Sør-Noreg, men han er også funnen i Nordland. Soppa infiserer nye nåler like etter at knoppene bryt om våren. Symptoma kjem til syne utpå hausten. Dei sjuke nålene vert lysgule til raudbrune. Seinare vert dei lysbrune og får eit markert, svart band ved basis av nålene. Det svarte bandet/ringen ved nålebasis vert danna fordi det vert opphoping av fenolstoff.

Denne ringen vert danna der nålene til vanleg losnar frå kvista, men fenolstoffa hindrar nålene i å falla av. Angripne nåler vert hengjande på trea i 2-3 år, og soppa kan difor lett smitta over på nye nåler. Soppa dannar sporehus som framtrer som svarte, skinande svellingar på nålene. Svellingane er på 2-8 mm og ligg som langstrakte, svarte "pølser" langs nålene (Figur 1D). Bortsett frå litt redusert vekst er angrep av granbarstripesopp sjeldan alvorleg på skogstre, men det er ingen toleranse for brune nåler på juletre.

## Referansar

- Nyeggen, H. J., Skage, J.O. & Østgård, Å. 2006. Er gran frå nordlege strok og frå høgtliggjande skog eigna til jule-tredyrking i låglandet i Sør-Norge? Forskning fra Skog og landskap 02/2006:16 s.
- Strategisk plan for pyntegrøntnæringen 2009-2014.
- Talgø, V., Dobson, A., Slørstad, T., Brurberg M.B. & Stensvand, A. 2011. *Sclerophoma*-skade på juletre. Nåledrys 75/11:28-30.
- Talgø, V. & Fløistad, I.S. 2011. Produksjon av gran til juletre. Nåledrys 77/11:23-26.



Figur 1. Soppangrep på nåler og skot av vanleg gran (*Picea abies*); svarte, små sporehus av nålefallsoppa *Rhizosphaera kalkhoffii* i spalteopningane (A), gul sporemasse av granrust (*Chrysomyxa abietis*) (B), årsskot med *Sclerophoma*-skade (*Sydowia polyspora*) (C) og avlange, svarte sporehus av granbarstripesoppa (*Lirula macrospora*) (D). Foto: Erling Fløistad.

# Beising mot frøoverførte sopper på juletrær

Norsk juletreproduksjon har de siste årene hatt stor vekst, og det har spesielt blitt satset på edelgran (*Abies* spp.). Dette har ført til uforutsette sykdomsproblemer. Blant annet gjør soppen *Sydowia polyspora*, som også har vist seg å være frøoverført, stor skade. Vi har i den forbindelse forsøkt å finne effektive metoder for å eliminere frøsmitten samtidig som spireevnen opprettholdes.

Eleonora Høst<sup>1</sup>, Venche Talgø<sup>2</sup>, Guro Brodal<sup>2</sup>, Heidi Røsok Bye<sup>3</sup> & Arne Stensvand<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitetet for Miljø og Biovitenskap, <sup>2</sup>Bioforsk, <sup>3</sup>Skogfrøverket  
eleonora.rorstad@student.umb.no

## Innledning

Edelgranfelt til juletreproduksjon ligger i de beste klimatiske delene av landet, da de fleste artene er tilpasset et mildt klima. Dette milde og ofte fuktige klimaet skaper også gode forutsetninger for ulike plantepatogene sopper. *Sydowia polyspora* er funnet på ulike arter av bartrær, og den ødelegger nåler ("current season needle necrosis"/CSNN) og skudd (Sclerophoma-skade) (Talgø et al. 2010b). CSNN har blitt observert på flere edelgranarter i Europa og USA. Symptomene viser seg som klorotiske flekker/bånd på årsnålene. Begrepet Sclerophoma-skade blir brukt når soppen fører til døde årsskudd. *S. polyspora* er beskrevet som en sekundær sopp som invaderer verten etter skade (Harrison et al. 2009). Det er også vist at soppen kan leve som en endofytt (Müller et al. 2001), og at den kan være frøoverført (Talgø et al. 2010a). Det er viktig at frø- og plantematerialet er fritt for denne skadegjøreren for å redusere skadene i felt. Målet med dette arbeidet var derfor å finne frem til et godt beisemiddel mot *S. polyspora* og andre frøoverførte sopper uten å ødelegge spireevnen til frøene.

## Materialer og metoder

Vi testet frøparti av to ulike bartrearter som vi viste fra tidligere forsøk inneholdt mye *S. polyspora*; alpefuru (*Pinus mugo* var. *rotundata*) og nobeledelgran (*Abies procera*). Frøene ble dyppet i (beiset med) ulike midler; overflatebehandling (10 sek. i 70 % etanol pluss 90 sek. i 0,5 % NaOCl), eddiksyre (15 %), Signum (0,36 gram per 100 gram frø, Signum består av fungicidene boskalid og pyraklostrobin), Mycostop (dosering 0,8 gram per 100 gram frø, Mycostop består av det biologiske preparatet *Streptomyces griseovirides*) og ulike konsentrasjoner av timianolje (ekstrahert fra *Thymus vulgaris*). I tillegg var det et kontrol-

ledd der frøene ikke fikk noen form for behandling. Etter behandlingene ble frøene (200 stk. per behandling) levert til Kimen Såvarelaboratorium for utlegging på agar (PDA). Registreringer ble utført etter en ukes inkubering (12 timer NUV-lys, 12 timer mørke, 21 °C) ved hjelp av mikroskopering av morfologiske trekk.

Resten av de beisede frøene (200 stk. per behandling) ble sendt til spiretesting ved Skogfrøverket på Hamar, der de ble lagt på spirebord med konstant tilgang på vann, og gjennomsiktige glassklokker over for å bevare fuktigheten. Termostat og daglengde var satt til 28 °C i 8 timers dag og 20 °C i 16 timers natt. Nobeledelgranfrøene måtte først kaldstratifiseres (21 dager fuktig, mørkt og 4-5 °C) for å oppheve frøhvilen. Etter 28 dager ble spiretesten avsluttet, og spireprosent ble regnet ut.

Et isolat av *S. polyspora* fra nobeledelgran (Figur 1, venstre) ble brukt til å smitte unge skudd av fjelledelgran (*A. lasiocarpa*) og nordmannsedelgran (*A. nordmanniana*) ved hjelp av 3 ulike metoder; i) pensling av sporesuspensjon på helt unge skudd, ii) pensling av sporesuspensjon på helt unge skudd etter såring ved å fjerne et knippe nåler på skuddene og iii) kartnåler med sporemasse og mycel stukket inn like under toppknopper som var i ferd med å bryte.

## Resultater og diskusjon

Beisemetodene ga veldig ulike resultater. Det vokste frem mange forskjellige sopper (totalt 23 slekter), men her rapporteres bare *S. polyspora*.

Tabell 1 viser prosent frø av nobeledelgran og alpefuru som var infisert med *S. polyspora*, og spireprosenten til frøene i de ulike behandlingene. Resulta-



Figur 1. Frø av nobeledelgran (*Abies procera*) infisert med *Sydowia polyspora* (venstre). Soppens hyfer vokste ut fra frøet, spredde seg på agaren (mørke ringer) og sporulerte (beige, fuktig belegg). Bildet ble tatt en uke etter at frøene ble lagt på agar. Bildet til høyre viser døde toppskudd av fjelledelgran (*A. lasiocarpa*) 11 uker etter at de ble inokulert med kartnåler som var infisert med *S. polyspora*. Foto: Eleonora Høst.

tene fra frøbeisingen viste høy andel *S. polyspora* for begge bartreartene både for den ubehandlede kontrollen og frø behandlet med Mycostop. De var signifikant forskjellige fra de andre behandlingene. Timianolje 5 % tok livet av nobeledelgranfrøene. Derfor ble konsentrasjonene redusert til 1 og 2,5 % til behandling av furufrøene. Bare ved sistnevnte konsentrasjon av timianolje ble det funnet litt *S. polyspora*, og spireprosenten økte med synkende konsentrasjon. Eddiksyre hadde også en lav andel infiserte frø, samtidig som spireprosenten hos de to frøartene ble lite påvirket.

Signum hadde best effekt mot *S. polyspora*, samtidig som frøene behold god spireevne, og er derfor den beisetmetoden vi utfra disse forsøkene vil anbefale. Fjelledelgran smittet med kartnålmetoden viste tydeligst symptomer (Figur 1 høyre), og *S. polyspora* var lett å reisolere.

Ulike bokstaver bak tallene i hver av kolonnene indikerer at de er signifikant forskjellige på 5 % nivå (- = ikke testet ved denne konsentrasjonen).

### Referanser

- Harrison, K.J. 2009. Forest disease records on eastern white pine in Atlantic Canada: 1950 to 1996. *Forestry Chronicle* 85:604-608.
- Muller, M.M., Valjakka, R., Suokko, A. & Hantula, J. 2001. Diversity of endophytic fungi of single Norway spruce needles and their role as pioneer decomposers. *Molecular Ecology* 10:1801-1810.
- Talgø, V., Brodal, G., Klemsdal, S.S. & Stensvand, A. 2010a. Seed borne fungi on *Abies* spp. *Seed Science and Technology* 38:477-493.
- Talgø, V., Chastagner, G., Thomsen, I. M., Cech, T., Riley, K., Lange, K., Klemsdal, S.S. & Stensvand, A. 2010b. *Sydowia polyspora* associated with current season needle necrosis (CSNN) on true fir (*Abies* spp.). *Fungal Biology* 114:545-554.

Tabell 1. Prosent frø infisert med *Sydowia polyspora* og spireprosent hos nobeledelgran (*Abies procera*) og alpefuru (*Pinus mugo* var. *rotundata*)

Behandling:	<i>Sydowia</i> edelgran	Spire % edelgran	<i>Sydowia</i> furu	Spire % furu
Kontroll	76 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	97,5 <sup>a</sup>
Overflatebeh.	50 <sup>b</sup>	23 <sup>b</sup>	13 <sup>b</sup>	96 <sup>a</sup>
Eddiksyre	19 <sup>c</sup>	39,5 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	95,5 <sup>a</sup>
Signum	0,5 <sup>d</sup>	45,5 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	95 <sup>a</sup>
Mycostop	80 <sup>a</sup>	37 <sup>ab</sup>	62,5 <sup>a</sup>	95,5 <sup>a</sup>
Timianolje 1 %	-	-	1 <sup>c</sup>	67 <sup>b</sup>
Timianolje 2,5 %	-	-	0 <sup>c</sup>	40 <sup>c</sup>
Timianolje 5 %	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	-	-

# Developing precision crop protection in wheat

**“Multisensory Precision Agriculture - improving yields and reducing environmental impact” (2011-2015) is a NFR-funded interdisciplinary research project. Site-specific N fertilization, N<sub>2</sub>O-flux measurements, precision crop protection, and their interactions are included. The precision crop protection part focuses on perennial weeds and fungal diseases in wheat.**

Therese W. Berge & Andrea Ficke  
Bioforsk  
therese.berge@bioforsk.no

## Introduction

Precision crop protection aligns pest management measures (e.g. pesticides) with the spatial and temporal weed and pest situation in the field. Once detected in the field, a targeted control measure (herbicide, mechanical weeding, fungicide) can be applied to halt further spread without wasting valuable resources. The patchy distribution of weeds motivates site-specific, precise chemical and mechanical weed management. Fungal diseases are distributed over the field, depending on their primary inoculum and life cycle, with new disease pockets often appearing during the season. The very nature of fungal disease spread mandates early, pre-symptomatic detection, due to its rapid spread by microscopic spores as soon as sporulation occurs and symptoms become visible, changing the spatial distribution. The main obstacle for implementing precision crop protection is the lack of robust, rapid field methods for weed detection and early fungal disease detection. The focus of our work is to address this challenge by developing robust machine vision for perennial weed detection and highly

specific sensors for early pathogen detection in the field to develop map based and real-time site-specific pest management. We suggest that precision crop protection will be an important tool in integrated pest management (IPM) as the technology is rapidly developing and equipment becomes more widely available.

## Material and methods

### Weeds

An imaging method mimicking a tractor (harvester)-mounted camera sampling perspective low resolution images was established by the project partner Adigo AS (Figure 1). A RGB camera (Nikon Coolpix P7000) was mounted on a pole (ca. 3 m above ground), connected to a portable computer, high precision (+/- 10 cm) GPS, and an IMU (inertial measurement unit) encompassing magnetometer, accelerometer and gyro. In 2011, images were collected in one organic (field 1) and two conventional (fields 2 and 3) spring wheat fields.



Figure 1. Left image: Camera set-up. Photo: T.W.Berge. Right image: Captured perspective view image (plot no. 5, field 1) at harvest time (September 1st). White balls delimit the 8.0 × 8.0 m plot. Photo: Steve Goldberg.

As a compromise between image quality and imaging frequency, we chose  $8.0 \times 8.0$  m plots to be the region of interest. We started to establish datasets of ground truth, and the  $8.0 \times 8.0$  m plots were assessed visually by two experienced observers from the same view angle as the camera. Six variables per weed species present were estimated. An automatic geometric transformation routine translating the perspective image into the xy-plane was developed by Adigo (cf. Figure 2). This is a prerequisite for image based weed and weed management maps. Images were taken at three different management operations: i) summer/late fungicide application, ii) harvest, and iii) glyphosate stubble application.

### Fungal diseases

Fungal pathogens are too small to detect in the field before they develop disease symptoms and start sporulating. By the time new spores are produced, the inoculum can be quickly spread to new host tissue, rendering fungicide application to symptomatic host plants obsolete. However, fungi (as all living organism) produce species-specific volatile organic compounds (VOC) during their development. These compounds can be identified and recognized, given they are produced in amounts above the detection limit of the used equipment. FTIR (Fournier transformed Infrared light) spectrometry allows us to detect minimal amounts of VOCs in the air, once we have identified the VOC profiles for the pathogen species found in the field. During this project, we have focused on identifying VOC profiles for different *Fusarium* spp (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poa*) and leaf blotch diseases (*Stagonospora nodorum*, *Septoria tritici* and *Drechslera tritici-repentis*) in pure culture. We used 7 day old colonies on PDA agar, sampled VOCs for 24 hrs in a glass chamber (Figure 3), using a Super Q filter, eluted with hexane and identified the compounds with GC/MS. VOC profiles of wheat powdery mildew (*Blumeria graminis*) have only been investigated on living wheat seedlings as the pathogen does only grow on living tissue (Figure 4).

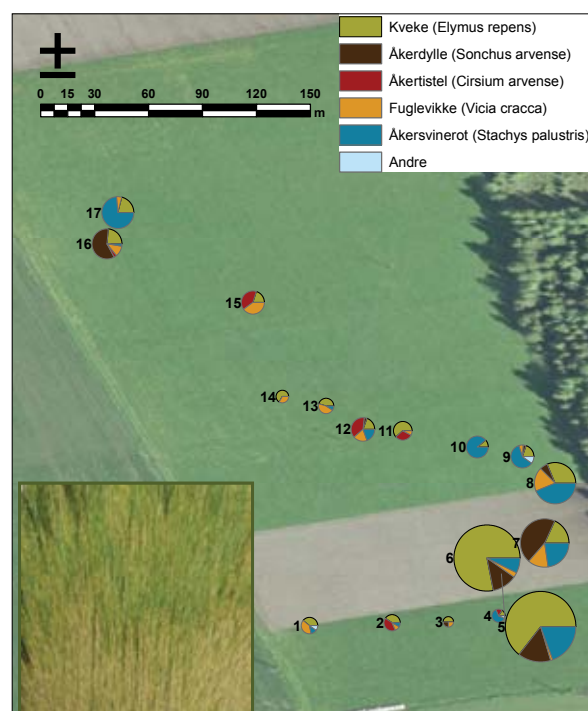


Figure 2. Result of manual weed assessment in summer (August 12th 2011) in organic spring wheat (field 1). The size of circles is proportional with the total cover of weeds in the plot ( $8.0 \times 8.0$  m). The size of the sectors shows the relative abundance of the weed species. Labels are the plot id numbers. The inserted image (August 11th) is automatically transformed to the xy-plane and cropped to the  $8.0 \times 8.0$  m area of plot no. 5. Photo: Steve Goldberg.

## Results

### Weeds

The spatial variability in total infestation level and the weed species composition was high in summer (August 12th) in field 1. The total weed cover per plot varied from <2 to 73 % (Figure 2). Inserted in figure 2 is a geometrically transformed image captured the day before (August 11th). In the stubble (October 7), the perennial grass *Elymus repens* was important, besides the annual grass, *Poa annua*, and volunteer wheat (results not shown). The total weed infestation level per plot varied from <1 to 18.2 % in the stubble. The correlation between summer and stubble observations of *E. repens* in terms of  $m^2$  was high (Pearson = 0.81-0.89 depending on observer).



Figure 3. VOC collection of *S. nodurum* cultures in glass chambers. Photo: A. Ficke.



Figure 4. VOC collection of wheat plants inoculated with *B. graminis* in glass chamber. Photo: A. Ficke.

### Fungal diseases

We have identified stable VOC profiles that distinguish clearly between the *Fusarium* group (1-Octen-3-OH and Mesitylene), the *Septoria/Stagonospora* group (3-Methyl Butanol, Mellein, and 6-Methyl-5-Hepten) in pure culture based on the identity of the compounds produced. Production of a stable species specific VOC has not been identified for *D. tritici-repentis* yet. Quantification of selected VOCs will increase specificity and allow us to establish species-specific VOC profiles. Analysis of powdery mildew VOCs from whole wheat plants is still ongoing.

### Conclusion

We expect the image-based discrimination between *E. repens*, *P. annua* and volunteer wheat in the stubble images to be challenging (for real-time site-

specific weed management). For the summer images, we expect the flower colour to be of importance in the weed species discrimination. In the map-based approach, we expect the use of several images during growing season will improve weed species recognition.

For practical purposes, identification of the plant pathogen at the genus level is sufficient, as application of fungicides is targeting usually the entire genus and does not need species identification. However, as the VOC profiles for *Septoria/Stagonospora* and *Fusarium* groups are likely to change with food sources and stress levels, we need to verify sufficient (above detection limit in the field) production of the VOCs identified in pure culture with VOCs produced on seedlings and adult plants inoculated with the different pathogen groups.



# Forskning for bærekraftig bruk av plantevernmidler i norsk landbruk

Det er et mål om økt matproduksjon i norsk jordbruk i takt med befolkningsveksten, mens miljøutfordringer krever en mest mulig miljøvennlig produksjonsmåte tilpassa norske forhold. *Bærekraftig bruk av plantevernmidler* er viktig for å sikre minst mulig tap av plantevernmidler til miljøet, helse- og helsesisiko for bonden som sprøyter og rester av plantevernmidler i maten.

Ole Martin Eklo, Marit Almvik, Randi Bolli, Marianne Stenrød & Kirsten Tørresen  
Bioforsk  
olemartin.eklo@bioforsk.no

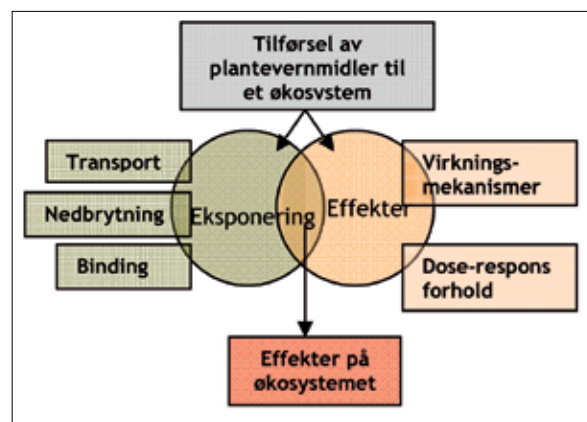
## Bakgrunn

Bærekraftig bruk av plantevernmidler er en svært viktig del av et bærekraftig landbruk. Dette er i de senere år aktualisert gjennom nytt plantevernmiddelregelverk innafor EU. EUs rammedirektiv for bærekraftig bruk av pesticider fokuserer bl.a. på bevisstgjøring av allmenheten om helse- og miljørisiko, tiltak for å beskytte vannveier og drikkevann ved å hindre avrenning fra jordbruksarealer mm, gode rutiner for sikker håndtering av plantevernmidler, overgang til integrert plantevern og bruk av kjemiske plantevernmidler med lavest mulig helse- og miljørisiko, samt indikatorer og modeller for å rapportere trender for utvikling av risiko for helse og miljø. Føringene i dette direktivet med tilhørende forordninger forventes også å bli gjeldende i Norge, og Landbruks- og Matdepartementet og Mattilsynet signaliserer høring av ny plantevernmiddelforskrift i 2012. Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014) er med på å forsterke fokuset på bærekraftig jordbruksdrift, og gjør det mulig å belyse spesielle problemstillinger ved håndtering, bruk og spredning av plantevernmidler i miljøet under norske klimaforhold.

Ved Bioforsk Plantehelse forsker vi, i samarbeid med andre institusjoner, på spredning av plantevernmidler i miljøet, tiltak for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler og overvåking av rester i mat og miljø. Kunnskap om dette er viktig for utviklingen av et bærekraftig landbruk. Deler av denne forskningsaktiviteten presenteres i en posterstand under Bioforsk-konferansen 2012 og er beskrevet kort under.

## Forskning for bærekraftig bruk av plantevernmidler

Bærekraftig bruk av plantevernmidler forutsetter at tilførselen til økosystemet holdes på et minimum, og at man velger midler med en kombinasjon av god effektivitet og lav risiko for eksponering og effekter på økosystemet (omfatter både helse og miljø). Disse sammenhengene er illustrert i figur 1.



Figur 1. Risiko for effekter av plantevernmidler på økosystemet avhenger av en kombinasjon av mengde tilført og risiko for eksponering og effekt på økosystemet og viktige økosystemfunksjoner.

## Norske jord- og klimaforhold

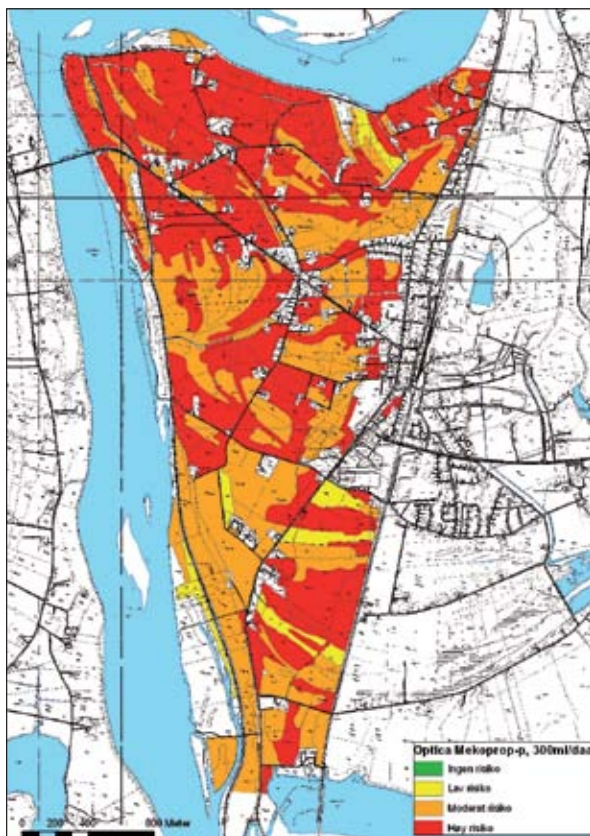
### - effekter på nedbrytning av plantevernmidler

Nedbrytning av plantevernmidler varierer mye med temperatur og jordforhold. I et handlingsplanfinansiert prosjekt undersøker vi et utvalg plantevernmidler (7) og nedbrytingsprodukter av disse (5) som brytes langsomt ned i miljøet og kan akkumulere og utgjøre en miljørisiko. Det finnes ikke data for nedbrytning av disse stoffene under norske klimaforhold. I 2011 ble det startet opp feltstudier på fire lokaliteter langs en nord-sør gradient med de utvalgte plantevernmid-

lene. Prosjektet støtter opp om handlingsplanens mål om at de godkjente plantevernmidlene i Norge skal ha minst mulig ugunstig virkning på helse og miljø.

#### - effekter på utlekking av plantevernmidler til overflate- og grunnvann

Tap av plantevernmidler fra jord til vann avhenger sterkt av lokale jord- og klimaforhold. Gjennom det forskningsrådsfinansierte prosjektet 'Miljøplanleggingsverktøy for redusert utlekking av plantevernmidler til grunnvann og overflatevann-et pilotprosjekt', er det utviklet en prototype på et planleggingsverktøy som ved modellberegninger viser risiko for utlekking av plantevernmidler til overflatevann og grunnvann (Figur 2). Hjelpemiddelet er utviklet for to områder i Norge og skal på sikt bidra til å nå nasjonale mål for miljøvennlig og bærekraftig matproduksjon. Verktøyet er utviklet til bruk på gårdsnivå og kombinerer informasjon om klima, jordtype og plantevernmiddelegenskaper.



Figur 2: Risikokart for utlekking av ugrasmeddelet Optica Mekoprop-p for et jordbruksområde på sandige jordtyper.

#### - konsekvenser for godkjenning av plantevernmidler

Ulike jord- og klimaforhold vil påvirke eksponeringen av plantevernmidler pga. at jordegenskaper og jordfuktighet påvirker nedbryting (mikrobiell aktivitet), binding og transport. Gjennom arbeidet i FOCUS (Forum for the Co-ordination of pesticide fate models and their USE) har EU utviklet modellscenarier som brukes ved godkjenning av nye plantevernmidler, også her i Norge. Målet med prosjektet har vært å forbedre risikovurderingsarbeidet som gjøres, ved å utvikle overflate- og grunnvannsscenarier som kan være representative for norske forhold og å vurdere om det er behov for egne norske scenarier i tillegg til de etablerte FOCUS-scenariene.

#### Redusert bruk og risiko av plantevernmidler - risikosituasjoner og mulige tiltak

Redusert bruk og risiko ved bruk av plantevernmidler er et hovedfokus innafor plantevern i dag, ut fra prioriteringene i "Handlingsplanen for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2010-2014)" og andre reguleringer. I det forskningsrådsfinansierte REDUCE-prosjektet arbeider vi med å teste ut ikke-kjemiske planteverntiltak, samt har fokus på reduserte doser, varsling og risikosituasjoner for avrenning av plantevernmidler i korn- og potetproduksjon. Redusert jordarbeiding fører til økt bruk av plantevernmidler, og særskilt av ugrasmeddelet glyfosat. I prosjektet er nedbryting, binding og transport av glyfosat undersøkt i jord fra to kornfelt med mellomleire i Norge. Innafor Handlingsplanen arbeider vi også med en generell kartlegging av problemsituasjoner knytta til plantevernmiddelbruk under redusert jordarbeiding.

#### Punktkilder - omfang, risiko og mulige tiltak

Påfylling og vask av sprøyteutstyr er arbeidsoperasjoner som kan forårsake punktutslipp ved håndtering og bruk av plantevernmidler. Spesielt stor risiko for rask transport av plantevernmidler til vannmiljø er det ved punktutslipp på drenerte, høypermeable masser. Oppsamling av vaskevann og filtrering gjennom ulike typer filtermateriale er under utprøving. Krav til slike løsninger er gjort gjeldende i flere land.

#### Lavdosemidler - risiko for avrenning og utlekking

Til tross for at lavdosemidler har vært brukt i noen tiår her til lands, vet vi lite om hvordan stoffene oppfører seg i miljøet under norske forhold. Som navnet tilsier, brukes lavdosemidler i svært lave doser (1-6 g/daa) og midlene er meget giftige for vannlevende alger og planter. Vi har utviklet en svært følsom

analysemetode med LC-MS/MS som setter oss i stand til å påvise lavdosemidler i en konsentrasjon ned til 0,12 ng/liter vannprøve. Våre feltforsøk på Syverud i Ås har vist at lavdosemidlene tribenuronmetyl og amidosulfuron er mobile og transporteres bort fra feltet med både overflatevann og drenevann. Samtidig kan lavdosemidlene og deres nedbrytingsprodukter være overraskende persistente i jorda, ettersom de kan gjenfinnes i avrenningsvann ett år etter sprøyting.

#### **Livet i jorda - risiko for negative effekter av plantevernmidler**

Dagens risikovurderingsprosedyrer for plantevernmidler har lite fokus på det mikrobielle livet i jorda, på tross av viktigheten av mikrobiell prosesser for å opprettholde en god jordkvalitet. Gjennom det forskningsrådsfinansierte strategiske instituttprogrammet 'Bioavailability and biological effects of chemicals - Novel tools in risk assessment of mixtures in agricultural and contaminated soils', arbeider vi med å tilpasse bioteknologiske metoder for å studere effekter av plantevernmidler og andre kjemikalier på jordmikrober.

# Bruk og funn av plantevernmidler i JOVA-feltene - utvikling i perioden 1995-2010

Resultater fra overvåkingen av plantevernmidler i bekker og elver i JOVA-programmet viser at det er en nedgang i funn av plantevernmidler i felter dominert av intensiv grønnsak- og potetproduksjon. I felter dominert av kornproduksjon er det ingen klare trender, men det er en tendens til økende gjenfinning av soppmidler de senere år.

Marianne Stenrød  
Bioforsk  
marianne.stenrod@bioforsk.no

## Innledning

I regi av JOVA-programmet overvåker Bioforsk avrenning og tap fra en del jordbruksdominerte nedbørfelt spredt over hele landet. I 2010 ble konsentrasjoner av plantevernmidler overvåket gjennom vekstsesongen i ni av disse feltene, og omfattet bekker i områder med intensiv grønnsak- og potetproduksjon, kornproduksjon, eng og produksjon av fôrvekster, samt to større elver.

## Materiale og metoder

### Prøvetakingsmetodikk

I 2010 ble det tatt 113 prøver i ni bekker og elver i perioden fra april til november for analyse av rester av plantevernmidler. Prøvene tas ut som volumproporsjonale blandprøver og til dels også som stikkprøver.

### Miljørisiko ved bruk av plantevernmidler

Funnene av plantevernmidler i JOVA-programmet risikovurderes ut fra en antatt faregrense for miljøeffekt på vannlevende organismer (MF-verdi). I gjennomsnitt for overvåkingsperioden 1995-2010 er det gjort funn over MF-verdien i 10 % av prøvene som er analysert. Det har vært få funn over MF-verdien de siste tre årene (2008-2010) og andelen prøver med funn over MF-verdien har ligget under 5 %. I 2010 ble det kun gjort 1 funn over MF-verdien.

### Søkespekter for plantevernmidler i vann

I 2010 inngikk 62 aktive stoffer og 11 nedbrytningsprodukter av plantevernmidler i søkespekteret i JOVA, hvorav ca. 45 % er midler som ikke lenger er i bruk, men fortsatt overvåkes pga. lang persistens i miljøet. Samtidig var 113 aktive stoffer av plantevernmidler

godkjent for bruk i Norge. En del plantevernmidler som brukes i stor utstrekning inngår ikke i dagens søkespekter. Dette gjelder spesielt ugrasmidler av sulfonylureatypen (lavdosemidler; Express m.fl.) og glyfosatpreparater (mot kveke og annet flerårig ugras; Roundup m.fl.), samt soppmidlene propamokarb (mot tørråte i potet; Tyfon m.fl.) og protiokonazol (mot *Fusarium* i korn; Proline, Delaro). Sistnevnte inngår i søkespekteret fra vekstsesongen 2011, mens de øvrige pr i dag ikke kan inngå i multimetoder for analyse av vannprøver og derfor blir for kostnadskrevenende å overvåke.

## Resultater

### Positiv utvikling i felt med grønnsak- og potetproduksjon

Overvåkingen omfatter to felt dominert av intensiv grønnsak- og potetproduksjon, hvorav ett er lokalisert på Østlandet og ett på Sørlandet. Jordbruksarealet utgjør om lag 60 % av totalarealet i disse feltene. Det brukes generelt mye plantevernmidler i disse produksjonene, og det gjøres mange funn av plantevernmidler i bekkene i feltene. I 2010 ble det påvist plantevernmidler i 65 % av prøvene i bekkevann i feltet på Sørlandet, noe som var færre funn sett i forhold til 2009, da spesielt for soppmidler. Ingen av funnene lå over MF-verdien for aktuelt stoff. Feltet på Østlandet er dominert av lett sandjord, som er risikoutsatt i forhold til utlekking av plantevernmidler. Her ble det påvist plantevernmidler i alle prøver av bekkevann og i 5 av 6 grunnvannsprøver i 2010. Ett av funnene i bekkevann lå over MF-verdien og i grunnvann lå seks funnkonsentrasjoner over grenseverdien for grunnvann iht. Vannforskriften. Totalt for overvåkingsperio-

den fram til og med 2010 ser vi en positiv utvikling i disse feltene, med redusert antall funn, funnkonsentrasjoner og miljorisiko knyttet til funnene.

#### **Økt bruk og funn av soppmidler i felt med kornproduksjon**

Overvåkingen omfatter tre felt som har stort innslag av kornarealer, hvorav to er lokalisert i Akershus, hhv på Romerike og i Follo, og ett i Trøndelag. Totalt jordbruksareal utgjør omkring 60 % av totalarealet i disse feltene. Totalt for overvåkingsperioden fram til og med 2010 ser vi ingen klare trender i utviklingen av funn av plantevernmidler i disse feltene, men det er indikasjoner på en økning i funn av soppmidler. Siden det ble godkjent i 2000 har vi sett en økende bruk av soppmiddelet trifloksystrobin (inngår i handelspreparatene Delaro og Stratego) i kornproduksjon i JOVA-feltene. Dette middelet brytes raskt ned og vi finner igjen hovedmetabolitten i de fleste av vannprøvene som tas ut etter sprøyting. Ingen av funnene ligger imidlertid over MF-verdien. Etter at virkestoffet protriokonazol ble godkjent for bruk mot akfusarrose (Proline godkjent 2008 og Delaro godkjent 2009) har vi sett en sterk økning i bruken. Dette stoffet ble inkludert i søkespekteret i JOVA i 2011, og foreløpige resultater viser ingen funn i bekkevann, men enkelte funn i grunnvann (prøvetaking kun i ett felt).

#### **Funn av ugrasmidler i lave konsentrasjoner i felt med eng og beitearealer**

De to overvåkingsfeltene som domineres av eng og beite, ligger i områder med intensiv husdyrproduksjon i den midtre og nordlige delen av Jæren. Informasjon om bruk av plantevernmidler i feltet beliggende i den midtre delen av Jæren viser at omlag 10 % av arealet behandles årlig. I de to feltene gjenfinnes rester av plantevernmidler i de fleste vannprøvene som analyseres, men dette er hovedsakelig funn av ugrasmidler i konsentrasjoner som antas ikke å gi skadelige effekter i vannmiljøet.

#### **Få funn av plantevernmidler i store elver**

Overvåkingsfeltene med prøvetaking i Lierelva og Hobølelva er store nedbørfelt (>300 km<sup>2</sup>) hvor jordbruksarealet utgjør 15-20 % av totalarealet. Prøvene i feltene tas ut som stikkprøver og gir et øyeblikksbilde av plantevernmidelkonsentrasjonene i elva. I gjennomsnitt for overvåkingsperioden 1995-2010 er det gjort funn av plantevernmidler i knapt 50 % av prøvene. De fleste midlene som påvises er ugrasmidler. I 2010 ble det kun påvist ugrasmidler, og alle funnene var i konsentrasjoner under MF-verdien.

#### **JOVA-programmet**

JOVA er et nasjonalt overvåkingsprogram som ble startet i 1992 med det formål å dokumentere effekter av jordbrukspraksis og tiltak på avrenning og vannkvalitet. Overvåking av plantevernmidler ble inkludert i programmet i 1995. Det overvåkes totalt 13 nedbørfelt, og disse feltene representerer de viktigste jordbruksområdene i landet med hensyn til klima, jordsmonn og driftspraksis. Programmet gjennomføres av Bioforsk og samarbeidspartnere på oppdrag fra Statens landbruksforvaltning.

# Overvåking av næringsstofftap fra jordbruksarealer i JOVA-programmet

Tap av jord og næringsstoffer fra landbruk har vært overvåket i JOVA-programmet siden 1992. Overvåkingen foregår i utvalgte nedbørfelt som representerer typiske jordbruksområder og driftsformer i Norge. Tapene fra det enkelte nedbørfelt rapporteres årlig, og ses i sammenheng med driftspraksis og gjennomførte miljøtiltak.

Marit Hauken, Marianne Bechmann, Johannes Deelstra & Hans Olav Eggestad  
Bioforsk  
marit.hauken@bioforsk.no

## Innledning

JOVA er et nasjonalt overvåkingsprogram for jord og vann i landbruket. Programmet registrerer vannføring og vannkvalitet i jordbrukspåvirkede bekker i utvalgte nedbørfelt som er dominert av landbruk. I de fleste feltene innhentes det også detaljerte opplysninger om jordbruksdrift. Formålet er å dokumentere jordbrukets tilførsler av partikler, plantenæringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag, samt å studere sammenhenger mellom tiltaksgjennomføring og endringer i vannkvalitet over tid i jordbrukspåvirkede bekker. Overvåkingen startet i 1992 og omfatter i dag 11 nedbørfelt.

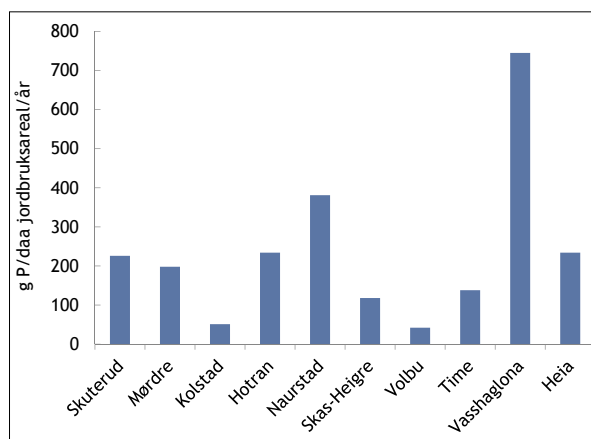
## Materiale og metoder

Overvåkingen foregår i nedbørfelt over hele landet. Det er ett felt i Nord-Norge, ett i Midt-Norge, seks på Østlandet, ett på Sørlandet og to på Vestlandet. Feltene representerer de viktigste jordbruksområdene i landet med hensyn til klima, jordsmonn og driftspraksis. Driftsformer som dekkes er korndyrking og kombinasjonen korn/husdyr, grasbasert husdyrproduksjon, og grønnsaksproduksjon. I åtte av feltene innhentes årlig informasjon fra bøndene om dyrehold og arealbruk, samt detaljerte opplysninger om jordarbeiding, såing, gjødsling etc. på det enkelte skifte. For to av feltene innhentes driftsopplysningene fra Statistisk sentralbyrå. Feltene er nærmere beskrevet på: [www.bioforsk.no/jova](http://www.bioforsk.no/jova).

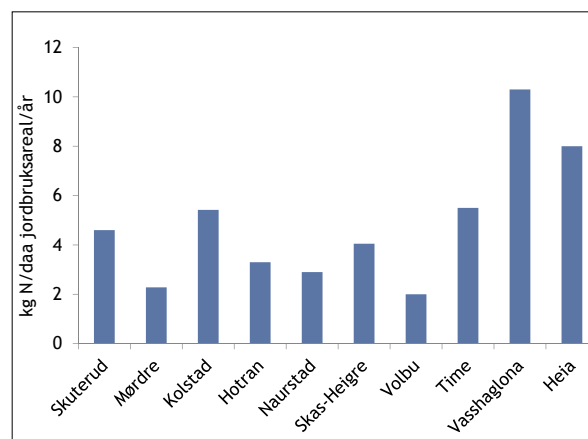
Stasjonene for måling av vannføring og uttak av vannprøver består av et konstruert måleprofil med overbygg (hytte eller tak) slik at det er mulig med oppvarming for å kunne måle hele året. Vannprøvetakingen er automatisk og vannføringsproporsjonal ved at det pumpes opp delprøver når en nærmere bestemt vannmengde har passert stasjonen. Delprøvene samles i en prøvedunk, og fra denne hentes vannprøver som sendes til analyse ca. hver 14. dag. Prøvene analyseres for bl. a. nitrogen (N), fosfor (P), suspendert stoff (SS) og pH. Den totale årsavrenningen fra feltene beregnes på grunnlag av vannføringsmålingene, og tapet av jord og næringsstoffer beregnes på grunnlag av avrenning og konsentrasjoner i vannprøvene. Både avrenning og tap beregnes for det agrohydrologiske året (mai-april).

## Resultater

Tapet av næringsstoffer varierer mye mellom feltene, hovedsakelig på grunn av ulike værforhold og forskjeller i topografi, jordegenskaper og drift. Det er også stor årlig variasjon for det enkelte felt på grunn av varierende temperatur, nedbør og vinterforhold. Generelt er det nær sammenheng mellom avrenningsmengde og størrelsen på tapene av N og P, og sammenhengen er størst for N-tapet. Gjennomsnittlige P-tap varierer mellom 0,04 og 0,5 kg/daa/år beregnet for jordbruksarealet (Figur 1). P-tapene fra de to kornfeltene i Akershus er på om lag 200 g/daa, mens P-tapene fra feltene på Jæren tilsvarende ligger på 100 -150 g/daa.



Figur 1. Årlige fosfortap fra JOVA-feltene i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. g P/dekar jordbruksareal.



Figur 2. Årlige nitrogentap fra JOVA-feltene i gjennomsnitt for overvåkingsperioden. Kg N/dekar jordbruksareal.

Gjennomsnittlig N-tap beregnet for jordbruksarealet varierer fra 2 - 10 kg/daa/år (Figur 2). N-tapene fra de to kornfeltene i Akershus er om lag 2 og 4,5 kg/daa, mens N-tapene fra feltene på Jæren er om lag 4 og 5,5 kg/daa.

I tillegg til å dokumentere jordbrukets tilførsel av partikler, plantenæringsstoffer og plantevernmidler til vassdrag, har overvåkingsprogrammet skaffet til veie en stor mengde data som har en vid anvendelse, blant annet til forskningsprosjekter og til å kalibrere

og validere modeller som skal simulere jord- og næringstap. Tap av næringsstoffer fra jordbruk er et resultat av komplekse prosesser som varierer mye med tid og sted. Ved å kombinere flerårig overvåking og modellering er det et ønske å skaffe en bedre forståelse av sammenhengen mellom driftspraksis og tap, og å øke muligheten for å redusere disse tapene.

På [www.bioforsk.no/jova](http://www.bioforsk.no/jova) finnes årlige rapporter fra overvåkingsfeltene samt ulike tabeller og figurer med flere resultater fra overvåkingen.

# Kan sprøyting med lavdosemidler i korn utgjøre en miljørisiko?

Til tross for at lavdosemidler har vært brukt i Norge i flere tiår, vet vi lite om hvordan stoffene oppfører seg i miljøet under norske forhold. Våre forsøk viser at enkelte lavdosemidler og nedbrytingsprodukter er mobile og transporteres bort fra kornfeltet gjennom dren og avrenning. Målte konsentrasjoner er lave, men kan overstige norske verdier for miljøfarlighet.

Marit Almvik<sup>1</sup>, Gunnhild Riise<sup>2</sup>, Trond Børresen<sup>2</sup>, Randi Bolli<sup>1</sup>, Agnethe Christiansen<sup>1</sup>, Sven Roar Odenmarck<sup>1</sup> & Roger Holten<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>3</sup>Mattilsynet  
marit.almvik@bioforsk.no

## Innledning

Prosjektet «Lavdosemidler - en miljørisiko i norsk korndyrking?» startet i 2007 av Mattilsynet i samarbeid med Bioforsk og UMB. Prosjektet er finansiert av Landbruks- og matdepartementets handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler. Målet med prosjektet er å undersøke risikoen for transport av en gruppe ugrasmidler kalt lavdosemidler eller sulfonylureastoffer fra kornfelt. Resultatene for prosjektperioden 2007-2010 er oppsummert i Almvik *et al.* (2011) og gjengis kort her.

Glyfosat er fortsatt det mest brukte ugrasmiddelet i korn, men andre tradisjonelle ugrasmidler i korn (fenoksyryrer, bentazon, fluroksypyr o.a.) blir i større og større grad erstattet av lavdosemidler. I 2008 ble lavdosemiddelet tribenuronmetyl brukt på ca. 70 % av bygg- og vårhveterealet i Norge (Aarstad *et al.* 2009). Til tross for at lavdosemidler har vært brukt i Norge i flere tiår, vet vi lite om hvordan stoffene oppfører seg i miljøet under norske forhold. Som navnet tilsier, brukes lavdosemidler i svært lave doser (1-6 g/daa) og midlene er toksiske for vannlevende alger og planter. Miljøfarlighetsindeksen for stoffene er lave; i området 0,016-0,18 µg per liter vann (Lode *et al.* 2010). Lavdosemidler er lett løselige i vann og kan være meget mobile i jorda eller vaskes av jordoverflaten og komme ut i bekker og sjøer.

## Gjennomføring

I prosjektet er det gjennomført gjentagende studier av transport av to lavdosemidler (tribenuronmetyl og amidosulfuron) på Universitet for miljø- og biovitenskaps (UMBs) forsøksfelt på Syverud i Ås (2007-2010). I 2011 har vi også inkludert jodsulfuronmetyl og tifensulfuronmetyl. Avrenningen fra forsøksrutene er

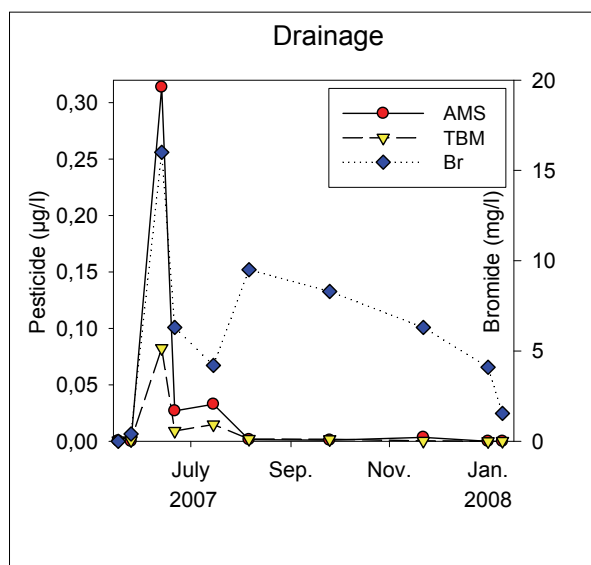
separert i overflate- og dremsavrenning. Det foretas vannproporsjonal prøvetaking slik at det er mulig å beregne flukser (totale mengder lavdosemidler som forlater feltene via avrenning). Feltene er utsatt for naturlige klima og driftsforhold, og gir derfor en informasjon som ikke framskaffes ved tradisjonelle laboratorieforsøk. Vannprøvene blir analysert ved Bioforsk med en analysemetode som er utviklet spesielt for disse lavdosemidlene. Ettersom lavdosemidlene brukes i svært lave doser, er det viktig med en svært følsom analysemetode. Ved hjelp av oppkonsentrering av vannprøvene med fast fase ekstraksjon og analyse på LC-MS/MS har vi oppnådd en bestemmelsesgrense på 0,125 ng/L. Ettersom lavdosemidler brytes ned relativt raskt i jord (dosen er halvert etter 5-30 dager for de fleste), er det viktig å få kunnskap om skjebnen til nedbrytingsproduktene. Analysemetoden omfatter derfor 5 nedbrytingsprodukter i tillegg til 6 lavdosemidler. Dannelse og transport av nedbrytingsprodukter i løpet av feltsesongen bidrar også til utvidet kunnskap om transport og persistens av morstoffene.

## Resultater

Det ble gjort funn av tribenuronmetyl (inntil 0,01 µg/L) og amidosulfuron (inntil 0,31 µg/L) i både overflate- og dremsavrenning fra forsøksfeltet. I begge sesongene var det et vesentlig større tap av lavdosemidler og nedbrytingsprodukter via dremsavrenning sammenlignet med overflateavrenning pga. stor infiltrasjon gjennom jorda på feltet. De høyeste konsentrasjonene ble målt i første avrenning etter sprøyting. Det ble da målt verdier av amidosulfuron i både overflate- og dremsvann som tangerte eller overskred miljøfarlighetsindeksen for amidosulfuron (0,176 µg/L). Ulike nedbørsregimer førte til store



ulikheter i tap av plantevernmidler mellom sesongene 2007-08 og 2009-10. Den første forsøksperioden (juni 2007 - februar 2008) var som helhet svært nedbørsrik. Intensive nedbørsepisoder kort tid etter sprøyting medførte betraktelig høyere infiltrasjon og tap av lavdosemidler sommeren 2007 i forhold til sommeren 2009. Rester av lavdosemidler og nedbrytingsprodukter ble påvist i vannprøver ett år etter sprøyting.



Figur 1. Funn av amidosulfuron (AMS), tribenuronmetyl (TBM) og bromid (Br) i drens vann fra forsøksfeltet på Syverud i perioden 1. juni 2007 - 31. januar 2008.

## Konklusjon

Lavdosemidler sprøytes ut i så lave doser (1-6 g/daa) at sannsynligheten for å finne lavdosemiddelrester i avrenning fra kornfelt synes liten. I våre feltforsøk har vi sett at lavdosemidlene tribenuronmetyl og amidosulfuron er mobile og transporteres bort fra

feltet med både overflatevann og drens vann. Samtidig kan lavdosemidlene og deres nedbrytingsprodukter være overraskende persistente i jorda, ettersom de kan gjenfinnes i avrenningsvann ett år etter sprøyting. De høyeste konsentrasjonene finner vi ved regnskyll kort tid etter sprøyting. I 2011 har vi gjennomført en feltstudie med hyppigere vannprøvetaking etter sprøyting for å bedre forståelsen av transporten og konsentrasjonen av lavdosemidlene i denne viktige fasen. Siden avrenningen varierer sterkt med klimaforholdene, er det viktig at feltstudier gjentas over flere sesonger. Dette for å få gode og sikre data, slik at Mattilsynet eventuelt kan benytte resultatene i risikovurderingen av disse stoffene.

Utgjør lavdosemidlene en miljørisiko? Våre forsøk viser at enkelte lavdosemidler og nedbrytingsprodukter er mobile og transporteres bort fra kornfeltet både igjennom dren og ved overflateavrenning. Videre kan konsentrasjonen av amidosulfuron i vannet overskride miljøfarlighetsindeksen. Risiko for miljøskader i vannmiljø nedstrøms kornfeltene er ukjent og vil i stor grad avhenge av fortynningsgrad. Dette ønsker vi å undersøke videre gjennom avrenningsforsøk på felt som ligger i nær tilknytning til overflatevann.

## Referanser

- Almvik M., Riise, G., Bolli, R., Børresen T., Christiansen A., Odenmarck, S.R. & Holten R. 2011. "Multi-year transport studies of sulfonylurea herbicides from a barley field in Norway, 2007-2010". Bioforsk RAPPORT 6(10).
- Aarstad, P.A., Bjørlo, B. & Gundersen, G.I. 2009. Bruk av plantevernmidler i jordbruket i Norge i 2008. Statistisk sentralbyrå rapport 2009/52:102s.
- Lode, O., Stenrød, M. & Holen, B. 2010. Plantevernmidler i vann - Miljørisiko. Bioforsk TEMA 5(10):8s.

# Tiltak mot fosfortap i nedbørfeltet til vestre Vansjø og effekt på vannkvalitet

I 2007 ble det etablert et 3-årig tiltaksprosjekt for å forbedre vannkvaliteten i vestre Vansjø i Østfold. Nærmere 75 % av jordbruksarealene er omfattet av kontrakter som setter krav til jordarbeiding, fosforgjødsling samt etablering av vegetasjonssoner, fangdammer og sanering av spredt avløp. Siden 2004 er vannkvaliteten i 8 bekker i området overvåket. Resultatene fra bekkeovervåkingen antyder en reduksjon i fosfor, relativt til partikkelkonsentrasjoner i bekkene.

Marianne Bechmann & Anne Falk Øgaard  
Bioforsk  
marianne.bechmann@bioforsk.no

## Innledning

Vestre Vansjø er en sterkt eutrof innsjø. De naturgitte forholdene i Vansjø gir store utfordringer i forhold til å bedre vannkvaliteten, fordi Vansjø er en grunn innsjø med stor overflate, mange bukter, og med langsom vanngjennomstrømning. Mye av nedbørfeltet ligger under marin grense og er derfor næringsrikt fra naturens side. Det er behov for omfattende tiltaks gjennomføring for å oppnå forbedret vannkvalitet. Det er en høy andel jordbruk i nedbørfeltet som gir ekstra utfordringer med å redusere fosfortapene til innsjøen. Bøndenes driftspraksis har betydning for tapene. Landbruks- og matdepartementet tok derfor i 2007 initiativ til et 3-årig tiltaksprosjekt for jordbruket i vestre Vansjøs nedbørfelt.

## Materiale og metoder

### Tiltaksprosjektet

I Tiltaksprosjektet ved vestre Vansjø er det gjort kontraktfestete avtaler med 75 % av bøndene om å gjennomføre jordarbeidingstiltak, redusert fosforgjødsling i forhold til nasjonale normer, samt å etablere vegetasjonssoner og fangdammer der det er anbefalt. Bøndene som har undertegnet kontrakten får en økonomisk kompensasjon for merarbeid og ekstra kostnader.

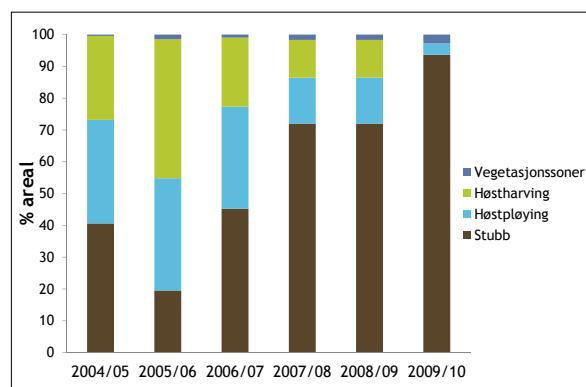
### Overvåking av bekkene

Effekt av tiltakene følges opp med overvåking av vannkvaliteten i 8 bekker som drenerer jordbruksarealer i vestre Vansjøs nedbørfelt. Overvåkingen omfatter prøvetaking hver 14. dag samt i nedbørepisoder (ca. 16 flomprøver hvert år). Vannprøvene analyseres for totalfosfor og suspendert stoff. Dessuten analyseres hver annen prøve for løst fosfat og totalnitrogen.

## Resultater

### Jordarbeiding

Hos bøndene i Morsa har det vært stor vilje til å slutte med høstpløying. Nå overvintrer nesten 100 % av kornarealene i stubb rundt vestre Vansjø (se figur 1 fra Augerødbekken). Forsøk viser at overvintring i stubb reduserer erosjon og fosforavrenning. Bøndene har altså gjennomført effektive tiltak, men effektene er vanskelig å måle fordi værforholdene betyr mye for erosjon og dermed fosfortapene. Været varierer fra år til år, og dette vil maskere effektene av tiltak. De ventede klimaendringer vil antakelig på lang sikt redusere effekten av tiltakene og kreve enda større innsats fra bøndene.



Figur 1. Endring i jordarbeiding i nedbørfeltet til Augerødbekken ved vestre Vansjø.

### Fosforgjødsling

I tillegg til tiltak mot erosjon har jordas fosforinnhold fått økt oppmerksomhet. Høyt gjødslingsnivå over tid har ført til høyt fosforinnhold i jorda, og med høyt fosforinnhold i jorda blir det større risiko for å tape fosfor til vassdragene. Ved vestre Vansjø har bøndene

gjennomført en betydelig reduksjon i fosforgjødsling siden 2004 slik at fosfortilførselen nå er snaut 25 % av tilførselen i 2004 (Tabell 1). Det var en betydelig reduksjon i fosforgjødslingen allerede før tiltaksprosjektet med kontrakter var på plass.

Tabell 1. Fosforgjødsling i vestre Vansjøs nedbørfelt

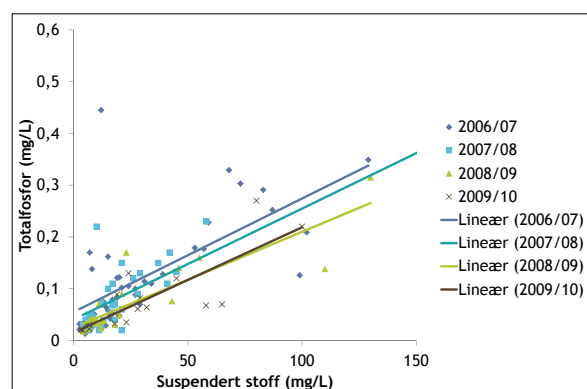
Felt	Fosforgjødsling
	Kg P/daa
2004	2,2
2007	1,1
2008	0,6
2010	0,5

### Vegetasjonssoner og fangdammer

I tillegg til endret jordarbeiding og redusert gjødsling er det etablert vegetasjonssoner med gras langs alle elver og bekker, og 16 fangdammer er anlagt. Forskning viser at slike tiltak ytterligere begrenser tilførselen av næringsstoffer.

### Vannkvalitet

Konsentrasjonen av suspendert stoff (jordpartikler) og fosfor i jordbruksbekker øker under nedbørepisoder og det er en tydelig sammenheng mellom vannføring i bekken og konsentrasjonene. De årlige konsentrasjoner viser derfor også en tydelig sammenheng med nedbøren og gjør det vanskelig å se effekter av tiltaksgjennomføring. Overvåkingen viser dog at der er en tendens til redusert fosforinnhold i forhold til suspendert stoff. Dette er vist ved at den lineære sammenheng ligger lavere for de to seneste årene (2008/09 og 2009/10) sammenlignet med de to første årene (2006/07 og 2007/08) (Figur 2). Lavere fosforinnhold i suspendert stoff antyder at det kan spores en effekt av redusert fosforgjødsling og/eller forbedring av anlegg for spredt avløp.



Figur 2. Innhold av totalfosfor i suspendert stoff i Augerødbekken i 2006/07 og 2009/10.

### Referanser

Bechmann, M. & Oegaard, A.F. 2012. Water quality changes following intensive focus on agricultural mitigation measures - the Western Vansjoe, Norway. *Agrochemistry and Soil Science Online* (In prep.).

# Virkning av jordarbeiding på jorderosjon og fosfortap

Jordarbeiding er en av de viktigste årsakene til akselerert erosjon fra jordbruksarealer. Forskjellige metoder for redusert jordarbeiding benyttes for å begrense erosjonen mest mulig. Overflateavrenning og erosjon er normalt desidert størst under snøsmelting om våren, men episoder med stor avrenning forekommer også i andre deler av året. Kornstubb, halm eller annet plantedekke fra høst til vår er viktig for å beskytte jorda mot erosjon i periodene med mest avrenning.

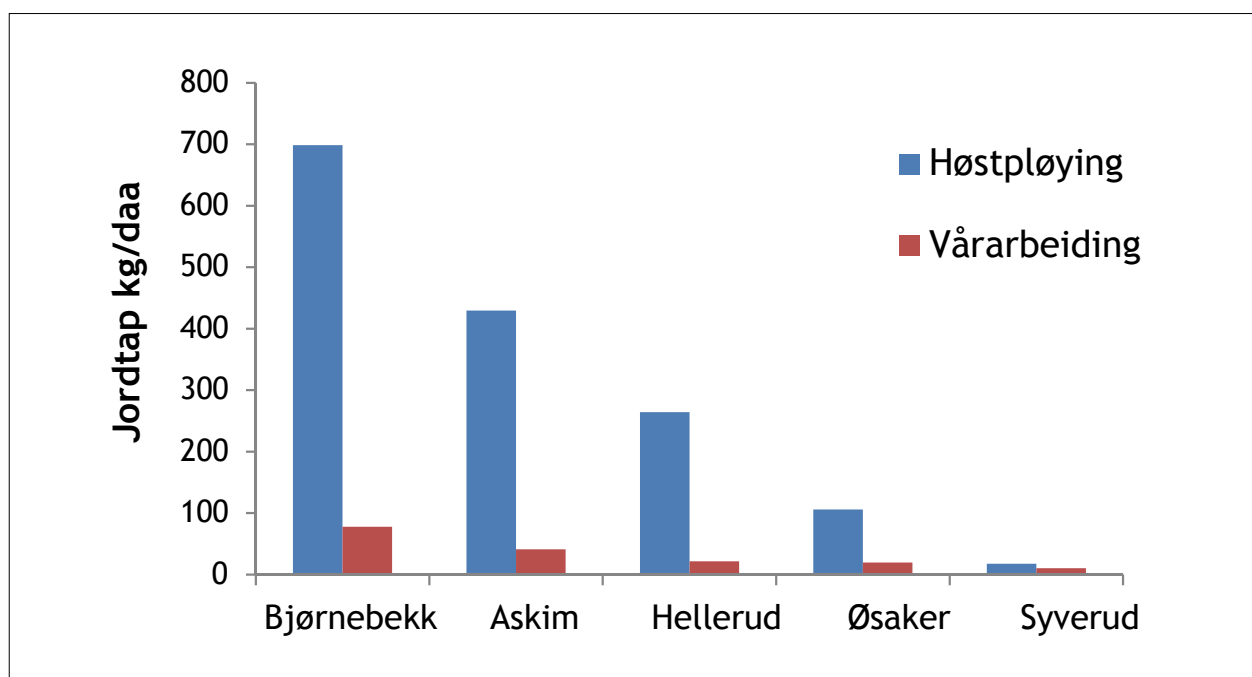
Svein Skøien  
Bioforsk  
svein.skoiene@bioforsk.no

## Resultater fra feltforsøk med måling av avrenning og erosjon.

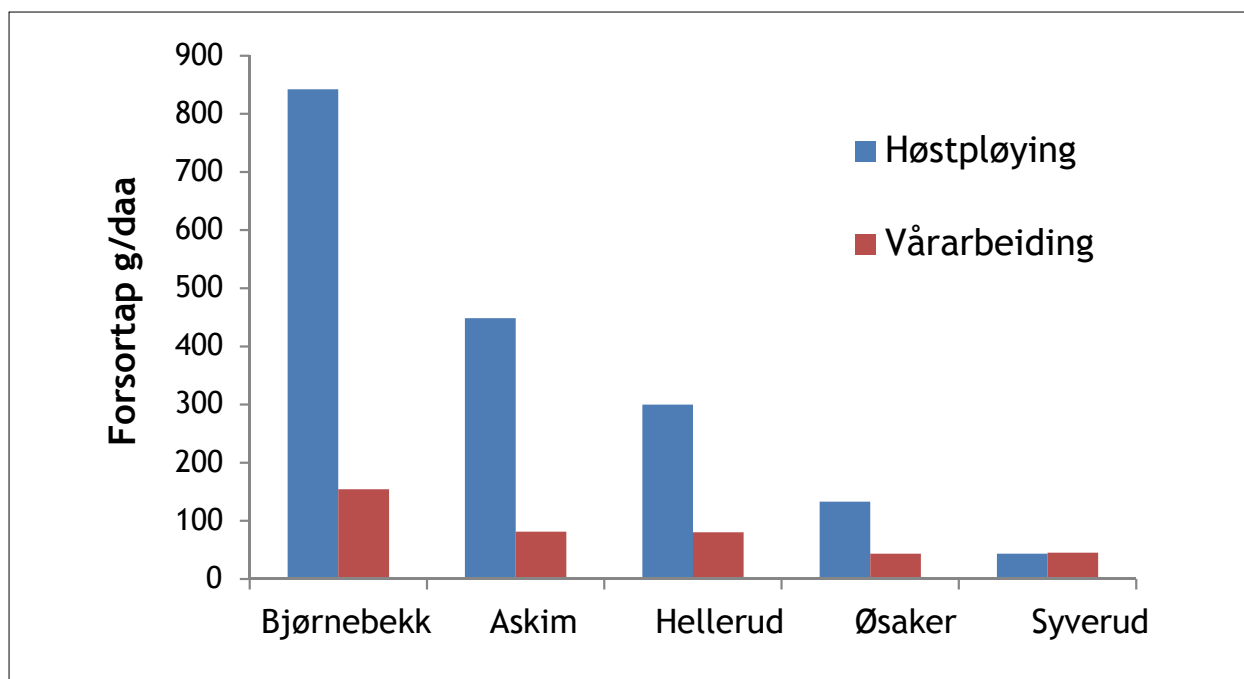
Det finnes noen få feltforsøk hvor det er målt avrenning og jordtap ved forskjellig jordarbeiding. Det var forskere ved UMB som anla disse forsøkene fra tidlig på 1980-tallet. Hensikten var å studere jorderosjon i korndyrkingsområdene og se på effekter av både jordarbeidingsmetoder og ulike behandlinger av jorda. Her presenteres noen resultater fra forsøksfelte i Akershus og Østfold. Resultatene er relevante for korndyrking på Østlandet og sier noe om effekten av tiltak mot jorderosjon og fosfortap. Feltene er Bjørnebekk i Kroer i Ås, Askim ved E18 øst for Askim, Hellerud gård i Skedsmo, Øsaker i Tune ved Kalnes,

Syverud ved Årungen i Ås. Det har vært litt ulike behandlinger på feltene. Vi viser her resultater fra en tidsperiode hvor alle disse feltene var i drift og hadde omtrent de samme behandlinger. Dette gjør sammenlikningen mer gyldig.

Disse feltene ligger geografisk ganske nær hverandre og er utformet på samme måte og med samme helling på rutene. Den store forskjellen mellom felt forklares derfor hovedsakelig med ulike jordegenskaper. God evne til å infiltrere vann og en stabil jordstruktur fører til mindre overflateavrenning og erosjon. Det er ulikt leirinnhold og humusinnhold i jorda på feltene, og dette kan forklare en del av forskjellene.



Figur 1. En oppsummering av resultatene for erosjon ved overflateavrenning fra disse feltene for årene 1994-2000. Tallene er middel for denne perioden (Kilde: Helge Lundekvam, 2001 upublisert).



Figur 2. Fosfortapet fra de samme feltene ved høstpløying og ved vårarbeiding.

Vårarbeiding fører generelt til en sterk reduksjon i jordtapet sammenliknet med høstpløying, men effekten er liten på et felt som Syverud hvor erosjonen er lav. På feltet Øsaker som ligger i erosjonsrisikoklasse 2 (middels) er også effekten betydelig.

Fosfor følger jordpartiklene og følger det samme mønsteret som jordtapet. Det er også fraksjoner av fosfor som er mer vannløselige eller som følger med i overflatevann fra arealer med vegetasjon og stubb. Denne fraksjonen vil utgjøre en større del av fosfortapet der det er liten erosjon. På Syverud er det derfor liten effekt av jordarbeiding på fosfortapet. Det er faktisk litt høyere fosfortap ved vårarbeiding, men trolig ikke signifikant. Et fosfortap på omkring 45 g per dekar må likevel regnes som lavt fra åkerarealer.

I tillegg til disse feltene fins det målinger fra Apelsvoll, Kvithamar i Stjørdal og Skjetlein i Trondheim kommune. Noen resultater for målt jordtap: Apelsvoll: 4,5 kg jord/år, 2,8 kg ved vårharving. Kvithamar: 81 kg/år ved høstpløying, 35 kg ved vårpløying. Skjetlein: 66 kg/år ved høstpløying, 41 kg/år ved vårpløying.

## Konklusjon

Selv på arealer som ligger i lav erosjonsklasse er det i gjennomsnitt en positiv effekt av redusert jordarbeiding på fosfortap. Variasjonen fra år til år er likevel meget stor på de flate arealene. På disse arealene er det enkelte år målt lavere fosfortap ved jordarbeiding på høsten sammenliknet med våren, og det er særlig i år med liten erosjonen. Høy avrenning gir også bedre effekt av jordarbeiding om våren. Grøfteavrenning er bare målt systematisk i noen få forsøk, men resultatene tyder på at redusert jordarbeiding også fører til redusert tap av jordpartikler og fosfor gjennom grøftevannet.

## Referanse

Bechmann, M., Kværnø, S., Skøien, S., Øygarden, L., Riley, R., Børresen, T. & Krogstad, T. 2011. Effekter av jordarbeiding på fosfortap. Sammenstilling av resultater fra nordiske forsøk. Bioforsk RAPPORT 6(6).

# Geofysisk overvåking av nedbrytbare avisningskjemikalier i umettet sone under snøsmelteperioden.

Denne masteroppgaven fokuserer på bruken av elektrisk resistivitets tomografi (ERT) som en overvåkningsmetode av infiltrasjon av smeltevann som inneholder avisningskjemikalier.

Astri Søiland<sup>1</sup>, Helen K. French<sup>2</sup> & Esther Bloem<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap, <sup>2</sup>Bioforsk  
helen.french@bioforsk.no

Masteroppgaven er en del av et større prosjekt: SoilCAM prosjektet (Soil Contamination: Advanced integrated characterization and time-lapse monitoring). Dette er et fireårig prosjekt (2009-1012) hvor hovedmålet er å forbedre metoder for overvåking av forurensningstransport og nedbrytning. Den ene testlokaliseringen er Oslo lufthavn Gardermoen (OSL), og det er her på feltstasjonen Moreppen feltarbeidet til denne masteroppgaven er utført.

En av de største forurensningsrisikoene for grunnvannet på Gardermoen er knyttet til bruken av avisningskjemikalier i løpet av vinteren. Selv om disse er lett nedbrytbare kan jordsystemet bli overbelastet under snøsmelteperioden. Målet med denne masteroppgaven var å modellere resistivitetsdata fra snøsmelteperioden 2010, optimalisere modellene og fremstillingen av dataene, samt prøve å kvantifisere transporten av forurensningsplumen. Resistivitet er en metode som blir prøvd ut i felt som en overvåkningsmetode for infiltrasjon og nedbrytning av avisningskjemikalier i umettet sone. Resistivitetsdata ble samlet inn på 30 dager i perioden 22. mars til 28. juli. Metoden som er benyttet er kryss borehulls resistivitetsmålinger. Metoden går ut på at strøm injiseres mellom to elektroder, og spenningsfeltet måles ved hjelp av 10 par andre elektroder, disse målingene representerer jordas elektriske ledningsevne mellom borehullene. For å tolke disse resultatene kreves det en inversmodell, i

dette tilfellet ble R2 (Andrew Binley) benyttet. Utviklingen av elektrisk ledningsevne over tid forteller oss noe om hvor og når endringer skjer i profilet fordi økt vanninnhold eller høyere ledningsevne i vannet øker ledningsevnen i jorda. I denne oppgaven har resistivitet blitt omregnet til vannmetning ved hjelp av en modell utviklet av Yeh *et al.* (2002) og vanninnhold ved bruk av Archies lov. For å benytte disse modellene ble det brukt stedsspesifikke parametere for jordmassene på Moreppen. Timelapse modeller benyttes for å studere forskjellen mellom datasett før påføring av avisningskjemikalier med dataen samlet i snøsmelteperioden. Økt vanninnhold, ledningsevne og høyere temperatur vil alle gi en høyere elektrisk ledningsevne. Utfordringen i denne oppgaven var å skille disse effektene fra hverandre. Modellene ble først temperaturkorrigert for å fjerne signalet av forandring i temperatur. I tillegg er modellene sammenlignet med data fra en lysimetergrop der det tas vannprøver av samme infiltrasjonshendelse. Det er godt samsvar i observasjoner av forurensningstransport mellom de to metodene. Resistivitet er vist i denne masteren som en egnet metode for å kvalitativt overvåke en plum av vann og strømlerende stoffer i umettet sone på liten skala. Modellene gir forventete verdier av vannmetning og vanninnhold sammenliknet med andre målinger på stedet. Oppgaven viser også at det er viktig å korrigere for temperaturforandringer for riktig tolkning av resultatene.

# Ekstremvær - effekter på avrenning av næringsstoff fra jordbruksarealer

Klimaendringer medfører en økning i avrenning for nedbørfeltene Skuterud, Hotran og Time/Skas-Heigre som ved uendrede driftsforhold kan føre til økt erosjon og tap av næringsstoffer. Det er behov for en økning og tilpassing av tiltak i landbruksdominerte nedbørsfelter for å redusere de negative effektene av klimaendringer på erosjon og næringsstofftap.

Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Anne-Grete Buseth Blankenberg & Hans Olav Eggestad  
Bioforsk  
johannes.deelstra@bioforsk.no

## Innledning

Fire nedbørsfelt ble valgt ut for å se nærmere på effekter av klimaendringer på avrenning, tap av næringsstoffer og erosjon. De utvalgte feltene er Skuterud, Time, Skas-Heigre og Hotran som representerer forskjellige jordbrukspraksis, jordtyper og klimatiske forhold og er del av JOVA-programmet ([www.bioforsk.no/jova](http://www.bioforsk.no/jova)). Skuterud er representativt for korndyrkingsområdene på Østlandet. Time og Skas-Heigre representerer områder med intensivt husdyrhold og grasproduksjon og ligger på Sør-Vestlandet mens Hotran representerer områder med intensivt jordbruk med kornproduksjon og husdyrhold i Midt Norge. De viktigste karakteristikker er presentert i tabell 1.

Det meste av norske jordbruksareal er grøftet, noe som er nødvendig for å garantere gode forhold under vekstsesongen samt muliggjøre tidlig jordarbeiding om våren og etter vekstsesongen om høsten.

## Resultater

Målinger i overvåkingsperioden viser at den gjennomsnittlige årsnedbør er betydelig høyere enn nedbøren for normal perioden (1961-1990, tabell 1). Også den gjennomsnittlige årstemperatur for måleperioden er høyere enn for normal perioden. Den største gjennomsnittlige årsavrenningen ble målt i Hotran-feltet mens Skuterud hadde den laveste årsavrenningen. Det er målt store variasjoner i årsnedbør for hvert enkelt

Tabell 1. Nedbørsfelt karakteristikker for JOVA-feltene Skuterud, Hotran, Skas-Heigre og Time

	Skuterud	Hotran	Skas-Heigre	Time
Areal (km <sup>2</sup> )	4,5	20	28	1,0
Normal årstemperatur (°C) <sup>1</sup>	5,3	5,0	7,4	7,1
Normal årsnedbør (mm) <sup>1</sup>	785	900	1180	1280
Dominerende vekster	korn/eng	korn/eng	eng/korn	eng
Dominerende jordtype	siltig mellomleire	siltig mellomleire	morene	morene
Husdyrtall (ha <sup>-1</sup> )	0,21	1,32	1,90	2,77
N/P2 (kunst-/husdyrgjødsel, kg ha <sup>-1</sup> )	156/24	210/34 <sup>3</sup>	260/34 <sup>3</sup>	332/45
Måleperiode	1994 - 2010	1993 - 2010	1995 - 2010	1995-2010
Temperatur (°C)	6,3 (7,2-4,7) <sup>4</sup>	5,2 (6,4-3,6)	8,4 (9,2-6,9)	7,9 (8,6-6,5)
Nedbør (mm)	883 (1305-651) <sup>5</sup>	984 (1234-473)	1343 (2134-896)	1311 (1585-932)
Avrenning (mm)	544 (1042-222) <sup>5</sup>	740 (1328-227)	701 (1033-394)	814 (1082-483)
Erosjon (kg ha <sup>-1</sup> )	701 (1842-176) <sup>5</sup>	1619 (3669-59)	95 (141-31)	101 (149-51)
Nitrogen tap (kg ha <sup>-1</sup> )	31 (46-13) <sup>5</sup>	33 (67-8)	35 (54-19)	47 (69-26)
Fosfor tap (kg ha <sup>-1</sup> )	1,3 (3,5-0,3) <sup>5</sup>	2,4 (4,7-0,5)	1,0 (2,0-0,6)	1,2 (1,6-0,7)

1 - for perioden 1961 - 1990; 2 - nitrogen/fosfor; 3 - fra SSB; 4 - gjennomsnittlig (maksimum-minimum) årstemperatur; 5 - gjennomsnittlig (maksimum-minimum) årlig nedbør, -avrenning, -erosjon, -nitrogentap og fosfortap.

felt som igjen har ført til en stor variasjon i årsavrenningen. Det er et betydelig lavere nivå på jordtap på Vestlandet sammenliknet med Skuterud og Hotran. Skuterud og Hotran er dominert av kornproduksjon som med jordarbeiding og redusert plantedekke etter vekstsesongen har større erosjonsrisiko høst og vinter. Det er ikke store forskjeller i nitrogen- og fosfortap, men felter med eng på Vestlandet har generelt et lavere fosfortap enn kornfeltene, noe som må ses i sammenhengen med jordtapene.

Avrenningsmengde og -intensitet har stor betydning for transport og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealene og dersom dette endres ved ekstremvær vil det påvirke avrenningstap. Avrenningen i de fire feltene viser store døgnvariasjoner og for å tallfeste dette ble både den spesifikke avrenningen og "flashiness indeks" beregnet på bakgrunn av timeverdier og gjennomsnittlige døgnverdier for målt vannføring. Både verdien for den spesifikke avrenningen og "flashiness indeks" øker betydelig når den beregnes på bakgrunn av timeverdier (Tabell 2). Mer info om denne indeksen kan finnes i Baker *m.fl.* (2008).

Tabell 2. Spesifikk avrenning, variasjonskoeffisient og flashiness-indeks beregnet ved bruk av gjennomsnittlige døgnverdier (døgn) og timeverdier (time) for vannføring

Nedbørfelt	spesifikk avrenning <sup>1</sup>		flashiness-indeks	
	døgn	time	dag	Time
Skuterud	3,1	6,1	0,57	1,83
Hotran	4,7	8,4	0,62	1,85
Time	2,6	5,1	0,49	1,54
Skas-Heigre	1,7	1,8	0,30	0,87

<sup>1</sup> - l s<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>.

Økningen i nedbøren fører til en økning i avrenning og en direkte konsekvens av dette kan være en økning i erosjon og tap av næringsstoffer under uendrede vekstforhold. Dette begrunnes med at målinger hittil har vist en god sammenheng mellom årsavrenning, tap av næringsstoffer og erosjon (Deelstra *m.fl.* 2011).

Måleresultatene i de fire feltene viste at 80 - 90 % av årsavrenning, næringsstofftap og erosjon skjer etter vekstsesongen. I realiteten viser det seg at 50 % av den årlige avrenningen skjer innen 25 - 55 dager og 90 % innenfor 126 - 211 dager. Tap av nitrogen viser god sammenheng med avrenningen mens tap av fosfor og jord kan skje på betydelig færre dager (Tabell 3). En økning i årsavrenningen vil føre til en økning i den gjennomsnittlige avrenningsintensitet, dvs. mer avrenning per døgn, som gjelder for alle fire felt. Klimaendringer tilsier at økningen i avrenningen for Skuterud og Time/Skas-Heigre hovedsakelig skjer etter vekstsesongen, noe som fører til en økning i avrenningsintensitet (mindre dager tilgjengelig for avrenning). Samtidig betyr det også at antall dager for å drenerer bort 50 og 90 % av avrenningen ytterligere blir redusert. Avrenningsintensiteten kan dermed øke betydelig, noe som igjen kan ha konsekvenser for erosjon og næringsstofftap under uendrede driftsforhold. Denne effekten er sannsynligvis fraværende for Hotran siden økningen i nedbør er forventet jevnt fordelt over året.

Mildere vintre vil føre til flere fryse- og tineperioder (Hanssen-Bauer *et al.* 2009). Slike episoder reduserer jordas aggregatstabilitet samtidig som også jordas infiltrasjonskapasitet blir redusert. Tineperioder og snøsmelting, eventuelt kombinert med nedbør fører i så fall til mer overflateavrenning og erosjon. Det er forventet at vi vil få flere nedbørepisoder med høy intensitet. I tillegg forventes det at nedbørintensitet under slike episoder øker. Forekommer disse episodeene etter vekstsesongen, for eksempel om vinteren og i kombinasjon med fryse- og tineepisoder, kan dette føre til store problemer. Øygarden (2003) rapporterer om en slik hendelse som skjedde vinteren 1990 som førte til stor erosjon og mye skader på jordbruksarealene. Det er særlig kornfeltene Skuterud og Hotran som er utsatt for slike hendelser mens områder representert av Time/Skas-Heigre er lite utsatt for tilsvarende vinterforhold samtidig som vekstforholdene er forskjellig.

Tabell 3. Antall dager for å drenerer bort 50 % and 90 % av den årlige avrenningen, næringsstoff- og jordtap

	Skuterud	Hotran	Skas-Heigre	Time	Skuterud	Hotran	Skas-Heigre	Time
	50 % av årlig avrenning, tap				90 % av årlig avrenning, tap			
Avrenning	27	25	55	45	135	126	221	187
Total nitrogen	23	24	48	27	118	119	198	148
Total fosfor	15	14	48	32	89	87	205	163
Suspendert stoff	10	12	33	27	66	66	160	148



## Konklusjon

Klimaendringer med økt nedbør vil føre til en økt avrenning. For Skuterud og Time/Skas-Heigre vil denne økningen hovedsakelig skje etter vekstsesongen mens den for Hotran også vil skje i vekstsesongen. Økt avrenning vil i tillegg til en økning i avrenningsintensitet ved uendrete driftsforhold føre til en økning i tap av næringsstoffer og erosjon. Flere nedbørepisoder med økt intensitet vil forekomme og kan ha alvorlige konsekvenser for erosjon og næringsstofftap, særlig i områder representert av Skuterud og Hotran. Store døgnvariasjoner i avrenning forekommer i de 4 utvalgte felt. I framtidig dimensjonering av hydro-tekniske tiltak og planleggingen av tiltak mot erosjon og næringsstofftap må det tas hensyn til slike store døgnvariasjoner.

## Referanser

- Baker, D.B., Richards, R.P., Timothy, T., Loftus, T.T. & Kramer, J.W. 2004. A new flashiness index: characteristics and applications to Midwestern rivers and streams. *Journal of the American Water Resources Association*, 40:503-522.
- Deelstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A.G.B. & Eggestad, H.O. 2011. Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 3(4):345-361.
- Øygarden, L. 2003. Rill and gully development during an extreme winter runoff event in Norway. *Catena* 50:217-242.

# Ekstremvær og tiltak i jordbruksdominerte nedbørsfelt

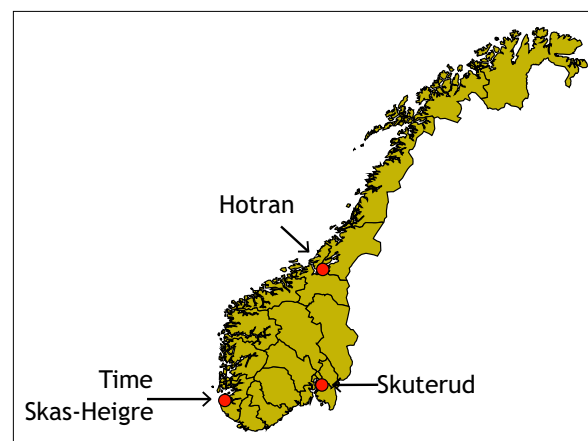
Klimaendringer medfører en økning i nedbør og en påfølgende økning i avrenning kan ved uendrede driftsforhold føre til økt erosjon og tap av næringsstoffer. Det er behov for en økning og tilpassing av tiltak i landbruksdominerte nedbørsfelt for å redusere de negative effektene av klimaendringer på erosjon og næringsstofftap.

Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Anne-Grethe Buseth Blankenberg, Hans-Olav Eggestad & Atle Hauge  
Bioforsk  
johannes.deelstra@bioforsk.no

## Innledning

Mer enn 90 % av Norges befolkning forsynes med drikkevann fra overflatevannkilder. Jordbruksarealet utgjør bare 3 % av det totale landarealet i Norge, likevel er avrenning fra jordbruksarealer en av de viktigste årsakene til eutrofiering av elver og innsjøer i Norge (Borgvang & Tjomsland 2001). Dårlig vannkvalitet forringer også vannet som rekreasjonsområde og som drikkevannskilde. I vannregionene pågår det nå arbeid med å iverksette tiltak for å bedre vannkvaliteten og kvantifisere kostnadene av tiltakene. Dette arbeidet har høy prioritet og kan føre til endringer og restriksjoner for landbruket i framtiden. Endrede avrenningsforhold, for eksempel ved ekstremvær vil kunne øke tap av partikler og næringsstoffer fra jordbruksarealene og gi et enda større behov for tiltak. Fire nedbørsfelt i overvåkingsprogrammet Jord og Vannovervåking i landbruket (JOVA) ble valgt ut for å studere hvordan ekstremvær vil påvirke erosjon og næringsavrenning fra ulike jordbruksområder (korn/husdyr) og hva som er mulige tiltak for å bøte på dette (se figur 1). Feltene ([www.bioforsk.no/jova](http://www.bioforsk.no/jova)) har ulik geografisk plassering, klima, jordtype og jordbruksdrift. De fire feltene er Hotran (Nord-Trøndelag), Skuterud (Akershus), samt Time og Skas-Heigre (begge i Rogaland). Feltene varierer i størrelse fra 1 - 28 km<sup>2</sup>. Skuterud og Hotran representerer jordbruksområder med korn og er utsatt for erosjon spesielt om høsten og vinteren. Time og Skas-Heigre representerer områder med grasdyrking, hvor høy dyretetthet og sterk gjødsling (særlig husdyrgjødsel) forårsaker tap av næringsstoffer. Vannføringen i feltene blir målt automatisk i et fast måleprofil ved hjelp av en datalogger og trykksensor. Det tas volumproporsjonale blandprøver som blir analysert hver 14. dag for blant annet suspendert stoff (partikler), total nitrogen og

fosfor. På bakgrunn av målt vannføring og vannanalyser blir næringsstofftap og erosjon beregnet.



Figur 1. Lokalisering av utvalgte nedbørsfelt for studier av effekter av klimaendringer.

## Resultater

Hansen-Bauer *m.fl.* (2009) beskriver de potensielle effektene av klimaendringen på temperatur og nedbør for forskjellige områder i Norge. Årsnedbør er forventet å øke for alle felt. For Skuterud forventes det en nedgang i nedbør om sommeren mens det for Time og Skas-Heigre forventes en liten økning om sommeren. Effekten av denne økningen kan bli borte på grunn av en økning i fordampning som følge av temperaturstigningen. For Hotran forventes en økning i nedbør for alle sesonger. Det er også forventet at vi vil få flere nedbørsepisoder med høy intensitet og at nedbørintensitet under slike episoder vil øke. Deelstra *m.fl.* (2011) viser at sesongvariasjoner i tap av næringsstoffer og jordpartikler er sterkt relatert til sesongvariasjoner for avrenningsmengder. Deelstra *m.fl.* (2011) viser til at for Skuterud, Skas-Heigre og

Time vil den relative fordelingen av avrenning, nærings og jordtap som følge av klimaendringer føre til en reduksjon om sommeren og økning vår, høst og vinter. For Hotran vil ikke klimaendringer føre til store endringer i sesongvariasjoner, da nedbøren forventes å øke likt for de fire årstidene. Deelstra *m.fl.* (2011) viser også at en stor del av dagens årlige avrenning, nærings- og jordtap skjer i en begrenset tidsperiode. I gjennomsnitt skjedde halvparten av årlig avrenning i løpet av 25-55 dager, mens 90 % drenerte ut i løpet av 126-211 dager. Økt nedbørmengde og intensitet i for eksempel høstperioden kan føre til økende avrenningsmengde og avrenningsintensitet som igjen kan føre til økt risiko for avrenning av næringsstoffer og påvirkning av vannkvalitet.

### Behov for tiltak

Klimaendringer med økende nedbør og spesielt episoder med ekstremvær kan føre til økt erosjon og avrenning av næringsstoffer og jordpartikler fra jordbruksarealer. Forskjellige tiltak er aktuelle for å redusere tap av næringsstoffer og jord. Ved tiltaksplanlegging er det viktig å tilpasse tiltakene til hver enkelt lokalitet og forholdene i det enkelte nedbørfelt. Ekstremvær kan også utløse behov for nye tiltak eller endre behovet for dosering av tiltak. Nedenfor er det beskrevet tiltak som kan være med å begrense avrenning, tap av næringsstoffer og erosjon fra landbruket.

### Miljøtilpasset eller redusert jordarbeiding

Større nedbørmengder og høyere intensitet om høsten gir økt avrenningsrisiko i denne perioden. Redusert jordarbeiding der pløying utelates vil redusere risikoen. Det vil også utsettelse av jordarbeiding til neste vår. Arealer som ligger ubearbeidet i stubb er særlig viktige også i milde eller ustabile vintre med vekslende fryse/tineperioder kombinert med for eksempel kraftig regn.

### Gjødsling

Med økende risiko for større avrenning blir det enda viktigere å tilpasse gjødsling til plantenes behov. Det gjelder både gjødslingsmengder og tidspunkt for tilførsel. Ekstremnedbør kan føre til stor utvasking av næringsstoffer hvis nedbøren kommer i perioder like etter gjødsling. Delt gjødsling ut fra lokale jord, vekst og værforhold kan bli mer aktuelt, samt mer detaljert gjødsling som presisjonsgjødsling. Økende høstnedbør kan føre til at regler for spredning av husdyrgjødsel om høsten kan bli endret.

### Tiltak for å få kontroll med overflateavrenning og vannets strømningsveier i nedbørfelt

Kontroll med overflateavrenning er allerede et av de viktigste tiltakene for å redusere dagens tap av næringsstoffer og erosjon. Ved et endret klima med økende avrenning og spesielt ved ekstremvær blir det enda viktigere å ha kontroll over vannstrømmene i landskapet, både overflateavrenning og via dreinessystemet i jorda.

- Avskjæringsgrøfter for å hindre uønsket avrenning fra andre arealer som nabojorder, skog, gårdsplasser, veier, stikkrenner.
- Grasdekte vannveier i forsengkninger/dalsøkk på jordet eller tverrgående vegetasjonssoner (striper) som er etablert på tvers av fallretningen for å dele opp lange hellingslengder.
- Nedløpskummer, eventuelt i kombinasjon med grasdekte vannveier i forsengkninger som tiltak for å ta imot overflateavrenning.
- Fangdammer eller konstruerte våtmarker for å fange opp og holde tilbake jordpartikler, næringsstoffer og eventuelle plantevernmidler fra dyrket mark. Etableres i mindre bekker og dimensjoneres etter lokale forhold som størrelse på nedbørfeltet, topografi og vannføring.
- Vegetasjonssoner mellom dyrket mark og vassdrag som et effektivt filter for jordpartikler, næringsstoffer og plantevernmidler i overflateavrenning fra jordbruksareal.
- Drenering av jordbruksjord er viktig for å lede bort overskuddsvann, og for å gi raskere opptørking, øke kjørbarehet og minske risiko for avrenningstap.

Bioforsk har, med støtte fra Statens landbruksforvaltning (SLF), utarbeidet en internettbasert tiltaksveileder ([www.tiltaksveileder.no](http://www.tiltaksveileder.no)) for å bistå i arbeidet med «Vannforskriften» i Norge. Anbefalte tiltak finnes også i faktaark på nettsiden [www.klimakommune.no](http://www.klimakommune.no). Disse tiltakene blir enda viktigere ved økende avrenning og spesielt ved ekstremnedbør. Tiltakene må sannsynligvis også gjennomføres i større omfang, i nye områder og som kombinasjon av tiltakspakker i jordbrukslandskapet. Det er driften på den enkelte gård som direkte påvirker avrenning fra arealene. Miljøtiltak i jordbruket følges opp gjennom vannforskriften og lokale forskrifter. Det er tilskuddsordninger gjennom fylkesvise regionale miljøprogram (RMP) og kommunale ordninger (SMIL). Rådgivning gjøres fra forskningsmiljø, lokale forsøksringer, landbruksforvaltningen i kommunene og hos fylkesmennene. I arbeidet med praktiske tilpasninger til endret klima framover blir det viktigere å samordne og målrette tiltakene. Forskingen på tilpasning i jordbruket er bare i startfasen.

## Referanser

Borgvang, S.-A. & Tjomsland, T. 2001. Nutrient supply to the Norwegian coastal areas (1999) calculated by the model TEOTIL. NIVA-report 4343-2001. Statlig program for forureningsovervåking 815/01 TA-1783/2001.

Deelstra, J., Øygarden, L., Blankenberg, A.G.B. & Eggestad, H.O. 2011. Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 3(4):345-361.

Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E.J., Roald, L.A., Børsheim, K.Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., Sundby, S., Vasskog, V. & Ådlandsvik, B. 2009. Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing. Norsk klimasenter, Oslo. [www.nouklimatilpassing.no/enkel.aspx?m=57528](http://www.nouklimatilpassing.no/enkel.aspx?m=57528)

# Klimaendringer og behov for grøfting

Klimaendringer tilsier at det blir en betydelig økning i årsnedbør for nedbørfeltene Skuterud, Hotran og Time/Skas-Heigre. Det er viktig å vurdere hvordan grøftesystemer må dimensjoneres for å oppnå et tilfredsstillende avlingsnivå i framtidens klima og samtidig bidra til å redusere negative konsekvenser av økt nedbør på næringsstofftap og erosjon.

Johannes Deelstra, Lillian Øygarden, Sigrun H. Kværnø, Hans-Olav Eggestad, Atle Hauge, Anne-Grethe Buseth Blankenberg & Marianne Bechmann

Bioforsk

johannes.deelstra@bioforsk.no

## Innledning

Fire nedbørfelt i overvåkingsprogrammet Jord og Vannovervåking i landbruket (JOVA) ble valgt ut for å studere hvordan klimaendringer vil påvirke erosjon og næringsavrenning fra ulike jordbruksområder og hva som er mulige tiltak for å bøte på dette. De fire feltene er Hotran (Nord-Trøndelag), Skuterud (Akershus), samt Time og Skas-Heigre (begge i Rogaland). Feltene har ulik geografisk plassering, klima, jordtype og jordbruksdrift. Hansen-Bauer m.fl. (2009), beskriver de potensielle effektene av endret klima på temperatur og nedbør for forskjellige områder i Norge. I tillegg til en forventet temperaturøkning i størrelsesorden 3-4 % på årsbasis er det forventet at årsnedbøren skal øke for alle felt. For Skuterud forventes det en nedgang i nedbør om sommeren mens det for Time og Skas-Heigre forventes en liten økning. For Hotran forventes en økning i nedbør for alle sesonger. I tillegg til mer avrenning og næringsstofftap kan langvarig nedbør også gi andre problemer, som for eksempel færre dager med mulighet for jordarbeiding, såing av høstvekster eller innhøsting av jordbruksvekster. Hydrotekniske anlegg i jordbruket, som for eksempel grøftesystemer, er nødvendig for å kunne drive jordbruk. Trenger vi å redusere grøfteavstanden på grunn av endrete klimaforhold?

## Drenering

Ifølge Hove (1981) har rundt to tredeler av den dyrka jorda i Norge et grøftebehov, mens en tredel er selv-drenerende. I en spørreundersøkelse blant grunneiere (Landbrukstelingen i 2010) ble det vurdert at ca. 8 % av den dyrka jorda har behov for nygrøfting. Drenering av jordbruksarealer er viktig for å lede bort

overskuddsvann, gi raskere opptørring, øke kjørbarheten og laglighet for jordarbeiding, og minske risiko for overflateavrenning, erosjon og tap av fosfor. Særlig viktig har det vært å kunne starte våronna tidlig etter en lang vinter. Forsøk har tidligere vist at utsatt såtid har en betydelig negativ effekt på avlingsnivået (Hove 1981). Samtidig som et godt fungerende grøftesystem er nødvendig for å oppnå en god avling har forsøk på rutefelter og småfelter i Trøndelag og på Østlandet vist at grøftesystemer også fungerer som en transportvei for næringsstoffer og suspendert stoff (partikler) (Kværnø & Bechmann 2010). I noen felt var grøfteavrenning den viktigste transportveien for partikler (SS). Feltene med tap av SS hadde stort sett også høye tap av fosfor via grøftene. Resultatene er ikke tilstrekkelig til å si noe om betydningen av grøfteintensitet på SS og P-tap. Nitrogen tapes i hovedsak gjennom grøftene og resultater fra Norge viser at nivået på tapet er avhengig av vekst, avlingsnivå og gjødslingsnivå. I Norge er det ikke gjort noen undersøkelser av hvordan drenering påvirker N-tapet, men utenlandske forsøk tyder på at økt grøfteintensitet fører til større nitrogentap via grøftene. Også større grøftedyp gir høyere nitrogentap. Grøftesystemer har også en effekt på dannelsen av lystgass ( $N_2O$ ). Lystgass dannes først og fremst ved denitrifikasjon, men gassen kan også dannes ved nitrifikasjon. Denitrifikasjon og gassdiffusjon er blant annet avhengig av jordas fysiske egenskaper og jordas vanninnhold, og dermed av dreneringstilstanden. Bioforsk har i 2010 påbegynt målinger av lystgassutslipp fra dyrka jord med forskjellig dreneringsgrad og foreløpige resultater viser at dårlig drenert jord fører til større utslipp av lystgass.

## Hvordan dimensjonere grøftesystemer

Klimaendringer fører til mildere og sannsynligvis kortere vintre som kan gjøre det mulig med tidligere såing (Hansen-Bauer *et al.* 2009). Samtidig forventes det at klimaendringer vil føre til en betydelig økning i nedbør, særlig etter vekstsesongen i perioden fra september til april. Det kan forventes en økning i årsnedbør fra 12 - 23 % mens den største økningen er forventet etter vekstsesongen (Tabell 1). Grøftesystemer er opprinnelig dimensjonert for å lede bort overskuddsvann etter vinteren raskt, gi raskere opptørking, tidlig våronn og dermed bidra til et høyt avlingsnivå.

Tabell 1. Relativ endring i nedbør (%) for år/sesong for perioden 2071-2100 i forhold til 1961-1990

Nedbørsfelt	Nedbør				
	år	vinter	vår	sommer	høst
Skuterud	12,2	28,9	14,0	-4,4	15,1
Hotran	22,5	18,6	22,6	21,1	28,3
Time/Skas-Heigre	18,6	25,1	20,8	0,8	22,4

Hvordan skal en økning i fremtidig nedbør håndteres og kan den ha betydning for dimensjoneringen av framtidig grøftesystemer? Det er også forventet, som en følge av klimaendringer, at vi vil få flere nedbørsepisoder med høy intensitet (Hanssen-Bauer *et al.* 2009). Det er ukjent når på året slike episoder vil forekomme. Dersom episodene skjer i sommerhalvåret fører det sannsynligvis ikke til vesentlig større problemer i form av erosjon og næringsstofftap fordi et etablert plantedekke på jordene er med å forebygge dette. Forekommer disse episodene etter vekstsesongen, for eksempel om høsten eller vinteren, i kombinasjon med fryse- og tineepisoder, kan dette føre til store problemer (Øygarden 2003). I Norge ble behovet for god drenering aktualisert sommeren/høsten 2011 da det var store problemer på Østlandet med innhøstingen av korn på grunn av svært mye nedbør og høyt fuktighetsinnhold i jorda. Grøftesystemer skal drenerer bort overskuddsvannet, og det kan være behov for en ny vurdering av anbefalte grøfteavstander i forhold til endrete nedbørforhold. Tettere grøfting er et tema, men en må også se på kvaliteten av eksisterende grøftesystemer og bruk av filtermaterialer. Det må legges større vekt på grøfteavstand i forhold til vannets strømningshastighet i ulik jord og ikke bare standardavstander. Ved dimensjonering av grøftesystemer framover må man i tillegg til avling også ta hensyn til tap av næringsstoffer og utslipp av lystgass. Hvilken grøfteavstand og grøftedybde må anvendes

for å oppnå dette? Det er behov for godt fungerende småfelt og/eller ruteforsøk for slike undersøkelser av de nevnte sammenhengene. Forsøk med grøfting bør være langvarige for å oppnå pålitelige resultater. Dessuten vil effekter av drenering variere mye fra år til år på grunn av varierende værforhold. Det kan være aktuelt å gjennomføre slike forsøk i samarbeid med land i Norden eller andre steder. Resultater fra småfelt må også anvendes til utprøving og kalibrering av modellverktøy som et viktig verktøy i planleggingen av framtidige grøftesystemer i et endret klima.

## Konklusjon

Et godt fungerende grøftesystem er helt uunnværlig i mange norske jordbruksområder. En spørreundersøkelse, gjennomført som en del av Landbrukstellinga 2010 viste at 8 % av landbruksarealet ble vurdert som "dårlig drenert". Dårlig drenering kan skyldes både tilstanden til gamle grøftesystemer eller underdimensjonering. Det er nødvendig å få klarlagt disse forhold i vurderingen av grøftesystemer for framtidige klimaendringer. Klimaendringer tilsier en betydelig økning i årsnedbør for Skuterud, Hotran og Time/Skas-Heigre. Det er viktig å vurdere hvordan grøftesystemer må dimensjoneres for å oppnå et godt, tilfredsstillende avlingsnivå under de framtidige klimaforhold og i hvilken grad det kan bidra til å redusere de negative konsekvensene av økt nedbør på næringsstofftap og erosjon. En analyse av framtidige nedbørmengder og intensiteter er nødvendig for å danne et grunnlag for dimensjoneringen av slike systemer og alternative hydrotekniske tiltak. Kunnskap/data om jordfysiske egenskaper er avgjørende for funksjonen til grøftene og behovet for ulike grøfteintensitet må tilpasses ulik strømningshastighet i jord. Det er behov for langvarige forsøk for å øke kunnskapen om klimagassutslipp i forhold til drenering.

## Referanser

- Hove, P., 1981. Bæreevne og stabilitet i jorda i relasjon til drenering. Sluttrapport nr. 362. ISBN 82-7290-076-9. 10s.
- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E.J., Roald, L.A., Børsheim, K.Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., Sundby, S., Vasskog, V. & Ådlandsvik, B. 2009. Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing. Norsk klimasenter, Oslo. <http://www.nou-klimatilpassing.no/enkel.aspx?m=57528>
- Kværnø, S.H. & Bechmann, M. 2010. Transport av jord og næringsstoffer i overflate- og grøftevann. Sammenstilling av resultater fra rutefelt og småfelt i Norge. Bioforsk RAPPORT 5(30):65s.
- Øygarden, L. 2003. Rill and gully development during an extreme winter runoff event in Norway, Catena, 50:217-242.

# Vil klimaendringer kunne få konsekvenser på avrenning av tarmbakterier og parasitter fra beiteområder?

Økt årlig nedbør og hyppigere episoder med kraftig nedbør ventes i Norge som en følge av klimaendringer. Her vises resultater fra studier av hvordan nedbør påvirker mengden av fekale indikatorbakterier og parasittiske protozoer (*Cryptosporidium* and *Giardia*) som renner av fra beiteområder for hester. Studiene illustrerer hvordan økt nedbør kan øke faren for at tarmbakterier og potensielt patogene mikroorganismer fra beiteområder for husdyr tilføres overflatevann.

Anne-Grete Buseth Blankenberg<sup>1</sup>, Adam M. Paruch<sup>1</sup>, Ingun Tryland<sup>2</sup> & Lucy Robertson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning, <sup>3</sup>Norges veterinærhøgskole  
agbb@bioforsk.no

## Innledning

Nedbørmengden i Norge er forventet å øke med 5-30 % innen år 2100 og det er også forventet en høyere frekvens av ekstreme nedbørmengder (Hanssen-Bauer *et al.* 2009). Disse klimaendringene kan gi betydelige utfordringer for drikkevannsforsyningen i norske kommuner. Omtrent 90 % av Norges befolkning forsynes med drikkevann fra overflatevannkilder. Flere norske og internasjonale studier har vist en sammenheng mellom kraftig nedbør og høye konsentrasjoner av bakterier i overflatevann (f.eks. Tryland *et al.* 2011). For å undersøke hygienisk vannkvalitet analyseres det vanligvis for fekale indikatorbakterier. Antropogene forurensningskilder til overflatevann kan være avrenning fra industri, kloakk, spredt avløp og landbruk, inkludert beiteområder for husdyr. Hestehold til rekreasjon er i den senere tid en økende trend i Norge som i flere nordiske land. I denne artikkelen vises resultater fra studier av hvordan nedbør kan påvirke avrenning av fekale mikroorganismer fra beiteområder for hest til vannresipienten.

## Metoder

Det er gjennomført studier ved to lokaliteter "H1" og "H2", hvorav begge stallene huset ca. 50 hester. Hestene hadde ikke direkte tilgang til bekkene verken på H1 eller H2. Ved lokalitetene ble det hentet ut hestemøkk, samt tatt ut vannprøver i bekken oppstrøms-, langs- og nedstrøms luftegårdene. Vannprøver ble hentet ut 3 ganger ved ulike værforhold i begge bekkene i perioden november 2008 til november 2009 og analysert for koliforme bakterier, *E. coli* og intesti-

nale enterokokker. Prøver av fersk avføring fra hester med ulike alder, ble hentet ut i november 2009 og analysert for koliforme bakterier, *E. coli*, intestinale enterokokker, *Cryptosporidium* oocyster og *Giardia* cyster. Data om temperatur, nedbør og avrenning er hentet fra de to offisielle målestasjonene som ligger nærmest prøvelokalitetene, hhv 12 og 7 km unna lokalitetene. Analysemetodene er beskrevet i andre artikler (Tryland *et al.* 2011, Paruch 2011).

## Resultater

### Avføringsprøver

Det ble samlet inn 10 prøver av fersk avføring fra hester med ulik alder (Tabell 1).

Innholdet av *E. coli* i avføringsprøvene varierte fra  $9,9 \times 10^2$  -  $1,2 \times 10^5$  per gram, med et gjennomsnitt på  $2,5 \times 10^4$  per gram ved lokalitet H1. Ved lokalitet H2 varierte innholdet av *E. coli* i avføringsprøvene fra  $9,9 \times 10^3$  -  $6,7 \times 10^6$  per gram, med et gjennomsnitt på  $2,9 \times 10^6$  per gram. Antall *E. coli* var hhv 25-100 % og 41-100 % av de koliforme bakteriene ved lokalitet H1 og H2. Det var gjennomgående høyere innhold av koliforme bakterier og *E. coli* fra lokalitet H2 (eldre hester med et gjennomsnitt alder på 9,2 år) enn fra lokalitet H1 (yngre hester med et gjennomsnitt alder på 7 år). I en avføringsprøve var antall intestinale enterokokker  $2 \times 10^4$  per gram, mens de resterende prøvene inneholdt  $1 \times 10^4$  per gram eller lavere. Avføringsprøvene inneholdt ikke *Giardia* cyster eller *Cryptosporidium* oocyster over deteksjonsgrensen (200 per gram).

Tabell 1. Konsentrasjoner av fekale mikroorganismer i avføringsprøver fra hester

Lokalitet	Hest ID	Alder (år)	Koliforme bakt. (MPN/gram)	<i>E. coli</i> (MPN/gram)	<i>Int. ent.</i> (cfu/gram)	<i>Cryptosporidium</i> oocyster	<i>Giardia</i> cyster
H1	TR	3	1.2 x 10 <sup>3</sup>	9.9 x 10 <sup>2</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
	BO	8	1.5 x 10 <sup>3</sup>	1.5 x 10 <sup>3</sup>	2 x 10 <sup>4</sup>	0	0
	PI	3	3.0 x 10 <sup>3</sup>	2.0 x 10 <sup>3</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
	OE	6	1.3 x 10 <sup>5</sup>	1.2 x 10 <sup>5</sup>	1 x 10 <sup>4</sup>	0	0
	SI	15	4.0 x 10 <sup>3</sup>	1.0 x 10 <sup>3</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
H2	ME	5	6.7 x 10 <sup>6</sup>	5.8 x 10 <sup>6</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
	OP	14	7.4 x 10 <sup>6</sup>	6.7 x 10 <sup>6</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
	EI	14	7.5 x 10 <sup>5</sup>	3.1 x 10 <sup>5</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
	NO	5	1.8 x 10 <sup>4</sup>	9.9 x 10 <sup>3</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0
	CA	8	1.5 x 10 <sup>6</sup>	1.5 x 10 <sup>6</sup>	<10 <sup>4</sup>	0	0

### Vannprøver

Tabell 2 viser resultater fra vannprøve hentet ut i oppstrøms ridesenter (før), nedstrøms ridesenter (etter), samt fra vannprøven langs ridesenteret (midt) som hadde høyest innhold av koliforme bakterier. Ved alle prøvetakingspunktene ble det målt høyere konsentrasjoner av alle parametere i vannprøver tatt langs- eller etter luftegårdene enn oppstrøms ridesentrene. Den 10.11.08 var det mest nedbør på prøvetakingsdatoen, samt summert nedbør i løpet av de fire siste døgn. Ved H1 ble det denne datoen målt det høyeste innholdet av koliforme bakterier og *E. coli* med hhv ca. 2 log<sup>10</sup> høyere avrenning av

koliforme bakterier og 1 log<sup>10</sup> høyere av *E. coli*. Ved H2 var det denne datoen ikke så store forskjeller på innhold av de fekale indikatororganismene i forhold til de andre prøvetakings-datoene. Den 01.12.08 var det ingen nedbør prøvetakingsdatoen, samt lite nedbør summert i løpet av de fire siste døgn. For begge prøvetakingslokalitetene var det denne datoen lavest konsentrasjon av koliforme bakterier og *E. coli* i prøvene. Det ble ikke gjort funn av *Cryptosporidium* oocyster og *Giardia* cyster i avføringsprøver fra hestene (Tabell 1), og vannprøvene ble derfor ikke analysert for dette. Resultatene viser at dager med stor nedbør kan medføre større avrenning av indikatorbakterier.

Tabell 2 Konsentrasjoner av fekale mikroorganismer fra bekker som renner forbi ridesentre

Dato (dd.mm.åå)	Lok.	Temp (°C)	Nedb. (mm)	Avren. (mm)*	NedbΣ4d (mm)	Prøve pkt	Koliforme bakt. (MPN/100ml)	<i>E. coli</i> (MPN/100 ml)	<i>Int. ent.</i> (cfu/100ml)
10.11.08	H1	7,4	25,8	20,8	54	Før	-	-	-
						Midt	>24196	2909	-
						Etter	>24196	2987	-
	H2	6,1	22,8	14,8	46,3	Før	1860	63	-
						Midt	-	-	-
						Etter	2613	266	-
01.12.08	H1	-0,3	0,0	1,6	15,2	Før	241	0	-
						Midt	3654	97	-
						Etter	1789	75	-
	H2	-0,6	2,6	1,6	22,8	Før	294	0	-
						Midt	422	31	-
						Etter	557	0	-
26.11.09	H1	7,8	0,0	5,4	27,8	Før	959	<10	10
						Midt	988	134	160
						Etter	1019	134	160
	H2	6,7	1,3	5,1	28,8	Før	135	10	10
						Midt	457	341	10
						Etter	368	62	<10



## Diskusjon og konklusjon

Informasjon om mengden indikatorbakterier og patogener som skilles ut med avføringen til ulike beitedyr er nyttig dersom man skal anslå hvor mye fekalt materiale og patogener som maksimalt kan tilføres en vannkilde fra et beiteområde. Analyse av avføringsprøvene viste stor variasjon i mengden indikatorbakterier mellom de ulike individene og viser også at det var variasjon mellom de to stallene. Hesten med mest *E. coli* i avføringen skilte ut 7000 ganger mere *E. coli* per gram enn hesten med minst *E. coli*. Undersøkelse gjennomført på andre husdyr viser at f.eks avføring fra kalver/ungdyr inneholder mer *E. coli* enn avføring fra hester (Tryland et al. 2011). Hestene skilte i snitt ut mindre *intestinale enterokokker* enn *E. coli*. I vannprøvene var derimot konsentrasjonen av *intestinale enterokokker* generelt høyere enn konsentrasjonen av *E. coli*. Det kan forklares med at *intestinale enterokokker* overlever lenger i miljøet (jord og vann) enn *E. coli*.

For at vann skal inneholde *Giardia* cyster og *Cryptosporidium* oocyster, må dyr i nedbørfeltet være infisert. Ingen av hestene som ble testet var infisert, dvs ingen av avføringsprøver inneholdt *Giardia* cyster eller *Cryptosporidium* oocyster over deteksjonsgrensen (200 per gram). Det ble derfor ikke gjort analyser av *Giardia* cyster eller *Cryptosporidium* oocyster i

vannprøvene. Det er vanskelig å forutsi fremtidig forekomst av smittsomme sykdommer, inkludert vannbårne patogener blant norske folk og dyr, men økende globalisering og reisevirksomhet sannsynliggjør at forekomsten vil stige. Dette studiet viser at økt nedbør kan medføre økt fare for avrenning av fekale mikroorganismer fra nedbørfelt med beiteområder for husdyr til overflatevann. Klimaendringer kan dermed medføre en økt risiko for mikrobielle patogener i norske vannkilder. God beskyttelse av sårbare vannkilder, tiltak i nedbørfeltet og effektiv drikkevannsbehandling er viktig i dag, og vil være enda viktigere under fremtidige klimatiske forhold.

## Referanser

- Hanssen-Bauer, I., Drange, H., Førland, E.J., Roald, L.A., Børsheim, K.Y., Hisdal, H., Lawrence, D., Nesje, A., Sandven, S., Sorteberg, A., Sundby, S., Vasskog, V. & Ådlandsvik, B. 2009. "Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing.
- Paruch A.M. 2011. Long-term survival of *Escherichia coli* in lightweight aggregate filter media of constructed wastewater treatment wetlands. *Water Science and Technology*, 63(3):558-564.
- Tryland, I., Robertson, L., Blankenberg, A.G.B, Lindholm, M., Rohrlack, T. & Liltved, H. 2011. Impact of rainfall on microbial contamination of surface water. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 3(4).

# Extreme weather in small catchments: new method for flood protection: ExFlood

The ExFlood project started in 2010 and concentrates on the reduction of peak flow during extreme events. The project is in progress, and results are preliminary. The project is funded by the Norwegian Research Council, NORKLIMA program.

Jannes Stolte<sup>1</sup>, Ola Hanserud<sup>1</sup>, Helen French<sup>2</sup>, Bent Braskerud<sup>3</sup> & Jarle Bjerkholt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norwegian University of Life Sciences, <sup>3</sup>Norwegian Water Resources and Energy Directorate  
jannes.stolte@bioforsk.no

## Background

Extreme weather events are often very local and require the description of processes at a very high time resolution. Damages for several million Norwegian kroner each year caused by extreme storm events have been reported (FNH, 2009). Based on the vulnerability of infrastructures to extreme weather events today, it is anticipated that the damages to infrastructure increases due to climate change and higher frequency of extreme events. The major objective of the ExFlood project is to define and analyze measures to combat negative impact of extreme weather events on infrastructure in small watershed areas in Norway and to incorporate this in a land use planning tool.

## Material and Methods

To analyze the effect of the measures, a coupling of existing models is needed to quantify the hydrology of a multi-function catchment. Existing models for upstream urban areas (e.g. MOUSE) will be coupled with agricultural area models (e.g. LISEM) and nature and forest models (e.g. CoupModel). Measures, both on-field to reduce the problem and off-field to deal with the problem if it still occurs, will be tested using this modeling approach. The hypotheses of more effectiveness of upstream measures described above will be tested using this chain-of-models approach. The complexity of this chain-of-models tool depends on the choice of basic models included. Simplification of the model will be achieved as much as possible using a sensitivity analysis. This results in a land use planning tool available for the end-users to run locally (or a web-based system, depending on the complexity).

For testing the approach, study areas are selected based on (i) data accessibility, (ii) existing research, (iii) reported problems with flooding and damages to infrastructure, or a combination of these items. Based on these criteria, three municipalities in Norway are selected for conducting the ExFlood approach. These are Fredrikstad, Trondheim and Sandnes, and cover different climatological regions of Norway (Figure 1).

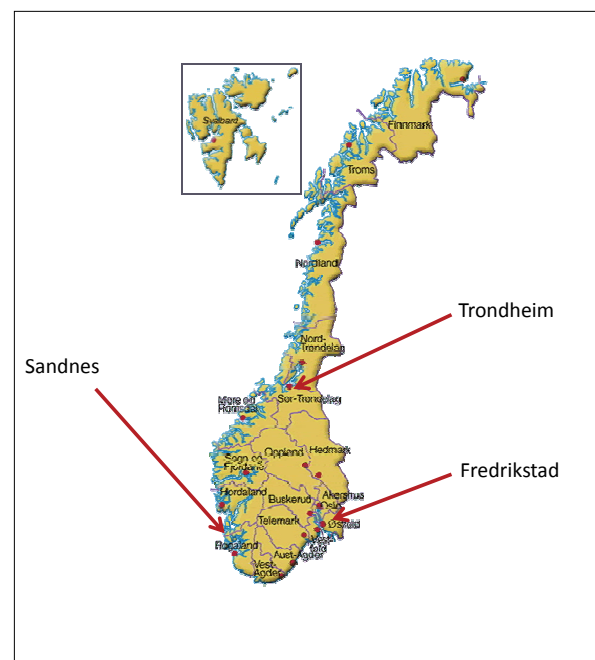


Figure 1. Municipalities contributing to the ExFlood project.

## Results

By applying measures at the 'low-flow' areas, flooding problems downstream will be reduced. The hypothesis is that upstream measures are more efficient in terms of reducing peak flow, and more economical, than traditional downstream flooding protective



Figure 2. Retention area Trondheim. Illustration: Oddveig Eriksen Hovdenak.

measures such as constructions near the built infrastructures. So far, a survey among the participating communities has been performed. To map flooding problems and the different stakeholders in the catchment areas, representatives from each of the three participating municipalities' public works department have been interviewed. In addition, 20 semi structured interviews have been carried out with purposively selected house owners and farmers, mainly. The collected data material gives some indications as to how different stakeholders in the selected catchment areas behave related to flooding. The results preliminary show a not surprising tendency towards those living close to creeks prone to flooding are more conscious about the effects of extreme weather events. Some have taken measures, or have neighbors who have taken measures, against flooding, while others trust that measures taken or to be taken by the municipal administration will suffice. Of those that are not affected, house owners were more positive to install measures to infiltrate or retain rainwater when compensated than farmers, of which most were reluctant or negative to give up productive land even if compensated. These results will be analyzed further. Furthermore, a database is formed with possible measures for each type of landscape and land use. This list is partly based on a literature search and partly on existing knowledge with the partners of the ExFlood project. Next step in this is to fine-tune

the list by consulting the project reference group to discuss the feasibility of each suggested measure. An initial step is made in the tool development by discussing the technical possibility in connecting GIS applications with the measures database to design a land use strategy to reduce the peak flow.

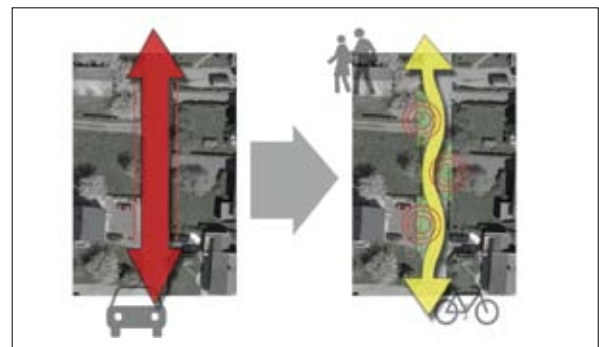


Figure 3. Small road infiltration areas Fredrikstad. Illustration: Andreas Vadum.

MSc students have performed initial steps to implement and visualize (Figure 2 and 3) measures in the landscape, to show the possibilities in each project municipality. Also, bottlenecks and solutions in urban areas have been investigated.

# Mykorrhiza til bruk i planteskoler, hagebruk og grøntanlegg

Prosjektet Transplant har som mål å isolere og teste mykorrhizasopp for kommersiell bruk i en rekke næringer; skogplanteproduksjon, produksjon av parktrær og andre flerårige dekorative vekster, oppal av grønnsaker, frukt- og bærplanter, samt etablering av golfgreener der mykorrhiza benyttes til biologisk bekjempelse (egentlig utkonkurrering) av tunrapp.

Erik J. Joner  
Bioforsk  
erik.joner@bioforsk.no

## Innledning

Skogbruk, grøntanlegg og en del intensive kulturer benytter oppformering av småplanter i planteskoler og veksthus. Disse plantene opplever ofte en vekstdepresjon etter utplanting, og i verste fall at plantene dør. Slike vekstdepresjoner representerer et vesentlig økonomisk tap for yrkesdyrkere i forbindelse med gjentatt utplanting eller redusert avling.

En effektiv måte å redusere transplanteringsstress og avdødning er å sørge for at plantene er utstyrt med sine naturlige symbiotiske sopp, såkalt mykorrhiza, som sørger for rask og effektiv etablering, effektivt opptak av næringsstoffer og vann, samt økt motstandsdyktighet mot en rekke plantepatogener.

I naturen finner man mykorrhizasopp på røttene til de aller fleste planter, og disse soppene har som hovedfunksjon å fungere som en forlengelse av rotsystemet og å sørge for et effektivt opptak av næringsstoffer gjennom hele plantens levetid. Mange plantearter er helt avhengige av å danne mykorrhiza for å etablere seg og overleve i felt. Kunstige og sterile vekstmedier som brukes i nær sagt alle veksthus og planteskoler inneholder ikke mykorrhizasopp. Når planter som er dyrket opp på slike medier skal plantes ut i naturlig jord vil de møte et stort antall mikroorganismer som både konkurrerer med planten om næring, og som kan angripe planten som parasitter eller patogener. Det er mange eksempler på at planter som tilføres mykorrhizasopp ved såing i veksthus eller ved utplanting, etablerer seg og gjenopptar veksten raskere når de plantes i feltjord, samt at avdødning reduseres betydelig.

## Prosjektet «Transplant»

Et treårig prosjekt ledet av Bioforsk Jord og Miljø har som mål å utprøve inokulering med mykorrhiza i en rekke kulturer for å kvantifisere effekten av mykorrhiza på vekst, overlevelse og konkurransevne overfor andre planter. Samtidig vil norske stammer av mykorrhizasopp isoleres og testes for effektivitet i næringstransport, vekstrespons i utvalgte vertsplanter og evne til etablering i felt. De beste soppene vil så oppformeres og inngå i produksjon for salg til yrkesdyrkere og hobbybrukere.

Produksjon av mykorrhizasopp av høy kvalitet er vanskelig og krever spesialiserte dyrkingsfasiliteter, faglig spisskompetanse og overvåking av patogener. Det finnes kun en håndfull produsenter av mykorrhizasopp i verden i dag, og en av de fremste blant disse, Symbiom Ltd., er partner i prosjektet. Symbioms produksjonsprosesser vil bli benyttet til rask og effektiv oppformering av norske mykorrhizasopp og kvalitetssikres av Botanisk Institutt i Pruhonice (CZ), som er spesialisert innen forskning på mykorrhiza og er partner i prosjektet.

## Utprøving i Norge

Utprøving i Norge skjer både gjennom Bioforsk sine egne aktiviteter og gjennom samarbeid med ulike planteskoler og gartnerier. Innen grøntanleggssektoren er Seim Trær og Planter AS partner i prosjektet og utforsker mulighetene for dyrking av parktrær med mykorrhiza for bedret vekst under oppformering, bedret etablering etter utplanting og øket motstandskraft mot sykdommer. Videre samarbeider prosjektet med Oslo kommune, Friluftsetaten, i forb.

med behandling av skrantende bytrær og etablering av nye trær i gater og parker der ulike antropogene påkjenninger gjør at trærne vil ha et særlig behov for mykorrhiza. I denne forbindelse gjøres det også utprøving av mykorrhiza for å øke toleransen overfor veisalt hos ulike parktrær. Innenfor sektoren skogplanter samarbeider prosjektet med Skogplanter Østnorge AS og Reiersøl Planteskole AS.

En annen del av prosjektet ser på i hvilken grad mykorrhiza kan påvirke konkurranseforholdene mellom ulike grasarter i golfgreener. Her er tunrapp et betydelig problem som ugras, særlig fordi det ikke finnes godkjente kjemiske ugrasmidler for bruk i Skandinavia. Tunrapp dør om vinteren og fører til brune flekker i greenene om våren, og dermed utsatt spillestart eller kostnader til utskifting. Mykorrhiza favoriserer veksten av andre grasarter som er ønsket i greenene, så som rødsvingel, engkvein og hundekvein. I et treårig forsøk på Bioforsk Landvik utprøves nå muligheten for å redusere problemer med tunrapp gjennom inokulering med mykorrhiza og tilpasset gjødsling (lav P gjødsling favoriserer mykorrhizaavhengige grasarter).

Innen økologisk grønnsaksproduksjon vil det i 2012 bli startet opp et feltforsøk med utprøving av mykorrhiza i løk og salat i samarbeid med danske gartnere og universitetet i Århus. Her inngår mykorrhiza som en faktor i integrert bekjempelse av skadegjørere (IPM), og effekter vil bli målt både på avlingsmengde og -kvalitet i tillegg til motstandsdyktighet mot skimmelsopper og ugras.

Prosjektet vil videre prøve ut bruk av mykorrhiza i produksjon av frukttrær og dekorative planter (stauder, roser, rhododendron m.m.), samt effekten ved direkte bruk ved utplanting av blomsterløk og andre hagevekster for hobbybrukere. Markedsføring vil skje gjennom utvalgte planteskoler og hagesentre, samt gjennom prosjektets partner for utvikling av norske mykorrhizaprodukter, Norsk Mykorrhiza DA.

En mer fundamental del av prosjektet vil også studere i hvilken grad mykorrhizasopp har spesifikke egenskaper eller tilpasninger mht. temperatur og daglengde som styrer sporulering og overlevelse i ulike klimasoner. Dette vil ha betydning for bruk av de isolerte mykorrhizasoppene i ulike landsdeler og nødvendigheten av å benytte spesifikke stammer med spesiell tilpasning til temperatur og klima.

# Prosjektet BioJord: Utvikling av biologisk anrikt, økologisk vekstjord

Bioforsk tar i dette prosjektet initiativ til å utvikle vekstmedier som er mer klimanøytrale, basert på resirkulerte næringsstoffer og anrikt med mykorrhizasopp og andre mikroorganismer. Framtidige bruksområdene spenner fra oppal av planter i økologiske og konvensjonelle gartnerier og planteskoler, via grøntanleggssektoren til hobbybrukere.

Erik J. Joner  
Bioforsk  
erik.joner@bioforsk.no

## Innledning

Torv er i utgangspunktet et inert og biologisk inaktivt materiale, noe som ikke alltid er ønskelig når det skal anvendes som vekstmedium. For planter som skal plantes ut i felt kan det være en fordel om det er ikke-patogene bakterier og sopp tilstede i torven som kan "forberede" plantene på de forhold røttene vil møte i naturlig jord etter utplanting. Naturlig jord inneholder nemlig store mengder bakterier og sopp som dels vil konkurrere med eller parasitere planten inntil plantens beskyttelsesmekanismer trer i kraft. Et tydelig tegn på at utplanting fra torv til jord er underoptimalt er den stureperioden planter ofte opplever etter utplanting. I denne perioden er plantene svekket og ekstra sårbare for sykdomsangrep og liknende. Det er derfor en økonomisk gevinst for yrkesdyrkere å unngå eller redusere denne stureperioden.

Både blant hobby- og yrkesdyrkere er det en økende interesse for bruk av bæredyktige og/eller økologiske dyrkingsmetoder, og dette støttes på politisk hold gjennom målene Stortinget har satt for framtidig omfang av økologisk produksjon (15 % økologisk produksjon innen 2015). På tross av denne interessen, og en tilsvarende interesse for utvikling og markedsføring av produkter rettet mot økologisk plantedyrking fra ulike leverandører av dyrkingsmidler, finnes det likevel et svært begrenset spekter av norske produkter rettet mot dette markedet.

Flere jord- og torvprodusenter har de siste årene jobbet med å utvikle jordblandinger som inneholder kompost og andre resirkulerte materialer i tillegg til torv. I den grad slike produkter har kommet på markedet har disse blitt positivt mottatt og markeds-

potensialet ansees som lovende og voksende. Dette skyldes både at resirkulerte innsatsfaktorer er billige og tilgangen på dem voksende, i tillegg til at torv, som tradisjonelt har utgjort basis for vekstjord, er en begrenset ressurs som etter hvert har fått et negativt stempel bl.a. i sammenheng med CO<sub>2</sub>-utslipp. Utvikling av dyrkingsmedier der torv i større eller mindre grad erstattes av kompost o.l. er derfor også positivt i miljø- og klimasammenheng.

## Kompost

Kompost er omsatt organisk materiale som inneholder både plantenæringsstoffer og et bredt spekter av mikroorganismer som har brutt ned og stabilisert komposten. Disse organismene utgjør stabile og komplekse mikrobielle samfunn som bidrar positivt til opprettholdelse av planters næringsbalanse og beskyttelse mot patogene organismer. Kompost er derfor å anse som en ressurs, både fysisk (som en matriks med evne til å holde på vann og næring), kjemisk (som en kilde til plantenæringsstoffer) og biologisk (et stabilt og patogenbegrensende reservoar av mikroorganismer). Utfordringene i bruk av kompost i torvblandinger ligger dels i å finne kompost som er egnet mht. fysisk, kjemisk og biologisk kvalitet, samt å sikre tilstrekkelig tilgang på egnet og ensartet kompost over tid.

## Mykorrhiza

Mykorrhiza er velkjent som en plante-soppsymbiose som bedrer plantes opptak av næringsstoffer, særlig når næringsstoffene finnes i næringsrikt organisk materiale (Joner 1994, Joner 2000, Joner & Jakobsen 1995). Men mykorrhiza har også en betydelig effekt på reduksjon av stress i forbindelse med utplanting, økt motstandsdyktighet mot sykdommer og tørke

(Augé 2001, Jeffries *et al.* 2003). Dette har vært utnyttet i andre europeiske land i sammenheng med produksjon av småplanter for utplantning, men har ennå ikke blitt tatt i bruk i Norge. Det siste året har det i Norge kommet i gang kommersiell omsetning av mykorrhiza-sopp av høy kvalitet til en overkommelig pris (se [www.mykorrhiza.no](http://www.mykorrhiza.no)), noe som åpner for utvikling av nye produkter som biologisk anriket veksttorv.

Optimal utnyttelse av mykorrhiza til plantedyrking i (nesten) rene organiske vekstmedier krever avklaring en rekke parametre både mht mykorrhizasoppene som skal inngå og torvblandingen som skal brukes. Dels er det variasjon blant mykorrhizasopp i graden av tilpasning til jord med høyt organisk innhold. Dette krever at det foretas en utvelgelsesprosess og testing sammen med de torvblandinger som skal benyttes. Videre har ulike faktorer ved torvblandinger påvirkning på både spiring, vekst og overlevelse av mykorrhizasopp (omdanningsgrad, næringsinnhold, pH og fuktighet), samt selvsagt spiring og vekst av planter som skal dyrkes i torvblandingen. Disse faktorene må optimaliseres gjennom testing både mht kolonisering og vekst av planter, men også i forhold til lagring (soppen må ikke spire under lagring). Sist men ikke minst må spørsmål om dosering testes slik at tilfredsstillende kolonisering oppnås med så lave mengder inokulum som mulig.

### Prosjektets mål

Prosjektets hovedmål er å utvikle nye norskproduserte biologisk anrikete torv- og kompostbaserte vekstjordblandinger som kan markedsføres som bærekraftige, miljøvennlige og/eller økologiske.

### Videre vil prosjektet

- 1 Optimalisere sammensetning av vekstjordblandinger mht. plantespining og plantevekst, samt mykorrhizadannelse
- 2 Isolere og oppformere mykorrhiza-sopp med preferanser for organiske vekstmedier som samtidig har god effekt på plantevekst
- 3 Optimalisere soppinnblanding (dose, preparering m.m.) for å sikre et produkt med høyt koloniseringspotensiale og god lagringsdyktighet
- 4 Gjennomføre formidling, markedsundersøkelser og markedsføring for å sikre et brukergrunnlag for de utviklede produktene

### Prosjektpartnere

Bioforsk Jord og Miljø (prosjektleder)  
Lindum AS  
Nittedal Torvindustri AS  
Gartner Hans Erik Fuglerud  
Norsk Landbruksrådgiving, Viken  
Norsk Mykorrhiza DA  
Internasjonalt: Botanisk Institutt, Det Tsjekiske Vitenskapsakademiet, Pruhonice (CZ)

### Finansiering

Prosjektet finansieres av Myrfondet (Fondet for Jord og Myrundersøkelser), samt egenfinansiering fra de kommersielle aktørene, og har en varighet på tre år (Nov. 2011 - Okt 2014).

### Referanser

- Augé, R.N. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11:3-42.
- Jeffries, P., Gianinazzi, S., Perotto, S., Turnau, K. & Barea, J.M. 2003. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable maintenance of plant health and soil fertility. *Biology & Fertility of Soils* 37:1-16.
- Joner, E.J. 1994. Arbuscular mycorrhiza and utilization of organic phosphorus in soil. Dept. of Biotechnological Sciences. Agricultural University of Norway, Ås, PhD thesis, 70 pp.
- Joner, E.J. 2000. The effect of long-term fertilization with organic or inorganic fertilizers on mycorrhiza-mediated P uptake in subterranean clover. *Biology & Fertility of Soils* 32:435-440.
- Joner, E.J. & Jakobsen, I. 1995. Uptake of <sup>32</sup>P from labeled organic matter by mycorrhizal and non-mycorrhizal subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Plant and Soil* 172:221-227.

# Mykorrhizaforum

Røttene til de fleste planter lever i samliv med sopp. Røttene danner rot-sopp-strukturer som vi kaller mykorrhiza eller sopprot. Dette samspillet påvirker plantenes funksjon i sammenheng med næringsopptak, vekst, konkurransevne mot andre planter, og reaksjon på ulike skadegjørere. Soppmycelet utvider plantens nettverk for næringsopptak. Særlig ved begrenset tilgang på fosfor har mykorrhiza en viktig rolle.

Theo Ruissen & Erik J. Joner  
Bioforsk  
theo.ruissen@bioforsk.no

## Grunntanken

Ideen om å danne en mykorrhizaforum i Norge, er knyttet til den stadig økende interessen for mykorrhizas rolle, ikke minst i landbrukssammenheng. Dermed oppstår et større behov for utveksling av informasjon, både for å få og formidle kunnskap, men også for å ha et nettverk og et forum hvor dette kan skje. I tillegg er ønsket at nye ideer og prosjekter skal utvikles.

## Formål

Formålet er at aktørene innen dette fagfeltet kan bli bedre kjent med hverandre og skape en plattform for faglig kunnskapsutveksling og fordypning. Ønsket er også å knytte til seg internasjonale kontakter og samarbeid. Et slikt forum vil gi et nettverk av fagpersoner og ideer som kan resultere i nye formidlings-, forsknings- og utviklingsprosjekter knyttet til mykorrhiza og mykorrhizas rolle.

## Organisering og arbeidsform

Organiseringen skal være så enkelt som mulig. Gruppen skal ha en leder som har ansvaret for organiseringen av selve gruppen og som er koordinator for aktiviteten i forumet. En vararepresentant bør bli utnevnt. Utnevning skjer på et møte i gruppen og varighet skal samtidig avklares. Kommunikasjon utenom fysiske møter skal skje elektronisk.

I utgangspunkt skal det holdes en årlig workshop, helst knyttet til en annen aktivitet hvor det samles en betydelig del av deltakere i forumgruppen. Aktiviteter på forummøtene kan være presentasjon av forskningsresultat, utredning om særtema, debatt om nye forskningstema og produktutvikling.

## Faglig begrensning

I utgangspunkt er det få begrensninger. Alle typer mykorrhiza i både naturlige og landbrukspåvirkete systemer kan være tema i forumet. Forumet er ment åpent for alle deltema, og kan inneholde både teoretiske og praktiske/anvendte problemstillinger. Et ønske er å prøve å bygge broer mellom teoretiske og praktiske spørsmål.

## Eksempler på tema

Mange tema kan være aktuelle for forumet. Noen ideer er: Forhold mellom direkte næringsopptak gjennom rotens epidermis og gjennom mykorrhizasystemet; Plantenes genotype og effektivitet av mykorrhizasopp; Kommersiell produksjon av mykorrhizasopp som for eksempel steinsopp og matrisker; Utbredelse av mykorrhizasopp i norsk kulturpåvirket jord; Betydning av mykorrhiza på utviklingen av ugraspopulasjoner.

## Hvem kan delta?

Forumet er åpent for alle som er aktiv inne FoU og/eller som har mykorrhiza som faglig interesseområde. Deltagelse er uavhengig om man har pågående prosjekter innen mykorrhiza eller ikke. Interessen er viktigst.

## Påmelding

Ønsker du å delta i dette forumet kan du sende en e-post til theo.ruissen@bioforsk.no. Send gjerne med noen stikkord om dine interesseområder og muligheter du ser i en slik faggruppe. Informasjonen legges inn i en deltakeroversikt som blir tilgjengelig for alle som blir registrert.



# Beitepreferanser hos geit på innmark og utmark

Geitene på utmark på Gibostad i Troms spiste en variert diett med mye halvgras, gras, busker og trær, både tidlig og seint i beiteperioden. På innmarksbeite tok geitene opp mest timotei tidlig i beitesesongen, mens engsvingel og kveke var hoveddiett seint i august. Valget av beiteplanter reflekterte både det som til enhver tid var tilgjengelig, men også næringsverdien til beiteplantene.

Marit Jørgensen<sup>1</sup>, Rebekka Helgesen<sup>2</sup>, Margrete Eknæs<sup>2</sup>, Jørgen Møllmann<sup>1</sup> & Håvard Steinshamn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Universitetet for miljø- og biovitenskap  
marit.jorgensen@bioforsk.no

## Innledning

Ytelse og kvalitet på geitemelk er avhengig av mengde og kvalitet på beiteplantene. Bønder rådes derfor til å gi ekstra tilskudd av fôr i form av kultivert beite, kraftfôr eller silo når kvaliteten på de naturlige beitene avtar. Kunnskapen er imidlertid begrenset om hvilke plantearter geitene beiter, og hvordan fôrkvaliteten på beiteplantene endrer seg i løpet av beitesesongen. Vanligvis reduseres næringsverdien av beiteplantene under beiteperioden med økt innhold av fiber og redusert innhold av protein. Geitene optimaliserer næringsverdien av beitet ved å velge de plantearter og plantedelene med høyest næringskonsentrasjon (Narjisse 1991). I dette studiet brukte vi komponenter i plantevoks, n-alkaner og langkjeda alkoholer, som markører for å undersøke hva geitene beiter på tidlig og seint i beiteperioden på et variert skogsbeite og på innmark sådd med ei allsidig beiteblanding av timotei, engsvingel, engrapp, rød- og kvitkløver.

## Materiale og metoder

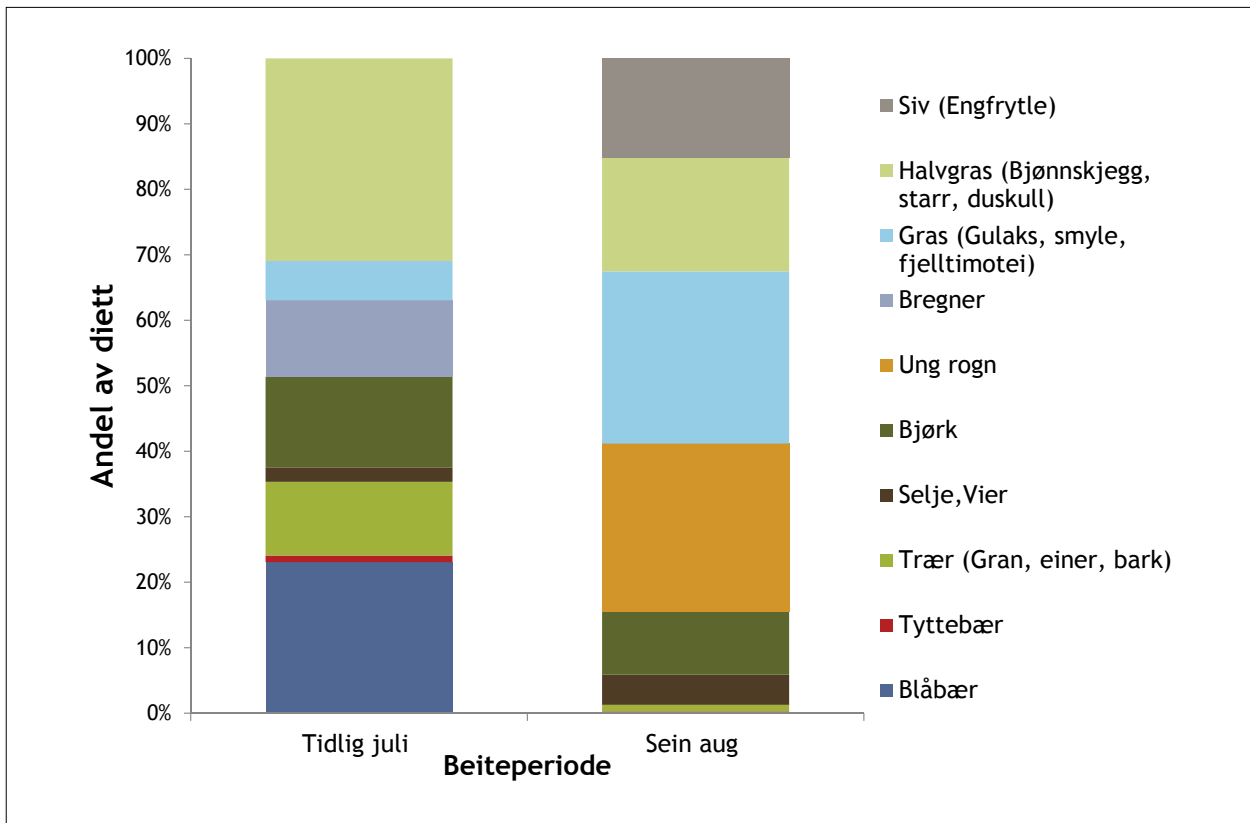
Rundt hundre geiter ble sluppet på et variert utmarksbeite (2980 dekar totalt) ved Senja videregående skole på Gibostad, i Troms i begynnelsen av juli. Geitene beitet hele døgnet. Vegetasjonen i utmarka ble kartlagt etter Rekdal og Larsson (2005). Studiene av geitenes beiteopptak og beitepreferanser på innmark og utmark foregikk i to perioder; i begynnelsen av juli og i slutten av august/begynnelsen av september. I disse periodene fikk 9 geiter på hvert av beitene dosert syntetisk alkan C32 to ganger daglig i 12 dager. Totalt var 36 geiter med i forsøket. Prøver av faeces ble samlet inn fra disse geitene i løpet av de siste 5 dagene av alkan-doseringsperioden og analysert sammen med beiteplanter for alkaner og

alkoholer. Plantearter ble gruppert i henhold til alkanol- og n-alkanprofiler ved hjelp av PCA-analyse, og deres bidrag til faecesprofiler og diettsammensetning ble estimert ved hjelp av minste kvadraters metode. Plantenes næringsinnhold ble analysert med våtkjemiske analyser ved Dairy One Coop. Inc. (Ithaca, NY, USA).

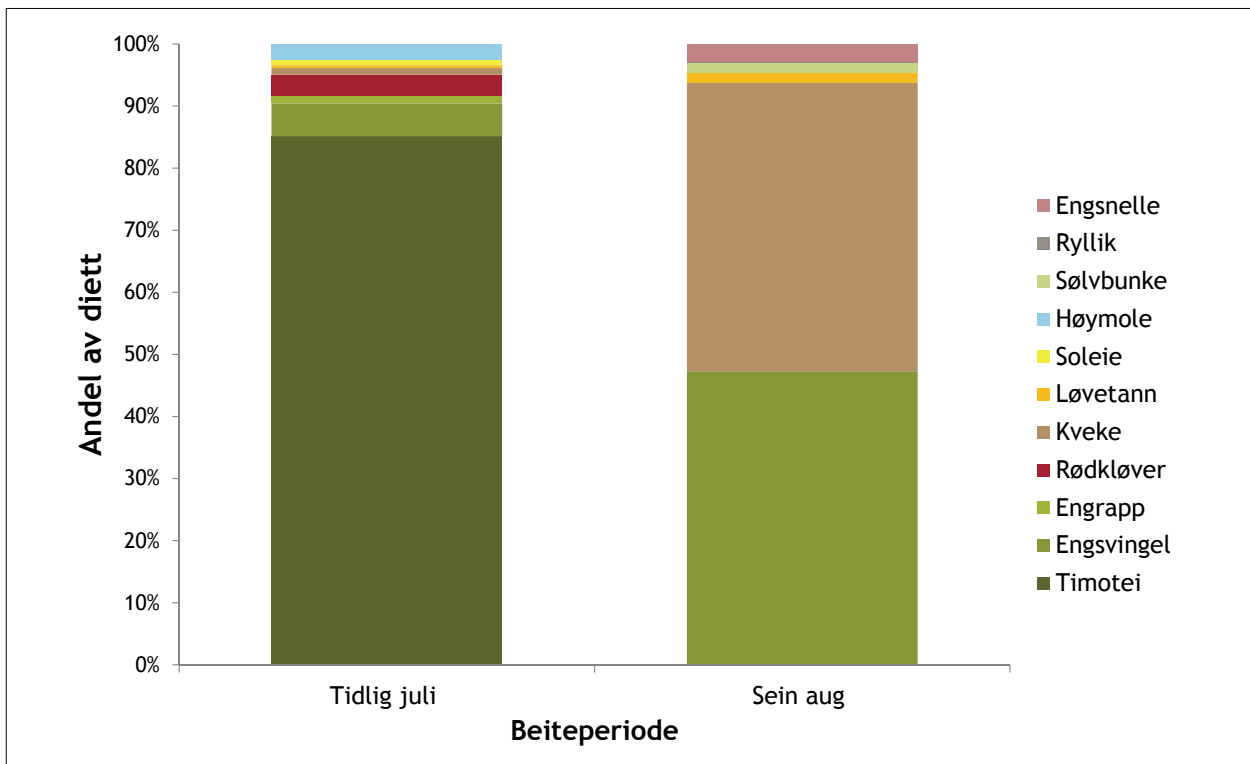
## Resultater

Geitene hadde en svært variert diett på utmarka, og den varierte mellom de enkelte geiter og mellom de to periodene (Figur 1). Geitene beitet bregner bare tidlig på sommeren, mens om lag en tredjedel av dietten var ulike halvgras i begge perioder. I begynnelsen av juli beitet geitene mest på starr (*Carex* spp.) mens de tok opp andre halvgras som engfrytle (*Luzula multiflora*) og bjønnskjegg (*Trichophorum cespitosum*) senere om høsten. De beitet også mer på gras, trær og busker i slutten av august enn tidligere på sommeren. Spesielt rogn (*Sorbus aucuparia*) ble foretrukket i den andre perioden. Geiter er glad i bark og ble observert å beite store mengder av det til tross for lav næringsverdi (Tabell 1). Blåbærblad ble beitet mye på forsommeren, men ikke senere. Generelt var dietten mer variert seint i beiteperioden enn tidlig. Dette kan skyldes både tilgangen på beiteplanter samt en nedgang i protein og energiinnhold og økning i NDF-innhold (Tabell 1). Geiter er svært fleksible i hva de beiter på og endrer diett både i forhold til hva som er tilgjengelig og næringsinnhold i beiteplantene (Narjisse 1991, Animut & Goetsch 2008).

Dietten til geitene på innmarka viser også hva som var tilgjengelig (Figur 2). Innmarksbeitet var dominert av timotei og dette var hoveddietten til geitene tidlig i sesongen. På slutten av beitesesongen beitet



Figur 1. Dietsammensetning på utmark. Andel i prosent av diett tidlig i beitesesongen (tidlig juli) og seint (august/september). (Data er snitt for 9 geiter).



Figur 2. Dietsammensetning på innmark. Andel i prosent av diett tidlig i beitesesongen (tidlig juli) og seint (august/september). (Data er gjennomsnitt for 9 geiter).

Tabell 1. Innhold av råprotein, nøytral løselige fiber (NDF) og energiinnhold i beiteplanter i utmark og innmark tidlig (tidlig juli) og seint i beiteperioden (sein august)

	Råprotein, g kg <sup>-1</sup> TS		NDF, g kg <sup>-1</sup> TS		FEm	
	Tidl juli	Sein aug	Tidl juli	Sein aug	Tidl juli	Sein aug
<b>Utmark</b>						
Bjørkeblader ( <i>Betula pubescens</i> )	133	105	279	371	0,91	0,8
Bjørkebark ( <i>Betula pubescens</i> )	32	43	705	784	0,23	0,18
Rogn ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	99	87	338	447	1,05	0,89
Blåbær ( <i>Vaccinium myrtillus</i> )	103	82	324	359	0,76	0,72
Bjønnskjegg ( <i>Trichophorum cespitosum</i> )	164	112	583	571	0,77	0,71
Starr ( <i>Carex spp.</i> )	156	92	556	639	0,93	0,61
Gulaks ( <i>Anthoxanthum odoratum</i> )	97	59	725	676	0,77	0,53
Smyle ( <i>Avenella flexuosa</i> )	153	110	662	442	0,77	0,94
Fjelltimotei ( <i>Phleum alpinum</i> )	104	69	641	671	0,91	0,44
<b>Innmark</b>						
Timotei ( <i>Phleum pratense</i> )	171	155	376	446	1,02	0,92
Engsvingel ( <i>Festuca pratensis</i> )	176	185	376	329	0,94	0,97
Kveke ( <i>Elytrigia repens</i> )	194	203	413	438	0,98	0,91
Rødkløver ( <i>Trifolium pratense</i> )	217	232	206	164	0,94	0,96
Høymole ( <i>Rumex longifolius</i> )	303	309	151	133	1,01	0,96

de mer engsvingel og kveke. Artene som ble beitet på innmark hadde betydelig høyere protein og energiinnhold enn beiteplantene på utmark (Tabell 1). En art som høymole ble i følge visuelle observasjoner foretrukket av geitene og viste et svært høyt innhold av protein samt høyt energiinnhold (Tabell 1).

En må bruke markørmetoden med n-alkaner og langkjeda alkoholer med varsomhet for å estimere diettsammensetning hos geiter på svært heterogene beiter. I dette forsøket ga estimatene av diettsammensetning en viss grad av samsvar med visuelle observasjoner. Men utmarksbeitet hadde mange arter og dette gir større usikkerhet i resultatene (Dove & Mayes 2006).

## Referanser

- Animut, G. & Goetsch A.L. 2008. Co-grazing of sheep and goats: Benefits and constraints. *Small Ruminant Research*, 77:127-145.
- Dove, H. & Mayes, R.W. 2005. Using n-alkanes and other plant wax components to estimate intake, digestibility and diet composition of grazing/browsing sheep and goats. *Small Ruminant Research*, 59:123-139.
- Narjisse, H. 1991. Feeding behaviour of goats on rangelands. *In: Morand-Fehr, P. (Ed), Goat Nutrition*, pp. 13-24. EAAP Publication No 46, 1991, Pudoc Wageningen, Netherlands.
- Rekdal, Y. & Larsson, J.Y. 2005. Veiledning i vegetasjonskartlegging. NIJOS rapport nr. 5/05. Norsk institutt for skog og landskap, Ås 108s.

# Effekter av den Nord-Atlantiske Oscillasjonen på overvintring av høsthvete

Den Nord-Atlantiske Oscillasjonen (NAO) påvirker klimaet på store deler av den nordlige halvkule. Formålet med denne studien var å bestemme NAOs innvirkning på risikoen for frostska-der i høst- hvete. Modellsimuleringer ble utført for totalt 53 vintersesonger fra 1957/58 til 2009/10. Resulta- tene viser at det var større risiko for frostska-der under negative NAO-faser enn under positive og nøytrale faser.

Tomas Persson, Anne Kari Bergjord & Mats Höglind  
Bioforsk  
tomas.persson@bioforsk.no

## Innledning

Den Nord-Atlantiske Oscillasjonen (NAO) refererer til variasjoner i lufttrykkforskjell i Nord-Atlanteren. En positiv NAO-indeks innebærer at lufttrykket er høyere enn normalt utenfor Azorene og lavere enn normalt utenfor Island. Motsatte lufttrykksforhold resulterer i en negativ NAO-indeks. NAO-svingninger påvirker klimaet i store deler av den nordlige halvkule. I Norge og øvrige deler av Nordvest-Europa innebærer en positiv NAO-indeks i vintersesongen mildere vær og mer nedbør enn normalt. Motsatt vil en negativ NAO-indeks resultere i kaldere og tørrere vintervær enn normalt. NAO har stor innvirkning på ulike samfunns- sektorer, inkludert landbruket. Tidligere studier har blant annet vist NAOs innvirkning på avlingsnivå og kornkvalitet i hvete i Storbritannia og Spania. I Norge og andre land i Nord-Europa kan dyrking av høstkorn i enkelte år være forbundet med stor risiko for utvint- ring. Formålet med denne studien var å bestemme NAOs innvirkning på risikoen for frostska-der i høst- hvete. Å identifisere tidsmessige og geografiske mønstre i overvintringsska-der kan bidra til bedre planlegging og redusert risiko ved dyrking av høstkorn.

## Material og metoder

For å bestemme innvirkningen av NAO på risiko for frostska-der i høsthvete, brukte vi den mekanistiske modellen FROSTOL. Modellen simulerer herding, avherding og andre fysiologiske prosesser fra såing av og gjennom høst- og vinterperioden. Risiko for frost- ska-der bestemmes ved å sammenligne simulert LT50 (den temperatur der 50 % av høsthveteplantene dør) med temperaturen ved jordens overflate. Drivdata til FROSTOL er temperatur ved jordens overflate og snødybde. I tillegg inngår  $LT50_{min}$ , en sortspesifikk

parameter som beskriver den laveste temperaturen høsthveteplantene kan herdes til. FROSTOL er utviklet i Canada og Norge og er tidligere testet mot feltfor- søk i høsthvete under nordiske forhold.

Simuleringer ble utført for totalt 53 vintersesonger fra 1957/58 til 2009/10 for å inkludere historiske variasjoner og trender i NAO. Hver vintersesong og vintermåned ble kategorisert i en av tre ulike NAO- faser: positiv, nøytral, eller negativ. Historiske data for lufttemperatur og nedbør for de aktuelle vinterse- songene ble hentet fra Norsk Meteorologisk Institutt. Basert på disse dataene ble snødybde og temperatur ved jordoverflaten beregnet ved hjelp av modellen SnowFrostIce (Thorsen *et al.* 2010). Tre ulike lokalite- ter i Norge inngikk i studien: Apelsvoll, Oppland fylke (60° 42'N; 10° 52'E); Kvithamar, Nord-Trøndelag fylke (63° 29'N; 10° 52'E); og Ås, Akershus fylke (59° 40'N; 10° 48'E). For hvert sted ble det kjørt simuleringer for to ulike høstvetesorter med minimum frosttoleranse på hhv. -12 °C og -16 °C, samt for tre ulike sådatoer, 20. august, 5. september, og 20. september.

## Resultat og diskusjon

Risiko for frostska-der ble bestemt som antall tilfel- ler der temperaturen ved jordoverflaten ble lavere enn simulert LT50. Det var større risiko for frostska- der under negative NAO-faser enn under positive og nøytrale faser for begge høstvetesortene (Tabell 1). Forskjellen i antall tilfeller med frostska-der mellom ulike NAO-faser var større på Apelsvoll og Ås enn på Kvithamar. Apelsvoll og Ås hadde også totalt sett en høyere risiko for frostska-der enn Kvithamar. Ande- len vintre med minst ett tilfelle der temperatur ved jordoverflaten ble lavere enn LT50 ble antatt å være en alternativ måte å vurdere risiko for frostska-der på,

og også den viste signifikant høyere risiko for frostska-der under negative NAO-faser enn under positive og nøytrale NAO-faser (Figur 1).

Det at NAO påvirker risikoen for frostska-der, som vist her, er et eksempel på hvordan klimavariasjoner kan påvirke avlingssikkerheten i planteproduksjonen. Ved å knytte simuleringer av den typen som beskrives her opp mot prediksjoner av NAO, kan det bli mulig å redusere usikkerheten ved høstvetedyrking. Slike prediksjoner av NAO lages ved hjelp av blant annet havoverflatetemperaturer opp til 6 måneder i forveg. Studien viser også at innvirkningen av NAO på høst- hvetedyrkingen kan minkes ved å lokalisere dyrkingen til geografiske regioner som er mindre påvirket av variasjoner i NAO. I neste steg ser vi for oss å knytte FROSTOL-modellen til en simuleringsmodell for til- vekst og avlingsdannelse i hvete gjennom vekstseson- gen. I tillegg skulle andre faktorer som også påvirker risikoen for utvintring av høsthvete, som for eksempel isdekke og overvintringssopper, kunne inkluderes i utviklede modeller for å beskrive sikkerheten ved høstvetedyrking under ulike klimatiske forhold.

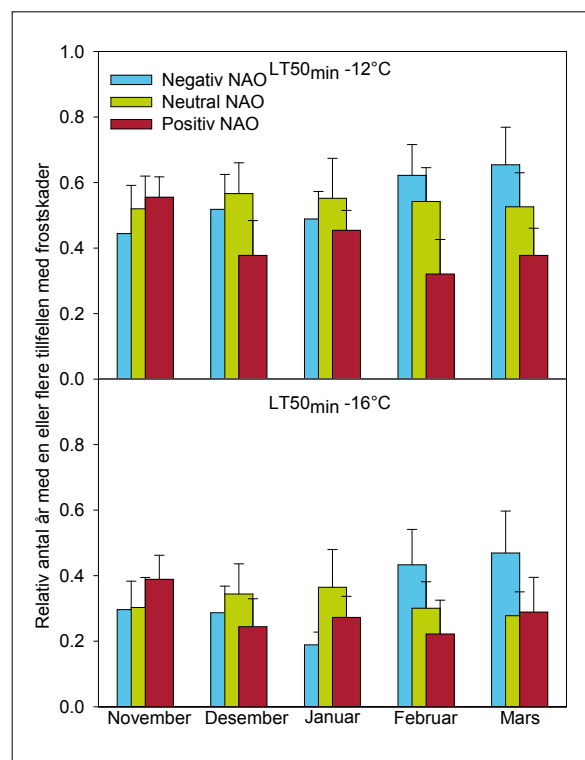
Tabell 1. Antall tilfeller med frostska-der i høsthvete for tre ulike lokaliteter og to ulike sorter ved negativ, nøytral og positiv NAO-fase gjennom vinteren

NAO-fase om vinteren	Apelsvoll	Kvithamar	Ås
LT50min -12 °C			
Negativ	11.8 a*	0.81 a	12.4 a
Nøytral	2.10 b	0.35 a	5.90 b
Positiv	0 b	0.25 a	3.92 b
LT50min -16 °C			
Negativ	5.76 a	0.19 a	5.33 a
Nøytral	0.49 b	0.083 a	2.14 b
Positiv	0.0 b	0.079 a	1.83 b

\*Middelverdier merket med samme bokstav innenfor kolonne og LT50 sortsgruppe er ikke signifikant forskjellige ( $P < 0.05$ )

## Referanse

Thorsen, S.M., Roer, A.G. & van Oijen, M., 2010. Modelling the dynamics of snow cover, soil frost and surface ice in Norwegian grasslands. *Polar Research* 29:110-126.



Figur 1. Relativt antall år med ett eller flere tilfeller der tempera- tur ved jordoverflaten ble lavere enn LT50 ved negativ, nøytral, og positiv NAO-fase for de enkelte vintermånedene. Gjennomsnitt for tre lokaliteter og tre sådatoer.

# Metoder for å bevare trua artar og vegetasjonstyper etter vegutbygging - ny E6 frå Ringebru sør til Otta

Statens vegvesen skal bygge ny E6 på strekninga Ringebru Sør til Otta i Gudbrandsdalen. Bioforsk fekk i samarbeid med Vegetasjonsrådgiver Tanaquil Enzensberger oppdraget med å foreslå metoder for etablering av vegetasjon langs den nye traseen. Ei viktig målsetting har vore å ta vare på mest muleg av dei biologiske verdiane som blir ramma av utbygginga.

Kristin Daugstad<sup>1</sup> & Tanaquil Enzensberger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Vegetasjonsrådgiver Tanaquil Enzensberger  
kristin.daugstad@bioforsk.no

## Naturleg vegetasjon

Klimatiske og geologiske forhold i delar av Gudbrandsdalen gir svært spesielle betingelsar for vegetasjonen. Ein stor del av det berørte arealet tilhøyrer sørboreal vegetasjonssone med relativt kontinentalt klima. Denne kombinasjonen er sjeldan og dekkar berre 2-3000 km<sup>2</sup> av Norge sitt fastland. Ei rekke sjeldne og trua artar, vegetasjons- og naturtyper er knytt til dette området. Dette gjeld til dømes bregna russeburkne (*Diplazium sibiricum*) som veks i næringsrik lauvskog, og mandelpil (*Salix triandra*) som veks langs breddene til Lågen. Begge er klassifisert som sårbare (VU) på den nasjonale raudlista. På fuktområda på elveslettene i Ringebru fins den sterkt trua (EN) karplanta myrstjerneblom (*Stellaria palustris*). I tillegg er det mange trua artar i tilknytning til kulturlandskapet. Dei bratte skogkledde liene huser steinblokker med sjeldne lav og bekkeløfter som inneheld unik vegetasjon.

## Metode

Konsekvensanalyser, artskart og andre kjelder er supplert med feltarbeid. Spesielle førekomster, erosjonsfare og massehandtering, næringsinnhald i toppmassar, framande artar, vegetering av fuktområder og vegetering av midtdelar er diskutert. Fem ulike metoder for etablering av vegetasjon er anbefalt og beskrevet.

## Anbefalte metoder

Det er foreslått fem ulike metoder for å etablere vegetasjon. Desse metodene i kombinasjon med spesielle tiltak for å bevare verdifulle artar og plantesamfunn vil kunne redusere påverknaden av vegbygginga på naturverdiane. Det er beskrevet kvar metoden skal

brukast, samt føreslege massehandtering, vegetasjonsetablering og skjøtsel.

### Metode 1: Konvensjonell såing

Konvensjonell etablering med frøsaing er anbefalt metode på det meste av strekninga. Det vil seie alle stader der traséen er i kontakt med dyrka mark og bebyggelse. I slike områder er faren stor for at uønskt vegetasjon vil etablere seg spontant frå frøkjelder i nærleiken. Frøblandingar omtalt i «Håndbok 25» skal brukast dersom ikkje stedeigent/lokalt plantemateriale er å oppdrive. Frøet skal såast på undergrunnsjord for å unngå for kraftig vekst og dermed favorisering av næringskrevande vekster som ulike åkerugras.

### Metode 2: Tilbakelegging av toppmassar

Naturleg vegetering med tilbakelagte toppmassar er anbefalt som metode stort sett i alle skogsområde der det er liten risiko for forureining med åkerugras m.m. Det må takast spesielle omsyn i rik lauvskog som til dømes oreskog, fordi det høge næringsinnhaldet i toppmassane vil favorisere næringskrevande vekster som bringebær og brennesle. Ved små førekomster kan toppmassane blandast med fattigare skogsjord. Dersom det er eit større område bør toppmassane helst flyttast til stader der det skal etablerast grasbakke eller plen ved konvensjonell såing.

### Metode 3: Spontan etablering utan toppmassar

Spontan etablering utan toppmassar eignar seg i område med kalkrikt og skifrig berg med tørkeprega vegetasjonssamfunn. Her er vekstforholda så spesielle at uønskte artar vil etablere seg i liten grad. Det er berre på ein lokalitet i nordenden av Frya-sletta at denne metoden er anbefalt.

#### Metode 4: Høymetoden

Ved høymetoden blir graskutt frå donorenger brukt som kjelde for å etablere ny vegetasjon. Graskuttet bidreg med frø samt med organisk materiale som er viktig som jorddekke på kort sikt og som karbon og næringskjelde på lengre sikt. Donorengene kan både vere lokalitetar som er berørt av utbygginga eller andre lokalitetar i nærområdet. Ei egna vegetasjonstype for donoreng er ulike utformingar av tørre rikenger. Metoden kan delvis bevare trua vegetasjonstyper, både ved at donorenga får nødvendig skjøtsel og ved at det blir etablert meir (ny) eng med nokon av dei same eigenskapane som donorenga. Områda som skal revegeterast ved høymetoden er også godt egna for innplanting av verdifulle enkeltartar. Vegetasjonen vi ønsker å etablere på desse områda er avhengig av skjøtsel med fjerning av slått. Blir slått liggande vil det etter kvart bli ei opphopning av næring og ei utvikling mot uønskt artsamansetjing. Etter utprøving og erfaringsutvikling kan metoden utvikle seg til å bli ein konkurransedyktig vegeteringsmetode på linje med frøsåing.

#### Metode 5: Torvtakmetoden

Torvtakmetoden inneber at matter av stedegen vegetasjon blir mellomlagra i deponi under anleggstida for deretter å bli lagt tilbake. Metoden er arbeidskrevande og kostbar, og bør brukast berre på svært verdifulle lokalitetar, i dette tilfellet på ein lokalitet med naturbeitemark, Klefstadbakken.

#### Spesielle tiltak for verdifulle artar

I tillegg til dei fem hovedmetodene er det nødvendig med spesielle tiltak for å ta vare på verdifulle artar og naturtyper. For kvar enkelt art og kvart miljø må ein vege følgjande spørsmål mot kvarandre:

- 1 Kor viktig er det å ta vare på miljøet eller arten? (utfra grad av trussel i følgje norsk raudliste)
- 2 Er førekomsten så livskraftig at ein kan forsvare forsøk på reetablering?
- 3 Kjenner vi metoder for å formere eller plante om arten? Kor sikre er dei?
- 4 Er det tilgang på lokalitetar for reetablering?

Stiklingsformering er anbefalt som metode for å reetablere mandelpil og doggpil. For åkersteinfrø, dundå, gåsefot, bakkesøte, hengepiggfrø, sprikepiggfrø, hundetunge, dragehode, smalfrøstjerne og legesteinfrø bør reetableringa skje ved hjelp av frøformerte pluggplanter. Enkelteksemplar av kildegras, skogsøtgras og huldregras som er ramma av vegutbygginga kan omplantast. Russeburkne, myrstjerneblom, kranstusenblad og gråselje kan plantas om som større bestand. Større steinblokker med verdifulle lavartar er anbefalt flytta til nye lokalitetar med miljø som liknar deira opprinnelege vekseområde. Flyttinga bør skje om vinteren når lysinnstrålinga er minst og livsprosessane til laven er på eit minimum. Både for flytting av steinblokker og mange av dei andre tiltaka bør det etablerast eigne prosjekt som sørger for at arbeidet blir gjort på best muleg måte.

#### Referanse

Enzensberger, T. & Daugstad, K. 2010. Vegetasjonsbruk langs ny E6 fra Ringebu sør til Otta. Bioforsk RAPPORT 5(152):1-74.

# Effekt av ulikt beite og høvfôring på ytelse og kvalitet i geitmelk

Geiter på utmark produserte mindre mjølk med lavere innhold av protein enn geit på innmarksbeite, men utmarksbeite gav ellers ikke redusert mjølkekvalitet. Beite gav mjølk med høyere innhold av fett, protein og tørrstoff, og lavere innhold av urea og frie fettsyrer sammenligna med høvfôring. Utmarksbeite fører ikke nødvendigvis til mjølk med høyt innhold av frie fettsyrer eller til økt innhold av frie fettsyrer utover i beitesesongen.

Håvard Steinshamn<sup>1</sup>, Rebekka Helgesen<sup>2</sup>, Jørgen Mølmann<sup>1</sup>, Magnhild Nymo<sup>3</sup> & Marit Jørgensen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, Universitet for miljø- og biovitenskap, <sup>2</sup>Senja videregående skole

havard.steinshamn@bioforsk.no

## Innledning

Geitemelk-kvaliteten i Norge er variabel og oppfyller ofte ikke kravene bransjen setter for ysting. Hovedproblemet er lipolyse og høyt innhold av frie fettsyrer (FFS) som gir syrlig og harsk smak. Problemet er størst i beitetida. Redusert mengde og kvalitet av utmarksbeite som kan føre til underfôring og negativ energibalanse er antatt å være en vesentlig årsak til problemet (Eknæs *et al.* 2006). Samtidig er det kjent at innhold av FFS er høyest i midten av laktasjonen (Chilliard *et al.* 2003), noe som sammenfaller i tid når geitene er på beite. Derfor er sesongeffekten på melkekvalitet sammenblandet med effekten av laktasjonen. Formålet med dette arbeidet var å teste om produksjon og kvalitet av melka hos geiter i samme stadium av laktasjon er påvirket av beitetype, dvs. utmark vs. dyrka beite, eller av beiting vs. høvfôring. I tillegg testet vi om det var effekt av beitesesong på de samme produksjonsparameterne.

## Materiale og metoder

I alt 80 mjølkegeiter ved Senja videregående skole, Gibostad, blei i 2009 gruppert etter genotype og laktasjonsnummer og fordelt tilfeldig på to grupper (S1 og S2). Geitene i S1 kjea i starten av februar og de i S2 ca. 8 uker senere. Geitene fikk fri tilgang (20 % rester) på same slag surfôr fra før kjeing og fram til beiteslipp og 1,1 kg kraftfôr per dag. Etter beiteslipp blei kraftfôret satt ned til 0,9 kg/geit og dag. Ved beiteslipp blei geitene fordelt tilfeldig på fire rasjonsgrupper: Innmarksbeite (I), utmarksbeite (U), tidlig slått høy (H1) og seint slått høy (H2). I beiteledda gikk geitene ute heile døgnet. S1 geitene blei fordelte på de fire ulike rasjonene ved beiteslipp (28. juni), mens S2 geitene gikk heile sommeren på

utmarksbeite og blei fordelt på forsøksdiettene 8 uker senere (16. august). Det betyr at geitene i S1 og S2 var i same stadium i laktasjon (ca. 140 dager) ved starten av fôringsforsøket. Avdrått og prøver av mjølka blei tatt i 6 påfølgende mjølkinger (3 døgn) i uka før geitene blei satt på de ulike fôringsregima og 3 uker senere etter 14 dager på de ulike diettene. Mjølkeprøvene blei lagra ved 4 °C og sendt til TINE sitt laboratorium på Brumunddal for standard "FTIR"-analyse. Data blei analysert statistisk ved hjelp av en blanda modell i SAS (2008) med beitesesong, diett, genotype og laktasjonsnummer som faste effekter og individ innen sesong og diett som tilfeldige effekter.

## Resultater

Avdråtten (1,2 vs. 2,3 kg/d,  $P < 0,001$ ) og innholdet av FFS (0,22 vs. 0,34 mmol/L,  $P < 0,05$ ) var i gjennomsnitt lavere seint i beitesesongen enn tidlig (Tabell 1). Effekten av sesong på innholdsstoff i mjølk var avhengig av forsøksdiettene; fett, protein, laktose, tørrstoff og urea gikk ned fra «tidlig» til «seint» i sesongen hos geiter på beite og økte hos de som fikk høy. Imidlertid er sesongeffekten også en effekt av fôringa før forsøksstart siden geitene i «Tidlig» gikk direkte fra innefôring med surfôr til forsøksfôringa, mens geitene i «Seint» beita i utmark i 8 uker før de ble fordelt på forsøksdiettene.

Geitene i utmark (U) mjølka mindre (1,5 vs. 2,0 kg/d,  $P < 0,02$ ) og mjølkas innhold av protein (32 vs. 33 g/kg,  $P < 0,05$ ) og urea (6,7 vs. 10,4 mmol/L,  $P < 0,001$ ) var lavere, men innholdet av fett (46 vs. 37 g/kg,  $P < 0,001$ ) og tørrstoff (120 vs. 113 g/kg-1,  $P < 0,001$ ) i mjølka var høyere enn hos de som beite på innmark (Tabell 1). Effekten av beitetype på avdrått og



Tabell 1. Effekt av beitetype (B, I=inntmark, U=utmark), høykvalitet (H, H1="god" kvalitet, H2= "dårlig" kvalitet) og beitesesong (S) på mjølkeproduksjon og mjølkas sammensetning hos mjølkegeit

Parameter	Sesong, S	Beitetype, B		Høykvalitet, H			Signifikans				
		I	U	H1	H2	SE	S	Ivs.U	Bvs.H	Svs.B	Svs.Bvs.H
Mjølk, kg/d	Tidlig	2,45	1,88	2,65	2,16	0,174	***	**	IS	IS	IS
	Seint	1,50	1,15	1,38	0,83						
Fett, g/kg	Tidlig	39,9	49,8	32,3	34,6	1,81	IS	***	***	IS	**
	Seint	34,2	42,9	33,4	36,8						
Protein, g/kg	Tidlig	33,3	31,7	29,1	29,6	0,53	IS	*	***	IS	*
	Seint	32,4	31,5	31,6	29,3						
Laktose, g/ kg	Tidlig	43,4	41,9	42,4	42,9	0,58	*	IS	*	IS	*
	Seint	42,9	42,3	41,1	41,1						
Tørrstoff, g/kg	Tidlig	116,5	123,5	103,9	107,1	2,13	*	***	***	IS	**
	Seint	109,5	116,8	106,1	107,2						
Urea, mmol/L	Tidlig	10,7	7,1	10,9	9,0	0,29	***	***	***	IS	***
	Seint	10,0	6,3	11,9	9,8						
Frie fettsyrer, mmol/L	Tidlig	0,22	0,24	0,33	0,55	0,14	*	IS	*	IS	IS
	Seint	0,23	0,19	0,29	0,17						

SE=standard feil av gjennomsnittet

IS, Ikke signifikant ( $P>0.05$ ); \*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ ; \*\*\*,  $P<0.001$ 

innholdsstoff i mjølk var den samme både «tidlig» og «seint» i beitesesongen. Denne effekten av beitetype skyldes trolig lavere energi- og proteinopptak hos geitene på utmark (Santini *et al.* 1992; Dønnem *et al.* 2011), og at de brukte mer energi til å gå enn geitene på inntmark (Lachica *et al.* 1999). Beiting ga i gjennomsnitt samme avdrått men høyere innhold av fett (42 vs. 34 g/kg,  $P<0,001$ ), protein (32 vs. 30 g/kg,  $P<0,001$ ) og tørrstoff i mjølka og dermed også større produksjon av energikorrigert mjølk (1,7 vs. 1,5 kg/d,  $P<0,05$ ) enn høy. Geitene på beite ga også i gjennomsnitt mjølk med lavere innhold av FFS (0,22 vs. 0,34 mmol/L,  $P<0,05$ ) og urea (8,5 vs. 10,4 mmol/L,  $P<0,001$ ) enn de som fikk høy. Årsaken til forskjellen mellom beiting og høvfôring kan være at geitene på beite hadde høyere energiopptak enn geitene på høy. Høyere energiopptak kan også forklare høyere innhold av fett i mjølka fra geiter på beite enn på

høy (Dønnem *et al.* 2011b). Negativ energibalanse og mobilisering av kroppsfett kan også gi økt innhold av fett i mjølka. Geitene reduserte kroppsvekten i løpet av forsøksperioden og har trolig mobilisert kroppsfett, men det var ingen forskjell mellom forsøksdiettene. Mobilisering av kroppsfett kan forklare det relativt lave innholdet av FFS i mjølka i dette forsøket (Dønnem *et al.* 2011a).

## Referanser

- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J. & Lamberet, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science* 86:1751-1770.
- Dønnem, I., Eknæs, M., & Randby, Å.T. 2011a. Energy status, measured by computer tomography (CT)-scanning, and milk quality of dairy goats fed rations with various energy concentrations. *Livesock Science* 142:235-244.

- Dønnem, I., Randby, Å.T. & Eknæs, M. 2011b. Effect of grass silage harvesting time and level of concentrate supplementation on goat milk quality. *Animal Feed Science and Technology* 163:118-129.
- Eknæs, M., Kolstad, K., Volden, H. & Hove, K. 2006. Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. *Small Ruminant Research* 63:1-11.
- Lachica, M., Somlo, R., Barroso, F.G., Boza, J. & Prieto, C. 1999. Goats Locomotion Energy Expenditure under Range Grazing Conditions: Seasonal Variation. *Journal of Range Management* 52:431-435.
- Santini, F.J., Lu, C.D., Potchoiba, M.J., Fernandez, J.M. & Coleman, S.W. 1992. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. *Journal of Dairy Science* 75:209-219.
- SAS 2008. SAS User's Guide. Statistiscs Institute Inc., Cary, NC.

# Fagforum Potet

Fagforum Potet er et samarbeidsforum mellom Bioforsk, Norsk Landbruksrådgiving og potetbransjen. Fagforum potet har som mål å sikre en markedstilpasset, norsk kvalitetsproduksjon av poteter. Dette skal oppnås gjennom aktiv kunnskapsformidling til hele sektoren, med vekt på [www.potet.no](http://www.potet.no), i tillegg til god samordning av potetfaglig aktivitet mellom aktørene.

Per Y. Steinsholt<sup>1</sup>, Borghild Glorvigen<sup>2</sup> & Eldrid Lein Molteberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bioforsk, <sup>2</sup>Norsk Landbruksrådgiving  
fagforum@potet.no

## Viktige oppgaver

Drifte hjemmesiden [www.potet.no](http://www.potet.no), med følgende innhold:

- En kunnskapsbase for fagstoff
- Aktuell og oppdatert faglig informasjon
- Sortsinformasjon og dyrkingsveiledninger
- Oversikt over forskningsprosjekter
- Resultater fra forskningsprosjekter
- Lenker til aktuelle norske og utenlandske sider
- Arrangementskalender

## Dessuten skal Fagforum Potet:

- Være diskusjonsforum og koblingsboks innen potet for bransjen
- Initiere nye forskningsoppgaver
- Arrangere årlige bransjemøter
- Utarbeide årlige statistikker for skader
- Organisere virustesting av egenavlta settepoteter
- Arrangere fagmøter
- Medvirke som høringsinstans for bransjen
- Være kontaktpunkt for allmennheten

## Organisering

Den daglige driften av Fagforum Potet ivaretas av to prosjektkoordinatorer som deler en 50 % stilling. Videre består styringsgruppen av lederen for potetforskningen i Bioforsk, lederen av Fagutvalget i potet i Norsk Landbruksrådgiving og tre representanter fra potetbransjen derav en potetprodusent. Det inviteres til bransjemøte en gang per år.

I 2011 er det publisert ca. 50 nyhetsoppslag på [www.potet.no](http://www.potet.no) og sendt ut 2 nyhetsbrev per e-post. I tillegg til løpende oppgaver nevnt ovenfor har Fagforum Potet arbeidet med settepotetsituasjonen, og med po-

tetens utgang fra kostrådene om «5 om dagen». Som en erstatning er lansert begrepet «5 ganger i uka».

## Nasjonal bransjestandard for PCN

Det store arbeidet i 2011 var utarbeidelsen av Nasjonal bransjestandard for PCN - potetcystenematoder. Fagforum Potet tok, på vegne av den norske potetbransjen, på seg dette i egenskap av å være et samlende bransjeforum. Det praktiske arbeidet ble gjort av ei arbeidsgruppe med fire potetprodusenter som representerte hele landet og ulike PCN-sitasjoner, i tillegg til de to koordinatorene og en representant for potetmottagerne. Dette arbeidet var et «nybrottsarbeid» i norsk planteproduksjon, og kan bli en mal for andre bransjestandarder for plantesjukdommer. Bransjestandarden tok svært mye tid og ressurser i fagforumet, og var blant annet tema for årets bransjemøte i oktober. Standarden ble anerkjent av Mattilsynet i november, og skal innføres i potetproduksjonen i løpet av 2012 med full virkning i 2013.

## Finansiering

Fagforum Potet var i starten finansiert av Statens Landbruksforvaltning sammen med Bioforsk og Norsk Landbruksrådgiving. Seinere har bransjen engasjert seg, både faglig og økonomisk, noe som resulterte i samarbeid med 19 ulike bedrifter/organisasjoner i 2011. I alfabetisk rekkefølge er dette Bamagruppen, Coop Jæren, Felleskjøpet Agri, Findus Norge, Gartnerhallen, Graminor, HOFF, Hvebergsmoen Potetpakkeri, KiMs/KiMs produsentforening, Maarud/Maarud produsentlag, Namdal produsentlag, NORGRO, Norsk Gartnerforbund, Overhalla klonavlssenter, Produsentpakkeriet Trøndelag, Settepotetdyrkernes landslag, Strand Unikorn, Totenpoteter og Yara.

# Agriculture in Northern Norway in a changing climate

An interdisciplinary study, based on downscaled climate change scenarios and interviews with local farmers in Northern Norway, has assessed biological and agronomic effects of climate change, and interaction with political, economic and social factors. The study confirms that farmers are facing complex challenges. Negative effects from climate change combine with other challenges.

Grete Hovelsrud<sup>1,2</sup>, Ingrid Kvalvik<sup>2</sup>, Halvor Dannevig<sup>1,7</sup>, Inger Hanssen-Bauer<sup>4,5</sup>, Sigríður Dalmannsdóttir<sup>3</sup>, Lars Rønning<sup>2,6</sup>, Eivind Uleberg<sup>3</sup> & Bob van Oort<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CICERO, <sup>2</sup>Nordland Research Institute, <sup>3</sup>Bioforsk, <sup>4</sup>The Norwegian Meteorological Institute, <sup>5</sup>Telemark University College,

<sup>6</sup>Norwegian centre for rural research, <sup>7</sup>Western Norway Research Institute

g.k.hovelsrud@cicero.uio.no

Agriculture, as a primary industry, is directly dependent on natural conditions and therefore vulnerable to changes in climate. Even though climate change is expected to cause fewer negative effects in Norway, and Northern Norway in particular, than many other countries, there are several challenges and many rural communities are vulnerable. In this interdisciplinary study we have, based on downscaled climate change scenarios and interviews with local farmers in the three northernmost counties in Northern Norway (lat. 65.5° to 70°), assessed biological and agronomic effects of climate change, and their interaction with political, economic and social factors. Our study confirms that the challenges facing farmers are complex, and that negative effects from climate change comes on top of all the other challenges. For instance, the political and economic framework conditions, inclu-

ding the structural policy aiming for more efficient agriculture have put many farms on severe stress, and the regulations and incentives enforced to reduce submission not always enhance adaption to climate change effects. Further, wider ongoing social and economic transformations at the community level, like the reduction of farm industries in the local community, accessible counseling, the long working hours and wage disparities compared to other work and the status of agriculture, might have serious implications for the agricultural sector's adaptive capacity. The study has revealed big local differences in how farmers are affected by climate change and their capacity to adapt. While some are mainly benefitting from the changes, others have experienced negative impacts that might be the decisive factor in their decision to liquidate their business.

# Short description of the Norwegian seaweed industry

The algae industry in Norway has long tradition in exploiting natural resources. The seaweed constitute an important part of the ecosystem and are of important commercial value. This article describes the established seaweed industry in Norway.

Marte Meland & Céline Rebours  
Bioforsk  
marte.meland@bioforsk.no

Seaweed has been used as manure, feed and food since Norway was first populated. From around 1750, burning of kelp for potash to European soap and glass industry was important for coastal farmers. Between 1800 and 1913 the export of potash increased from 1 500 to 6 000 tons, produced from 150 000 tons of kelp. From 1870, potash was used in iodide production, but in 1933 it was replaced by the “chile-sal-peter”. Norwegian alginate research was established around 1900, partly governmentally supported. Protan AS managed to produce pure alginate acid in 1943 thanks to collaboration with the Norwegian Institute for kelp research (NITT). The production was based on drifted kelp and hand cut *Laminaria digitata*. Since 1963 *Laminaria hyperborea* is the most important raw material, due to mechanization of harvest and high volume. The export of alginate increased from 100 tons in 1954 to 300 tons in 1960. Today Protan AS is named FMC Biopolymer AS and is owned by the FMC Corporation. From 1930, seaweed meal from *Ascophyllum nodosum* for animal food and fertilizer was an important product from the Norwegian industry. The seaweed was cut by hand, dried on shore and milled. Algea AS, established in 1937, and several companies in the 60s produced seaweed meal and extracts agriculture and human and animal alimentation (Aasland 1997). Algea AS is the only remaining company and is owned by the Italian Valagro Group. Nowadays 180 people are working in the seaweed industry. Around 45 persons harvest seaweed, employed by themselves, the boat company or by the processing company.

## Species exploited in Norway

*L. hyperborea* is harvested between Rogaland and Sør-Trøndelag. The annual landings are 150 000 tons, and the firsthand value is under 23 EURO/ton

wet weight (w.w.) (FMC Biopolymer AS 2011, pers. comm.). *L. hyperborea* is processed to alginates (5 000 tons/year), used in pharma- and nutra-ceutical products. *A. nodosum* is harvested between Møre og Romsdal and Nordland. The annual landings are 10-20 000 tons, with a firsthand value delivered to fabric of 50 EURO/ton w.w. (Algea AS 2011, pers. comm.). *A. nodosum* is processed to seaweed meal for agricultural, nutraceutical and cosmetic products. Around 140 kg of *Ulva lactuca* is harvested by hand in Rogaland yearly, the firsthand value is 50 EURO/kg w.w. sold to restaurants.

## Identification of harvesting techniques

Since 1976, *L. hyperborea* is harvested with a seaweed trawl, a 3 m long iron sledge with pinnacles pointing towards the drag direction. The trawl jerks plants larger than 20 cm from the substrate and leave smaller plants for re-growth. The trawl can take up to 1 ton of kelp per drag and up to 150 tons daily. The seaweed is delivered to transport ship, collecting stations or directly to fabric. From the 70's, *A. nodosum* is harvested either with paddlewheel or water jet driven seaweed cutters, which both leave at least 10 cm of the plant for re-growth (Algea AS pers. comm.). The harvested material is transported in a bags or nets to the fabric.

## Biomass evaluation

The biomass of *A. nodosum* is estimated around 1,8 mill tons along the Norwegian coast, in densities of 4-7 kg/m<sup>2</sup> (Steen 2009). The standing stocks of *L. hyperborea* are estimated to be between 50 and 100 mill tons based on a growth area of 5 000-10 000 km<sup>2</sup> and average densities of 10-15 kg/m<sup>2</sup> (Steen 2009).

## Ecological issues

Harvesting of *L. hyperborea* is estimated to remove 0,3 % of the total biomass yearly. On a local scale up to 50 % of biomass can be removed (Steen 2005). Re-growth after harvest differs between locations and varies with latitude (Rinde and Sjøtun 2005). The new generation approaches untrawled kelp forest size at 2-4 years (Christie *et al.* 1998). Ecological models indicate that loss of primary and secondary production in trawled areas is up to 98 % (Rinde *et al.* 2006). The re-growth of epiphytes is not fulfilled after 5 years, and diversity is not restored before plants reach average age of 7 years (Waage Nielsen *et al.* 2003). Distance to the closest intact, untrawled kelp forest is important for re-colonization of trawled areas (Christie *et al.* 2003). *A. nodosum* is harvested every 4-6th year, to ensure good regrowth and is assumed to have limited recruitment potential and relatively slow re-growth (Steen 2009). Re-growth by generating new branches depends on parts of the plants being left after harvest. The local harvesting efficiency is 60 % (Algea AS pers. comm.). Harvesting activity occasionally conflicts with environmental protection, which affects the raw material access. Regional harvesting regulations coordinate these interests for *L. hyperborea*. Since 1970, 50 % of the kelp forest between Nord-Møre and Finnmark is assumed to be grazed by sea urchins (Sivertsen 1997). Grazing is estimated to cause a loss of 15M NOK.year-1 for fishermen in the area around Vega (Sakshaug *et al.* 2002). In grazed areas, mostly located to sheltered areas, the kelp forest production is estimated to be 1 % of the original production (Norderhaug *et al.* 2008). Sea urchin density is controlled by several factors such as predation and juvenile recruitment.

## Aquaculture of algae

Aquaculture trials have been done with *Saccharina latissima* and *Alaria esculenta* to produce ethanol. Several projects investigating algae culture as monoculture, polyculture or in fjord restoration are in progress.

## Stakeholders

### Industry

- Algea AS harvests *A. nodosum* for production of seaweed meal and extracts. [www.algea.com](http://www.algea.com)
- Biomar AS produces fish feed for salmon and trout, exploring the use of algae in feed. [www.biomar.com](http://www.biomar.com)

- FMC Biopolymer AS harvests *L. hyperborea* for alginate production. [www.fmcbiopolymer.com](http://www.fmcbiopolymer.com),
- Frode Ljosdal AS harvests *U. lactuca* for sale as food to restaurants.
- Holmfjord AS cultivates sugar kelp to restore the kelp forest in Porsangerfjorden. [www.holmfjord.no](http://www.holmfjord.no)
- Salmon Group is an aquaculture company exploring integrated aquaculture. [www.salmongroup.no](http://www.salmongroup.no)
- Seaweed Energy Solutions is exploring cultivation of sugar kelp for biofuel. [www.seaweedenergysolutions.com](http://www.seaweedenergysolutions.com)
- Statoil is involved in cultivation projects to produce macroalgae for bioethanol. [www.statoil.com](http://www.statoil.com)

### Authorities

The Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, the Directorate of Fisheries, the Ministry of the Environment, the Directorate for nature management, the County Governors, the County Authorities, the Norwegian Coastguard, the Norwegian Food safety Authority, the Ministry of Health and Care Services, the Ministry of Agriculture and Food and the Norwegian Agricultural Authority.

### Research institutes

- Institute of Marine Research, IMR, is advisory capacity to FKD, and survey *L. hyperborea* harvest. [www.imr.no](http://www.imr.no)
- Lysefjorden Forsøksstasjon- uses upwelling as source for nutrients in production of macroalgae.
- Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research, BIOFORSK, achieves R&D on cultivation of aquatic plants and the added value of algae products. [www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)
- Norwegian Institute for Nature research, NINA, achieves applied ecological research. [www.nina.no](http://www.nina.no)
- Norwegian Institute for Water Research, NIVA, is modeling distribution of kelp forests. [www.niva.no](http://www.niva.no)
- Norwegian University of Science and technology, NTNU, achieves alginate research. [www.ntnu.no](http://www.ntnu.no)
- SINTEF is achieving R&D in fishery and aquaculture, and in seaweed cultivation projects. [www.sintef.no](http://www.sintef.no)
- University of Bergen, UiB, is doing marine research on marine biodiversity. [www.uib.no](http://www.uib.no)
- University of Oslo, UiO, is doing marine research on kelp biology and kelp forest ecology. [www.uio.no](http://www.uio.no)

## References

- Aasland, T (ed). 1997. Utfordringen fra havet, 182 pp. Pronova Biopolymer AS. Didakta Norsk Forlag AS.
- Christie, H., Fredriksen, S. & Rinde, E. 1998. Regrowth of kelp and colonization of epiphyte and fauna community after kelp trawling at the coast of Norway. *Hydrobiologia* 375/376:49-58.
- Christie, H., Jørgensen, N.M., Norderhaug, K.M. & Waage-Nielsen, E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. *Journal of the Marine Biological Association UK* 83:687-699.
- Norderhaug, K. M. & Christie, H. 2008. Reetablering av tare-skog på Helgelandskysten- kvantitative malinger av tare og kråkeboller. NIVA rapport lnr 5661-2008.
- Rinde, E., Christie, H., Bekkby, T. & Bakkestuen, V. 2006. Økologiske effekter av taretråling. Analyser basert på GIS- modellering og empiriske data. NIVA rapport lnr 5150-2006.
- Rinde, E. & Sjøtun, K. 2005. Demographic variation in the kelp *Laminaria hyperborea* along a latitudinal gradient. *Marine Biology* 146:1051-1062.
- Sakshaug, E., Dale, T., Fosså, J. H., Fredriksen, S., Hedlund N. & Sivertsen, K. 2002. Nedbeiting av tareskog i Norge. MareNor 2002.
- Sivertsen, K. 1997. Geographic and environmental factors affecting the distribution of kelp beds and barren grounds and changes in biota associated with kelp reduction at sites along the Norwegian coast. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54:2872-2887.
- Steen, H. 2005. Chapter 2.5. Høsting av tang og tare- økologisk uforsvarlig eller bærekraftig ressursbruk? Kyst og Havbruk 2005. Institute of Marine Research.
- Steen, H. 2009. Chapter 2.11. Stortare. Kyst og havbruk 2009. Institute of Marine Research.
- Waage-Nielsen, E., Christie, C. & Rinde, E. 2003. Short term dispersal of kelp fauna to cleared (kelp- harvested) areas. *Hydrobiologia* 503:77-91.
- [www.fiskeridir.no](http://www.fiskeridir.no)  
[www.imr.no](http://www.imr.no)  
[www.ssb.no](http://www.ssb.no)

# Introduction to the management and regulation of the Norwegian seaweed industry

In Norway, regulations for harvesting seaweed apply to seabed algae such as *Laminaria hyperborea*. Harvest of foreshore algae such as *Ascophyllum nodosum* is not regulated, but is regulated by private owner rights because the species grow in the tidal zone. Environmental protection laws and other regulations can restrict areas for harvesting. Regulations of aquaculture of seaweed are under development.

Marte Meland & Céline Rebours  
Bioforsk  
marte.meland@bioforsk.no

## National and regional regulating bodies

The Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, FKD, regulates harvest of *L. hyperborea* by laws, and instructs the Directory of Fisheries, FD, which sets the regulations together with industry, Institute of Marine Research (IMR), researchers, environmentalists, fishermen and kelp trawlers organizations, and local stakeholders. FD is responsible for supervision and control of the regional regulations. The County Authorities have regional management responsibility, which involves planning of the rotation cycle for the harvesting of *L. hyperborea*. The Ministry of the Environment, MD, is responsible for carrying out the environmental policies of the Government. The Directorate for Nature Management, DN, is the advisory and executive body of MD. DN is responsible for regulating environmental protection, and to make sure nature is not destroyed by other activities. DN is the instructive authority to The County Governors who ensures that the government politics are conducted. Additional regulatory bodies involved in aquaculture licensing are the Norwegian Food safety Authority, the Ministry of Health and Care Services, the Ministry of Agriculture and Food and the Norwegian Agricultural Authority.

## Regulations on harvest of seabed algae (e.g. *Laminaria hyperborea*)

Regulations were earlier embedded in the “Scientific exploration and exploitation of other submarine resources than petroleum Act” and after 1972 in the “Saltwater Fisheries Act”. Today, the “Regulations of

harvesting of kelp” is regulated in the “Management of wild marine resources Act” applying to harvesting of all marine organisms, methods of harvest, amounts, and how harvesting affects the marine environment. The regulation concerns harvesting of kelp in Norwegian waters, and is regulated by FD. The general regulation does not apply to areas with private owner rights. Harvest of kelp on depths deeper than 20 m is forbidden, and over 20 m depth it is forbidden to harvest kelp unless permitted by regional regulations. Opened fields are regulated for harvest by regional regulations for kelp harvesting. Areas are opened for harvest every 5th year. New fields can be opened if the harvester can document that harvest is sustainable. Boats must be registered in FDs register for kelp harvesting. The harvester has to pay tax for landings and the equipment used for harvest has to be adapted to the activity. Specific regional regulations for harvesting kelp exist in Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane, Hordaland and Rogaland.

Harvesting plans for *L. hyperborea* are made for five years in a row, and are continued if the regrowth of kelp is good and the harvest is sustainable. Practically it means they are continued if no stakeholder objections or negative results are reported in the annual survey.

## Records required by harvesters

The harvesters shall keep harvest journals that give the time, location and tonnage of harvested kelp,



and yearly report these data to the FD. Tonnage is reported in wet weight. The FD, regional and central, records and publishes statistics data.

### Control of activity

The FD is in charge of control and supervision of the harvesting activity, and the Norwegian Coast Guard does unannounced controls of boats where harvesting journals can be claimed. Since 2004 IMR has the responsibility to achieve yearly survey of the harvesting fields and control areas to assess the impact of harvest on populations of *L. hyperborea* between Rogaland and Sør-Trøndelag (instructed by the FKD). Video transects assess the removal grade and re-growth, as well as the coverage and density of kelp, plant height, recruitment, species composition, epiphytes, number of sea urchins and fish. Trawling can be terminated if results are negative.

### Opening of new areas for harvest

The FD evaluates requests to open new areas for harvest. The process takes several years because survey and test trawling in the specific area is required to decide if harvesting is sustainable. The decision to open a new area for harvest is based upon a long term survey done by the IMR. The status of sea urchins in the specific area, bird protection areas, conflicts with fishermen, the local community opinion and access to raw material for industry is also taken into consideration. The applicant has to document that trawling has no negative impact on the local ecosystem, as well as planned harvested amount and areas for harvest. There is no exact cost of obtaining a license, but the cost of the survey before opening new areas for harvest is shared between the industry, regulators and IMR. The opening of a new area for trawling permits harvest of a maximum amount of *L. hyperborea* in a specific area, in a defined period of time of one year.

### Regulations on harvest of foreshore algae (e.g. *Ascophyllum nodosum*)

There are no official regulations on harvesting of *A. nodosum*, because the foreshore, where the species grow, is private. To harvest *A. nodosum* the landowner has to give permission, and the harvester has to pay a fee to the landowner. The landowner agreement allows the harvester to harvest a maximum amount of *A. nodosum* in the area. The agreement has to be renewed each time the area is intended to harvest. No impact assessment or documentation is required by the authorities. Eventual environmental

protection has to be respected. The harvesters of *A. nodosum* survey their own activity, and harvest seaweed beds every 4-6th year to ensure re-growth.

### Regulations on seaweed aquaculture

For cultivation of seaweed one has to apply to the FKD for a license and the process takes at least 5 months. In 2010 it was suggested that seaweed aquaculture should be managed under the "Regulation on license for aquaculture of other species than salmon and trout", and applications will be evaluated by the County Authorities. The applicant must document that the application is supported by local area plans and does not conflict with environmental protection or cultural heritage protection. The applicant must also document that necessary permissions are obtained according to the Act on Food Production and Food Safety, the Act on Protection against Pollution and Waste, Harbors and Waters Act and the Act on Groundwater and Waterways. The environmental impact has to be considered, but specific assessments are not required so far for seaweed aquaculture. The cost of the application is 375 EURO, and it is suggested to demand a safety of 312 EURO/acre as "clean-up" insurance. The license can be withdrawn if within two years the activity is not more than 1/3 of the allowed maximum production. The license for seaweed aquaculture will allow production of one species in a specified area.

In the regulation that is under development, restrictions would probably concern the use of area, which must be regulated in local area plans. The licensing unit will probably be defined per area. The seaweed cultivator will probably have to keep a record of stock and production, seedling and harvest times, and report the production annually.

### National or local environmental restriction

Harvest of seaweed is restricted in bird reserves, where seaweed harvesting can be totally banned, or partly allowed outside of the bird breeding season. Where areas are environmentally protected, it has to be specified in the regulations related to the specific area if aquaculture activity is allowed or not.

### References

Stakeholder meeting the 9th of November 2011 in Bodø. [www.lovdatab.no](http://www.lovdatab.no)

# Jordressurskart

Jordressurskart er et sett med nye temakart utviklet ved Norsk institutt for skog og landskap. Sammen med lokal kunnskap gir kartene en oversikt over de beste jordbruksarealene. Kartene viser jordas naturgitte egenskaper. Dette gir et godt grunnlag for å vurdere hvilke vekster som egner seg å dyrke på de ulike arealene under rådende klimaforhold, samt valg av tiltak for økt produktivitet, bedring av jordkvalitet og tilpasset dyrkingsteknikk.

Åge Nyborg & Hilde Olsen  
Norsk institutt for skog og landskap  
hio@skogoglandskap.no

## Bakgrunn

Norsk institutt for skog og landskap har til nå kartlagt rundt halvparten av landets dyrka mark. Per i dag foretas det en årlig detaljert kartlegging på ca. 30 kvadratkilometer. Ved utvelgelse av kartleggingsarealer er prioriterte områder jordvern, erosjon og næringsutvikling.

Datainnsamlingen er basert på en internasjonal, standardisert metode. Jordtypen bestemmes ved hjelp av en tilpasset versjon av World Reference Base for Soil Resources (WRB) som tar utgangspunkt i egenskapene til opphavsmaterialet, jordas tekstur og naturlige dreneringsgrad, jorddybde og jordsmonnutvikling. Egenskapene til de forskjellige jordtypene dokumenteres ved hjelp av profilbeskrivelser og prøvetaking. Dataene fra kartleggingen brukes til fremstilling av ulike temakart, som for eksempel erosjonsrisikokart og egnethet for ulike kulturer.

På bakgrunn av behov for en mer lettfattelig tilgang på informasjonen om jordas egenskaper, er det nå utviklet nye jordressurskart. Disse kartene viser jordkvalitet i forhold til jordsmonnets egenskaper uavhengig av klima, avlingstyper og arealtilstand.

## Ny modell

Målsetningen bak de nye kartene var å utvikle en metode for å bruke informasjonen fra feltregistreringene direkte uten å gå veien om analysedata. Modellen som er utviklet tar i bruk en jordsmonnindeks som gir hver enkelt jordtype en verdi fra 0 til 100. Jordsmonnindeksen beregnes på bakgrunn av åtte faktorer som dekker jordsmonnegenskaper som er viktige for den agronomiske bruken av jorda. Hver faktor henter informasjon om jordegenskapen fra den klassifikasjonen av jords-

monnet som er foretatt i felt. Faktoren får tildelt en verdi etter hvor begrensende egenskapen er for bruken av jorda. Jo større begrensningen er desto lavere blir verdien. Jordsmonn med små eller ingen begrensninger får dermed en høy jordsmonnindeks.

## Nye temakart

Jordsmonnindeksen danner grunnlaget for flere temakart som fokuserer på spesielle jordegenskaper. I tillegg til kartene som beskrives i artikkelen er det utviklet kart for potensiell tørkeutsatthet og ulike kart over begrensende faktorer, som for eksempel liten jorddybde over fjell, høyt innhold av grove fragmenter eller helling.

## Jordressursklasser

Klassene er avledet ved hjelp av jordsmonnindeksen og hvilke type begrensninger som forekommer. De to øverste klassene har ingen eller små begrensninger i forhold til vanlig agronomisk praksis. Klasse 2 inneholder jord som er mer innsatskrevende enn jord i klasse 1, men med de rette driftsmessige tiltakene vil areal i disse to klassene ha tilnærmet samme produksjonspotensial. Klasse 3 og 4 inneholder jordsmonn med egenskaper som kan påvirke vekstvalg og måten jorda kan drives på. Disse begrensningene kan være mer eller mindre permanente, slik at forbedrende tiltak er umulig eller ikke hensiktsmessig. I Østfold, Vestfold, Akershus og Buskerud er planering den viktigste begrensningen i klasse 3 og 4. I Oppland er dybde til fjell den begrensende faktoren med størst omfang. Det er ikke tatt hensyn til klima og topografiske forhold i dette kartet. Kartene må derfor sees i sammenheng med de begrensningene det lokale klimaet og terrengforholdene setter.

Tabell 1. Statistikk over dreneringsforhold. Tabellen viser potensielt grøftebehov, ut i fra jordsmonnets naturgitte dreneringsegenskaper

Fylke	Areal (km <sup>2</sup> )	Grøftebehov, totalt(%)	Grøftebehov, flate arealer (%)	Selvdrenert jordsmonn (%)	% dekning av jordsmonnkart
Østfold	741,7	83,4	50,6	16,6	100
Vestfold	435,2	65,5	42,6	34,5	100
Buskerud	400,0	56,9	26,7	43,1	78
Akershus	806,7	72,8	33,1	27,2	100
Oslo	7,0	66,6	25,5	33,4	100
Hedmark	529,8	23,5	18,0	76,5	50
Oppland	496,7	17,1	10,6	82,9	48
Telemark	163,0	58,6	30,4	41,4	65
Nord-Trøndelag	561,7	57,3	30,0	42,4	64

### Dreneringsforhold

Kart over dreneringsforhold viser hvilke områder som krever kunstig drenering. Disse arealene er videre delt inn etter helling, slik at de flate arealene som har størst risiko for dannelse av overflatevann blir synliggjort. Jordtyper med grøftebehov er i denne sammenhengen jordsmonn som bærer preg av periodevis vannmetning og reduserende forhold innen 50 cm dybde, enten på grunn av stagnert overflatevann eller grunnvann. I følge WRB har disse jordtypene *stagnic* eller *gleyic* mønster i den øvre halvmeteren av jordsmonnet. *Stagnic* mønster dannes i jord med svært lav vannledningsevne, og *gleyic* mønster dannes ved periodevis høyt grunnvannsspeil eller når tette lag fører til vannmetning i den overliggende jorda (hengende grunnvann). I praksis betyr dette at det kreves et velfungerende dreneringssystem for å kunne utnytte disse jordtypenes agronomiske potensiale.

### Driftstekniske begrensninger for jordbruksproduksjon

Dette kartet kombinerer jordressursklassene, som kun er basert på jordegenskaper, med terrengfaktorene helling, stein og blokkinnhold i overflata og frekvens av fjellblotninger. Kartet tar utgangspunkt i vanlig maskinell drift hvor eventuelt grøftebehov og vanningsbehov er tatt hånd om. De to første klassene på kartet omhandler jordbruksareal uten driftstekniske begrensninger. De skiller kun på grunnlag av hellingsforhold, klasse 1 dekker relativt flate areal mens i klasse 2 kan hellingsgraden være inntil 20 prosent. I klasse 3 og 4 kan både jordegenskaper og terrengenskaper sette driftstekniske begrensninger.

### Statistikk fra jordressurskart

Statistikken i tabellen omfatter det jordsmonnkartlagte jordbruksarealet som ligger i vår database og er tilgjengelig som digitale kart. Enkelte småprosjekter samt utvalgskartlegging er ikke tatt med.

Tabellen viser statistikk for fylker med høyest dekning av jordsmonnkartlagte areal.

### Bruksområder

Jordressurskartet gir en oversikt over hvilke områder som kan få problemer med å opprettholde produksjonspotensialet ved eventuelle klimaendringer, og hvilke tiltak som kan gjøres for å forhindre reduksjon av jordkvaliteten. De nye jordsmonnkartene dekker alle jordsmonnkartlagte areal i Norge og er tilgjengelig via Skog og landskaps kartportal på internett, Kilden. De ulike temaene kan fremstilles som kart, og være utgangspunkt for arealstatistikk på kommune eller fylkesnivå. Aktuelle bruksområder er jordvern, jordskifte, planlegging, rådgivning og undervisning. Jordsmonndatabasen inneholder grunnleggende egenskaper om jordsmonnet, så nye problemstillinger kan også belyses uten å foreta ytterligere kartlegging.

### Referanser

IUSS Working Group WRB. 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports no. 103. FAO, Rome.

# Gjødslingsplan - sviktende gjennomføring?

Med støtte fra Statens Landbruksforvaltning har Norges Vel, Norsk Landbruksrådgiving, Bioforsk og Yara gjennomført et veiledningsprosjekt rettet mot bruken av sentrifugalspredere for mineralgjødning. Etter kontroll av et par hundre spredere over hele landet, reiser forfatterne tvil om de gode intensjonene i bøndernes gjødslingsplan blir fulgt opp når det kommer til praktisk bruk.

Johan Ellingsen & Tor Breen  
Norges Vel  
tor.breen@norgesvel.no

## Innledning

Veiledningsprosjektet «Riktig gjødning i praksis» (2008 - 2010) var rettet mot det praktiske jordbruket for å bedre gjødslingspraksisen ved bruk av sentrifugalspredere. Det er utviklet en gjødselsamler, samt tatt i bruk spredebakker for å teste spredning av mineralgjødning. I prosjektet er det også utarbeidet enkle instruksjonsbrosjyrer og veiledningshefter for å veilede i rett innstilling av sprederen. I oppfølgingsprosjektet «Rådgiving - Praktisk gjødning» (2011 - 2013) legges det særlig vekt på å gi informasjon om kontrollutstyr og veiledningsmaterieell for å tilfredsstille kravene i bondens egen miljø- og gjødslingsplan.

## Verktøy og veiledningsmaterieell

Prosjektet har utviklet en enkel gjødselsamler der sentrifugalsprederen rygges inn slik at gjødselmengde og høyre/venstrefordeling kan kontrolleres ved praktisk bruk (Figur 1). Det er til nå produsert 13 gjødselsamlere som er solgt til rådgivingsenheter rundt i landet. Videre er det utarbeidet veiledningshefter som forklarer teorien bak rett innstilling og bruk, og et kortfattet hefte om hvordan sprederen stilles inn og nyttes i praksis. Brosjyren med praktiske råd er distribuert til alle rådgivingsenheter i Norsk Landbruksrådgiving i et antall tilsvarende medlemstallet. (Se [www.norgesvel.no](http://www.norgesvel.no) under rådgiving/energi og miljø).

## Erfaringer

Kontrollutstyret har vært vist på ca. 80 markdager i regi av Norsk Landbruksrådgiving og Norges Vel. Etter å ha kontrollert rundt 200 sentrifugalspredere over hele landet, må vi dessverre fastslå at resultatet ofte har vært nedslående. Det er fortsatt forbausende mange eldre, enskivede spredere i bruk, og

det er ikke uvanlig at vi ser spredere med fastrustet innstillingsspak, slitte vinger eller rusten utmating. Erfaringene fra spredere med to skiver er heller ikke bare gode. Mange tar svært lett på innstilling og nytter ikke spredetabellen. Ved flere anledninger har vi ved hjelp av gjødselsamleren erfart at også disse spredere kan gi skjevt spredebilde. Når vi vet at gjødselas egenskaper endres fra år til år og fra type til type, er det ikke å vente at resultatet skal bli bra når mange bønder bruker samme innstilling på sprederen, uavhengig av gjødslingsplanen. Da har planen liten verdi! Her er noen av konsekvensene ved feil innstilling og kjøreavstand:

- Feil innstilling kan gi skjevt spredebilde som gir ujevn fordeling på jordet med fare for økt avrenning, forurensning og lystgassutslipp
- Mineralgjødning spres utenfor jordet - negativt for vassdrag og biologisk mangfold
- Legde og dårlig kvalitet på mat og husdyrfôr
- Dårlig ressursutnyttelse og økonomi for bonden

Rett innstilling og riktig kjøreavstand er også en forutsetning for å lykkes med moderne presisjonsutstyr som enkelte har tatt i bruk. Innstilling av spredere kan bli vanskelig når det brukes importerte gjødsel-slag med til dels ukjente fysiske spredeegenskaper og en mangler spredetabell. Gjødsel med høyt N-innhold har etter hvert blitt vanlig ved overgjødning, noe som setter enda større krav til innstillingen.

## Følges gjødslingsplanen opp i praksis?

Gjødslingsplanen forutsetter at all gjødsel spres jevnt utover jordet i en planlagt mengde ut fra beregnet behov i gjødslingsplanen. Når vi vet at ca. 70 % av all mineralgjødning som brukes i norsk landbruk spres med sentrifugalspredere, er det ikke uvesentlig hvordan

290 000 tonn av et antatt årsforbruk på 413 000 tonn NPK gjødsel spres. Bruken av mineralgjødsla må sees i sammenheng med den tilgjengelige mengde husdyrgjødsel som gården har til disposisjon. Våre erfaringer så langt tilsier at det bør reises en del spørsmål ved dagens gjødslingspraksis:

- Ingen kontroll med oppfølging: Gjødslingsplanen foreskriver en jamn bruk av all gjødsla i riktig mengde på gårdens spredeareal, men ofte uten at dette blir kontrollert. Mange følger dessverre ikke opp planen.
- Fordeling husdyrgjødsel/mineralgjødsel på godkjent spredeareal: Bruken av de ulike gjødselstyper på gårdens spredeareal blir ikke rapportert. Med større driftsenheter og spredeareal langt unna gården kan det ofte bli spredd for mye husdyrgjødsel på de lettest tilgjengelige arealer nærmest gården, og bruk av mineralgjødsel på områder langt unna driftsenheten.
- Gal innstilling - ujamn spredning: Feil innstilte spredere og manglende kunnskap om innstilling, spredetabeller og bruk kan gi store negative konsekvenser for miljøet. Mange nytter ikke mulighetene for å begrense spredning utenfor jordet, noe som er spesielt viktig på små arealer med mye kanter og åkerholmer.

Selv om mange bønder gjødsler riktig, er det alt for mange som tar for lett på dette arbeidet. Veiledning er helt avgjørende for at gjødslingspraksisen skal bli bedre. Her har rådgiverne en viktig rolle. Ta gjerne kontakt med Norges Vel. Prosjektet Rådgiving - Praktisk gjødsling burde være til god hjelp i dette viktige arbeidet.



Figur 1. Kontroll av sentrifugalspredere for mineralgjødsel.  
Foto: Johan Ellingsen.

# ITAS - Instrumenttjenesten AS

Landbruksforskningens eget kompetansesenter innen instrumentering, sensorer og målesystemer. Instrumenttjenesten AS (ITAS) er heleid av landbruksforskningens største aktører. I tillegg til oppgaver for våre eiere leverer vi instrumenter, sensorer og systemer til andre universiteter og høyskoler over hele landet.

Oddvar Haga  
Instrumenttjenesten AS  
oddvar.haga@it-as.no



Figur 1. Værstasjon, Follebu. Foto: Jens Andersen.

Instrumenttjenesten AS har vært aktive i miljøet siden 1970 og har bred kompetanse innen sensorer og målesystemer for bruk innen plantefysiologi, meteorologi, hydrologi og annen miljøovervåking.

I 1991 ble ITAS utskilt som eget aksjeselskap og har nå gjennom 20 år opparbeidet bred kontakt med andre forskningsmiljøer og private aktører. I dag er våre største kunder foruten Bioforsk, Meteorologisk Institutt, ABB, Norsk Polarinstitutt, UNIS m.fl.

Vår styrke ligger i tilpasning av sensorer og målesystemer i samarbeid med forskningsmiljøene, slik at den optimale løsningen blir valgt.

Landbruksmeteorologisk Tjeneste (LMT) har over 70 værstasjoner rundt i landet. Dette er ett av flere eksempler på et slikt samarbeid. Av andre systemer kan nevnes løsninger for måling av Eddy Covarians og avanserte løsninger for måling av tine- og fryseprosesser i jord.

Lysmåling er et annet stort felt. ITAS leverer instrumenter for spektralmåling av lys, måling av PAR, globalstråling etc. ITAS leverer også sensorer for måling innen de samme spekter som miljøovervåkings-satellittene.

Sett fra vårt synspunkt er ikke det vesentlige ved et oppdrag hva som skal måles. Vårt viktigste bidrag er kunnskap om, og valg av riktige sensorer til oppgaven, enten det skal måles trykk, temperatur, lys eller vind. Det som virkelig utfordrer oss er hvordan vi skal få alle komponentene til å fungere sammen, og etter oppdragsgivers spesifikasjoner. At komponentene skal tåle de omgivelsene de blir utsatt for og at måleresultatene når frem dit de skal uten problemer, enten målet er et skrivebord, en pc eller en nettside.

Vi omgir oss i økende grad av trådløs teknologi og vi ser at det å tenke "trådløst" også har nådd våre kunder.



Figur 2. Illustrasjon av trådløst sensornettverk. Ill.: Campbell Scientific.

På Bioforsk-konferansen 2012 har vi derfor valgt å ha tema "Trådløse sensorer". Trådløse sensorer egner seg spesielt godt i landbruksforskning. Der har man ofte et målebehov over et større område der det ikke er praktisk å legge kabel. I år har vi lansert

et trådløst system fra Campbell Scientific som gjør det mulig og enkelt å dekke f.eks. et forsøksfelt på opptil 7-8 dekar.

Kom innom vår stand for en trådløs samtale!

## Forfatterregister

- Aamlid, Trygve S. 74, 77, 179, 187  
Aasveen, Mauritz 88  
Abrahamsen, Unni 62, 86  
Abrahamsen, Siri 119  
Afseth, Nils Kristian 115  
Ahmed, Sophia 203  
Akselsen, Inger-Lise 121  
Almvik, Marit 231, 238  
Anoldussen, Arnold 23  
Avdem, Finn 130, 135  
Bakken, Anne Kjersti 90, 143, 148  
Ballance, Simon 115  
Bechmann, Marianne 50, 236, 240, 251  
Berge, Therese W. 228  
Bergersen, Ove 92  
Bergjord, Anne Kari 266  
Bergslid, Rose 143  
Bjelland, Bjørnar 201  
Bjerkholt, Jarle 256  
Bjørnstad, Åsmund 204  
Blankenberg, Anne-Grete Buseth 52, 245, 248, 251, 253  
Bleken, Marina A. 90  
Bloem, Esther 244  
Blystad, Dag-Ragnar 123, 197, 201  
Bock, Ralph 199  
Bolli, Randi 231, 238  
Bonesmo, Helge 23  
Braskerud, Bent 256  
Breen, Tor 282  
Briseid, Tormod 92  
Brodal, Guro 57, 60, 62, 204, 210, 226  
Brurberg, May Bente 117, 119, 121, 174, 194, 207  
Bye, Heidi Røsok 226  
Bühler, Oliver 162  
Børresen, Trond 238  
Christiansen, Agnethe 238  
Clarke, Jihong Liu 108, 197, 199, 201  
Dalgaard, Tommy 46  
Dalmannsdóttir, Sigríður 55, 274  
Dannevig, Halvor 274  
Daugstad, Kristin 268  
Deelstra, Johannes 52, 236, 245, 248, 251  
Delmotte, François 203  
Dønnem, Ingerd 135  
Dörsch, Peter 41, 43  
Eggestad, Hans Olav 52, 236, 245, 248, 251  
Ekelöf, Joakim 106  
Eklo, Ole Martin 231  
Eknæs, Margrete 135, 263  
Elameen, Abdelhameed 203  
Elen, Oleif 57, 60, 62  
Ellefsen, Unn 153  
Ellingsen, Johan 282  
Enger, Frank 179  
Enzensberger, Tanaquil 268  
Espevig, Tatsiana 171  
Ficke, Andrea 228  
Fløistad, Inger Sundheim 168, 222, 224  
Fløistad, Erling 214  
French, Helen K. 244, 256  
Frøseth, Randi B. 90  
Garmo, Torstein H. 135  
Glorvigen, Borghild 124, 273  
Godonou, Ignace 216, 221  
Greipslund, Inga 50  
Grønlund, Arne 36, 38  
Gunnarstorp, Trond 74  
Haga, Oddvar 284  
Hansen, Sissel 43, 90, 94, 97  
Hanserud, Ola 256  
Hanslin, Hans Martin 155, 192  
Hanssen-Bauer, Inger 274  
Haraldsen, Trond Knapp 189  
Harstad, Odd M. 23  
Hauge, Atle 43, 248, 251  
Haugslie, Sissel 197, 201  
Hauken, Marit 236  
Havstad, Lars T. 70, 72  
Heen, Anders 15  
Hegrenes, Agnar 20  
Helgerud, Trygve 115  
Helgesen, Rebekka 263, 270  
Hermansen, Arne 117, 119  
Herrero, María-Luz 174, 194, 207  
Hofgaard, Ingerd Skow 57, 60, 62, 204  
Hofsvang, Trond 216, 221  
Holgado, Ricardo 127  
Holtekjølen, Ann Katrin 88  
Holtén, Roger 238  
Holtmark, Ingrid 199  
Hovelsrud, Grete 274  
Hovstad, Knut Anders 20  
Höglind, Mats 266  
Høst, Eleonora 226  
Islam, Md Ashraf 197  
James, Braima 216  
Jasper, Joerg 104  
Jensen, Pia Heltoft 113  
Jensen, Anne Mette Dahl 176, 185  
Joner, Erik J. 258, 260, 262  
Jørgensen, Marit 133, 263, 270  
Kathle, Jessica 12  
Khanna, Navin 199  
Kise, Stein 74  
Klakegg, Ove 23  
Klemsdal, Sonja S. 203  
Knutsen, Svein Halvor 115  
Kontijnendijk, Cecil C. 152  
Korsæth, Audun 48  
Kristensen, Kristian Thorup 90  
Kvalbein, Agnar 157, 171, 182, 187  
Kvalvik, Ingrid 274  
Kværnø, Sigrun H. 251  
Lind, Vibeke 133  
Lunnan, Tor 141  
Lütken, Henrik 197  
Macdonald, Andy 28  
Maerere, Amon P. 218  
Magnusson, Christer 127  
Meland, Marte 275, 278  
Mestries, Emmanuelle 203  
Mittenzwei, Klaus 25  
Molteberg, Eldrid Lein 113, 273  
Møllerhagen, Per J. 99  
Mølmann, Jørgen 133, 263, 270  
Nesheim, Lars 138, 179  
Netland, Jan 62, 68  
Nielsen, Ulrik Braüner 210  
Norderhaug, Ann 20  
Nyborg, Åge 280  
Nybråten, Robert 113  
Nymo, Magnhild 270  
Nærstad, Ragnhild 117, 119  
Odenmarck, Sven Roar 238  
Olsen, Jorunn E. 197  
Olsen, Hilde 280  
O'Toole, Adam 34  
Paruch, Adam M. 253  
Patil, Grete 150  
Pedersen, Per Anker 164  
Perminow, Juliana Irina Spies 121, 174, 207  
Persson, Tomas 266  
Pettersen, Trond 179  
Pommeresche, Reidun 94  
Poulton, Paul 28  
Powlson, David S. 28, 30  
Prestløyken, Egil 23, 135  
Rafoss, Trond 168



- Randby, Åshild Taksdal 135, 145, 148  
Rannestad, Ole Tobias 218  
Rebours, Celiné 275, 278  
Reitan, Lars 83  
Riise, Gunnhild 238  
Riiser, Even Sannes 199  
Riley, Hugh 31, 43, 90  
Robertson, Lucy 253  
Ruissen, Theo 262  
Rødningsby, Mads Tore 113  
Rønning, Lars 274  
Rønningen, Jon Harald 201  
Sahlstrøm, Stefan 88  
Schmidt, Gunnar 110  
Schmidt, Karin 159  
Sivertsen, Astrid 201  
Skjelvåg, Arne O. 23  
Skjeseth, Gry 201  
Skøien, Svein 242  
Sletten, Arild 121, 174, 207  
Spetz, Carl 108, 123  
Stabbetorp, Jan 65  
Steen, Hege S. 199  
Steinshamn, Håvard 143, 263, 270  
Steinsholt, Per Y. 101, 273  
Stenrød, Marianne 231, 234  
Stensvand, Arne 174, 207, 210, 226  
Stolte, Jannes 256  
Storlien, Tonje M. 23  
Strandberg, Maria 159  
Strømeng, Gunn Mari 207  
Stuve, Lars Fredrik 80  
Svoldal, Bjørn Tor 104  
Swaminathan, S. 199  
Sæbø, Arne 155, 192  
Sæthre, May-Guri 166, 216, 218, 221  
Søgnen, Helen Otter 201  
Søiland, Astri 244  
Talgø, Venche 174, 194, 207, 210, 212, 214, 222, 224, 226  
Tepa-Yotto, Ghislain T. 216, 221  
Tsfai, Mehreteab 43  
Thomsen, Iben Margrethe 210  
Toppe, Brita 194  
Torre, Sissel 197  
Tourvielle de Labrouhe, Denis 203  
Tryland, Ingun 253  
Tveito, Ole E. 23  
Tørresen, Kirsten Semb 68, 74, 231  
Udén, Peter 148  
Uhlen, Anne Kjersti 88  
Uleberg, Eivind 55, 274  
van der Ende, Peter 201  
van Oort, Bob 274  
Vatn, Arild 17  
Verhaegen, Steven 204  
Vesterbukt, Per 179  
Volden, Harald 23  
Weldon, Simon 36  
Wensbakk, Rolf 10  
Werres, Sabine 212  
Zhang, Zhibo 201  
Øgaard, Anne Falk 240  
Ørstad, Kari 214  
Øverland, John Ingar 70, 74  
Øygarden, Lillian 52, 245, 248, 251

