



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Fornyng av eng uten pløying

En gjennomgang av nylig avsluttede og tidligere forsøk

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 110 | 2018



Lars Nesheim og Mats Höglind
Divisjon for mat og samfunn

TITTEL/TITLE

Fornyng av eng uten pløying. En gjennomgang av nylig avsluttede og tidligere forsøk

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Lars Nesheim og Mats Höglind

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
20.09.2018	4/110/2018	Åpen	10164	17/00327
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02165-0	2464-1162	26		

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Nina Solheim Flæte

STIKKORD/KEYWORDS:

Direktesåing, vedlikeholdssåing, etablering, avlingsnivå, førkvalitet

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Grovfôr dyrking

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten gir et sammendrag av resultater fra norske forsøk med direktesåing og vedlikeholdssåing gjennomført i perioden 1992-2018. Vi setter også de norske resultatene inn i et internasjonalt perspektiv og peker på behov for fortsatt FoU på problemstillinger vi mener må svares opp før en kan gå ut med godt funderte, praktiske råd. Norsk og utenlandsk forskning viser at det er vanskelig å lykkes med direktesåing i tett eng. Frøspiringen kan være god, men konkurransen fra det opprinnelige plantedekket blir ofte for sterk, slik at det blir liten effekt på botanisk sammensetning og avlingsnivå. Derimot kan en få god virkning av direktesåing på avling i glissen eng med større eller mindre flekker av bar jord forårsaket av vinter- eller kjøreskader. Av prioriterte forskningsoppgaver vil vi først og fremst peke på fastsetting av og teknologi til å identifisere grenseverdier for hvor tett det levende plantedekket kan være for at etablering av nysådde planter blir vellykket og fornyingstiltakene lønnsomme. Vi trenger også flere forsøk som undersøker muligheten til å bedre etablering i tett eng gjennom avbeiting og mekaniske eller kjemiske tiltak.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI


LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Trøndelag
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Stjørdal
STED/LOKALITET: Kvithamar

GODKJENT /APPROVED



MOGENS LUND

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



ANNE KJERSTI BAKKEN



Forord

Forskningsprosjektet 'Kostnadseffektiv grovfôrproduksjon' (FOREFF 2016-2019) skal legge grunnlag for å øke utbyttet og senke kostnadene per enhet grovfôr på norske husdyrbruk. Målsetningen er å utvikle forslag til hvordan utbyttet i grovfôrproduksjonen kan økes i mengde og verdi gjennom:

- Bedre og lokalt tilpassa fornyingsmåter for enga
- Målretta artssammensetning innen og mellom engskifter på gården
- Bedre konserveringsmåter i plansilo

Deltagende forskingsinstitusjoner: Norsk Institutt for bioøkonomi (NIBIO), Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Nord Universitet og Norsk Landbruksrådgiving (NLR). Prosjektet er finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri, Addcon Nordic AS, Agromiljø AS, Animalia, Fiskå Mølle, FK Agri, FK Rogaland Agder, Felleskjøpet førutvikling, Norske Felleskjøp, Nortura, Rogaland fylkeskommune, Strand Unikorn, TINE Rådgiving og medlem og Yara Norge.

Bakgrunnen for prosjektet er blant annet at legitimiteten og lønnsomheten til de norske drøvtyggerproduksjonene er utfordret av høye og stadig stigende grovfôrkostnader. Prisen per fôrenhet grovfôr er på mange bruk høyere enn for innkjøpt kraftfôr, og investeringer i maskiner, teknisk utstyr og infrastruktur utgjør en stor del av kostnadene. For å snu denne trenden, trengs kunnskap om hvordan en kan øke utbyttet og redusere kostnader, og ikke minst hvordan tiltak med dette som mål skal veies opp mot hverandre når det er aktuelt.

Foreliggende rapport inngår som en del av en arbeidspakke om kostnadseffektive fornyingsmåter. Formålet er å summere opp nyere og tidligere forskning på fornying av eng uten pløying, som utgangspunkt for videre arbeid. Siste gang norsk forskning innen plogfri fornying ble systematisk gjennomgått og oppsummert var i 1992 (Nesheim og Renolen 1992). Fokus i rapporten er norsk forskning gjennomført i perioden fra 1992 til 2018.

Vi begynner, i kapittel 1, med en presentasjon av to nyere prosjekt, gjennomført i 2013-2018, som ikke har blitt publisert tidligere utover sluttrapportering til oppdragsgiver. I kapittel 2 summerer vi opp resultat og konklusjoner fra tidligere publiserte prosjekt i perioden 1992-2018. I kapittel 3 følger en kort oppsummering av norsk forskning innen plogfri fornying frem til 1992 (Nesheim og Renolen, 1992). Hensikten er å sette nyere forskning i en historisk sammenheng. I kapittel 4 gjør vi en oppsummering av relevant internasjonal forskning og diskuterer den norske forskningen og erfaringene som er presentert i kapittel 1 til 3 og den utenlandske forskningen under ett. Til slutt, i kapittel 5, summerer vi opp kunnskapsstatus og peker på behov for fortsatt FoU på problemstillinger som ikke er godt nok belyst til å kunne gi godt funderte, praktiske råd om engfornyning uten pløying.

Særheim og Kvithamar, 20.09.18

Mats Höglind og Lars Nesheim

Innhold

1	Nylig avslutta prosjekt som ikke er publisert	6
1.1	Vedlikeholdssåing av eng med redusert karbontap	6
1.2	Vedlikeholdssåing med våtsåingsmetode	10
2	Tidligere publiserte prosjekt, etter 1992.....	13
2.1	Agropro, gårdsstudier.....	13
2.2	Direktesåing i vinterskadd eng i Nordland.....	13
2.3	Faktorer ved såmaskinens kniver som påvirker såskårets utforming	15
2.4	Vedlikeholdssåing i ung eng	15
2.5	Isåing av rødkløver og gras i økologisk eng	16
2.6	Spiring og vekst av rødkløver ved ulike såmåte, gjødsling og fuktighet på sand- og myrjord.....	18
2.7	Spiring av ert, bygg, rødkløver, raigras og timotei etter opphold av ulike varighet i konsentrert og uttynnet blautgjødsel av storfe	18
2.8	Våtsåing av kløver og flerårig raigras i etablert grasmark	18
2.9	Forekomst av veksthemmende forbindelser etter overvintringsskader i eng	19
2.10	Såing av engvekster om våren og høsten	19
2.11	Vedlikeholdssåing i grasmark	20
3	Oppsummering av resultat fra før 1992.....	21
4	Diskusjon og anbefalinger	22
5	Konklusjoner	24
	Litteraturreferanser	25

1 Nylig avslutta prosjekt som ikke er publisert

1.1 Vedlikeholdssåing av eng med redusert karbontap

Prosjektet var et samarbeid mellom Felleskjøpet Rogaland Agder (FKRA, prosjekteier), Norsk Landbruksrådgiving (NLR) og NIBIO finansiert av Landbruksdirektoratet og FKRA, gjennomført 2014-2017 (Höglind *et al.* 2018).

Materiale og metoder

Det ble gjennomført to feltforsøk, det ene på FKRA sin forsøksgård Stamsædgården og det andre på NIBIO sin forsøksgård Særheim, begge i Klepp kommune i Rogaland. Effekten av årlig isåing fra 1. til 3. engår (2015-2017) med raigras eller timotei om våren eller etter 2. slått ble sammenliknet. Følgende behandlinger inngikk i forsøket:

1. Ingen behandling
2. Årlig isåing om våren med 1 kg/daa timotei
3. Årlig isåing om våren med 2 kg/daa flerårig raigras
4. Årlig isåing etter 2. slått med 2 kg/daa flerårig raigras
5. Årlig isåing etter 2. slått med 1 kg/daa timotei



Bilde 1 Vredo direktesåmaskin med skållabber som lager spor i svoren ble brukt i forsøkene.

Det ble brukt en Vredo direktesåmaskin med skållabber til isåingen (Bilde 1). Forsøkene ble høstet tre ganger per år i isåingsårene 2015 til 2017 med registrering av avling og botanisk sammensetning. I 2017 ble det også gjennomført førkvalitetsanalyser av FKRA sitt analyse-laboratorium. Den opprinnelige enga var etablert i 2014 med konvensjonell såing med timoteibasert frøblanding uten raigras (FKRA Spire Surför Normal). Feltene ble gjødslet etter normal praksis på gårdene ut i fra tilgjengelig husdyrgjødsel, jordanalyse og forventa avling. Årlig tilførsel av nitrogen (N) inkludert anslått plantetilgjengelig N fra husdyrgjødsel, var 30 kg/daa på Stamsædgården og 25 kg/daa på Særheim. På Stamsædgården ble det brukt husdyrgjødsel i kombinasjon med kunstgjødsel, og på Særheim kunstgjødsel.

Resultater

Det var ikke signifikant utslag for vedlikeholdssåing på årlig tørrstoff (TS)-avling i noen av de to forsøkene (Tabell 1). På Særheim var det imidlertid nesten signifikant ($P=0,061$) utslag for isåing på total TS-avling i 3. engår, med høyere total TS-avling etter isåing av raigras sammenliknet med de andre behandlingene, uansett om graset ble isådd om våren eller etter 2. slått. Dette året var det også signifikante utslag på avling i enkelte slåtter (Tabell 2). I 3. engår førte isåing etter 2. slått til noe redusert TS-avling i 3. slått i begge forsøkene. På Særheim ble lavere avling i 3. slått kompensert av større avling i førsteslått slik at leddet med høstsådd raigras gav størst årsavling, etterfulgt av vårsådd raigras.

Tabell 1. Effekt av vedlikeholdssåing med ulike arter og ved ulike tidspunkter på TS-avling (kg/daa) i 1.-3. engår i de to forsøksfeltene. Det var ikke signifikant utslag for behandling i noen av engårene eller i middeltall over engår, uavhengig av forsøksplass. Høstsådd = etter 2. slått.

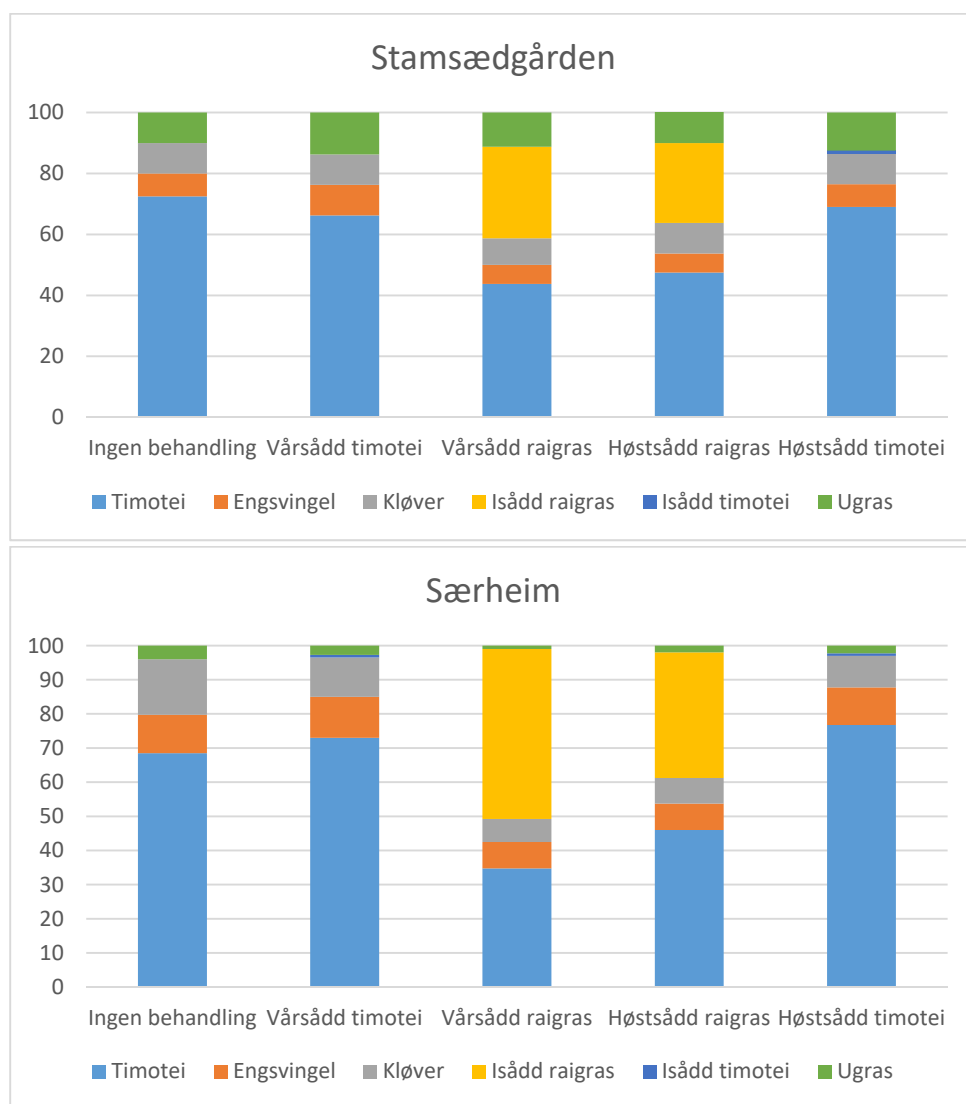
	Ingen behandling	Vårsådd timotei	Vårsådd raigras	Høstsådd raigras	Høstsådd timotei
<i>Stamsædgården</i>					
1. engår	1109	1153	1122	1106	1190
2. engår	1084	1076	1068	946	1093
3. engår	1157	1124	1082	1115	1083
Middel	1117	1118	1091	1056	1122
<i>Særheim</i>					
1. engår	990	981	961	977	935
2. engår	766	804	805	782	766
3. engår	717	691	786	794	705
Middel	824	825	851	851	802

Tabell 2. Effekt av vedlikeholdssåing med ulike arter og tidspunkter for isåing på TS-avling (kg/daa) i de enkelte slåttene i 3. engår i de to forsøksfeltene. Høstsådd = etter 2. slått.

	Ingen behandling	Vårsådd timotei	Vårsådd raigras	Høstsådd raigras	Høstsådd timotei
<i>Stamsædgården</i>					
1. slått	593	563	487	577	570
2. slått	383	403	426	409	380
3. slått	182a*	157ab	169ab	129b	134ab
<i>Særheim</i>					
1. slått	358abc	306c	345bc	432a	389ab
2. slått	195b	221ab	262a	235ab	200b
3. slått	164ab	163ab	179a	128bc	116c

*Behandlinger med ulike bokstaver innen rad skiller seg signifikant i forhold til avling ($P<0,05$)

De botaniske registreringene viser at isåingen var vellykket i så måte at nye planter etablerte seg, spesielt i leddet med vårsådd raigras der det ble registret 26-50 % raigras i 3. engår (Fig. 1). Tilsvarende tall for 2. engår var 7-17 %. Det var mer raigras etter vårsådd sammenliknet med høstsådd ($P < 0,05$) og på Særheim sammenliknet med Stamsædgården. På Særheim var det også tendens til mer timotei der denne arten hadde blitt vedlikeholdssådd. Det var også mindre ugras etter isåing av raigras sammenliknet med isåing av timotei og usådd kontroll.



Figur 1. Effekt av vedlikeholdssåing med ulike arter og tidspunkter på botanisk sammensetning (% av TS) om høsten i 3. engår. Høstsådd = etter 2. slått.

I 3. engår ble det gjennomført fôr kvalitetsanalyser. På Stamsædgården var det ikke signifikant forskjell i fôr kvalitet mellom forsøksbehandlinger (ikke vist). På Særheim var det derimot utslag på enkelte kvalitetsvariabler (Tabell 3). Vårsådd raigras gav størst innhold av sukker (vannløselige karbohydrater) i både 1., 2. og 3. slått. I sisteslåtten gav vårsådd raigras også noe bedre fordøyelighet, førenhetskonsentrasjon og AAT-innhold, spesielt i forhold til usådd kontroll der effekten var signifikant. Det var ikke effekt av vedlikeholdssåing på avlingens innhold av råprotein (middel for tre slåtter 13,4 %) eller NDF (middel 54,3 %).

Oppsummering og konklusjoner

Oppsummert viser forsøkene at en ikke kan forvente stor effekt av vedlikeholdssåing på avling i de første tre engårene, uansett om en bruker timotei eller flerårig raigras til isåingen. Begge artene spirer godt om forholdene ligger til rette for dette, med god kontakt mellom jord og såfrø og tilstrekkelig jordfuktighet til å sikre spiring. Av de to artene er det likevel bare det flerårige raigraset som vokser raskt nok til å ikke bli utkonkurrert av de opprinnelige engplantene i den etterfølgende tilvekstfasen. Ved vedlikeholdssåing med raigras kan en dermed forvente å påvirke engas botaniske sammensetning selv om ikke avlingen påvirkes.

Tabell 3. Effekt av vedlikeholdssåing med ulike arter og tidspunkter for isåing på fôrkvalitet i de enkelte slåttene i 3 engår i forsøksfeltet på Særheim. Høstsådd = etter 2. slått.

	Ingen behandling	Vårsådd timotei	Vårsådd raigras	Høstsådd raigras	Høstsådd timotei
<i>Fordøyelighet,</i>					
<i>% av ts</i>					
1. slått	68	68	69	68	68
2. slått	66	67	68	67	67
3. slått	69b*	70b	72a	72a	71ab
<i>FEm/kg ts</i>					
1. slått	0,86	0,87	0,88	0,85	0,87
2. slått	0,85	0,85	0,84	0,84	0,85
3. slått	0,85c	0,88bc	0,91a	0,90ab	0,89ab
<i>Sukker, % av ts</i>					
1. slått	8,9b	8,8b	10,8a	9,2ab	8,4b
2. slått	9,4b	8,5b	13,1a	10,0b	9,4b
3. slått	15,0bc	13,1c	18,4a	17,6ab	15,3bc
<i>AAT, g/kg TS</i>					
1. slått	69	70	71	68	70
2. slått	68	68	68	68	68
3. slått	70b	71ab	73a	72ab	72ab

*Behandlinger med ulike bokstaver innen rad skiller seg signifikant i forhold til fôrkvalitet ($P < 0,05$)

Økt innhold av raigras kan i sin tur gi effekt på fôrkvaliteten, avhengig av hvilke arter som ellers finnes i enga og plantebestandens utviklingsstadium. I dette prosjektet var det bare i et av to felt som fôrkvaliteten ble bedre etter vedlikeholdssåing med raigras. Forsøkene viser at en ikke kan forvente stort utslag på botanisk sammensetning og derved fôrkvalitet av vedlikeholdssåing med timotei. Det er mulig at en kraftigere behandling av svoren enn hva skållabbene i disse forsøkene gjorde, ville ha kunnet bedre etableringen av timotei, men en slik eventuell bedring av etableringen må veies mot risiko for avlingstap i neste slått.

Resultatene indikerer at flerårig raigras kan vedlikeholdes etter 2. slått med godt resultat, i hvert fall på Sør-Vestlandet der høsten er lang og mild, noe som er gunstig for etablering og innvintring. Det er behov for flere forsøk før en eventuelt kan anbefale isåing av raigras etter 2. slått i områder med mindre gunstige innvintringsforhold.

Den begrensede effekten på avling antyder at årlig vedlikeholdssåing ikke er lønnsom på kort sikt. Hensikten med vedlikeholdssåing er ikke bare å øke engas avling, men også å forlenge levetiden. For å kunne vurdere effekten av vedlikeholdssåing på levetid er det ønskelig å følge utviklingen av forsøksfeltene over flere år enn de tre årene som prosjektet omfattet.

1.2 Vedlikeholdssåing med våtsåingsmetode

Prosjektet var et samarbeid mellom Agromiljø AS (prosjekteier), NLR og NIBIO (koordinator) finansiert av Regionalt Forskningsfond Vestlandet og Agromiljø AS, gjennomført 2013-2016.

Materiale og metoder

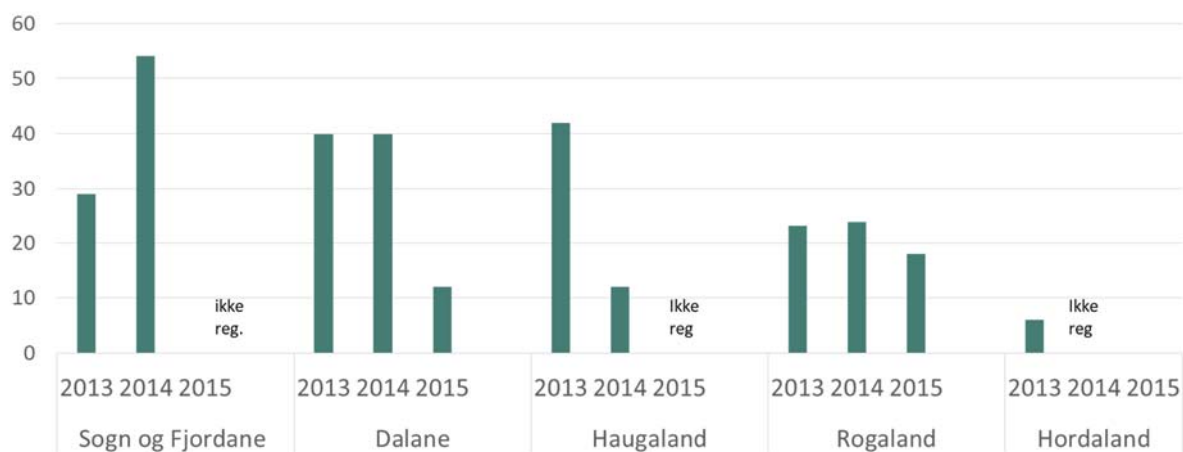
Det ble gjennomført ni forsøk fra Rogaland i sør til Nordland i nord. Forsøkene ble lagt ut i timoteibasert førsteårseng, oftest etablert med Spire Surfør Normal som inneholder ca. 70 % timotei på frøvektbasis. Effekten av årlig isåing fra 1. til 3. engår (2013-2015) med raigras om våren ble sammenliknet med usådd kontroll. Det ble brukt Agromiljø AS sitt våtsåingsutstyr med slepeslange til isåingen (Bilde 2). Til isåingen ble det brukt 3 kg/daa flerårig raigras (Spire Surfør Pluss 100 fra FKRA) og husdyrgjødsel med lavt TS-innhold (4-6%). Forsøkene ble høstet to til tre ganger per år med registrering av avling i alle slåttene unntatt i 1. engår da det ikke ble registrert avling i førsteslått. I tillegg ble førsteslåttsavlingen i 4. engår registrert i åtte forsøk, med supplerende fôr kvalitetsanalyse i tre av forsøkene. Fôr kvalitet ble analysert med NIRS ved NIBIO. I fem av feltene ble det i tillegg gjennomført spiretelling i perioden fra isåing til noen uker etter førsteslåt.



Bilde 2. Vedlikeholdssåing med Agromiljø sitt våtsåingsutstyr.

Resultat

Årlig våtsåing med raigras gav ofte god spiring og etablering, med tilfredsstillende antall spirer i de fleste forsøk der dette ble registrert (Fig. 2). Botanisk sammensetning ble også signifikant påvirket. I 3. engår var det, i gjennomsnitt over forsøk, 19 % raigras (variasjon mellom forsøk 7- 39 %) i behandlingen med vedlikeholdssåing mot 2 % (variasjon 0-8 %) i kontrollbehandlingen. Likevel ble ikke TS-avlingen påvirket signifikant av vedlikeholdssåing (Tabell 4). Unntaket var ett felt på Jæren der årlig avlingsøkning for vedlikeholdssåing var 100-150 kg TS/daa ($P < 0.05$). Registreringene i ettervirkningsåret (førsteslått i 4. engår) viser samme resultat: ingen avlingsøkning bortsett fra i feltet på Jæren (Tabell 5). Det var også kraftig reduksjon i raigrasinnhold mellom 3. og 4. engår, unntatt i feltene på Jæren og i Dalane. I feltet i Dalane førte det høye innholdet av raigras i vedlikeholdssådd behandling til noe bedre førkvalitet i 4. engår sammenliknet med usådd kontroll (Tabell 6). Derimot påvirket ikke vedlikeholdssåing førkvaliteten på Jæren, tross økt raigrasinnhold.



Figur 2. Antall raigrasspirer pr. meter sårad vurdert 4-6 uker etter våtsåing med raigras om våren

Tabell 4. Effekt av vedlikeholdssåing på TS-avling (kg TS/daa) i isåingsårene. Gjennomsnitt av 9 forsøk. Det var ikke signifikant utslag for behandling i noen av engårene og kun i et av de enkelte forsøkene.

	1. engår*	2. engår	3. engår
Usådd kontroll	407	1142	1087
Vedlikeholdssådd	424	1129	1051

* Avlingsregistrering kun i 2. slått

Tabell 5. Ettervirkning av vedlikeholdssåing på TS-avling og raigrasinnhold i førsteslått, 4. engår. Behandlinger med ulik bokstav innen rad skiller seg signifikant ($P < 0,05$) i forhold til avling/raigrasinnhold.

	Avling, kg TS/daa		Raigrasinnhold, % av TS	
	Ingen behandling	Vedlikeholdssådd	Ingen behandling	Vedlikeholdssådd
Sogn og Fjordane	571	638	i.r.*	i.r.
Dalane	477	437	0b	21a
Haugaland	417	416	3	6
Rogaland	394b	482a	33b	54a
Hordaland	552	520	0	4
Sør-Trøndelag	505	496	0	2
Lofoten	777	807	i.r.	i.r.
Helgeland	808	877	i.r.	i.r.

* i.r. = ikke registrert

Tabell 6. Ettervirkning av vedlikeholdssåing på fôrkvalitet i førsteslått i 4. engår i forsøket i Dalane.

	FEm /kg ts	PBV g/kg ts	AAT g/kg ts	Råprot. % av ts	Ford. % av ts	NDF % av ts	Sukker % av ts
Ingen behandling	0,83	19	77,5	15,3	66,9	61,2	12,1
Vedlikeholdssådd	0,86	35	80,8	17,4	69,3	57,6	12,0
Signifikans*	NS	*	+	*	NS	*	NS

* = $P < 0,01$, + = $P < 0,10$, NS = ikke signifikant

Diskusjon

Av de ni forsøkene som ble gjennomført i prosjektet var det bare positiv effekt på avling i feltet på Jæren, tross god etablering av raigras generelt i forsøkene. I forsøket i Dalane økte ikke avlingen, men økt raigrasinnhold i 4. engår førte til noe bedre fôrkvalitet enn i ubehandlet kontroll. Hvorfor økte ikke avling eller kvalitet i de andre syv feltene? Vi tror at grunnen til at vedlikeholdssåingen gav best resultat på Jæren og i Dalane var at disse to feltene var svært glisne (>50% bar jord) ved første isåingen grunnet uvanlig tøffe overvintringsforhold i Rogaland 2012/2013. Dette i motsetning til de andre feltene som var tettere i 1. engår og gav god avling over tid selv uten raigras.

Oppsummering og konklusjoner

Oppsummert viser forsøkene at en ikke kan forvente stor effekt av vedlikeholdssåing med flerårig raigras om våren på avling i ung, god eng. Årlig våtsåing med raigras gav ofte god spiring og etablering, men ikke nok nytt gras til å påvirke avling eller kvalitet, bortsett fra i to felt som var glisne ved første isåingen som ble gjennomført i 1. engår. Hvorvidt årlig vedlikeholdssåing er lønnsom er avhengig av verdien av eventuell bedring av avling og kvalitet i forhold til kostnader for frø og arbeid. Ved våtsåing er kostnadene små ettersom det er lite ekstra arbeid i forhold til gjødselspredning som uansett må gjennomføres.

2 Tidligere publiserte prosjekt, etter 1992

2.1 Agropro, gårdsstudier

I prosjektet 'AGROPRO – agronomi for økt matproduksjon' ble det i årene 2014-2016 gjennomført ulike gårdsstudier på fire bruk med melke- og kjøttproduksjon og to bruk med kornproduksjon (Bakken *et al.* 2017). På to av brukene ble det lagt ut forsøk med vedlikeholdssåing i eng.

På Matningsdal i Hå kommune i Rogaland er eldre eng med mye kveke en utfordring. Er det mulig å fornye enga uten brakking og pløying til tross for stort kvekeinnhold? Kan isåing av ettårig raigras brukes som et middel i kampen mot kveke? For å belyse dette ble det lagt ut et forsøk i gammel eng. Ideen bak forsøksopplegget var at raigraset skulle etablere seg raskt og konkurrere ut kveken. En fant imidlertid at resultatet av forsøksbehandlingene ikke oppfylte forventingene. Vedlikeholdssåing tre år på rad med ettårig eller flerårig raigras gav ikke større tørrstoffavling enn kontrollbehandlingen uten isåing. Kveken ble heller ikke konkurrert ut. Ekstra vanskelige forhold for etablering med utsatt slått siste året kan ha bidratt til dette.

Målet med forsøkene på Østbør i Levanger kommune i Trøndelag var å dokumentere effekten av direktesåing og vedlikeholdssåing med flerårig raigras i første- og andreårseng med ugrasharv med såkasse. Det var gjennomgående store avlinger. Det var ingen effekt av vedlikeholdssåingen.

I realiteten var det neppe behov for vedlikeholdssåing i enga der forsøket ble lagt ut, verken i første eller andre engår. I en mindre veletablert eng, eller i en vinterskadd eng, kunne resultatet ha blitt et annet.

Resultatene fra disse to forsøkene bekrefter at det er vanskelig å øke avlingen ved hjelp av vedlikeholdssåing selv med ettårig eller flerårig raigras som er lettere å etablere enn mange andre grasarter. Dette ser ut til å gjelde både gammel og ung eng, hvis den er tett.

2.2 Direktesåing i vinterskadd eng i Nordland

I et treårig prosjekt i Alstahaug kommune i Nordland i regi av NLR Helgeland var formålet å belyse agronomiske faktorer som kan være utslagsgivende for valg av såmetode og dyrkningstiltak i forbindelse med direktesåing i eng (Dohrn 2017). Prosjektet skulle også vurdere kostnadseffektiviteten ved ulike tiltak og fikk finansiell støtte fra Landbruksdirektoratet og Nordland Fylkeskommune.

I ett forsøk skulle en vurdere driftsresultat ved tradisjonell fornying av eng ved pløying versus fornying av eng ved direktesåing. Hele arealet ble brakket ved start av forsøket. På ledd "ompløyd" ble enga fornyet etter tradisjonell jordarbeiding før gjenlegg (pløying, slodding, harving), mens en Einbøck langfingerharv med såaggregat ble kjørt i to omganger på ledd "direktesåing" før såing. Mer detaljer om opplegget kan en finne i rapporten til Dohrn (2017).

I tabell 7 er det vist totale dyrkningskostnader, før arealtilskudd, angitt i kroner per förenhet (kr/FEm). Totalavlingen var noe høyere der en brukte tradisjonell fornying, 890 förenheter i middel for tre år, mot 800 förenheter der det var direktesådd. Men fordi kostnadene med gjenlegget var høyere for pløying ble kostnadene per förenhet betydelig lavere for direktesåing i middel for hele perioden.

Tabell 7. Totale dyrkningskostnader (arbeid og driftsmidler), før arealtilskudd, i kroner per fôrenhet (kr/FEm).

	Gjenlegg 2014		1.års eng		2.års eng		Sum totalt	
	Dir. sådd	Pløyd	Dir. sådd	Pløyd	Dir. sådd	Pløyd	Dir. sådd	Pløyd
Arbeid kr/daa	393	771	304	304	310	310	1007	1384
Driftsmidler kr/daa	395	334	286	286	209	209	889	828
FEm/daa	393	368	1007	1114	1001	1199	2401	2681
Total kr/FEm **	2,00	3,00	0,58	0,53	0,52	0,43	3,11	3,96

* Timesprisen er satt til kr 300

**Dyrkningskostnad kr/FEm før høsting

I et annet forsøk skulle en i tre påfølgende år vurdere ulike dyrkingstiltak for westerwoldsk raigras (Dohrn 2017). Raigraset ble sådd med ulike metoder og utstyr i årene 2014 til 2016. I tabell 8 er det vist fôrenhetsavling og kostnad per fôrenhet for ulike metoder i hvert år.

Tabell 8. Avling og kostnader per fôrenhet for såmetode over år. Westerwoldsk raigras ble sådd med ulike metoder og utstyr i årene 2014 til 2016

År		Underhaug	Tume	Våtsåing + harv	Våtsåing	Brakking + såing
2014	FEm/daa	532	549			
	2 slåtter kr/FEm	2,24	2,21			
2015	FEm/daa	665	622			
	3 slåtter kr/FEm	1,21	1,27			
2016	FEm/daa			1025	939	762
	3 slåtter kr/FEm			1,22	1,24	1,28

Resultatene fra det første storskalaforsøket viser at direktesåing har en høy tids- og kostnadseffektivitet i forhold til et tradisjonelt gjenlegg. Denne differansen kunne ikke veies opp i de to påfølgende engårene. I det andre storskalaforsøket ble det vist at westerwoldsk raigras er en utmerket grønnfôrvekst med høyt vekstpotensial ved direktesåing. Type såmaskin og valg av såmetode gav lite utslag på tids- og kostnadseffektiviteten av fornyingen.

2.3 Faktorer ved såmaskinens kniver som påvirker såskårets utforming

I en bacheloroppgave fra Høgskolen i Hedmark (Gunnarsen 2016) ble det studert hvordan direktesåing fungerer som metode for fornying og vedlikehold av eng. Det ble undersøkt hvordan knivene i Underhaug sin direktesåmaskin UM 7900 fungerer med hensyn til utforming av såskåret for å gi frøet best mulig jordkontakt (bedømt kvaliativt etter en skala fra 1 (dårlig) til 3 (god)). Det ble sett på tykkelse på kniven, samt hvordan vektbelastningen på såskia spiller inn på skårets utforming.

Forsøksresultatene viste at kniv med 60° og 90° skjærvinkel, både i 2 og 3 mm utførelse, ikke lager skår som er tilfredsstillende med tanke på frøets behov for jordkontakt, i alle fall ikke under de forholdene de er testet i. Denne konklusjonen trekkes på bakgrunn av at disse skjærvinklene i for mange tilfeller ikke lager knivskår. Her er det selve utformingen av knivene som er problemet, da de ikke takler løse planterester i enga. Vektbelastning har dermed i liten grad betydning for om skåret er godt nok utformet for å gi frøet tilfredsstillende jordkontakt. For kniv med 25° skjærvinkel var resultatene mer positive. Denne kniven, både i 2 og 3 mm utførelse, lager jevnt over gode skår, som i størst grad tilfredsstiller frøets behov for jordkontakt. Den takler løse planterester godt, noe som resulterer i at skår dybden jevnt over kommer nærmest den dybden knivene er stilt inn på. Kniven med 2 mm tykkelse hadde i gjennomsnitt mindre bredde med økende vektbelastning. Følgende kombinasjoner fungerte best:

- 25° skjærvinkel, 2 mm tykkelse, 41,5 kg vektbelastning
- 25° skjærvinkel, 3 mm tykkelse 61,5 kg vektbelastning

2.4 Vedlikeholdssåing i ung eng

I tre forsøksfelt på Sunnmøre i 2013-2017 var forsøksspørsmålet om en med enkle såmetoder og vedlikeholdssåing i ung eng kan øke avlingsnivået, minske innholdet av ugras og øke levetida for enga (Synnes 2018). Resultatene tyder på at dette er vanskelig å få til.

Tre forsøksfelt ble lagt ut i årene 2013-2015, med tidlig vårsåing i første eller andre års eng. Feltet i Hjørungdalen ble sådd våren 2013, Fjørtofta våren 2014 og Godøya våren 2015. Det ble brukt 2,5 kg flerårig raigras per dekar. Såmaskinen var i alle feltene Einböck langfingerharv, med såutstyr for grasfrø. Det ble tromla rett etter såing, for å sikre best mulig kontakt mellom jord og frø.

Forsøksrutene ble høstet om lag en uke før normal slåttetid. Tredjeslåtten ble ikke forsøks høstet, avlingsnivået var derfor noe høyere enn det som er vist i tabell 9. Etter fire år var det ingen sikker avlingsøkning etter isåing annet hvert år. Det var en svak tendens til avlingsnedgang i første slått etter såinga. Nedgangen var på 7%. Dette skyldes trolig mekanisk skade på plantene. I de etterfølgende slåttene var tendensen en svak avlingsøkning.

Tabell 9. Resultat fra vedlikeholdssåing i tre felt (Hjørungdal, Fjørtofta og Godøya) i 2013-2017. Feltene ble sådd tidlig om våren i 1. eller 2. års eng. De to første feltene ble sådd annet hvert år, og høstet i fire år. Feltet på Godøya ble sådd første år og høsta i to år. Det er 40 små høsteruter bak hvert tall.

År	Slått	Sådde ruter, kg ts/daa	Usådde ruter, kg ts/daa
Første år, såingsår	Første slått	336	360
Første år, såingsår	Andre slått	382	360
Andre året	Første slått	411	420
Andre året	Andre slått	438	401
Avling 1. + 2. slått		784	772

I de tre fireårige feltforsøkene på Sunnmøre, med regelmessig isåing av grasfrø annet hvert år, var det svært liten og statistisk usikker avlingsøkning. Kostnaden til såfrø og arbeid er ikke dekt inn. Selv om raigraset spirer etter såinga, har det ikke ført til avlingsøkning. Konklusjonen fra disse forsøkene er at rutinemessig isåing i eng som har normalt tett plantebestand, neppe lønner seg.

2.5 Isåing av rødkløver og gras i økologisk eng

I en forsøksserie på Vestlandet ble det lagt ut åtte forsøksfelt i økologisk eng, fra Kvinesdal i sør og til Tingvoll i nord (Rivedal 1998; Rivedal *et al.* 2001). Feltene ble sådd med den norske direktesåmaskina Futura, med en blanding av rødkløver og flerårig raigras. På tre av feltene ble raigras byttet ut med timotei. Isåing av raigras alene, eller i blanding med rødkløver, førte til betydelig avlingsøkning i første og andre året etter såing (tabell 10). Til tross for at engene var drevet økologisk var det lite kløver, selv om de var relativt unge. For raigras var økningen 12-22 %, mens isåing av begge arter gav en avlingsøkning på 24-25 %. Avlingsøkningen etter isåing av timotei var på ca. 7 % i middel for perioden.

Tabell 10. Tørrstoffavling i første og andre høsting i kg per dekar på usådd eng og etter såing med raigras eller blanding av raigras og rødkløver i såingsåret og i tre etterfølgende år. Middell for tre felt (kun ett felt i 4. året).

	Ingen såing		Raigras		Raigras + kløver	
	1. sl.	2. sl.	1. sl.	2. sl.	1. sl.	2. sl.
Innsåingsår	327	185	320	205	340	207
Andre året	472	224	518	274	510	307
Tredje året	489	199	548	223	568	282
Fjerde året	412	171	404	143	429	144

Som vist i tabell 11 førte isåingen til et raigrasinnhold på 19-20 % i første året og 45-47 % i andre året. Innholdet av rødkløver økte til knapt 20 % i begge årene. Etter isåing av både timotei og rødkløver var det ingen økning av timoteiinnholdet, men kløveren etablerte seg godt.

Tabell 11. Botanisk sammensetning i førsteslått på usådd eng og etter såing med raigras eller blanding av raigras og rødkløver i såingsåret og i tre etterfølgende år. Middel for tre felt (kun ett felt i 4. året).

	Ingen såing			Raigras			Raigras + kløver		
	Raigras	Kløver	Ugras	Raigras	Kløver	Ugras	Raigras	Kløver	Ugras
Innsåingsår	0	3	13	0	7	18	1	4	21
Andre året	1	2	9	20	2	6	19	16	6
Tredje året	1	0	24	45	0	13	47	19	11
Fjerde året	0	0	30	20	0	27	32	2	22

Isåing med rødkløver gav en avlingsøkning på 15 % i første året etter såing (tabell 12). I andre og tredje året etter såing var avlingen ca. 10 % større enn der det ikke var isådd med rødkløver.

Tabell 12. Tørrstoffavling i første og andre høsting i kg per dekar med og uten isåing av rødkløver i såingsåret og i tre etterfølgende år. Middel for seks felt (kun to felt i 4. året).

	Ingen såing		Rødkløver	
	1. sl.	2. sl.	1. sl.	2. sl.
Innsåingsår	480	231	446	243
Andre året	472	250	477	301
Tredje året	405	195	411	240
Fjerde året	511	210	570	229

På usådd eng var innholdet av kløver under 10 % i såingsåret og året etter (tabell 13). Senere var kløveren borte. Isåing gav et kløverinnhold på ca. 30 % fra og med året etter isåing.

Tabell 13. Botanisk sammensetning i første slått i eng med og uten isåing av rødkløver i såingsåret og i tre etterfølgende år. Middel for seks felt (kun to felt i 4. året).

	Ingen såing			Rødkløver		
	Raigras/timotei	Kløver	Ugras	Raigras/timotei	Kløver	Ugras
Innsåingsår	20	6	11	21	8	8
Andre året	10	10	14	5	30	10
Tredje året	11	2	27	10	28	16
Fjerde året	7	1	41	6	29	25

2.6 Spiring og vekst av rødkløver ved ulik såmåte, gjødsling og fuktighet på sand- og myrjord

Vil spireevnen til engfrø reduseres ved langvarig kontakt med husdyrgjødsel i forbindelse med våtsåing? I et veksthusforsøk på Vågønes i Bodø ble det tatt inn torv med ca. 10 cm tykkelse fra timoteieng på enten sand- eller myrjord sist i april (Volden *et al.* 2005a). Torva ble plassert i kasser på 60 x 40 x 10 cm. Det ble tilført 1 eller 3 tonn bløtgjødsel fra storfe per dekar, som var ublanda eller fortynta med vann i forholdet 1:1. Det ble sådd rødkløver (våtsåing) som simulert stripespredning eller radmylding.

Nedmylding av største mengde gjødsel, uten fortytning, gav redusert spiring av kløver, noe som kan skyldes ammoniakkskade på frøet. Det var en tendens til at ugjødsla ledd hadde raskest spiring, og at kløveren spirte seinest etter største mengde gjødsel. Også dette tyder på at gjødsla kan ha en hemmende effekt på spiringen. Oppsummering av resultatene:

God spiring, 90 % eller bedre:

Fuktig jord: Sandjord med plantedekke, 1 t gjødsel utblandet 1:1, stripe- eller radsådd

Tørr jord: Sandjord uten plantedekke (åker), 1 t gjødsel utblandet 1:1, radsådd

Dårlig spiring, under 50 %:

Fuktig jord: Sandjord uten plantedekke (åker), 3 t gjødsel, radsådd

Tørr jord: Sandjord med plantedekke, 3 t gjødsel, stripesådd

2.7 Spiring av ert, bygg, rødkløver, raigras og timotei etter opphold av ulik varighet i konsentrert og uttynnet blautgjødsel av storfe

Veksthusforsøket på Vågønes med isåing av rødkløver viste at bløtgjødsel kan ha hemmende virkning på spiring. I et nytt forsøk på Vågønes (Volden *et al.* 2005b) ble frø av ulike arter lagt i husdyrgjødsel (ublandet, eller blandet med vann 1:1). Oppholdstiden var fra 0 til 72 timer.

Ert og bygg var meget følsomme for opphold i husdyrgjødsel. For ert var det dårlig spiring uansett uttynning, mens for bygg var spiringen bedre om gjødsel var uttynnet. Spireevnen til rødkløver var bare i mindre grad påvirket av opphold i husdyrgjødsel, bare etter 72 timer i konsentrert husdyrgjødsel var spiringen noe redusert. Dette var et oppløftende resultat for våtsåing av kløver. Også flerårig raigras og timotei spirte tilfredsstillende, men var noe mer negativt påvirket av lengre opphold enn rødkløver.

2.8 Våtsåing av kløver og flerårig raigras i etablert grasmark

I storskalafelt på Vågønes/Bodin Gård i Bodø samt i Nordhordland og på Jæren ble det sådd kløver og flerårig raigras i etablert eng med ulikt våtsåingsutstyr (Volden *et al.* 2005c). Det ble registrert spiring av de ulike artene, og det ble gjennomført avlingsregistreringer. Forsøkene viste at valg av såutstyr var av underordnet betydning for etableringen av nye planter i etablert eng. De ulike maskintypene gav heller ikke klare forskjeller i avlingsnivå. Det er derfor nærliggende å konkludere med at maskintype og såmåte hadde vært mindre viktig for etablering og utvikling av de sådde artene enn vekstfaktorene og konkurranseforholdene i bestanden. Volden *et al.* (2005c) konkluderte at i Nord-Norge bør såingen gjennomføres på forsommeren, og det bør høstes forholdsvis tidlig, slik at de små plantene ikke blir svekket av mangel på lys. Kjøring med harv før såing for å redusere konkurransen fra det gamle plantedekket gav liten effekt på etableringen i forhold til arbeidsinnsatsen.

2.9 Forekomst av veksthemmende forbindelser etter overvintringsskader i eng

Mange har erfart at det kan være vanskelig å etablere nye planter i den døde grassvoren etter overvintringsskader. Årsakene til mislykket fornying kan være konkurranse om lys, vann og næring fra ugras og planter som har overlevd vinteren, angrep av skadedyr og patogener samt virkning av veksthemmende forbindelser (allelopati). Ved Planteforsk Plantevernet ble det gjennomført forsøk i klimakammer og i felt for å undersøke hvordan skader av isdekke, soppinfeksjoner og frost virker inn på overlevelsesevnen til plantene som en følge av akkumulering av veksthemmende forbindelser (Haugland *et al.* 2001; Brandsæter *et al.* 2005).

I forsøket i klimakammer ble fire år gamle planter av hundegras og engkvein utsatt for et kunstig isdekke i 6, 9 eller 15 uker. De samme artene ble også smitta med overvintringssopp, og ulike grader av frostskaade ble oppnådd ved å utsette plantene for -2, -5, -8, -14 eller -20°C i 8 uker. Etter behandling ble intakte jordsøyler sentrifugert for å trekke ut eventuelle veksthemmende forbindelser. Det var til dels høyere konsentrasjoner av veksthemmende forbindelser etter isdekke, og frost- og soppskader gav betydelig lavere konsentrasjon av disse stoffene. Reddik sin rotvekst i det ekstraherte vannet ble sammenlignet med tilsvarende vekst i destillert vann. Isskade gav redusert rotvekt og lengde, og resultatet var korte og tykke røtter. Vannekstraktene ble analysert for en rekke forbindelser. Det var først og fremst smørsyre, eddiksyre og sitronsyre som var knyttet til dårlig rotvekst hos reddik.

Det ble tatt ut jordprøver fra sjiktene 0-10 cm og 10-20 cm for analyse av veksthemmende forbindelser fra uskadd og vinterskadd eng. Innholdet var høyest i det øverste sjiktet. Innholdet var noe høyere om våren enn senere, men i ett av årene steg innholdet igjen i juni. Forekomsten av veksthemmende forbindelser var lavere i skadd eng enn i uskadd. Det kan skyldes at vinterskaden fører til at veksthemmerene vaskes ut av planterestene raskere enn i uskadd eng. Det er trolig ikke noen grunn til å forvente større problemer med veksthemmere etter vinterskader enn i intakt eng. Det ble gjennomført forsøk med direktesåing samtidig med uttak av prøver for veksthemming. Det var rimelig god sammenheng mellom forekomst av veksthemmere og tilslag på direktesåinga. Men det er mange andre faktorer som påvirker etablering etter direktesåing, og vanninnhold er kanskje den viktigste. Vanninnholdet i jorda vil også kunne påvirke forekomsten av veksthemmere. Dermed kan den tilsynelatende sammenhengen mellom forekomst av veksthemmere og tilslag på direktesåingen også være et utslag av vanninnhold eller annen konkurranse. I følge Haugland *et al.* (2001) må en være forsiktig med å trekke for bastante konklusjoner med hensyn til betydning av veksthemmere.

2.10 Såing av engvekster om våren og høsten

Agromiljø AS fikk i 2007 midler fra Norges forskingsråd til et treårig brukerstyrt prosjekt. Målet med prosjektet var å finne opplegg for effektiv etablering av eng- og åkervekster gjennom tilpassa teknikk for våtsåing, med optimal utnytting av husdyrgjødsel. Prosjektet ble gjennomført av Bioforsk Midt-Norge i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Oppland, Norsk Landbruksrådgiving Rogaland og Landbruk Nordvest (Nesheim *et al.* 2010).

Omtale av de enkelte forsøkene er gitt i rapporten (Nesheim *et al.* 2010). Det var stor variasjon mellom de ulike forsøksfeltene med hensyn til hvor vellykka fornying og vedlikeholdssåing etter ulike metoder i grasmark ble. Såing samme dag som brakking om høsten var vanligvis mislykka. Våtsåing gav stort sett like gode resultat som andre metoder. Det var større sjanse for å få til god etablering av gras og kløver på brakka areal enn der det eksisterende plantedekket ikke ble fjerna. Under praktisk prøving har det vist seg at vedlikeholdssåing ble mest vellykka i relativt ung eng med tynn grassvor. Det var ikke lagt opp til registrering av skade ved bruk av nedfeller, men det ble observert at torva ble løsere der det ble brukt nedfeller. Det kan skyldes at avstanden mellom skivene på nedfelleren bare var 15 cm. Det er mest vanlig med en avstand på 25-30 cm.

2.11 Vedlikeholdssåing i grasmark

Agromiljø AS fikk i 2010 midler fra Statens landbruksforvaltning (SLF), innenfor 'Nasjonalt utviklingsprogram for klimatiltak i jordbruket' til et ettårig brukerstyrt prosjekt med tittelen 'Utpøving og demonstrering av kostnadseffektive tiltak for reduserte klimagassutslepp fra jordbruket'. Målet med prosjektet var å få bøndene til å gjennomføre kostnadseffektive tiltak for reduserte klimagassutslipp. En del av prosjektet handlet om vedlikeholdssåing (Nesheim *et al.* 2012).

Det ble gjennomført demonstrasjonsopplegg på tre steder. Dessverre ble tilsaget av isåingen stort sett dårlig. Det ble ikke analysert om det dårlige resultatet skyldtes vanskelige værforhold, eller om konkurransen fra opprinnelig plantebestand ble for sterk.

3 Oppsummering av resultat fra før 1992

Nesheim og Renolen (1992) laga en oversikt over metoder som kan brukes til plogfri fornying av skadd eng og oppsummerte hvilke faktorer som må vurderes ved valg av metode, og hvordan vekstforholdene må være for at resultatet av fornyingen skal bli tilfredsstillende. I rapporten ble det skilt mellom ulike typer skader og bestand.

Vinterskadd eng

Ved totalskade i eng må en ta hensyn til følgende forhold; (1) En må forsikre seg om at det blir nok grovfôr i inneværende sesong og (2) En må fornye et tilstrekkelig stort areal slik at det blir nok grovfôr i kommende år. Ved omfattende vinterskade må en velge ulike løsninger. Den enga som var eldst og dårligst før vinterskaden, bør pløyes og til dels såes til med engvekster med eller uten dekkvekst, og dels med ettårige grønnfôrvekster. På resten av arealet, og spesielt i ung eng med tynn svor, kan en så direkte enten med direktesåmaskin, eller med vanlig såmaskin etter lett harving. Hvilke arter en skal så vil avhenge av hvordan plantedekket ser ut, og av hvor stort behovet for grovfôr er. Dersom plantedekket er tynt, det vil si dekker mindre enn 20-30 % av jordoverflata, kan en oppnå godt resultat med såing av ei allsidig engfrøblanding. Det vil ofte være nødvendig å sprøyte mot tofrøblada ugras. I noe tettere plantebestand kan det være aktuelt å så grønnfôrvekster som ett- og toårig raigras, bygg, havre og raps. Avlingen vil da bli en blanding av opprinnelig plantedekke og isådde grønnfôrvekster, og det kan gi utfordringer med hensyn til valg av høstetid. Én fordel med å så direkte på deler av vinterskadd eng er at en kan komme ut på tidligere enn om en pløyer.

Glissen plantebestand med utilfredsstillende botanisk sammensetning

Dersom plantedekket er tynt og består av mye knereverumpe, tunrapp, sølvbunke, høymole og soleier, bør enga pløyes der det er mulig. Det kan være aktuelt med kjemisk brakking før pløying. Alternativet til pløying er kjemisk brakking og såing direkte i grassvoren. Forutsatt at vekstforholdene er gode, har slik fornying gitt godt resultat.

Glissen til tett plantebestand med en viss mengde verdifulle arter

I mange tilfeller kan det være ønskelig å bygge videre på det opprinnelige plantedekket, fordi forventet avlingsøkning eller kvalitetsforbedring ikke kan forrente kostnadene med total fornying. En kan da velge å så engvekster som har bedre kvalitet og større avlingspotensial enn de artene som dominerer. En kan også sprøyte bort tofrøblada arter og dermed skape mer plass for de verdifulle engvekstene. Det er hevdet at en bør sprøyte i gjenveksten etter første slått fordi avlingstapet da kan bli mindre. Men i forsøk med høymole ble det funnet like stort avlingstap ved sprøyting i gjenveksten som ved vårsprøyting. Ved sprøyting i gjenveksten ble det også et visst avlingstap i førsteslått året etter. I disse forsøkene ble det brukt fenoksyryrer, betntazon og asulam. Fram til 1992 var det gjort få undersøkelser i Norge med isåing uten kjemisk brakking i noenlunde tett plantebestand. Resultat av flere slike forsøk utført etter 1992 er omtalt andre steder i denne rapporten.

4 Diskusjon og anbefalinger

I prosjektet 'Vedlikeholdssåing av eng med redusert karbontap' ble det, i tillegg til feltforsøkene som er presentert under punkt 1.1, gjennomført et søk i den internasjonale forskningsdatabasen ISI-web etter litteratur om direktesåing. Det ble søkt spesielt etter artikler som omhandler direktesåing av arter med smått frø av arter som er aktuelle å dyrke i Norge. Her ble det brukt ulike kombinasjoner (på engelsk og latin) av direktesåing, plogfri isåing og artsnavn som søkeord, inkludert timotei, engrapp, engsvingel og rød- og kvitkløver. I tillegg ble det søkt i ulike arkiver for rapporter og fagartikler på norsk, svensk og dansk. Her summerer vi opp de internasjonale erfaringene (for eksempel Conijn *et al.* 2002; Conijn and Taube 2004) og ser dem i sammenheng med de norske erfaringene.

Søket gav få treff på de refererte søkeordene. Det ser ut til at det har blitt gjennomført forholdsvis få forsøk på direktesåing internasjonalt de siste tiårene. Vi fant et fåtall studier med direktesåing av kvitkløver (Seguin 1998; Seguin *et al.* 2001; Ståhl, 2001; Schlueter and Tracy 2012; Min and Moyer 2015), men ingen studier med noen av de andre artene. Derimot fant vi en del studier av andre småfrøete arter som peker på generelle utfordringer ved direktesåing i eng (Hoffman and Isselstein 2004). En kort oppsummering av de refererte arbeidene viser at det ofte kan være nødvendig å redusere konkurransen fra den opprinnelige enga for å sikre god etablering av småfrøete arter. Frøene spirer ofte godt, men spirene blir utkonkurrert uten ekstra tiltak mot dette. Norske forsøk viser også at frøene ofte spirer godt, men at nye spirer blir utkonkurrert hvis enga er tett (se kapittel 1.1 og 1.2).

Norske og utenlandske forsøk og erfaringer viser at arter med store frø, rask spiring og rask tilvekst i etableringsfasen ofte er lettere å etablere ved direktesåing enn arter med mindre frø og langsommere spiring/etablering. For eksempel er det ofte lettere å etablere rød- enn kvitkløver ved direktesåing ifølge både norske og utenlandske erfaringer (Nesheim og Renolen 1992; Seguin 1998; Min and Moyer 2015). Blant grasarter viser norske erfaringer at raigras ofte er mye lettere å etablere og gir mye større effekt på avling ved direktesåing enn timotei (Nesheim og Renolen 1992; Rivedal *et al.* 2001; kapittel 1.2).

Mekanisk pussing eller beiting av enga før og/eller etter direktesåing (Rivedal *et al.* 2001; Seguin *et al.* 2001; Smart *et al.* 2005) og sprøyting med herbicider som reduserte tilveksten hos den opprinnelige enga uten å drepe plantene, f.eks. lav dose glyfosat (Seguin 1998; Cuomo *et al.* 2001; Smart *et al.* 2005), er eksempel på metoder som kan brukes for å bedre etableringen, ikke minst ved isåing av småfrøete arter. Mekanisk bearbeiding av svoren, f.eks. harving, vil også kunne redusere konkurransen ved å fjerne deler av det opprinnelige plantebestanden (Smart *et al.* 2005; Komárek *et al.* 2010). Gevinsten i form av bedre og sikrere etablering som mekanisk bearbeiding eller sprøyting av svoren vil kunne føre til, må veies mot risikoen for tap av avling i etableringsfasen. Det mangler i stor grad forsøk med ulike tiltak for å redusere konkurransen i etableringsfasen under norske forhold. Med tanke på at mange forsøk viser at det er vanskelig å etablere nye planter med direktesåing i urørt eng, bør slike forsøk prioriteres i fremtidige forskningsprosjekt med mål om å finne gode metoder for plogfri etablering.

Valget av såmaskin ser ut til å ha mindre å si for resultatet enn tiltak for å redusere konkurranse som pussing, beiting, harving eller herbicidbruk (Schlueter and Tracy 2012; Hoffman and Isselstein 2004). Når jorden er fuktig, som den ofte er om våren i store deler av Norge, vil de fleste typer maskiner gi god frøspiring (Volden *et al.* 2005). Ved tørrere forhold, ikke minst om svoren er tjuk og seig vil maskiner som skjærer igjennom svoren og sikrer god kontakt mellom frø og jord gi sikrere tilslag (Byers and Templeton 1988), f.eks. skallabber eller fresehjul. En finner likevel få studier nasjonalt og internasjonalt med stort utslag av maskintype på etableringssuksess. På samme måte som annen mekanisk behandling, vil såmaskiner som bearbeider svoren kunne redusere avlingen i isåingsåret, men den negative effekten vedvarer oftest ikke til neste engår (Rivedal *et al.* 2001; Ståhl 2001).

Det kan være nødvendig å redusere nitrogengjødslingen for å redusere konkurransen fra den opprinnelige enga i den kritiske etableringsfasen, spesielt ved direktesåing av nitrogen-fikserende arter som kløver (Nesheim og Renolen 1992), men også ved direktesåing av gras. Likevel er det ingen av de utenlandske studiene som har undersøkt effekten av nitrogenmengde på etableringssuksess.

I en oppsummering av forsøk med direktesåing av engbelgvekster ble det konkludert at våren ofte er beste tidspunkt for isåing i Nord-Amerika grunnet at jorda ofte er fuktig nok til å sikre frøspiring, men seinere såing kan også gi godt resultat på felt der tørr jord ikke begrenser spiringen (Seguin 1998). Forfatteren konkluderer også at hva som er optimalt tidspunkt er avhengig av hvor stor konkurranse det er fra den eksisterende enga og hvilke tiltak som eventuelt settes inn mot dette og effekten av tiltakene. I et tsjekkisk forsøk med rødkløver ble det dårligere etablering etter isåing i mai sammenliknet med etter første- eller andreslått eller i september, noe forfatterne forklarte med større konkurranse i mai (Komárek *et al.* 2010). I to felt i Rogaland spirte frøene like godt i mai som etter slått i august, men vårsådd gav størst andel isådd art (kapittel 1.1). Effekten av å direkteså engrø seinere enn etter førsteslått på etableringssuksess i andre norske regioner er mangelfull. Forsøk har imidlertid vist at sein såing av kløver med tradisjonelle gjenleggsmetoder sjelden gir suksess i Norge.

Effekten av årlig vedlikeholdssåing fra 1. til 4. engår er testet i to forsøk i Sverige (Andersson 2007). Isåingen ble gjennomført om våren ved hjelp trommel med såfrøaggregat fylt med flerårig raigras og rødkløver. Den opprinnelige enga var en timoteibasert gras-kløvereng. Vedlikeholdssåing gav ikke bedre avling over fire engår sammenliknet med usådd behandling, men i et av feltene gav isåing markert mer kløver og mindre ugras enn usådd kontroll. Behandlingen var ikke lønnsom. Disse resultatene er i tråd med de norske studiene der regelmessig vedlikeholdssåing ikke har ført til avlingsøkning, bortsett fra i enkelte felt som har vært glisne ved isåingen (kapittel 1.1 og 1.2).

Mange har erfart at det kan være vanskelig å etablere nye planter i den døde grassvoren etter overvintringsskader. Det har tidligere vært spekulert i om veksthemmende forbindelser fra skadede planter (allelopati) kan være en viktig årsak til disse vanskene. Studien til Bransæter *et al.* (2005) antyder at det oftere er andre årsaker enn veksthemmende forbindelser, som tett svor som hindrer kontakt mellom frø og jord og konkurranse fra eldre planter.

5 Konklusjoner

Norsk og utenlandsk forskning samlet viser at det er vanskelig å lykkes med direktesåing i tett eng. Frøene spirer ofte godt gitt at det ikke er for tørt, men konkurransen fra den opprinnelige plantebestanden blir ofte for stor til at de nye plantene kan utvikle en god nok bestand til å øke avlingen i forhold til å ikke så inn nytt frø. Utfordringen ser ut til å være stor i alle typer av eng der bestanden er tett, enten det er ung eng i god vekst, eller gammel eng med tykk og tett svor. Selv ved bruk av flerårig raigras til isåingen, en art som etablerer seg raskt og ofte konkurrerer godt mot det eksisterende plantedekket, kan en ikke forvente stort utslag på avling sammenliknet med å ikke så inn nytt frø. Dette gjelder i hvert fall hvis den opprinnelige plantebestanden er tett. Flere forsøk med regelmessig vedlikeholdssåing i ung eng viser for eksempel begrenset utbytte hvis enga er tett.

Derimot kan en få god effekt av direktesåing på avling i glissen eng med større eller mindre flekker av bar jord, f.eks. i vinter- eller kjøreskadd eng. Hvor stor effekt en får er i stor grad avhengig av hvor glissen enga er. Per i dag har vi ikke nok kunnskap til å gi konkrete råd om ved hvilken tetthet på enga som direktesåing kan forventes å gi god nok etablering og være lønnsom sett i forhold til arbeidskostnader og avlingsutbytte. I FOREFF-prosjektet har vi derfor satt i gang systematiske forsøk med direktesåing i bestand med ulik tetthet målt som prosent bar jord ved isåing. Målsetningen er å utvikle konkrete råd om valg av fornyingsmetode basert på vurdering av den opprinnelige engas tetthet og andre egenskaper, samt spire- og etableringsevnen til artene som en ønsker å så inn.

Det skal ikke utelukkes at en også kan få godt utbytte av direktesåing i tettere eng. Da må en imidlertid sette inn tiltak for å redusere konkurransen fra det opprinnelige plantedekket i etableringsfasen. Som påpekt ovenfor, har vi ikke nok kunnskap til å kunne gi gode råd om når slike tiltak må settes inn og hvor stor effekt ulike tiltak kan forventes å ha på etablering og avling under norske forhold. For å bedre kunnskapsgrunnlaget gjennomfører vi derfor forsøk med bruk av beitedyr, mekanisk pussing og harving av svoren i FOREFF-prosjektet. I tillegg pågår lokale forsøk i Rogaland for å studere muligheten til å ta i bruk kjemiske midler for å redusere konkurransen (Kjell Vastveit, pers. komm.). Prosjektmidlene er imidlertid ikke tilstrekkelige for å kunne gjennomføre forsøk i alle deler av landet, og det er behov for flere forsøk for å kunne ta frem lokalt tilpassede råd for Norge.

En annen problemstilling som ikke er godt nok belyst, er effekten av å så på andre tidspunkter enn våren og tidlig om sommeren. Vil for eksempel isåing etter andre slått når gjenvekstraten normalt er lavere enn om våren og forsommeren, gi bedre etablering? I rapporten blir to forsøk i Rogaland referert der direktesåing i august gav nesten like god etablering av raigras i timoteibasert eng som direktesåing om våren. Det er behov for tilsvarende forsøk i andre deler av landet der kortere høstvekstperiode og vanskeligere overvintringsforhold kan tenkes å gi større utfordringer etter sein isåing.

Det er også behov for hjelpemidler for vurdering av behov for engfornyning. I FOREFF utvikler vi verktøy for vurdering av engas tetthet basert på bildeanalyse. Tanken er at bonden i fremtiden skal kunne ha en app i mobiltelefonen eller traktoren for vurdering av behov for fornying og valg av fornyingsmetode basert på bilder av feltet, f.eks. fra mobil eller kamera på traktor.

Litteraturreferanser

- Andersson, P.A. 2007. Långliggande vallar med årlig insådd. Försöksrapport 2007 Animaliebältet, s. 16-18. <http://www.animaliebaltet.se/F%F6rs%F6ksrapport/2007/Sid%202%20-%2026.pdf>
- Bakken A. K., Børresen, T., Gramstad, R., Haugnes, A., Höglind, M., Johansen, A., Paulsen, G., Strand, E., Uhlen, A. K., Øygarden, L. og Waalen, W. 2017. Gårdsstudier i Agropro-prosjektet. Erfaringer fra gårdsstudier i korn og grovforbasert husdyrproduksjon. NIBIO RAPPORT 3 (86): 1- 48.
- Brandsæter, L. O., Haugland, E., Helgheim, M., Gudleifsson, B. E. and Tronsmo, A. M. 2005. Identification of phytotoxic substances in soils following winter injury of grasses as estimated by a bioassay. *Can. J. Plant Sci.* 85: 115-123.
- Byers R.A. and Templeton, W.C. 1988. Effects of sowing date, placement of seed, vegetation suppression, slugs, and insects upon establishment of no-till alfalfa in orchardgrass sod. *Grass and Forage Science* 43, 279–289.
- Cuomo, G.J., Johnson D.G. and Head, WA. 2001. Interseeding kura clover and birdsfoot trefoil into existing cool-season grass pastures. *Agronomy Journal*. 93, 458-462.
- Conijn, J. G., Velthof, G. L. and Taube, F. (eds.). 2002. Grassland resowing and grass-arable crop rotations. International Workshop on Agricultural and Environmental Issues, Wageningen. Report no. 47 Plant Research International B. V., Wageningen. 128 pp.
- Conijn, J. G. and Taube, F. (eds.). 2004. Grassland resowing and grass-arable crop rotations. Consequences for performance and environment. Second workshop of the EGF-Working Group "Grassland resowing and Grass-arable Rotations". Report no. 807 Plant Research International B. V., Wageningen. 78 pp.
- Culleton, N. and Murphy, W. E. 1987. Maintenance of Productivity *Lolium multiflorum* by Slurry Seeding. *Irish Journal of Agricultural Research* 26: 34-43.
- Dohrn, W. 2017. Prosjekt – direktesåing i vinterskadd eng. Sluttrapport. Norsk Landbruksrådgiving Helgeland. 8 sider.
- Gunnarsen, S. S. 2016. Direktesåing i eng. Faktorer ved såmaskinens kniver som påvirker såskårets utforming. Bacheloroppgave. Avdeling for anvendt økologi og landbruksfag. Høgskolen i Hedmark.
- Harrigan, T. 2005. Manure slurry-enriched seeding of biosuppressive cover crops. May-June 2005 Newsletter. Biosystems and Agricultural Engineering Department, Michigan State University. www.egr.msu.edu/age
- Haugland, E., Brandsæter, L. O. og Helgheim, M. 2001. Forekomst av veksthemmende forbindelser etter overvintringsskader i eng. *Grønn Forskning* 5 (2): 351-354.
- Heggset, S. 2011. Vårnavisa 2011. Landbruk Nordvest.
- Hoffman, M. and Isselstein, J. 2004. Seedling recruitment on agriculturally improved mesic grassland: the influence of disturbance and management schemes. *Applied Vegetation Science* 7, 193-200.
- Höglind, M., Randby, J., Paulsen, G., Aune, A.W. og Hellesø H. 2018. Prosjektrapport til LD for prosjektet Vedlikeholdssåing av eng med redusert karbontap (foreløpig upublisert)
- Jones, E. L. and Roberts, J. E. 1989. Sward maintenance of *Lolium multiflorum* by slurry seeding. *Grass and Forage Science* 44 (1): 27-30.
- Komárek, P., Pavlů, V. and Hejcman, M. 2010. Effect of depth and width of cultivation and sowing date on establishment of red clover (*Trifolium pratense* L.) by rotary slot-seeding into grassland. *Grass and Forage Science* 65, 154-158.

- Min, D.H. and Moyer, J.L. 2015. Establishing legumes in a tall fescue sward. *American Journal of Plant Science* 6, 355-361.
- Nesheim, L. og Renolen, H. 1992. Fornying av grasmark utan pløying. *Faginfo* 1992 (24): 1-30.
- Nesheim, L., Bakken, I., Jarstad, R., Kval-Engstad, O., Skretting, J., Vagle, A. og Vastveit, K. 2010. Våtsåing av eng- og åkervekstar. *Bioforsk RAPPORT* 5 (107): 1-27.
- Nesheim, L., Eriksen, K., Flesland, L. K., Kiserud, E., Ristad, T. P., Spanne, K. og Sunde, E. 2012. Kostnadseffektive tiltak for reduserte klimagassutslepp fra jordbruket. Utprøving og demonstrering av tiltak som gjødsling og vedlikeholdssåing. *Bioforsk RAPPORT* 7 (22): 1-34.
- Rivedal, S. 1998. Direktesåing i eng i økologisk drift. Hovedoppgåve ved Institutt for plantefag, Norges Landbrukshøgskole. 89 sider.
- Rivedal, S., Øpstad, S. og Skjelvåg, A. O. 2001. Innsåing av raudkløver og gras i eng. *Vestlandsk Landbruk* 88 (5): 12-14.
- Schlueter, D. and Tracy, B. 2012. Sowing method effects on clover establishment into permanent pasture. *Agronomy Journal* 104, 1217-1222.
- Seguin, P., 1998. Review of factors determining legumes sod-seeding outcome during pasture renovation in North America. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 2, 120-127.
- Seguin, P., Peterson, P.R., Scheaffer, C.C. and Smith D.L. 2001. Physical sod suppression as an alternative to herbicide use in pasture renovation with clover. *Canadian Journal of Plant Science* 81, 255-263.
- Smart, A.J., Owens, V.N. and Pruitt, D. 2005. Sod suppression techniques for legume interseeding. In: G.A. Perry, editor, 2005 South Dakota beef report. Rep. 2005-21. South Dakota State Univ., Brookings. p. 102-108.
https://www.researchgate.net/publication/237698933_Sod_Suppression_Techniques_for_Legume_Interseeding1
- Ståhl, P. 2001. Kompletteringsåid i slåttervall. *Försöksrapport 2001 Mellansvenska Försökssamarbetet*, s. 5-6. http://www.forsoken.se/Mellansvenska/Artiklar_2001/jb3.pdf
- Synnes, O. M. 2018. Vedlikeholdssåing i ung eng. <https://vest.nlr.no/fagartikler/vedlikeholdssaaing-i-ung-eng/>
- Volden, B., Haugland, E. og Vastveit, K. 2005a. Spiring og vekst av rødkløver ved ulike såmåte, gjødsling og fuktighet på sand- og myrjord. Veksthusforsøk ved Vågønes forskingsstasjon. Rapport, 11 s.
- Volden, B., Vastveit, K. og Haugland, E. 2005b. Spiring av ert, bygg, rødkløver, raigras og timotei etter opphold av ulike varighet i konsentrert og uttynnet blautgjødsel av storfe. Veksthusforsøk ved Vågønes forskingsstasjon. Rapport, 6 s.
- Volden, B., Vastveit, K. og Haugland, E. 2005c. Våtsåing av kløver og flerårig raigras i etablert grasmark. *Grønn Kunnskap* 9 (2): 486-496.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.