

---

NOTAT 2011-11

---

# Klimatiltak i landbruket – En gjennomgang av tiltak i Klimakur 2020

---

ELLEN HENRIKKE  
AALERUD

VALBORG  
KVAKKESTAD



**NILF**

Norsk institutt for  
landbruksøkonomisk forskning

# *NILF utgir en rekke publikasjoner*

---

## **Årlig utkommer:**

«Driftsgranskingar i jord- og skogbruk»

«Handbok for driftsplanlegging»

«Utsyn over norsk landbruk. Tilstand og utviklingstrekk».

«Mat og industri. Status og utvikling i norsk matindustri».

## **Resultater fra forskning og utredninger utgis i tre serier:**

«NILF-rapport» – en serie for publisering av forskningsrapporter og resultater fra større utredninger

«Notat» – en serie for publisering av arbeidsnotater, delrapporter, foredrag m.m. samt sluttrapporter fra mindre prosjekter.

«Discussion paper» – en serie for publisering av foreløpige resultater (bare internettpublisering).

## **NILF gir også ut:**

«Merverdiavgiftsnøkkel for landbruket»

«Kontoplan for landbruksregnskap tilpasset NS 4102»

Regionale dekningsbidragskalkylar.

## **NILF er sekretariat for Budsjettnemnda for jordbruket som årlig gir ut:**

«Totalkalkylen for jordbruket» (Jordbrukets totalregnskap og budsjett)

«Referansebruksberegninger»

«Resultatkontroll for gjennomføringen av landbrukspolitikken»

«Volum- og prisindeksar for jordbruket» som ligger på:

*<http://www.nilf.no/PolitikkOkonomi/Nn/VolumPrisIndeksar.shtml>*

---

NOTAT 2011 - 11

---

Klimatiltak i landbruket –  
En gjennomgang av tiltak i  
Klimakur 2020

Ellen Henrikke Aalerud

Valborg Kvakkestad



**NILF**

Norsk institutt for  
landbruksøkonomisk forskning

---

<b>Serie</b>	Notat
<b>Redaktør</b>	Agnar Hegrenes
<b>Tittel</b>	Klimatiltak i landbruket – En gjennomgang av tiltak i Klimakur 2020
<b>Forfatter</b>	Ellen Henrikke Aalerud, Valborg Kvakkestad
<b>Prosjekt</b>	Tiltakslisten (A643)
<b>Utgiver</b>	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
<b>Utgiversted</b>	Oslo
<b>Utgivelsesår</b>	2011
<b>Antall sider</b>	41
<b>ISBN</b>	978-82-7077-800-3
<b>ISSN</b>	0805-9691
<b>Emneord</b>	klimatiltak, landbruk, klimakur 2020

---

## Litt om NILF

- Forskning og utredning angående landbrukspolitikk, matvaresektor og -marked, foretaksøkonomi, nærings- og bygdeutvikling.
- Utarbeider nærings- og foretaksøkonomisk dokumentasjon innen landbruket; dette omfatter bl.a. sekretariatsarbeidet for Budsjettnemnda for jordbruket og de årlige driftsgranskingene i jord- og skogbruk.
- Utvikler hjelpemidler for driftsplanlegging og regnskapsføring.
- Finansieres av Landbruks- og matdepartementet, Norges forskningsråd og gjennom oppdrag for offentlig og privat sektor.
- Hovedkontor i Oslo og distriktskontor i Bergen, Trondheim og Bodø.

# Forord

---

Regjeringen har som mål å redusere klimagassutslipp i landbruket med 1,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til referansebanen. I den forbindelse har kostnadseffektiviteten ved en rekke klimatiltak i jordbruket blitt beregnet ved flere anledninger. I 2010 kom Klima- og forurensningsdirektoratet med rapporten «Klimakur 2020 - Sektorrapport for jordbruk. Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser». Formålet med dette notatet har vært å vurdere tre av de elleve tiltakene som er utredet i denne rapporten. Notatet har særlig vurdert usikkerheten ved beregningene som er gjort. De tre tiltakene som er vurdert innbefatter redusert norm for gjødsling og tiltak for drenering og jordpakking, stans i nydyrking og restaurering av myr og bruk av biokull.

Prosjektet er finansiert av landbruks- og matdepartementet og har hatt en ramme på 100 timer. Valborg Kvakkestad har vært prosjektleder for prosjektet og Ellen Henrikke Aalerud har vært prosjektmedarbeider. Anne Bente Ellevold har ferdigstilt notatet for trykking.

Oslo, juni 2011  
Ivar Pettersen



# Innhold

---

1	INNLEDNING.....	1
2	STORTINGSMELDING 39 (2008–2009) OG SFTS KLIMAUTREDNING.....	3
3	KLIMAKUR 2020.....	7
3.1	Metodikk.....	7
3.2	Usikkerhet.....	8
3.3	Klimakur 2020 og jordbruket.....	8
4	TILTAKSPAKKE 6 I KLIMAKUR 2020: REDUSERT NORM FOR GJØDSLING OG TILTAK FOR DRENERING OG JORDPAKKING.....	11
4.1	Beregningene for tiltakspakke 6.....	11
4.1.1	Nitrogenreduksjon pr år.....	11
4.1.2	Avlingsendring og verdsetting av avlingsendring.....	12
4.1.3	Verdsetting av investerings- og driftskostnadene.....	14
4.1.4	Verdsetting av sparte kostnader.....	15
4.1.5	Miljønytte.....	15
4.2	Drøfting av tiltak 6.....	16
5	TILTAK 7 I KLIMAKUR 2020: STANS I NYDYR KING AV MYR OG RESTAURERING AV DYRKET MYR.....	19
5.1	Presentasjon av tiltaket.....	19
5.2	Bakgrunnsdokumentet – en bakgrunn for utredningen i Klimakur 2020.....	20
5.3	Beskrivelse av deltiltakene.....	22
5.3.1	Deltiltak 1: Stans i nydyrking av myr i framtida.....	22
5.3.2	Deltiltak 2: Restaurering dyrket myr som tas ut av drift av naturgitte årsaker og deltiltak 3: Restaurering av dyrket myr med liten produksjon som krever omfattende drenering.....	23
5.3.3	Vurdering av tiltaket.....	26
5.4	Fra underlagsdokumentet til Klimakur 2020.....	26
5.5	Følsomhet.....	27
6	TILTAK 8 I KLIMAKUR 2020: BIOKULL.....	29
6.1	Beskrivelse av tiltaket.....	30
6.1.1	Tilgang på råstoff.....	31
6.1.2	Lagring i åker/ deponi.....	31
6.1.3	Kostnader.....	32
6.1.4	Inntekter og samfunnsøkonomisk nytte.....	35
6.2	Oppsummering av nytte og kostnader ved biokulltiltaket.....	35
6.3	Klimaregnskap og energitap ved lagring av biokull i åker.....	36
6.4	Fra bakgrunnsdokumentet til Klimakur 2020.....	36
7	KONKLUSJON.....	39
	KILDER.....	41





# 1 Innledning

---

Det har blitt beregnet at landbruket i Norge årlig slipper ut 4,34 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette er omtrent ni prosent av Norges totale klimagassutslipp. Regjeringen har som mål å redusere klimagassutslipp i landbruket med 1,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til referansebanen (LMD, 2009).

De siste årene har flere tiltak blitt utredet med sikte på å redusere utslippene i landbruket. I 2007 utarbeidet SFT en tiltaksanalyse, der blant annet klimatiltak i landbruket inngikk. Videre ble det utredet flere tiltak i Stortingsmelding nr. 39 (2008-2009) (LMD, 2009), innen rammen av jordbruks- og matpolitikken. I 2010 kom Klima- og forurensningsdirektoratet (2010) med «Klimakur 2020 - Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020» og med «Klimakur 2020 – Sektorrapport jordbruk – Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser» (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Disse utredningene tok sikte på å utrede flere tiltak og beregne kostnader og utslippsreduksjon mer detaljert enn det som tidligere hadde blitt gjort. Elleve tiltak ble utredet. Stortingsmelding nr. 39 og Klimakur 2020 har kommet fram til resultater som i noen grad avviker fra hverandre. Dette tyder på at det fremdeles eksisterer et kunnskapsgap om klimatiltak i landbruket og at det er stor usikkerhet rundt klimatiltak i landbruket, reduksjonspotensial for klimagassutslipp og kostnadene knytta til disse tiltakene.

Hensikten med dette notatet er å vurdere tre av de elleve tiltakene (tiltak 6, 7 og 8) som er utredet av Klima- og forurensningsdirektoratet (2010). Notatet vil særlig vurdere usikkerheten ved beregningene som er gjort for disse tiltakene. De tre tiltakene som vurderes i dette notatet er tiltak 6: redusert norm for gjødsling og tiltak for drenering og jordpakking, tiltak 7: stans i nydyrking og restaurering av myr og tiltak 8: biokull.

I begynnelsen av notatet gis en presentasjon av hovedtrekkene i St.meld. nr. 39 og Klimakur 2020 (Klima- og forurensningsdirektoratet, 2010). Deretter presenteres og vurderes tiltak 6, 7 og 8 i Klimakur 2020.



## 2 Stortingsmelding 39 (2008–2009) og SFTs klimautredning

---

Norge har satt seg som mål å være karbonnøytralt i 2030, jamfør Klimaforliket i 2008, det vil si at Norge ikke skal bidra til netto utslipp av klimagasser. Norge har gjennom St.meld. nr. 34 (2006–2007) «Norsk klimapolitikk» og Stortingets behandling av denne, jf. også «Avtale om klimaforliket» av januar 2008 og Innst. S. nr. 145 (2007–2008), lagt opp til en ambisiøs norsk klimastrategi, der målet er å redusere utslippene i Norge med 15–17 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i forhold til referansebanen slik den ble presentert i nasjonalbudsjettet for 2007, når skog er inkludert (LMD, 2009). Dette innebærer at om lag to tredjedeler av Norges totale utslippsreduksjon tas nasjonalt (LMD, 2009).

De nasjonale utslippene er delt inn i fire hovedsektorer som har fått egne mål for utslippsreduksjoner i 2020. Disse sektorene er petroleum og energi, transport, primærnæringer og avfall og industri. Det er beregnet at landbruket står for ni prosent av Norges totale utslipp av klimagasser (LMD, 2009). Utslippene er knyttet til husdyrhold, gjødsling og jordbearbeiding. Målet for landbruket er at 1,1–1,5 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter skal reduseres innen 2020, jamfør Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) (Miljøverndepartementet, 2007).

### *Hvordan skal landbruket oppfylle målet om utslippsreduksjoner innen 2020?*

Klima- og forurensningsdirektoratet, daværende SFT, utarbeidet i 2007 tiltaksanalysen «Reduksjon av klimagasser i Norge», der jordbruket var en av sektorene som ble utredet. Konklusjonene fra denne rapporten var at utslippene fra landbruket samlet kan reduseres med 1,1 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Ifølge rapporten kan de største reduksjonene oppnås gjennom oppsamling av metangass fra ventilasjonsluft og bruk av husdyrgjødsel og avfall til produksjon av biogass. Tiltakene ble delt inn i tre gjennomføringskategorier: høy, middels og lav. Tiltak som ble vurdert å kreve svært omfattende virkemidler eller teknologisk gjennombrudd, ble vurdert til å ha lav gjennomførbarhet. Ikke verdsatte effekter i form av skjulte kostnader, ulemper og fordelingsvirkninger ble dermed omtalt, men ikke kostnadsberegnet (KLIF, 2010). Kostnader for tiltakene innenfor jordbruk ble fordelt på prisklassene opp til 200 kroner og fra 200 til 600 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (SFT, 2007).

### *Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009)*

I 2009 fremmet regjeringen en stortingsmelding om landbruket og klimautfordringene; «Klimautfordringene - landbruket en del av løsningen» (LMD, 2009). Stortingsmeldingen bygger videre på utredningene fra SFTs tiltaksanalyse fra 2007, og kommer med tiltak og virkemidler som er tilstrekkelige til å utløse det tekniske potensialet på 1,1 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Vurderingskriterier for de enkelte tiltak som ble utredet i Stortingsmelding nr. 39 var *kostnadseffektivitet, gjennomføringsmuligheter og styringseffektivitet*. Stortingsmeldingen uttaler et ønske om å balansere landbrukspolitiske mål, klima- og miljømål og forbrukerhensyn og livskvalitet i en helhetlig politikk. Meldingen uttrykker at et hovedmål vil være å redusere klima- og miljøbelastningen per produsert enhet av ulike varer, under hensyn til at også ulike matvarer har ulik næringsverdi. Meldingen fokuserer også på å øke opptaket av CO<sub>2</sub> i landbruket gjennom målrettede tiltak.

En forutsetning for tiltakene utredet i Stortingsmelding nr. 39 (LMD, 2009) er at landbruksrelaterte klimatiltak skal innpasses i en helhetlig landbruks- og matpolitikk, der ett av målene er å *opprettholde* eller *øke* matproduksjonen i takt med befolkningsøkningen.

Klimagassutslippene fra jordbruk og matproduksjon må følgelig begrenses samtidig som matproduksjonen må øke. For å oppnå dette kom Stortingsmeldingen med tiltak for å øke lagringen av karbon i jord, redusere klimagassutslippene fra jord, optimalisere bruken av nitrogen, redusere matavfall og utnytte matavfallet til energiformål.

Stortingsmeldingen kom også med enkelte landbruksrelaterte tiltak som får virkning for andre utslippssektorer enn primærnæringer og avfall. Et eksempel er målsettingen om å fase ut bruk av fossil energi til varmeformål i jordbruket innen 2020. Dette tiltaket vil få virkning for sektoren energi og transport i klimagassregnskapet og har et potensial for utslippsreduksjoner på om lag 50 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (LMD, 2009). Andre klimatiltak i landbruket kan også ha effekt på opptaket av CO<sub>2</sub> og lagring av karbon i et langsiktig tidsperspektiv. Dette er tiltak i jord- og skogbruket som gir positiv klimaeffekt, men som ikke gir uttelling i Norges offisielle klimagassregnskap på kort sikt, slik regelverket er utformet i dag.

Meldingen understreker at målene knyttet til sektorene er basert på anslag, og vil måtte revurderes dersom endringer i framtidige prognoser, kostnader, teknologiutvikling eller andre vesentlige, endrede forutsetninger tilsier det. Dersom utviklingen går i retning av at målene ikke realiseres, vil regjeringen vurdere ytterligere tiltak, ifølge meldingen (LMD, 2009).

Tiltakene utredet i Stortingsmelding nr. 39 omfatter tiltak innenfor både jord- og skogbruk samt arealbruksendringer og tiltak med basis i råstoff fra landbruket. Samfunnsøkonomiske kostnadsanslag ble ikke angitt for alle tiltakene. I tabell 2.1 vises tiltakene utredet i St.meld.nr. 39 med unntak av tiltakene innenfor skogbruk.

Tabell 2.1 Klimatiltak i landbruket utredet i St.mld.nr. 39 (2008–2009)

Tiltak	Virkemiddel	Cirka kostnad i kroner per tonn CO <sub>2</sub>	Gjennomførbarhet/ tidshorisont for effekt o.a.	Reduserte utslipp (mill. tonn CO <sub>2</sub> -ekv. per år)
<i>Metan</i>				
Biogass – bruk av husdyrgjødsel og matavfall	Økonomiske virkemidler, FoU, informasjon	Samfunnsøkonomisk lønnsomt	2 020	0,50
Økt effektivitet i melkeproduksjonen og storfekjøttproduksjonen		Foretaksøkonomisk lønnsomt	2 020	0,25
Økt effektivitet i saueholdet	Veiledning	Foretaksøkonomisk lønnsomt	2 020	0,04
Redusert reintall	Krav om øvre reintall	Ikke vurdert	2 020	0,01
<i>Lystgass</i>				
10 prosent reduksjon av N-gjødsling i korn	Juridiske krav og informasjon		2 020	0,03
10 prosent reduksjon av N-gjødsling i gras og beiter	Juridiske krav, informasjon og vurdering av tilskudd	Ikke vurdert	2 020	0,14
<i>CO<sub>2</sub>/Lystgass</i>				
Energi og redusert lystgass fra vekstrester (halm med videre) i jordbruket	Generell energipris og investeringsstøtte		2 020	0,14
<b>Sum tiltak i landbruket relatert til sektormål for primærnæring og avfall</b>				<b>1,11</b>
<i>Jordbruksjord</i>				
Redusere nydyrking av myr1)	Nydyrkingsforskriften	Ikke kvantifisert	2 020	0,335
Redusert jordarbeiding om høsten	Produksjonstilskudds-forskriften Tilskudd til endret jordarbeiding	175	2 020	0,096
Fangvekst i 10 prosent av kornarealet	Tilskudd til fangvekst (regionale miljøprogram)	2 500	2 020	0,090
<b>Sum tiltak i landbruket relatert til sektormål og jordbruksjord</b>				<b>1,633</b>

1) Tallet uttrykker sektorens reduserte utslipp i 2020. Effekten av endringer i nydyrkingsforskriften gir, ut fra dagens nydyrking, bare en mindre del av dette

Kilde: LMD, 2009



## 3 Klimakur 2020

---

I Stortingsmelding nr. 34 (2006–2007) Norsk klimapolitikk (klimameldingen) (Miljøverndepartementet, 2007) varslet regjeringen at den vil legge frem en vurdering av klimapolitikken og behovet for endrede virkemidler for Stortinget i 2010. I 2010 ble det utarbeidet en rapport som inneholder grunnlagsmaterialet for en slik vurdering; «Klimakur 2020: Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020» (KLIF, 2010).

Rapporten ble utarbeidet på oppdrag fra Miljøverndepartementet og ble skrevet av en faggruppe bestående av Norges vassdrags- og energidirektorat, Oljedirektoratet, Statens vegvesen, Statistisk sentralbyrå og Klima- og forurensningsdirektoratet som ledet arbeidet (KLIF, 2010). I arbeidet med å utrede tiltak og virkemidler i de ulike sektorene har direktorater og fagmiljøer bistått. Det har i stor grad også vært trukket aktivt på kompetanse i andre etater, forskningsinstitusjoner og aktører. Klimakur 2020 har etterstrebet en åpen prosess med flere konferanser, seminarer og innspill fra ulike aktører underveis i arbeidet.

Analysen i Klimakur 2020 tar utgangspunkt i målet om nasjonale utslippskutt som er nedfelt i avtalen om klimameldingen (kalt klimaforliket), som flertallet på Stortinget inngikk i 2008. Målet er at utslippene i Norge skal reduseres med 15–17 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter innen 2020 i forhold til referansebanen slik den er presentert i nasjonalbudsjettet for 2007, når skog er inkludert. Skogtiltakene anslås å gi et nettoopptak på 3 mill. tonn CO<sub>2</sub>. De innenlandske utslippene skal dermed reduseres med 12–14 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, slik at de ikke overstiger 45–47 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020.

Klimakur 2020s oppdrag har vært å få fram ulike valgmuligheter statlige myndigheter har for å nå målet om nasjonale utslippsreduksjoner i 2020, og konsekvensene av disse, uten å gi anbefalinger om hvordan dette kan gjøres. I tråd med mandatet har hovedfokus vært på løsninger for å oppnå utslippsreduksjoner nasjonalt i 2020. Rapporten belyser om effekten av tiltakene og virkemidlene vil øke eller avta over tid, og om de kan bidra til å legge til rette for lavere utslipp på lengre sikt ved å fremme teknologisk utvikling og strukturelle omlegginger (KLIF, 2010).

### 3.1 Metodikk

Klimakur 2020 har gjennomført sektorvise analyser av mulige tiltak og virkemidler for utslippsreduksjoner, og gjort en makroøkonomisk vurdering av de totale kostnadene for samfunnet ved å innfri målet. Resultatene er sammenstilt i virkemiddelmenyer for å synliggjøre ulike måter å nå det nasjonale målet på. For de ulike virkemiddelmenyene er det også gjort en vurdering av behovet for energi og konsekvenser for andre viktige samfunns mål. Klimakur 2020 ser de sektorvise analysene av tiltak og virkemidler som en styrke fordi denne tilnærmingen har en høy detaljeringsgrad. En svakhet ved analysen er at den er «partiell», ifølge Klimakur 2020, det vil si at den ikke tar hensyn til de makroøkonomiske ringvirkningene av tiltak og virkemidler.

I de sektorvise analysene beregnes samfunnsøkonomiske kostnader i henhold til Finansdepartementets veileder for samfunnsøkonomisk analyse (2005). Tiltakskostnadene inkluderer merkostnadene ved gjennomføring av tiltak. I kostnadsestimatene er det i størst mulig grad tatt hensyn til forventede investeringskostnader, drifts- og vedlikeholdskostnader, kostnader forbundet med tap og/ eller utsatt produksjon, endret konsumentoverskudd (inkludert tidskostnader) og eksterne kostnader.

Samfunnsøkonomiske kostnader skiller seg fra privatøkonomiske og bedriftsøkonomiske kostnader ved at de også inkluderer effektene tiltaket har på andre i samfunnet. Kostnader kan ligge på noen sektorer eller aktører, mens nytten kommer i en annen sektor. Et eksempel kan være redusert lokal luftforurensning som følge av redusert energibruk i en bedrift. I et samfunnsøkonomisk regnskap skal verdien dette har for andre enn bedriften selv trekkes fra tiltakskostnaden. De samfunnsøkonomiske tiltakskostnadene regnes også uten merverdiavgift og andre fiskale avgifter (KLIF, 2010).

Standardiseringen av beregningsmetodene i tiltaksanalysene kan overse viktige forskjeller mellom tiltak når det gjelder risiko og vurderingskriterier som benyttes hos potensielle tiltakshavere. Blant annet kan det være årsaken til at avkastningskrav på investeringer er høyere enn det som er lagt til grunn i de samfunnsøkonomiske analysene. De privat- eller bedriftsøkonomiske vurderingene av tiltakskostnadene kan være høyere enn i de samfunnsøkonomiske beregningene (KLIF, 2010).

## 3.2 Usikkerhet

Det er ulike typer usikkerhet i en tiltaksanalyse for reduksjon av klimagassutslipp. Klimakur 2020 trekker fram sentrale usikkerhetsmomenter, blant annet:

- Usikkerhet knyttet til forutsetninger om forventet teknologiutvikling, for eksempel for lavutslippskjøretøyer eller fangst og lagring av CO<sub>2</sub>. En hurtigere eller langsommere utvikling kan gi andre resultater enn forutsatt i analysen (KLIF, 2010). Nye virkemidler kan påvirke teknologiutvikling og teknologietterspørsel.
- I beregning av tiltakskostnader kan det være systematisk usikkerhet knyttet til forutsetninger som er gjort, som for eksempel med tanke på energipriser og levetid på tiltakene. Andre energipriser eller levetid på tiltakene kan føre til høyere eller lavere tiltakskostnader. Et eksempel er at en høyere kraftpris vil kunne føre til mindre bruk av elektrisitet, men også mer energieffektivisering – mens en lavere kraftpris vil kunne ha motsatt effekt (KLIF, 2010).
- Det er også usikkerhet knyttet til å estimere investeringskostnader på store prosjekter som er komplekse og krever mye grundigere beregninger før endelige kostnader kan fastslås sikkert. Grundige beregninger gir ofte et høyere kostnadsanslag. På den annen side kan det være gevinster som ikke er kostnadsestimert og som kan trekke kostnadene ned (KLIF, 2010).
- Usikkerhet knyttet til virkemidlenes utslippsreducerende effekt. Disse kan være både lavere og høyere enn det som er vurdert i Klimakur 2020. Dette avhenger blant annet av en rekke usikre forutsetninger i referansebanen når det gjelder økonomisk utvikling, internasjonale rammebetingelser, samt befolkningens reaksjon på virkemidler, som igjen avhenger av forståelse av klimaproblemet og vilje til handling (KLIF, 2020).
- Usikkerhet knyttet til beregningsmodellene som er benyttet i ulike analyser, for eksempel transportmodeller (KLIF, 2020).

Til tross for usikkerhetsmomentene anser Klimakur 2020 at analysene samlet sett gir et godt og overordnet bilde av muligheter for utslippsreduksjoner, kostnader og virkemidler som kan anvendes.

## 3.3 Klimakur 2020 og jordbruket

Klimatiltak i jordbruket er utredet i «Klimakur 2020 – Sektorrapport jordbruk – Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser» (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Det er her



utredet tiltak som kan adderes til et utslippsreduksjonspotensial på ca. 1,2 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2020. Tiltakene omfatter blant annet bruk av husdyrgjødsel til produksjon av biogass, forbedret gjødsling av jordbruksjord, stans i nydyrking av myr, produksjon av biokull, lagring av biokull i jordbruksjord og energiomlegging i veksthus. Tabell 3.1 gir en oversikt over de utredede tiltakene i Klimakur 2020, med tilhørende utslippsreduksjon, kostnadseffektivitet og energiregnskap.

Rapporten bygger delvis på jordbruksdelen av Landbruks- og matdepartementets klimamelding med innspill fra Statens landbruksforvaltning (KLIF, 2010). Resultater fra prosjekter som er gjennomført i regi av Nasjonalt utviklingsprogram for klimatiltak i jordbruket (LMD m.fl., 2008) har vært brukt som referanse, sammen med tidligere rapporter fra Bioforsk, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap og Enova (KLIF, 2010).

Klimakur 2020 har ikke hatt som intensjon å anbefale noen spesielle tiltak og virkemidler framfor andre, men utrede et mulighetspotensial. Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009) kommer med tiltak utarbeidet innenfor rammen av landbruks- og matpolitikken, mens Klimakur 2020 kan komme med tiltak som strider mot denne politikken.

Tiltakene innen biogass antas å ha tiltakskostnader som spenner fra 1 200 til 3 100 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, mens de øvrige tiltakene antas å være rimeligere. Det er også identifisert tiltak som er bedriftsøkonomisk lønnsomme. Både biogass- og biokulltiltakene produserer energibærere (gass og olje) som kan brukes til drift av kjøretøy og/ eller oppvarming av bygg. For noen av tiltakene er det knyttet stor usikkerhet til effekten på utslipp av klimagasser eller kostnadene forbundet med iverksetting av dem. Flere av tiltakene i jordbruket er utredet i mindre detalj enn i andre sektorer (KLIF, 2010).

Klimakur 2020 framhever at de reelle utslippene av klimagasser i jordbruket, og dermed utslippsreduksjonene ved tiltak, avviker betydelig fra utslipp beregnet etter dagens metodikk. Reduksjon av lystgassutslipp er for eksempel underestimert. For å få klarlagt de reelle utslippsreduksjonene bedre samt å oppnå kreditt for eventuelt større reduksjoner i klimagassregnskapet vil det være nødvendig med mer forskning, utredning og dokumentasjon (KLIF, 2010). Dette er særlig aktuelt for biogasiltakene for å få kreditt for lavere lystgassutslipp fra spredning av biorest sammenliknet med husdyrgjødsel. Også drenerings- og jordpakkingstiltakene, som er deltiltak under samletiltaket for mer effektiv gjødsling av jordbruksjord, kan trolig få bedre uttelling ved en forbedret beregningsmetodikk (KLIF, 2010).

Mulige virkemidler inkluderer økonomiske virkemidler (som en klimaretting av bevilgningene over jordbruksoppgjøret, klimafond og kunstgjødselavgift), juridiske virkemidler, informasjon, samt forskning og utredning (KLIF, 2010).

Tabell 3.1 Oversikt over tiltak, utslippsreduksjoner, kostnadseffektivitet og energiregnskap i Klimakur 2020

Nr.	Tiltak	Utslippsreduksjon 2020 (tonn CO <sub>2</sub> ekv)	Kostnadseffektivitet (kr/tonn CO <sub>2</sub> ekv)	Forbrukt energi	Lvert energi
1	Biogass trinn 1: 30 prosent husdyrgjødsel	136 500	1 700	57 GWh elektrisitet	710 GWh biogass <sup>1)</sup>
2	Biogass trinn 2: 30 - 60 prosent husdyrgjødsel	136 500	3 100	57 GWh elektrisitet	710 GWh biogass
3	Biogass trinn 1 + sambehandling <sup>2)</sup> med 200 000 tonn våtorganisk avfall	147 500	1 200	57 GWh elektrisitet 80 GWh <sup>3)</sup> våtorganisk avfall	920 GWh biogass
4	Biogass trinn 2 + sambehandling med 200 000 tonn våtorganisk avfall	147 500	2 700	57 GWh elektrisitet 80 GWh våtorganisk avfall	920 GWh biogass
5	Optimalisering av spredningstidspunkt og -metode for husdyrgjødsel og oppfølging av gjødselplan	113 000	540	-	-
6	Redusert norm for gjødsling og tiltak for drenering og redusert jordpakking	93 000	-1 200	-	-
7	Stans i nydyrking av myr og restaurering av dyrket myr	78 000	145	-	-
8	Produksjon av biokull fra halm og lagring i jordbruksjord	560 000	900	2,8 TWh halm	1,21 TWh bioolje <sup>4)</sup>
9	Erstatning av olje, propan og elkjel i veksthus med forbrenning av 260 000 m <sup>3</sup> flis	45 500	300	390 GWh flis	121 GWh fyringsolje 66 GWh propan 200 GWh elektrisitet
10	Biogass fra 60 prosent tilgjengelig husdyrgjødsel i Rogaland innført på gassnettet	62 000 <sup>5)</sup>	500	300 GWh biogass	300 GWh fossil gass
11	Innblanding av 10 prosent vol biodiesel i merket diesel <sup>6)</sup>	42 000	1 050	170 GWh	170 GWh

1) Tilsvarende 65 mill. m<sup>3</sup> høygradig biogass.

2) Bidraget fra våtorganisk avfall til utslippsreduksjonen er synliggjort i dette tiltaket, men blir kreditert avfallssektoren.

3) Tilsvarende 200 000 tonn våtorganisk avfall i hvert trinn, der vi antar at 50 prosent av avfallet forbrennes med varmegjenvinning.

4) Tilsvarende rundt 108 000 tonn bioolje.

5) Herav reduksjoner på 23 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter veksthus og 39 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som kan krediteres brukere av det øvrige gassnettet.

6) Jordbrukets andel av anleggsdiesel er 26 prosent. Tiltaket inngår i transportsektoren, men er likevel synliggjort i tabellen. Tiltaket forutsetter at ca. 17 mill. liter biodiesel erstatter 16 mill. liter fossil diesel.

Kilde: KLIF, 2010

# 4 Tiltakspakke 6 i Klimakur 2020: redusert norm for gjødsling og tiltak for drenering og jordpakking

---

## *Presentasjon av tiltaket*

Tiltakspakke 6 omhandler redusert norm for gjødsling og tiltak for drenering og redusert jordpakking. Som vist i tabell 4.1 på side 13 består denne tiltakspakken av 6 deltiltak, nemlig bedre drenering i korn- og engarealene, mindre jordpakking i åker og eng samt redusert gjødslingsnorm i åker og eng. Bedre drenering og redusert jordpakking skaper forhold i jorda som er antatt å minke dannelsen av lystgass. Men dette er ikke tatt med i tabell 4.1 siden dette ikke blir gitt kredit for i beregningsmetodikken til IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Videre blir vekstforholdene bedre, noe som fører til økte avlinger uten at man trenger å øke nitrogen tilførselen. Redusert gjødslingsnorm fører til redusert gjødsling og dermed reduserte lystgassutslipp (Leffertstra og Fjeldal, 2010).

Tiltakspakke 6 er beskrevet i KLIF (2010) og Leffertstra og Fjeldal (2010). Beregningene som er gjort av Leffertstra og Fjeldal (2010) baserer seg på en rapport fra Bioforsk - Øygarden m.fl. (2009). Beregningene som Leffertstra og Fjeldal (2010) har gjort for deltiltak 1-4 er identiske med Øygarden m.fl. (2009), mens deltiltak 5-6 baserer seg på Øygarden m.fl. (2009)<sup>1</sup>.

I dette underkapittelet vil vi først presentere beregningene som er gjort av Leffertstra og Fjeldal (2010) og av Øygarden m.fl. (2009) og forutsetningene som ligger til grunn for disse beregningene. Deretter vil vi foreta en samlet drøfting av tiltakspakke 6.

## 4.1 Beregningene for tiltakspakke 6

### 4.1.1 Nitrogenreduksjon pr år

For engarealer har Øygarden m.fl. (2009) beregnet at en 10 prosent reduksjon i gjødslingsnorm gir en N-reduksjon på 4000–4800 tonn N. Dette er basert på at man reduserer N-tilførselen med 1,75 kg/daa på et grasareal tilsvarende 2 500 000 daa. Dette arealet tilsvarer halvparten av alt grasarealet (Statistisk sentralbyrå, 2008). Det resterende arealet er allerede ekstensivt drevet (Øygarden m.fl., 2009). Rapporten sier ikke noe om bakgrunnen for disse beregningene, men en av forfatterne, Fystro (pers. med) meddeler at det ikke ligger noe vitenskapelig (statistisk) beregning til grunn for selve intervallet, men at det var det de etter diskusjon trodde mest på. Ett av problemene med å gjøre beregningene var at de ikke hadde noen gode oppgaver av hvordan fordelingen i gjødslingsintensitet i praksis er i Norge. Leffertstra og Fjeldal (2010) har valgt å redusere normen med 15 prosent. De har beregnet at man da reduserer N-tilførselen med 3 750–5250 tonn N. Dette er basert på at fra 10–15 prosent redusert N-norm, så synker N-forbruket med 250–350 tonn per prosent enhet reduksjon ( $250 \text{ tonn/prosentenhet} * 15 \% - 350 \text{ tonn /prosentenhet} * 15 \%$ ).

---

<sup>1</sup> Øygarden m.fl. (2009) har beregnet effektene av å redusere gjødslingsnormen med 10 %, mens KLIF (2010) har beregnet effekten av å redusere gjødslingsnormen med 15 %.

Øygarden m.fl. (2009) har beregna at en redusert gjødslingsnorm for kornåker på 10 prosent gir en N-reduksjon på 2500-3500 tonn N. Dette er basert på at man reduserer N-tilførselen med 1 kg/daa og at totalarealet med korn er 3 100 000 daa ([Statistisk sentralbyrå](#), 2008). Heller ikke her sier rapporten noe om bakgrunnen for disse beregningene. Leffertstra og Fjeldal (2010) har valgt å redusere normen med 15 prosent. De har beregna at man da reduserer N-tilførselen med 3 750–5 250 tonn N. Dette er basert på at fra 10–15 prosent redusert N-norm så synker N-forbruket med 250–350 tonn per prosentenhet reduksjon ( $250 \text{ tonn /prosentenhet} * 15 \% - 350 \text{ tonn/prosentenhet} * 15 \%$ ).

#### 4.1.2 Avlingsendring og verdsetting av avlingsendring

Øygarden m.fl. (2009) har antatt at økt drenering vil gi en avlingsøkning på 3 500 tonn korn. Dette tallet er basert på at avlingene øker fra 380 kg/daa til 437 kg/daa (avlingsøkning på 15 %) på 62 000 daa (tilsvarende 2 % av kornarealet) som følge av grøfting. Videre har Øygarden m.fl. (2009) beregna at økt drenering vil gi en avlingsøkning på 6 800 tusen FEm for engarealene. Det ble vurdert at drenering kunne føre til 15 prosent avlingsøkning på 96 000 dekar eng. Det ble lagt til grunn 560 kg tørrstoff (475 FEm) per dekar eng med meravling på 84 kg ts per daa. Øygarden m.fl. (2009) oppgir ingen kilder for de antagelsene som er gjort verken for kornarealene eller engarealene. De vektlegger derimot at de estimatene som er gjort i rapporten er beheftet med stor usikkerhet (Øygarden m.fl., 2009). For å kunne lage estimat av behovet for ny drenering trengs bedre data på hvor stort omfanget av vassjuk jord er i Norge siden man har få data om dagens aktivitet og dreneringsanleggenes funksjon i dag. (Øygarden m.fl., 2009). En av forfatterne av Øygarden m.fl. (2009), Hauge (pers. med.) meddeler at tallene for avlingsøkning som følge av bedre drenering er antagelser, foretatt av Bioforsk i samarbeid med fylkesagronomer og ringledere, og basert på kontakt med bønder og veiledningstjeneste og forskning fra 1970-tallet.

Øygarden m.fl. (2009) har videre beregna at redusert jordpakking vil gi en avlingsøkning på 59 000 tonn korn. Dette tallet er basert på at avlingene øker fra 380 kg/daa til 399 kg/daa (avlingsøkning på 5 % på alt kornarealet (3 100 000 daa) som følge av redusert jordpakking. Det er videre beregna at redusert jordpakking vil gi en avlingsøkning på 115 000 tusen FEm for engarealene. Heller ikke her viser Øygarden m.fl. (2009) hvilke forutsetninger som ligger til grunn for beregnet avlingsøkning på engarealene. En av forfatterne, Krokann (pers. med.) meddeler imidlertid at for eng ble det gått ut fra at redusert jordpakking ville føre til 5 prosent avlingsøkning. Med 4,8 mill. dekar eng og 475 FEm per dekar, ga dette 115 000 tusen FEm. Øygarden m.fl. (2009) oppgir ingen kilder for de antagelsene som er gjort verken for kornarealene eller engarealene. En av forfatterne (Hansen, pers. med.) meddeler imidlertid at 5 prosent er kvalifisert gjetting ut i fra de forskningsrapportene og den faktakunnskapen om effekt av jordpakking som de satt inne med. Videre er rapporten noe uklar på om 5 prosent avlingsøkning gjelder for alt korn- og engarealene eller om det bare gjelder for det arealet som er mest pakka. På s. 20 skriver Øygarden m.fl. (2009) at «Vi antar at 20 prosent av all fulldyrket jordbruksjord i Norge, kan få reduserte pakkingsskader ved økt bevissthet om skadelige effekter av traktorkjøring og hva som kan gjøres for å minske disse belastningene». Men i tabell 4.1 er det altså gått ut i fra at avlingen øker med 5 prosent på alt arealet. En av forfatterne, Nesheim (pers. med.) meddeler imidlertid at det er veldig stor usikkerhet om avlingseffekten og at det er ment som en illustrasjon og at det ikke må legges mer vekt på det enn at det er ment som en illustrasjon. Hvorvidt avlingseffekten gjelder for alt eller 20 prosent av arealet har stor betydning for kostnadseffektiviteten.

Tabell 4.1 Oversikt over tiltak 6 i Klimakur 2020: Nytte, kostnader, kostnadseffektivitet og redusert utslipp av klimagasser

Tiltak	N-red. /år	Avlingsendring	Reduksjon CO <sub>2</sub> ekviva- lenter/år	Investering	Kapital- kostnader /år <sup>1</sup>	Drifts- kostnader /år	Sparte kostnader gjødsel mm.	Kostnad ved avlingstap	Samlede årlige kostnader	Kostnads- effektivitet	Miljønytte	Kostnadseffekt- ivitet med miljønytte
	Tonn	Eng: tusen FEm <sup>2</sup> Korn: tonn	Tonn	Tusen kr	Tusen kr	Tusen kr	Tusen kr	Tusen kr	Tusen kr	Kr/tonn	Tusen kr	Kr/tonn
1 Drenering Korn		+ 3 500										
2 Drenering eng		+ 6 800										
Drenering Totalt				523 000	28 000		- 2 000	- 13 000	13 000			
3 Jordpakking korn		+ 59 000		200 000	30 000	2 000		-118 000	-86 000			
4 Jordpakking eng		+ 115 000		400 000	60 000	4 000		-148 000	- 84 000			
5 Korn redusert norm	3 750- 5 250	-56 000				1 000	- 61 500	112 000	51 000			
6 Eng redusert norm	6 000- 7 200	-106 500		6 000	3 000		- 81 000	138 000	60 000			
<b>Sum</b>	<b>11 100 (9 750- 12 450)</b>	<b>+ 3 500 tonn K<sup>3</sup> + 15 300 tusen FEm</b>	<b>93 000</b>	<b>1 129 000</b>	<b>121 000</b>	<b>7 000</b>	<b>- 144 500</b>	<b>-29 000</b>	<b>- 45 500</b>	<b>-500</b>	<b>-36 000</b>	<b>-880</b>

1) Kalkulasjonsrente på 4 prosent

2) FEm = føreheter melk

3) K = korn

Ved kostnader/inntekter: Positive tall er kostnader, negative tall er inntekter. (Når en kommer ut med negative verdier for kostnadene betyr det at en har negative kostnader = inntekt)

Kilde: Leffertstra og Fjeldal (2010)

For 15 prosent redusert gjødslingsnorm i kornåkre har Leffertstra og Fjeldal (2010) beregna at avlingene synker med 56 000 tonn korn. Dette tallet er basert på at avlingene synker fra 380 kg/daa til 362 kg/daa (avlingsreduksjon på 5 %<sup>2</sup> på alt kornarealet (3 100 000 daa) som følge av redusert gjødsling. Leffertstra og Fjeldal har videre beregna at 15 prosent redusert gjødslingsnorm vil gi en avlingsnedgang på 106 500 tusen FEm for grasarealene. Dette tallet er basert på at avlingene synker fra 475 FEm/daa til 432 FEm/daa (avlingsreduksjon på 9 % på halvparten av grasarealet (2 500 000 daa)<sup>3</sup> som følge av redusert gjødsling). En avlingsreduksjon på 9 % er basert på Fystro m.fl. (2005). Et usikkerhetsmoment her er at man ikke vet hvor mye det faktisk gjødsles med i norsk jordbruk (Øygarden m.fl., 2009). Dersom det gjødsles mer enn dagens norm og økonomisk optimum er over dagens gjødslingsnormer, kan tapet bli større og omvendt.

Den samla avlingseffekten blir dermed på 3500<sup>4</sup> tonn korn i henhold til tabell 4.1 og 15 300 tusen FEm gras. Verdien av avlingsøkningen er satt til 29 000 000 kr. Ifølge en av forfatterne er kornavlingen verdsatt til en pris på 2 kr/kg (verdensmarkedsprisen på matkorn (CIF-importpris) og grasavlingene har de verdsatt til 1,3 kr/FEm (ut fra en importpris for fôrkorn) for redusert gjødsling (Krokann pers. med.). For drenering har de trukket fra kostnader til konservering, lagring og transport (Krokann pers. med.), mens de ikke har gjort dette for jordpakking.

Det er stor usikkerhet knytta til disse talla. Øygarden m.fl. (2009) skriver at de ikke vet hvor mye jord som er dårlig drenert eller hvor mye jord i Norge som er pakket på grunn av kjøring. De vet heller ikke hvor stor avlingsøkning en kan få som følge av bedret drenering og redusert pakking. De skriver videre at deres anslag er forholdsvis konservative, og effektene kan være betraktelig høyere enn det de har antatt for grøfting og redusert jordpakking. Videre skriver de at avlingsestimater for eng- og beitevekster er heftet med større usikkerhet enn for mange andre vekstgrupper.

### 4.1.3 Verdsetting av investerings- og driftskostnadene

Kapitalkostnadene for drenering per år er satt til 28 000 000 kr. Dette er basert på en grøftekostnad på 3 300 kr/daa på et areal tilsvarende 158 000 daa (2 % av korn og grasarealet), 30 års avskrivningstid og 4 % kalkulasjonsrente<sup>5</sup> (Øygarden m.fl., 2009). Dette er basert på erfaringstall innhentet fra Vestfold, Nord-Trøndelag og Hordaland som indikerer at kostnadene ved grøfting ligger i området 2500–4000 kr per dekar (Øygarden m.fl., 2009). Disse kostnadene gjelder for systematisk grøfting med 7–10 meter grøfteavstand under lette forhold og ved bruk av Rådahl grøftemaskin (Øygarden m.fl., 2009). Ved bruk av skuffegraver, mindre grøfteavstand, steinholdig jord og øvrige vanskelige forhold øker kostnadene til 5000–10 000 kr dekar (Øygarden m.fl., 2009). Kostnaden vil variere mye ut fra grøfteavstand, steininnhold, type grøftemaskin/gravemaskin, arrondering m.m. (Øygarden m.fl., 2009). Det er imidlertid viktig å være klar over at det er stor usikkerhet om hvor stort omfanget av vassjuk jord er i Norge i dag og estimatene over de totale investeringskostnadene er dermed beheftet med stor usikkerhet (Øygarden m.fl., 2009).

---

<sup>2</sup> Dette tallet er i følge Øygarden m.fl. (2009) basert på 240 feltforsøk (107 i bygg, 32 i havre, 54 i vårhvete, 47 i høstvete) (Riley, upublisert).

<sup>3</sup> Øygarden m.fl. (2009) har forutsatt at halvparten av arealet drives normalt og at halvparten av arealet drives intensivt og at det bare er det intensive arealet som skal ha redusert gjødslingsnorm. Øygarden m.fl. (2009) skriver at de ikke har oppgaver over hvordan de ulike driftsmåtene fordeler seg, men at de har gjort en antagelse.

<sup>4</sup> Det er dette som er oppgitt i tabellen for sum for årlig avlingsendring. Summerer man derimot de ulike cellene for åker får man 6500 tonn korn (3500+59000-56000).

<sup>5</sup> KLIF, 2010 er ikke konsistente i bruken av kalkulasjonsrente. For tiltak 7 og 8 har de brukt 5 % kalkulasjonsrente.

Kapitalkostnadene for redusert jordpakking er satt til 30 000 000 kr/år for kornarealer og 60 000 000 kr/år for grasarealer. Dette er basert på at dekkutrustning for å unngå jordpakking har en merkostnad på 15 000 kroner per traktor. Det er lagt til grunn at 40 000 traktorer<sup>6</sup> utrustes med mer hensiktsmessige dekk, noe som innebærer en investering på 600 mill. kroner. Med en avskrivningstid på 8 år og 5 prosent kalkulasjonsrente gir dette en årlig kostnad på 90 mill. kroner.

Driftskostnadene per år for redusert jordpakking er satt til 2 000 000 kroner for kornarealene og 4 000 000 kr for grasarealene (Øygarden m.fl., 2009). Dette omfatter først og fremst økt tidsbruk knyttet til justering av lufttrykk i dekk, men omfatter også at det tas hensyn til jordpakking ved kjøring på jorda. Med 150 kr per time og 46 000 foretak innebærer dette at det brukes 0,9 timer per foretak til disse tiltakene.

Øygarden m.fl. (2009) vektlegger at det i liten grad foreligger kunnskaper om kostnader knyttet til tiltak for å unngå jordpakking og at kostnadene er basert på antagelser. En av forfatterne, Krokann (pers. med.), påpeker at det er svært vanskelig å anslå ekstra tidsbruk til redusert jordpakking. Tallene for redusert jordpakking er derfor svært usikre.

Det er antatt at investeringskostnaden i forbindelse med etablering av nødvendige bestemmelser (lov, forskrifter m.m.) og kontrollsystem for redusert gjødslingsnorm i åker og eng til sammen vil være i størrelsesorden 6 mill. kr (Øygarden m.fl., 2009). Krokann (pers. med.) meddeler at dette er svært usikre anslag da en ikke vet hvordan systemet skal utformes og heller ikke har gode erfaringstall for etablering av slike systemer. Det ble lagt til grunn at 6 mill. avskrives over 2 år, da det trolig vil være nødvendig å videreutvikle systemet etter kort tid. Årlige driftskostnader er satt til kr 1 mill (Øygarden m.fl., 2009). Kostnadene er imidlertid helt avhengige av hvilke rutiner som innføres (Krokann, pers. med.).

#### 4.1.4 Verdssetting av sparte kostnader

Sparte kostnader er verdsatt til 2 000 000 kroner for drenering på grunn av enklere driftsforhold (Øygarden m.fl., 2009). Dette er basert på en antagelse om at man sparer kr 10 per dekar per år for lettere driftsforhold. Dette er anslått uten noen empiri (Krokann, pers. med.).

Sparte kostnader ved redusert gjødslingsnorm er beregnet til 61 500 000 kr for kornarealene og 81 000 000 kr for engarealene (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Dette er basert på at man reduserer N-gjødslingen med 1,5 kg N/daa på kornarealene og med 2,63 kg N/daa på grasarealene og en gjødselpris på 12 kr/kg N (Øygarden m.fl., 2009). To prisnivå for N-gjødsel er brukt, som dekker omtrent ytterpunktene som man har opplevd det siste året (Øygarden m.fl., 2009). Sparte kostnader for kornarealene inkluderer også 6 000 000 kr i sparte kostnader til transport og tørking av korn. Sparte kostnader til transport og tørking er skjønsmessig vurdert (Øygarden m.fl., 2009).

#### 4.1.5 Miljønytte

Beregningene som er gjort for tiltak 6 innebærer en betydelig reduksjon av avrenning av nitrat, samt en liten reduksjon i ammoniakkutslipp. Miljønyttan av dette er verdsatt til 36 000 000 kr i tabell 4.1. Dette tallet er basert på at nitratutslippene fra jordbruket går ned med 1 785 tonn/år og at ammoniakkutslippene går ned med 255 tonn/år som følge av redusert gjødslingsnorm. Miljønyttan av redusert nitratutslipp er verdsatt til 20 000 kr/tonn og miljønyttan av ammoniakkutslipp er verdsatt til 2 500 kr/tonn (Leffertstra og Fjeldal, 2010).

---

<sup>6</sup> 40 000 traktorer tilsvarer rundt en tredjedel av traktorene som er i bruk og tilsvarer i gjennomsnitt bortimot en traktor per foretak som mottar produksjonstilskudd.

Miljønyttan av reduserte ammoniakktlipp er basert på Statens forurensningstilsyn (2007) som igjen var basert på tall fra LEVE-rapporten<sup>7</sup> og en forutsetning om en bestemt geografisk fordeling av reduksjonen (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Miljønyttan av redusert nitratutslipp baserer seg på tiltaksanalysen (Statens forurensningstilsyn, 2007), hvor de har tatt utgangspunkt i kostnad ved tiltak for marginal nitratreduksjon i kommunale renseanlegg og forutsatt at halvparten av reduksjonen finner sted i såkalt sårbart område, med en marginalkostnad på 80 000 kr, mens den andre halvparten finner sted utenfor sårbart område der nitratreduksjon ikke har nytte. De har igjen halvert disse marginalkostnadene for å verdsette nytteeffekten av reduserte utslipp av nitrat (Leffertstra og Fjeldal, 2010).

Miljønyttan er dermed basert på en del antagelser som muligens bør belyses nærmere. Det kan for eksempel diskuteres om det er riktig å ta utgangspunkt i kostnadene i kommunale renseanlegg. Videre kan man stille spørsmålsteget ved om man ikke bør ta med andre eksterne effekter når man gjør en kostnadseffektivitetsanalyse. Dette kan dreie seg om effekter på kulturlandskap, matvareberedskap, bosetting og biologisk mangfold.

## 4.2 Drøfting av tiltak 6

Så langt har vi sett at beregningene som er gjort av Leffertstra og Fjeldal (2010) og Øygarden m.fl. (2009) baserer seg på en rekke antagelser som i mange tilfeller ikke er godt dokumentert. Dette gjelder antagelser om nitrogenreduksjon, avlingsendring, kapitalkostnader, driftskostnader, sparte kostnader og miljønytte. Øygarden m.fl. (2009) skriver selv at det er stor usikkerhet både i datagrunnlag, effekter av utslipp, kostnader og de forenklete beregningene. De skriver at vi ikke vet hvor mye jord som er dårlig drenert eller som er så pakket på grunn av kjøring at det øker utslipp av lystgass i vesentlig grad, og at vi ikke vet hvor stor avlingsøkning en kan få som følge av bedret drenering og økt bevissthet på jordpakking (Øygarden m.fl., 2009). De skriver videre at det heller ikke er kjent hvor mye det faktisk gjødsles med i norsk jordbruk eller hvor mye lystgass som slippes ut per kg gjødsel tilført. De vektlegger at en må være varsom ved iverksettelse av tiltak med usikker effekt og svakt datagrunnlag for kostnader og at gjennomføring av tiltakene vil avhenge av oppfølging og bruk av virkemidler (Øygarden m.fl., 2009). Leffertstra og Fjeldal (2010) vektlegger også at det er stor usikkerhet om denne tiltakspakken og at dersom forutsetningen om størrelser på avlingstap ved mindre gjødsling og avlingsøkning skulle vise seg å være annerledes, slår dette kraftig ut på kostnadseffektiviteten. Dette er særlig relevant for deltiltak tre og fire (redusert jordpakking) der forfatteren vektlegger at avlingsøkningen er ment som en illustrasjon. Tar man for eksempel utgangspunkt i at avlingsøkningen av redusert jordpakking kun gjelder på 20 prosent av arealet (slik det er skissert på side 20 i Øygarden m.fl. (2009)) reduseres avlingene som følge av tiltak 6 med 40 720 tonn korn og 76 900 tusen FEm i stede for å øke med 3 500 tonn korn og 153 000 tusen FEm slik det står i tabell 4.1. Kostnadseffektiviteten for tiltak 6 blir da på 491 kr/tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (med miljønytte) og ikke på -880 kr/tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som i tabell 4.1<sup>8</sup>.

Deltiltakene under tiltak 6 er forutsatt å virke sammen for å oppnå reduksjoner i utslipp av klimagasser uten at avlingene synker (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Redusert gjødslingsnorm sikrer at man får reduserte klimautslipp, mens drenering og redusert

<sup>7</sup> Klima- og forurensningsdirektoratets prosjekt for Luftforurensninger - effekter og verdier (LEVE): Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning.

<sup>8</sup> Kostnader ved avlingstap endrer seg da fra -118 000 000 kroner og -148 000 000 kroner til -23 560 000 kr for åker  $((380\text{kg/daa} \cdot 5\%) \cdot (3\,100\,000\text{ daa} \cdot 20\%)) \cdot 2\text{kr/kg}$  og -29 640 000 kr for eng  $((475\text{FEm/daa} \cdot 5\%) \cdot (4\,800\,000\text{ daa} \cdot 20\%)) \cdot 1,3\text{kr/FEm}$ .



jordpakking sikrer at avlingene ikke reduseres<sup>9</sup>. Dersom noen av deltiltakene ikke blir realisert får det dermed store konsekvenser for effektene av å satse på tiltak 6. Det er for eksempel stor usikkerhet knyttet til om drenering og redusert jordpakking vil gi de skisserte avlingsøkningene. Leffertstra og Fjeldal (2010) vektlegger at for drenering kan kostnadene overskride inntektene, spesielt i et kort tidsperspektiv. Høy andel leiejord bidrar også til å minke motiveringen for investeringer med lang tidshorisont (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Leffertstra og Fjeldal (2010) vektlegger videre at viktige barrierer for tiltak mot jordpakking er manglende kunnskap og usikkerhet rundt effekten av tiltakene hos gårdbrukerne. Innføring av nye rutiner for kjøring kan også være en barriere i en hektisk hverdag for gårdbrukeren (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Særlig for redusert jordpakking kan det være vanskelig å utforme virkemidler og kontrollrutiner som sikrer at den skisserte avlingseffekten oppnås. Ut i fra beregningene i tabell 4.1 ser det ut som om bøndene i dag er irrasjonelle siden de ikke har gjennomført et tiltak som har negativ kostnad. En mulig forklaring på dette kan være at bøndene mangler informasjon og/eller at dette tiltaket har større kostnader og/eller lavere avlingseffekt enn antatt i Øygarden m.fl. (2009). Ved å ta i bruk større og tyngre maskiner med stadig bedre kapasitet senkes ofte enhetskostnadene (rettidseffekter/lagelighetskostnader inkludert) for de noe større gardsbrukene. Det er en trend mot større maskiner og entreprenørvirksomhet, og det er ikke lett å se at man kan snu dette med enkle tiltak (Bioforsk, 2010). Det er derfor stor usikkerhet i forhold til hvor mye og hvor raskt bedring i dreneringstilstanden og redusert jordpakking vil kunne kompensere for redusert avling ved redusert gjødslingsnorm (Bioforsk, 2010). Om den skisserte avlingsøkningen ikke oppnås, samtidig som at gjødslingsnormen senkes med 15 prosent kan resultatet bli en avlingsreduksjon. En slik avlingsreduksjon vil resultere i at man må importere mer mat og at man dermed får økte klimautslipp i andre land.

Tiltak 6 kan også ha visse uheldige fordelings- og inntektsvirkninger (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Gårdbrukere som har riktig drenert jord uten pakkeskader vil kunne få redusert avling (som en følge av gjødsling under gjødslingsnorm), mens andre får en økt avling når de gjennomfører bedre dreneringstiltak mot jordpakking (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Avlingstap ved gjødsling under økonomisk norm vil medføre et økonomisk tap for gårdbrukerne ved nåværende rammebetingelser (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Redusert lønnsomhet kan føre til at man går glipp av andre kollektive goder fra landbruket som kulturlandskap, levende bygder, kulturarv og biologisk mangfold. Dersom man ikke kompenseres for tapt avling, kan inntektseffekten av reduserte grasavlinger for bøndene være noe høyere enn det som kommer fram i tabell 4.1. I tabellen har man brukt internasjonale verdensmarkedspriser på førkorn (1,30 kroner per FEm), mens verdien av grovfôr er høyere for grovfôrprodusentene. I rapporten er det ikke utredet hva redusert grasavling som følge av redusert gjødslingsnorm har å si for enkeltbruk. Mulige effekter kan være at man kjøper inn mer grovfôr, at man erstatter grovfôr med kraftfôr og/eller at man velger å produsere mindre kjøtt og mjølk. Reduserte grasavlinger vil dermed kunne redusere inntektene og redusere matproduksjonen. Redusert matproduksjon og økt bruk av kraftfôr kan ha klimaeffekter som bør utredes før man setter i gang med tiltak. Videre er det viktig å være klar over at inntekts- og produksjonseffektene av tiltaket vil avhenge av hvilke virkemidler som etableres.

Administrasjonskostnadene med de ulike tiltakene er bare delvis tatt med i beregningene. En studie av Vatn m.fl. (2002) viser at administrasjonskostnadene med ulike virkemidler i landbrukspolitikken varierer fra under en prosent av tilskuddet til mer enn 60 prosent av tilskuddet. Når man vurderer hvilke tiltak og virkemidler man skal etablere er det dermed viktig å ta med administrasjonskostnadene.

---

<sup>9</sup> Bedre drenering og redusert jordpakking kan også føre til reduserte klimautslipp, men dette regnes ikke i beregningsmetodikken til IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)



# 5 Tiltak 7 i Klimakur 2020: Stans i nydyrking av myr og restaurering av dyrket myr

---

## 5.1 Presentasjon av tiltaket

Nydyrking av myr er antatt å stå for den største kilden til CO<sub>2</sub>-utslipp fra jordbruket i Norge, og en betydelig kilde til lystgassutslipp (Grønlund m.fl., 2010). I naturtilstand lagres karbon i form av torv i myrjord, og ved dyrking mineraliseres dette karbonet og omdannes til CO<sub>2</sub>. Stans av all nydyrking av myr vil hindre frigjøring av lagret karbon. Restaurering av myrjord, det vil si å føre dyrket mark tilbake til myrtilstand, utgjør også et potensial for å redusere klimagassutslipp, selv om dette aldri har vært prøvd ut i Norge.

Myrtiltaket er samlet utredet til å være det tredje mest kostnadseffektive tiltaket i Klimakur 2020 innenfor jordbrukssektoren. Klimakur 2020 har utredet myrtiltaket med utgangspunkt i bakgrunnsdokument utarbeidet av Bioforsk; «*Klimatiltak i jordbruket. Binding av karbon i jordbruksjord*» (Grønlund m.fl., 2010). Myrtiltaket består av fire deltiltak:

Deltiltak 1: Stans i nydyrking av myr i framtida

Deltiltak 2: Restaurering av dyrket myr som tas ut av drift av naturgitte årsaker

Deltiltak 3: Restaurering av dyrket myr som krever omfattende drenering

Deltiltak 4: Tilplanting av skog på tidligere dyrket myr

Det kommer imidlertid uklart fram om deltiltak 4 er inkludert i Klimakur 2020. I denne gjennomgangen vil vi dermed se bort fra deltiltak 4.

Tabell 5.1 viser omfang og potensial av deltiltakene samlet slik det er beskrevet i Sektorrapport for jordbruket (KLIF, 2010). Det antas her at 20000 dekar potensielt kan dyrkes opp innen 2020, og dette utgjør referansebanen for deltiltak 1. Deltiltak 2 og 3 utgjør til sammen 39000 dekar fram til 2020. Total klimagevinst, med utgangspunkt i denne tabellen, er 70450 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Dette tallet avviker fra rapporten Klimakur 2020. Der er tiltakene for reduksjon av klimagasser fra stans i nydyrking av myr og restaurering av myr beregnet å medføre en reduksjon på anslagsvis 78000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. mellom 2010-2020, med en kostnad på 145 kroner per tonn CO<sub>2</sub>. En mulig årsak til denne differansen vil kort kommenteres under avsnitt 4.3.

Tabell 5.1 Omfang og potensial for utslippsreduksjon for myrtiltak 1-4

	2010- 2020	2021- 2030	Netto årlig utslipps- reduksjon	Utslipps- reduksjon i 2020	Utslipps- reduksjon i 2030	Samlede årlige kostnader	Kostnads- effektivitet
	Dekar totalt	Dekar Totalt	Tonn CO <sub>2</sub> - ekv. per dekar	Totalt potensial (tonn CO <sub>2</sub> )	Totalt potensial (tonn CO <sub>2</sub> )	Kr per dekar	Kr/ tonn CO <sub>2</sub>
Stans i nydyrking av myr	20 000	20 000	1,95	39 000	39 000	150	61 <sup>1)</sup>
Restaurering av myr som tas ut av naturlige årsaker	18 500	15 500	1,1	20 350	17 050	185	168
Restaurering av myr som fører til produksjonstap	18 500	15 500	0,6	11 100	9 300	420	700
<b>Sum</b>	<b>57 000</b>	<b>51 000</b>		<b>70 450</b>	<b>65 350</b>		

1) 61 kr per tonn er resultat av en ubetydelig regnefeil. Riktig beløp er 76,9 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekv..

Kilde: KLIF, 2010 og Grønlund m.fl., 2010

## 5.2 Bakgrunnsdokumentet – en bakgrunn for utredningen i Klimakur 2020

### *Referansebane og klimagassutslipp fra myr*

For å regne ut potensial for reduksjon av klimagassutslipp for tiltak 7 har Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) gjort anslag for klimagassutslipp per dekar dyrket myr, og myrareal som potensielt kan dyrkes opp eller restaureres. Tallene er usikre anslag, men forskning pågår for å gi mer sikre tall. Det er stor usikkerhet knyttet både til mengden karbon som kan bindes i jord og myr og mulig dannelse av metan ved restaurering av myrjord. Det er også usikkerhet knyttet til kostnadene ved restaurering av myr, i og med at dette ikke har blitt gjennomført i Norge (Grønlund m.fl., 2010).

Oppdyrking av myr fører til økt CO<sub>2</sub> utslipp og økt utslipp av lystgass. Myr slipper imidlertid ut metangass, som reduseres ved oppdyrking. Utslipper fra dyrket myr i vanlig drift er estimert til å utgjøre 0,6–0,8 tonn C per dekar per år i gjennomsnitt for årene 1950-1980. Det er sannsynlig at utslippsraten reduseres som følge av mer omsatt torv og høyere mineralinnhold. Et mer sannsynlig utslippstall i dag kan være 0,5 tonn C (ca. 1,8 tonn CO<sub>2</sub>) dekar for myr i vanlig drift (Grønlund m.fl., 2010). Myr som tas ut av drift må antas å ha utilfredsstillende drenering og en kan derfor regne med at utslippet er lavere på grunn av høyere grunnvannstand, f. eks. 0,3 tonn C og 1,1 tonn CO<sub>2</sub> per dekar per år ifølge Grønlund m.fl. (2010).

Det finnes svært få målinger av N<sub>2</sub>O-utslippet fra dyrket myr i Norge. I norske rapporter om klimagasser fra landbruket brukes IPCCs utslippsfaktor på 0,8 kg N<sub>2</sub>O per dekar per år fra dyrket myr som tilsvarer 390 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Tall for utslipp av CH<sub>4</sub> er tatt fra naturlig myr som er antatt å være på rundt 6-7 g CH<sub>4</sub> per dekar per år. Brutto gjennomsnittlig klimagassutslipp fra myr er beregnet til 2,5 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per dekar per år, jmfør tabell 5.2.

Tabell 5.2 Klimautslipp fra oppdyrka myr, per dekar

	Klimagasser	Antall	Omregningsfaktor	CO <sub>2</sub> -ekv.
	Økt CO <sub>2</sub> -utslipp	600 –800 kg C	3,67	2200 –2934 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
+	Økt N <sub>2</sub> O-utslipp	1,26 kg N <sub>2</sub> O	390,6	390 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
-	Redusert CH <sub>4</sub> -utslipp	6,5 kg CH <sub>4</sub>	136,5	137 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
=	<b>Brutto gj. Snitt klimagassutslipp</b>			<b>2 453 kg CO<sub>2</sub>-ekv.</b>

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

### Myrareal i Norge

For å kunne si noe om omfanget til tiltaket har Grønlund m.fl. (2010) gitt anslag på hvor mye myr som dyrkes og hvor mye myr som potensielt kan dyrkes opp de neste 20 årene. De antar at et sted mellom 1000 og 2000 dekar myr dyrkes opp årlig. I beregningene bruker de 2000 dekar per år, eller 20 000 dekar fram til 2020.

Det finnes ingen fullstendig oversikt over hvor mye myr som dyrkes opp, og heller ikke hvor mye myr som brukes til jordbruksjord. Kartlegging av dyrket myr i regi av Institutt for skog og landskap og Bioforsk antyder at det aktuelle arealet av dyrket myr var ca. 0,8 mill. dekar på slutten av 1990-tallet, som er om lag halvparten av det antatt totalt oppdyrkede arealet (Grønlund m.fl., 2008). Differansen må skyldes at en del av myrarealet er omdannet til mineraljord som følge av myrsynkingen, mens en del er tatt ut av drift, hvorav noe av arealet er plantet til, grodd igjen, eller gått tilbake til naturlig myr (Grønlund m.fl., 2010).

Fram til 1992 ble det gitt tilskudd til nydyrking av myr. Det finnes dermed tall for denne perioden som indikerer hvor mye som ble dyrket opp årlig. Etter 1992 har nydyrking av myr trolig vært betydelig mindre enn det som antas å være omdannet til mineraljord og tatt ut av drift. På grunnlag av tidligere nydyrking av myr, beregnet omdanning til mineraljord, kartlagt dyrket myr og en antatt nydyrking på 2000 dekar per år, er det laget en referansebane for dyrket myr de neste 20 årene. Dette danner grunnlaget for omfanget av tiltakene i Klimakur 2020.

Tabell 5.3 Anslag over antall dekar dyrket myr i perioden 2010–2030, gitt en videreføring av dagens utvikling

<b>Status for dyrket myr 2010</b>		<b>690 000 dekar</b>
+	Antatt nydyrking 2010-2020	20 000 dekar
-	Omdannet til mineraljord 2010-2020	55 000 dekar
-	Tatt ut av drift 2010-2020	37 000 dekar
=	<b>Status for dyrket myr 2020</b>	<b>618 000 dekar</b>
+	Antatt nydyrking 2021-2030	20 000 dekar
-	Omdannet til mineraljord 2021-2030	52 000 dekar
-	Tatt ut av drift 2021-2030	31 000 dekar
=	<b>Status for dyrket myr 2030</b>	<b>555 000 dekar</b>

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

## 5.3 Beskrivelse av deltiltakene

### 5.3.1 Deltiltak 1: Stans i nydyrking av myr i framtida

#### *Utslippsreduksjon*

Dette tiltaket går ut på å stanse all framtidig nydyrking av myr til jordbruksformål. Nydyrking av myr er, som vist ovenfor, antatt å ligge på 1000–2000 dekar myr per år. Tiltak 1 tar hensyn til at mineraljord i skog skal dyrkes opp for å opprettholde en matproduksjon som øker i takt med befolkningsveksten. Nydyrking av skog fører til at en mister klimaeffektene av skog som er (Grønlund m.fl., 2010):

- Økning i skogbiomasse inntil ny likevekt er nådd.
- Substitusjonseffekten av fossilt karbon når skogen hogges. Behovet for energi til oppvarming er begrenset, men behovet for 2. generasjons biodrivstoff er ubegrenset.
- Produksjon av biokull som kan lagres i flere tusen år. Det er imidlertid stor usikkerhet heftet ved dette.

I bakgrunnsdokumentet antas det at dyrkbar skog kan gi en årlig gjennomsnittlig produksjon av stammetrevirke på 0,5 per m<sup>3</sup> dekar og en CO<sub>2</sub>-binding på 850 kg fram til hogstmoden alder (Grønlund m.fl., 2010). Den «effektive» klimagasseffekten av skog vil være noe mindre enn 850 kg CO<sub>2</sub> per dekar, og er antatt å være 500 kg. **Netto** klimagassreduksjon per dekar ved å unngå nydyrking av myr vil dermed bli 39 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2020 og 78 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2030 som vist i tabell 5.4.

Tabell 5.4 Netto klimagassutslippsreduksjon for deltiltak 1: Stans i all nydyrking av myr, per dekar og tonn CO<sub>2</sub>-eviv

Klimagasser	Tonn CO <sub>2</sub> -ekv..	Netto utslippspotensial 2020 (20 000 dekar)	Netto utslippspotensial 2030 (20 000 dekar)
Brutto klimagassutslipp	2,453		
Redusert CO <sub>2</sub> - bindingsom følge av oppdyrking av skog	0,5		
<b>Netto klimagassutslipp</b>	<b>1,953</b>	<b>39 060</b>	<b>78 120</b>

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

#### *Kostnader*

Stans i nydyrking av myr og restaurering av myr med liten produksjon kan innebære behov for dyrking av tilsvarende areal mineraljord i skog. På grunn av behov for fjerning av stubber og stein, kan dyringskostnadene på mineraljord antas å være høyere enn på myr. Bakgrunnsdokumentet antar kostnadene til (Grønlund m.fl., 2010):

2000–4000 kr høyere per dekar enn nydyrking av myr.

3000–5000 kr høyere per dekar enn omfattende grøfting av eksisterende dyrket myr.

Kostnadene ved tiltaket forutsettes å være merkostnadene ved nydyrking av mineraljord, som gjennomsnittlig er anslått til 3 000 kr per dekar (Grønlund m.fl., 2010). Dette gir en årlig rentekostnad på 150 kr ved 5 prosent rente, som er rentenivået som brukes i Klimakur 2020 for dette tiltaket. Kostnaden per tonn CO<sub>2</sub>-ekv. kan beregnes til 77,0 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per dekar per år (150 kr per /1,95 tonn CO<sub>2</sub>-

ekv.dekar). I bakgrunnsrapporten står det imidlertid 61 kr per tonn CO<sub>2</sub>. Dette er en regnefeil som følger videre også i rapporten Klimakur 2020. Dette utgjør ingen vesentlig endring av kostnadseffektiviteten til tiltaket slik det er beskrevet.

- Mellom 2000–4000 kr per dekar for nydyrking

### 5.3.2 Deltiltak 2: Restaurering dyrket myr som tas ut av drift av naturgitte årsaker og deltiltak 3: Restaurering av dyrket myr med liten produksjon som krever omfattende drenering

Restaurering av myr innebærer tilbakeføring av tidligere dyrket myr til naturtilstand, gjennom tetting av grøfter, heving av grunnvannstand og gjeninnføring av naturlig myrvegetasjon. Grønlund m.fl. (2010) deler restaureringstiltaket i to kategorier (deltiltak 2 og 3) basert på årsaken til *hvorfor* myrarealet tas ut av drift; avhengig av om det er naturgitte eller ikke-naturgitte årsaker. Det er to hovedgrunner til at myr tas ut av drift av naturgitte årsaker:

1. Myra ligger direkte på fjell og torvdybden blir etter hvert så liten til at arealet ikke lenger kan dreneres og dyrkes på en tilfredsstillende måte
2. Myra har for lav beliggenhet i forhold til større sjøer og elveløp. Etablering av pumpestasjoner eller senking av innsjøer eller elveløp vil ofte være lite lønnsomme og i mange tilfeller uønskede miljøinngrep.

Det er ingen definerbare forskjeller mellom tiltakene med hensyn til klimagassutslipp, men kostnadene ved tiltakene vil variere fordi man kan anta at det foreligger kostnader ved tap av produksjon og kostnader ved å dyrke opp tilsvarende areal mineraljord ved deltiltak 3. Imidlertid antar en for deltiltak 3 at et tilsvarende skogsareal skal dyrkes opp for å opprettholde jordbruksdrift, og dette medfører noe redusert utslippseffekt sammenliknet med deltiltak 2.

#### *Utslippsreduksjon*

De potensielle klimagasseffektene av restaurering av myr omfatter, ifølge Grønlund m.fl. (2010):

- Redusert utslipp av CO<sub>2</sub> fra drenert myr
- Redusert utslipp av N<sub>2</sub>O som følge av at N-gjødslingen opphører, mer reduserende forhold og fullstendig denitrifikasjon til N<sub>2</sub> (denne effekten er usikker)
- Netto karbonbinding som følge av høyere grunnvannsnivå og at vegetasjonen ikke høstes og fjernes
- Økt utslipp av metan som følge av høyere grunnvannstand

Nettoeffekten på klimagassutslippene er usikker ved restaurering av myr. I mangel på sikrere data antas det at klimagassbalansen i restaurert myr er null, det vil si at karbonbindingen kan antas å kompensere for økte utslipp av metan (Grønlund m.fl., 2010). Nettoeffekten kan dermed beregnes som redusert utslipp av CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>O fra dyrket myr.

Effekten av restaurering på N<sub>2</sub>O-utslippene er imidlertid så usikker at Grønlund m.fl. (2010) har valgt å se bort fra denne. Den antatte nettoeffekt av restaurering som tas ut av drift kan antas å være lik utslippet før restaurering, dvs. 0,3 tonn C og 1,1 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per dekar per år. I og med at det forutsettes oppdyrking av skog på mineraljord for å opprettholde jordbruksproduksjonen ved deltiltak 3, vil netto klimagasseffekt per dekar restaurert myr med liten produksjon estimeres til 0,6 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per dekar per år (1,1 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. alenter per dekar per år – 0,5 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. alenter som følge av

oppdyrking av skog). Estimert effekt er dermed hhv. 1,1 og 0,6 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for deltiltak 2 og 3 og totalt potensial er på hhv. 20350 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. og 111000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv., som vist i tabellen under.

- Mulig utslipp fra oppdyrka myr 2,5-3,5 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. per dekar.

**Tabell 5.5** Netto klimagassutslippsreduksjon for deltiltak 2 og deltiltak 3: Restaurering av dyrket myr, per dekar og tonn CO<sub>2</sub>-equiv

Klimagasser	Deltiltak 2.	Deltiltak 3.	Deltiltak 2.	Deltiltak 3.
	Tonn CO <sub>2</sub> -ekv. per år	Tonn CO <sub>2</sub> -ekv. per år	Netto utslippspotensial 2020 (18 500 dekar)	Netto utslippspotensial 2020 (18 500 dekar)
Brutto klimagassutslipp	1,1	1,1		
Redusert CO <sub>2</sub> -binding som følge av oppdyrking av skog		0,5		
Netto klimagassutslipp	1,1	0,6	20 350	11 100

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

#### *Kostnader ved restaurering (deltiltak 2 og 3)*

Kostnader omfatter forvaltningskostnader og kostnader ved selve restaureringen samt kostnader ved tapt produksjon for deltiltak 3. Restaurering har aldri vært gjennomført i Norge. Tallene som ble valgt til underlagsdokumentet til Klimakur 2020 var basert på beregninger fra Canada, som oppgir et arbeidsforbruk med maskin til restaurering på 25 timer per hektar. Dette inkluderer også 7,5 timer til spredning av halm og gjødsel som ikke anses som nødvendig for restaurering av dyrket myr i Norge. På grunn av antatt uforutsette arbeidsoppgaver ble det brukt samme arbeidsbehov som i Canada på 25 timer, og en timepris (maskin) på 600 kr, som gir en total investeringskostnad på kr 1 500 dekar.

Det er imidlertid mye usikkerhet knyttet til denne kostnaden. Det er ifølge Grønlund (2011, pers. med.) ikke nødvendig å gjøre mer enn å tette rørene i tidligere drenering i Norge, slik at vannet kan renne inn og overfylle jordstykket. Slik vil kostnadene bli svært mye lavere, f.eks. 500 kroner per dekar. En kritikk av dette er at mye av myr dyrkinga har åpne kanaler, enten som samlegrøfter eller som ved såkalt profilering, der kanalene er selve dreneringssystemet (Krokan, pers.med.). Disse kanalene må stenges/ fylles igjen for å få hevet vannstanden til det opprinnelige. Hvis ikke dette gjøres solid kan det føre til økt erosjon. Tiltaket vil da medføre større kostnader enn det som antas her.

Andre kostnader som inngår er forvaltningskostnader som antas å være i størrelsesorden 200 kr per dekar. Dette omfatter oppgaver som informasjon, planlegging og forvaltning av restaureringen. Årlig kostnad til vedlikehold og ettersyn er grovt anslått til kr 100 per dekar, men dette tallet er svært usikkert.

#### *Kostnader ved tapt produksjon (deltiltak 3)*

For deltiltak 3 er vederlag til grunneier ved tap av arealer beregnet med utgangspunkt i en dekningsbidragskalkyle for grasdyrking på Vestlandet. Samfunnsøkonomisk kostnad ved tiltaket er tapt produksjon. Det kan dermed diskuteres om vederlag til grunneier ved



tap av arealer er korrekt tilnærming for å beregne samfunnsøkonomisk kostnad for dette tiltaket.

Hvis det dyrkes korn eller andre vekster med høyere verdi enn gras på dårlig drenert myr, kan kostnader ved tap av produksjon antas å være høyere enn det som forutsettes i bakgrunnsdokumentet. Dekningsbidragskalkylen er gjengitt i tabell 5.6. Den er basert på NILF's kalkyle, men variable kostnader inkluderer drivstoff og forutsetter egen rundballepresse (Grønlund, pers. med.). I bakgrunnsdokumentet var det ikke oppgitt kildehenvisninger til hvor kostnadsanslag var hentet fra.

**Tabell 5.6 Dekningsbidragskalkyle for grasdyrking på Vestlandet, kroner per dekar**

Verdi av avling (340 Forenheter á kr 2,28)	775 kr
Variable kostnader (såfrø, gjødsel, utstyr til rundballe, maursyre, ugrasmiddel, drivstoff)	589 kr
Dekningsbidrag (arealtilskudd 378 kr per dekar ikke medregnet)	186 kr
Kapitalverdi av dekningsbidrag (5 % kalkulasjonsrente)	3715 kr

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

For deltiltak 3 må grøfting og kompensasjon sees i sammenheng med driftsopplegget til gårdbrukeren. Grøfting eller profilering vil være referansebanen i dette tilfellet. Grønlund m.fl. (2010) anslår at dersom grunneieren produserer fôr for salg, vil ikke en profilering være lønnsom når en ser bort fra arealtilskudd. Men dersom grunneieren driver egen husdyrproduksjon og ikke har mulighet for kjøp av fôr, kan profilering likevel være lønnsomt, så lenge det ikke overskrider kostnadene til nydyrking av annen jord (mineraljord) eller kjøp av jord. Et eventuelt vederlag for å ta myrareal ut av drift kan antas å øke med de økonomiske konsekvensene for brukerne med å ta arealet ut av drift. Dersom profilering ikke er lønnsomt antar bakgrunnsrapporten at grunneier ikke vil kreve vederlag (Grønlund m.fl., 2010). Dersom konsekvensen ved deltiltak 3 er et inntektstap som følge av redusert husdyrproduksjon, kan brukeren forventes å kreve vederlag som kan være opp til merkostnadene for nydyrking av mineraljord. Disse kostnadene er beregnet å ligge på mellom 0 og 4 000 kr per dekar, avhengig av gjennomføringsgrad.

Tankegangen er at myr som har et omfattende grøftebehov utgjør et areal på 18 500 dekar, som tidligere beskrevet, og at grunneier vil gå med på restaurering mot økonomisk godtgjørelse. Hvis denne godtgjørelsen er liten, kan man anta at bare et fåtall grunneiere finner dette interessant. Altså, jo høyere godtgjørelse, desto større gjennomføringsgrad. Det antas at gjennomføringsgraden øker lineært med godtgjørelsen. Hvis godtgjørelsen er 1 000 kr per dekar, ble det antatt at 25 prosent av arealet på 18 500 dekar, det vil si 4 625 dekar, vil bli restaurert (Grønlund, pers.med).

Hvis man velger å gjennomføre deltiltak 3 vil det være nødvendig med en mer detaljert samfunnsøkonomisk analyse av kostnader ved tap av produksjon. En alternativ øvelse kunne være å legge sammen markedsverdien av produksjonen for de berørte arealer, men andre metoder kan diskuteres.

Gjennomsnittlig gjennomføringsgrad tilsier at halvparten av potensielt tilgjengelig myr vil restaureres for deltiltak 3, dvs. 9 250 dekar innen 2020. Dette reduserer antatt utslippspotensial til 5 550 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2020 for dette tiltaket. Dette har imidlertid ikke blitt fanget opp i Klimakur 2020.

### 5.3.3 Vurdering av tiltaket

For myrtiltaket er det lite dokumentasjon på hvor anslag for kostnader er hentet fra eller hvilke forutsetninger som ligger til grunn i bakgrunnsdokumentet. Dette gjør det vanskelig å vurdere hvor realistiske beregningene er. En sammenlikning med andre kostnadsberegninger, for eksempel kostnader ved grøfing og nydyrking av Stornes (2004) gir noe høyere kostnader, men ikke så store at de vil påvirke kostnadseffektiviteten i betydelig grad, gitt at utslippsreduksjonen er som antatt. Noen uforutsette kostnader vil likevel kunne komme for alle deltiltakene. Eksempler på uforutsette kostnader kan være økte transportkostnader på grunn transportavstander og dermed også høyere utslipp av klimagasser. Det er rimelig å anta at den beste, lettest tilgjengelige jorda allerede har blitt dyrket opp. Det kan også føre til fordelingseffekter, der noen gårdbrukere vil være avhenging av myrjord for å kunne videreføre drifta.

Man kan også anta samfunnsøkonomisk gevinst i form av økt biologisk mangfold ved restaurering av myr.

En oppsummering av kostnadsberegninger basert på bakgrunnsrapporten er gjengitt i tabell 5.7. Dette er en oversikt basert på gjennomsnittskostnader. Årlige gjennomsnittlige kostnader for deltiltak 1, 2 og 3 er på hhv. 150 kroner, 135 kroner og 435 kroner per dekar.

Tabell 5.7 Oversikt over kostnader ved deltiltak 1–3. Kostnader i kroner per dekar

	Deltiltak 1	Deltiltak 2	Deltiltak 3
Merkostnader ved nydyrking av mineraljord (Investeringskostnad)	3 000		4 000
Investeringer <sup>1</sup> / kostnader ved restaurering (5 % rente)		500	500
Forvaltningskostnader		200	200
Kostnader ved tapt produksjon (kapitalverdi av dekningsbidrag 5 % kalk. rente)			0–4 000
Sum investeringer	3 000	700	4 700–8 700
Årlig vedlikehold		100	100
Årlige rentekostnader av investert kapital 5 %	150	35	235–435
Sum årlige kostnader	150	135	335–535

1) Det er her antatt investering ved restaurering til kr 500 per dekar. Forskning vil kunne definere et mer presist kostnadsoverslag.

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

Med utgangspunkt i utslippsreduksjonene oppgitt i tabell 5.4 og tabell 5.5 blir kostnadseffektiviteten per år og kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Som følger:

- Deltiltak 1: (150kr/1,953 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.): **76,8 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekv.**
- Deltiltak 2: (135kr/1,1 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.): **122,72 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekv.**
- Deltiltak 3: (335kr/0,6–535kr/0,6 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.): **558,3 kr – 891,7 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekv.**

## 5.4 Fra underlagsdokumentet til Klimakur 2020

Klimakur 2020 har sitt eget underlagsdokument; Sektorrappport for jordbruket (KLIF, 2010). Det er imidlertid usikkert hvordan konklusjonene fra rapporten til Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) har blitt overført til Klimakur 2020. Som nevnt ovenfor har

Klimakur 2020 utredet at myrtiltaket har et potensial for å redusere utslipp av klimagasser på 78 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2020. Det er ikke beskrevet i nærmere detalj hvorfor man har valgt dette tallet. Hvis alle deltiltakene fra bakgrunnsrapporten tas med, vil potensial for reduksjon av utslipp for all fire deltiltak utgjøre 65 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. eller 110 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. inkl. skogtiltaket. Skogtiltaket er imidlertid ikke beskrevet, og er trolig ikke tatt med. I Sektorrapport for jordbruket (KLIF, 2010) har ikke skogtiltaket blitt beskrevet, men det henvises der til underlagsdokumentet utarbeidet av Bioforsk (2010) for nærmere informasjon.

Et utslippspotensial på 78 000 CO<sub>2</sub>-ekv. kan man få for eksempel ved å ta et areal på 40 000 dekar \* 1,95 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Dette tyder på at det bare er deltiltak 1 som er med i Klimakur 2020, og at tiltak 1 er antatt å ha en effekt som er dobbelt så høy som tiltaket utredet i bakgrunnsrapporten til Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010). Kostnadene til myrtiltaket er oppgitt å være 145 kr per tonn CO<sub>2</sub> i utredningen til Klimakur 2020, men disse kostnadene samsvarer ikke med underlagsdokumentet utredet av Grønlund m.fl. (2010) eller det KLIF (2010) beskriver i sitt dokument.

Stortingsmelding nr. 39 (LMD, 2009), har ikke utredet kostnader ved myrtiltaket, men meldingen har kommet med et anslag på potensiell klimagevinst. Denne er anslått å være på 0,335 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2020, jamfør tabell 2.1. Dette tallet er mye høyere enn tallet i Klimakur 2020, som er på 0,078 mill. tonn CO<sub>2</sub> i 2020. Med andre ord er det her en differanse på 0,257 mill. tonn CO<sub>2</sub>. Denne forskjellen skyldes hovedsakelig at bakgrunnsnotatet til Stortingsmelding nr. 39 (2008–2009) baserte seg på et anslått myrareal i 2100 til:

Ca. 200 000 dekar hvis det ikke nydyrkes mer myr

Ca. 300 000 dekar hvis det nydyrkes 2000 dekar per år

Ca. 450 000 dekar hvis det nydyrkes 3000 dekar per år

Differansen mellom 2000 dekar og ingen nydyrking per år er altså 100 000 dekar. Dette kan gi en utslippsreduksjon på ca. 0,3 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekv, men først i 2100 (Grønlund 2011 pers. med.). Dette kommer imidlertid ikke klart fram i Stortingsmelding 39 (2008–2009), og man får en overdimensjonering av potensial for klimagassreduksjon ved restaurering av myr. Myrtiltaket har også blitt utredet i Statens forurensningstilsyns tiltakspakke (SFT, 2007). Denne utredningen skal ha fungert som et bakteppe for utredninger i Klimakur 2020, deriblant myrtiltaket. SFT (2007) har anslått at restaurering av myr har et potensial for å redusere klimagassutslipp med 0,068 eller 0,055 mill. tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i 2020. Tiltaket er anslått til ikke å være bedriftsøkonomisk lønnsomt, gitt dagens virkemidler (KLIF, 2009). Det beskrives ikke hvordan man har kommet fram til dette resultatet i rapporten, men liknende resultater kan blant annet finnes hos Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010b). Kostnader her er anslått å være på mellom 200–600 kr/ tonn CO<sub>2</sub> ekv., altså noe høyere enn i Klimakur 2020.

## 5.5 Følsomhet

Alle kostnader og potensial for utslippsreduksjon av klimagasser i bakgrunnsrapporten og Klimakur 2020 er gjennomsnittstall. I bakgrunnsrapporten til Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) oppgis imidlertid flere mulige estimer. For å illustrere usikkerheten og spennet i tiltak 7, vises fire alternative anslag basert på tall i Grønlund m.fl., (2010) i figur 5.1.

De fire alternative utslippsscenarioene er basert på følgende tall:

1. **Originalverdier**

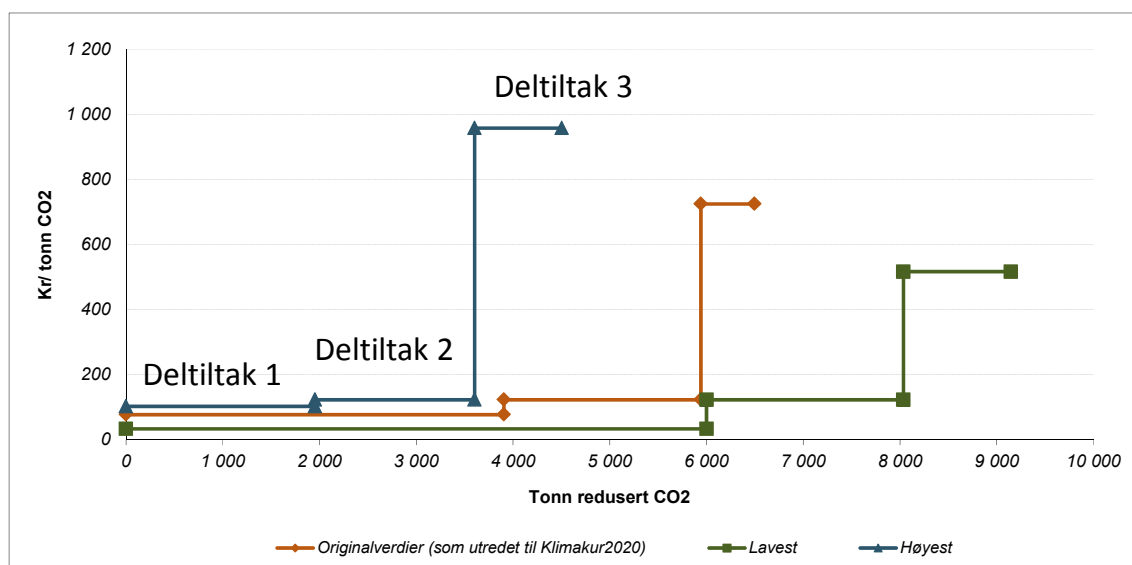
- i. Baserer seg på tall fra tabell 5.4, tabell 5.5 og tabell 5.7 ovenfor (som utarbeidet i Grønlund m.fl., 2010 og Klimakur 2020).
- ii. tar gjennomsnittlig verdier for tiltak 3 – og dermed gjennomsnittlig areal ved tiltaket på 9250 dekar, istedenfor det som er oppgitt i Klimakur 2020 og Grønlund m.fl. (2010).

2. **Lavest (størst potensial for CO<sub>2</sub> reduksjoner og lavest kostnader).**

- i. Karbonutslipp per dekar oppdyrket myr er oppjustert til 800 kg per dekar per år, jamfør at utslippet fra dyrket myr i vanlig drift er estimert til å utgjøre 0,6–0,8 tonn C per dekar per år i gjennomsnitt for årene 1950–1980 (Grønlund m.fl., 2010).
- ii. Laveste kostnader mhp kostnader ved nydyrking (2000 kr for deltiltak 1 og 3 000 kr for deltiltak 3)
- iii. Laveste kostnader mhp restaurering
- iv. Ingen kostnader ved tapt produksjon

3. **Høyest**

- i. Samme utslipp som i originalscenario.
- ii. Høyeste kostnader mhp. kostnader ved nydyrking (4 000 kr/ daa)
- iii. Høyeste kostnader mhp. restaurering (1 000 kr / daa – dvs. lavere enn originalversjon på 1 700 kr per daa).
- iv. Lavt antall dekar per år (1 000 daa for deltiltak 1 og 1 500 daa for deltiltak 2 og 3 per år)
- v. Grøfting (5000 kr/ daa).
- vi. Høyeste kostnad ved tapt produksjon – fullt areal (18 500 dekar)



Figur 5.1 Illustrasjon av følsomhet av myrtiltaket

Kilde: Tall fra Grønlund. m.fl. 2010 og KLIF 2010

## 6 Tiltak 8 i Klimakur 2020: Biokull<sup>10</sup>

### *Presentasjon av tiltaket*

Biokull er forkullede rester av biomasse med høyt innhold av karbon som er svært motstandsdyktig mot nedbryting, og som antas å kunne lagres i jord i flere hundre år. Biokull kan produseres fra rester av biomasse som for eksempel halm og skogsavfall gjennom en pyrolyseprosess. Dette innebærer oppvarming til 500–600 grader ved lav oksygentilgang. Biokull produseres naturlig i skogbranner og har vært bukt av mennesker i mer enn 2 000 år i blant annet Amazonas-regionen i Sør-Amerika. Gjennom pyrolyseprosessen får man tre hovedprodukter:

- Biokull – dette kullet inneholder opptil 50 % av karbonet i opprinnelig biomasse. Det kan spres på dyrkbar mark som jordforbedrende middel eller lagres.
- Bioolje – som kan inneholde opptil 30 % av karbonet i opprinnelig biomasse.
  - 50 % av oljen kan erstatte vanlig drivstoff
  - 50 % av oljen kan anvendes til brensel eller andre formål
- Gasser- ca. 20 % av karbonet omdannes til flyktige gasser (syngasser) som vanligvis forbrennes på stedet for å opprettholde temperaturen i prosessanlegget.

Klima- og forurensningsdirektoratet har utredet utslippspotensial og kostnadseffektivitet for biokull i Klimakur 2020. De baserer seg hovedsakelig på en bakgrunnsrapport fra Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010), og beskriver tiltaket i Sektorrapport for jordbruket (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Klimakur 2020 (KLIF, 2010) oppgir at biokull basert på 700 000 tonn halm har potensial for utslippsreduksjon fram til 2020 på 560 000 tonn CO<sub>2</sub> ekv., med en kostnadseffektivitet på 900 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekv., og biokull basert på 750 000 tonn ved og skogsavfall (GROT) har et potensial for utslippsreduksjon på 640 000 tonn CO<sub>2</sub> -ekv., med en kostnadseffektivitet på 92 kroner per tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Omfang, utslippspotensial og kostnader er samlet i tabellen nedenfor.

Tabell 6.1 Omfang og utslippspotensial for tiltak 8: biokull

Råstoff	Mengde	Netto utslippspotensial 2020 (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	Samlede årlige kostnader	Kostnads-effektivitet (kr per tonn CO <sub>2</sub> )
Halm	700 000	560 000		900
GROT	750 000	640 000		92
Netto klimagassutslipp	1 450 000	1 200 000		992

Kilde: KLIF 2010

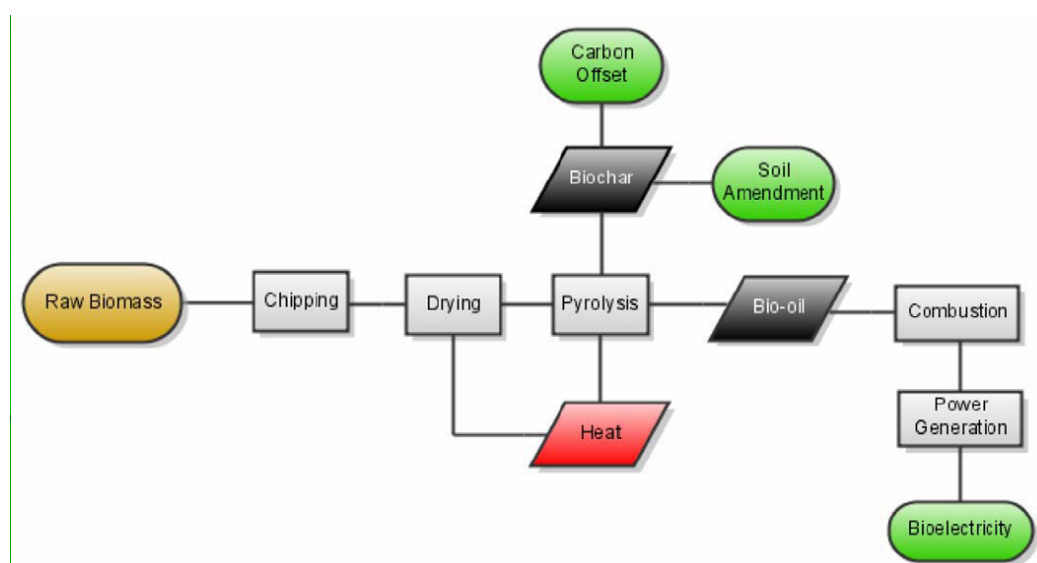
<sup>10</sup> Der annet ikke er oppgitt, er denne presentasjonen av biokull basert på Grønlund m.fl., 2010

I Sektorrapport for jordbruk (Leffertstra og Fjeldal, 2010) oppgir man at GROT som råstoff til biokull ikke vil bli nærmere utredet fordi GROT trolig har en høyere alternativkostnad enn halm. GROT er blant annet egent til bruk i oppvarming. I tabellene i Sektorrapport for jordbruket (Leffertstra og Fjeldal, 2010) og i Klimakur 2020 (KLIF, 2010) er dermed ikke biokull-tiltaket med bruk av GROT tatt med. Dette er imidlertid oppført under utredede tiltak i et excelark på nettsidene til Klimakur 2020.<sup>11</sup>

Produksjon av biokull basert på GROT vil ikke bli videre kommentert i denne gjennomgangen, men det kan være verdt å merke seg at i bakgrunnsrapporten til Bioforsk (2010) blir biokull basert på GROT utredet til å bli betydelig mer kostnadseffektivt enn halm, fordi kostnader ved innsamling er betydelig lavere. Det er også antatt at tilgang på tørrstoff er større for GROT enn for halm. Imidlertid er effekten ved å spre dette på landbruksjord mer usikker enn halm. Noen treslag kan for eksempel føre til høyere andel av tungmetaller.

## 6.1 Beskrivelse av tiltaket

Verdikjeden for biokull kan illustreres i Figur 6.1. Rå biomasse transporteres, tørkes og pyrolyseres. Det dannes varme, biokull og bioolje. Miljøpotensial er lagringsverdien til biokull samt dens potensial som jordforbedringsmiddel. I tillegg kommer substitusjonseffekten ved produksjon av bioolje, som kan erstatte fossil olje. Grønne bokser indikerer CO<sub>2</sub>-gevinst, rød boks indikerer utslipp.



Figur 6.1 Illustrasjon av verdikjeden til biokull

Kilde: Schahczenski 2010

Noen sentrale usikkerhetsmomenter vil bli belyst, og alternative verdier, der det framkommer i bakgrunnsrapporten til Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010), vil prøve å illustrere følsomheten for tiltaket. Utslippspotensial/ reduksjonspotensial vil her tas for gitt. Usikkerhetsmomentene vil bare omfatte kostnader og omfang.

<sup>11</sup> Se [http://www.klimakur2020.no/Documents/Klimakur\\_2020\\_regneark\\_med\\_tiltak.xls](http://www.klimakur2020.no/Documents/Klimakur_2020_regneark_med_tiltak.xls)

### 6.1.1 Tilgang på råstoff

Grønlund m.fl., (2010) anslår at netto tilgang til halm tilsvarer 300 kg per dekar. I Norge dyrkes det korn og oljefrø på om lag 3,1 mill. dekar (Grønlund m.fl., 2010 og Budsjettnemnda, 2010). Dette gir et volum på mellom 653 000 og 933 000 tonn tørrstoff per år. Bioforsk anslår at teoretisk tilgjengelig halm er 930 000 tonn. Klimakur 2020 anslår at 75 prosent av denne mengden omdannes til biokull, det vil si et totalt volum på 700 000 tonn som estimat på nasjonal tilgang på halm (Leffertstra og Fjeldal, 2010).

Langerud m.fl. (2007) antar at produksjonen av halm er 200–500 kg/daa, men mye blir værende igjen på jordet i form av gjenstående stubb og spill ved innhøsting. Gjennomsnittlig regner de omkring 210 kg halm høstet pr. daa i henhold til dagens sorter og dagens fordeling av areal mellom kornartene våre. Dette er betydelig lavere anslag enn Grønlund m.fl. (2010).

Ifølge Langerud m.fl. (2007) knytter det seg stor usikkerhet til de langsiktige konsekvensene av fjerning av halm med hensyn på næringsstatusen i matjorda generelt og karbonlageret spesielt. Mye av næringsstoffene i halmen blir tilbakeført til jorda ved at halmen pløyes ned eller brennes. Dersom en større del av halmen blir fjernet fra jordet, vil dette på sikt kunne føre til reduksjon av det organiske materialet i jorda og deler av karbonet i matjorda kan bli frigjort og havne som klimagass i atmosfæren. Energigården<sup>12</sup> påpeker at tradisjonelt har det blitt anbefalt av agronomiske hensyn at halmen ikke bør fjernes fra jordet mer enn hvert 3–4 år. Ved spredning av biokull i åker vil karbon tilbakeføres til jorda. Det er spesielt kalium i halm som er interessant som næringsstoff. Dette blir tilbakeført til jorda gjennom biokull (Grønlund, 2011. Pers. med.). Biokull har trolig også funksjon som et jordforbedrende middel. Det er imidlertid fremdeles usikkert om biokull kan erstatte egenskapene til halmen, og også om hvilke blandingsforhold mellom biokull og/ eller halm i jorda som gir best forhold for jordbruksvekstene.

- Tilgjengelig halm i kg per dekar ligger i intervallet: 210–300

#### *Oppskalering/ skala*

Totalt areal på 3,1 mill. dekar inkluderer både korn og oljefrø. Man kan anta at det vil være kvalitetsforskjeller med hensyn til kornslag ved produksjon av biokull.

### 6.1.2 Lagring i åker/ deponi

Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) anslår at teoretisk potensial for lagring av biokull i de øverste 20 cm av dyrket jord i Norge, basert på 9 prosent karbon i jorda, er 20 tonn per dekar, og 200 mill. tonn totalt. Man antar imidlertid at det er tilgang på råstoff til biokull som vil være den begrensende faktoren i dette klimatiltaket, ikke lagringskapasiteten i jorda (Grønlund m.fl., 2010).

Imidlertid kan det være store lokale forskjeller. Karboninnholdet er relativt høyt i norsk jordbruksjord, og potensialet for økt opptak av karbon i jordsmonnet er derfor begrenset. Et unntak gjelder planerte arealer, som har relativt lavt karboninnhold, og hvor overgang fra åker til gressdekke kan binde en del karbon. Biokull kan imidlertid bidra til å øke bindingen av karbon. Ved å spre biokull bygger man opp et jordsmonn som akkumulerer stabilt karbon, i tillegg til å dempe utslipp av CO<sub>2</sub> fra organisk karbon som stammer fra planterester (Glomsrød, 2010).

Som jordforbedringsmiddel er effektene avhengig av jordtype, hvordan spredningen foregår, kvaliteten på biokullet, nedbørsmengde, hvordan pløyingen eller harvingen foregår og innblanding med annet organisk materiale, gjødsel og plantevernmidler. På

---

<sup>12</sup> Lastet ned 26.4.2011. ULR <http://www.energigarden.no/omEnergigarden/proff/halm.html>

humusrik jord kan innblanding av kull ha negativ effekt, mens på sand- og siltjord har det som regel positiv effekt. Ved lagring av biokull basert på halm i deponi vil organisk materiale fjernes fra jorda. På lengre sikt kan dette føre til lavere humusinnhold og lavere avling samt lavere potensial for å lagre karbon i jorda. Lagring av biokull i deponi er imidlertid bare et teoretisk alternativ, i tilfelle det ikke er tilstrekkelig positive effekter av biokull i jord. Dersom humusinnholdet er lavt, må en anta positiv effekt av biokull, og da er ikke deponi noe alternativ (Grønlund, 2011. pers. med.)

- Lokale variasjoner i forbindelse med mulighet for spredning, samt behov for å tilføre organisk materiale til jorda kan føre til en avveining mellom transportkostnader og spredning. Usikkerhet om praktisk tilgjengelig mengde halm

### 6.1.3 Kostnader

Kostnadene er i stor grad avhenging av produksjonsmetode, prosess og skala. Ethvert anslag vil heftes med stor usikkerhet.

#### *Kostnader ved råstoff*

For å finne kostnader ved råstoff kan man se på alternativkostnad ved bruk av råstoffet eller kostnader ved å frembringe dette. Det enkleste ville være å bruke markedspris der det finnes et tilnærmet perfekt marked for dette råstoffet. Ikke all halm blir omsatt. Begge kostnadsestimater vil kort diskuteres nedenfor.

#### *Alternativkostnad til biomasse*

For halm er referansebanen nedmolding, noe som fører til at biomassen raskt brytes ned og gir liten karbonbinding. Noe halm utnyttes imidlertid til fôr og strø. Det er usikkert hvor mye dette utgjør. Noen bønder selger også halm ut av gården, blant annet til hestefôr. Halm kan benyttes som råstoff til oppvarming. Det må derfor kunne antas at halm i mange tilfeller har en alternativkostnad utover nedmolding, som er referansebanen brukt i Klimakur 2020.

Budsjettnemnda for jordbruket har tall for kostnader ved salg av halm i rundballer. Tall for 2008, som er referanseperioden for priser i Klimakur 2020, viser at gjennomsnittlig kostnader var 408 kr per tonn halm i rundballer. Dette er gjennomsnittlig pris hesteeiere må betale for halm i rundballer.

- Kostnader ved salg av halm til fôr er kr 408 per tonn.

#### *Kostnader ved halmberging*

I Klimakur 2020 har man beregnet kostnader til berging og transport av halm og ved/skogsavfall på hhv. 17 øre og < 5 øre per kWh. Dette tilsvarer omtrent 680 kr per tonn halm og 230 kr per tonn for GROT. Tallet er hentet fra Olje- og energidepartementet eller NVE. Det er usikkert hvilke forutsetninger som ligger til grunn for dette anslaget, eller hvordan det er beregnet.

Ifølge Energigården (2011)<sup>13</sup> har generell markedspris for halmpressing ligget i området 20–30 øre/kg eks. MVA, dette tilsvarer 5–7 øre/kWh. I tillegg kommer transport og lagring av ballene. Kostnaden for innsamling og lagring av halmballene er vanskelig å anslå, men Energigården (2011) oppgir at innsamlingskostnadene erfaringsmessig ligger i området 3–4 øre/kWh eller 12–16 øre/kg (Energigården, 2011). Oppsummert har man ved utendørs lagring en halmkostnad på 10–13 øre/kWh ifølge Energigården (2011), altså noe lavere enn det som oppgis i Klimakur 2020.

Et alternativ estimat kommer fra Bioforsk Økologisk. Her oppgis det: «Med ein haustekapasitet på 4 tonn i timen med storballepresse, 2 traktorar og 2 personar vil ein

<sup>13</sup> <http://www.energigarden.no/omEnergigarden/proff/halm.html>



*kunne hauste 16 tonn halm på fire timar frå eit areal på 53 daa. Denne halmmengda er nok til å dekkje eit årleg oppvarmingsbehov på 60 000 kWh. For å lagre dette kvantumet halm trengst det 250 m<sup>3</sup> lagerplass. »<sup>14</sup>*

Dette tilsvarer 8 timer med traktor og sjåfør. Gjennomsnittlig leietimepris i «Handbok for driftsplanlegging 2010/2011» for rundballepresse uten kutter er oppgitt til mellom 550–660 kroner, eller gjennomsnittlig 605 kroner (Ellevold, 2010). Dette gir en kostnad per tonn på 302 kroner.

Det er vanskelig å vurdere kostnadsanslagene til Grønlund m.fl. (2010) og Leffertstra og Fjeldal (2010) på 680 kroner per tonn fordi det ikke står noe om forutsetningene for anslaget.

- Kostnader ved halmberging kan ligge i intervallet 130–680 kroner per tonn halm.

#### *Lagringskostnader og tørking*

Lagring og eventuelt tørking av halmen vil kunne bli nødvendig. Det vil dermed antas ekstra kostnader ved etablering av stolpehus, eller annen form for lager. Dette er ikke medberegnet i Klimakur 2020. Kostnadene per år vil trolig ikke bli vesentlige, avhenging av krav til kvalitet på råstoffet før pyrolyseprosessen. Hvis halmen må tørkes ved bruk av elektrisitet vil energikostnader og utslipp av klimagasser også innlemmes i tiltaket, men eventuell ekstra tørking av halm kan trolig baseres på overskuddsvarmen fra pyrolysen (Grønlund, 2011. pers. med.). Slik vil man ikke ha ekstra klimagassutslipp ved tørking av råstoff.

#### *Transportkostnader*

Norge har store avstander og relativt små driftsenheter. Dette betyr at en står overfor store utfordringer med hensyn til logistikk for å kunne få til en (energi-) effektiv innsamling av halm, særlig med tanke på omfanget av tiltaket. Løsningen kan være å bruke mobile pyrolyseanlegg som fraktes på lastebil eller liknende og som kan plasseres i områder med mye tilgjengelig halm. Teknologien trenger ikke være så dyr, men det er per i dag ingen som produserer slike anlegg kommersielt tilgjengelig. I Klimakur 2020 bruker man som nevnt under avsnittet for halmberging transportkostnader for frakt av halm og ved/skogsavfall på hhv. 17 øre og < 5 øre per kWh. Det er usikkert hvilke avstander som er tatt med eller hva dette anslaget inneholder.

Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) forutsetter en gjennomsnittlig kjørelengde på 30 km, lastekapasitet per lass på 20 tonn, og drivstofforbruk er 0,4 liter diesel per kilometer, noe som utgjør 6 liter per tonn. Det anslås at energibehovet til transport av biokull er halvparten av dette, dvs. 3 liter per tonn biomasse. Dette fører til et totalt drivstoffbehov per tonn på 9 liter. Pris på autodiesel uten avgifter som blant annet er brukt i rapporten «*Biogass fra sambehandling av husdyrgjødsel og våtorganisk avfall - Kostnader og reduksjon av klimagassutslipp gjennom verdikjeden*» (KLIF, 2010) og i Klimakur 2020 er 4,24 kroner per liter. Drivstoffkostnader ved transport er da (9x4,24) kr 38,16 per tonn tørrstoff. I tillegg kommer kostnader til sjåfør.

- Med en kostnad på 4,24 kr per liter autodiesel vil det koste 38,16 kr per tonn for transport gitt forutsetningene ovenfor.

#### *Kostnader ved spredning av biokull på åker*

Spredning og nedmolding er forutsatt å kunne gjøres med vanlige jordbruksredskaper (gjødsel/ kalkspreader, plog og harv) (Grønlund, m.fl., 2010). Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) forutsetter at spredning av biokull skal foregå uten at bonden får vederlag for arbeidet sitt. Dette er en rimelig antakelse dersom spredning av biokull integreres med

---

<sup>14</sup> Kilde: <http://www.agropub.no/id/490?hidemenu=true&kap=kap5.2>

spredning av kunstgjødsel eller organisk gjødsel slik at bonden ikke har noen alternative kostnader ved bruk av biokull. Forsøk vil kunne påvise om dette er en rimelig antakelse, men hvis det motsatte skulle vise seg å være tilfelle, vil den som skal spre kullet på åker har en alternativkostnad i forbindelse med sin tidsbruk, i tillegg til kostnader til drivstoff, vedlikehold av maskiner og lignende. Etter kontakt med Grønlund har forutsetningen om at bonden skal spre biokull vederlagsfritt blitt forklart nærmere:

*Kostnadene til spredning av biokull er forutsatt å være bondens egenandel. Spredning av biokull er antatt å være en frivillig sak. En bonde vil ikke spre biokull med mindre det ventes en jordforbedrende effekt som har større verdi enn kostnadene til spredning. Alternativt kunne en regne med en tilleggsverdi av biokull som jordforbedringsmiddel. Da måtte man trekke fra spredningskostnadene. På grunn av stor usikkerhet og behov for forenklinger i Klimakur har man satt verdien av jordforbedringseffekten lik spredeutgiftene (Grønlund, 2011. pers.med).*

Etter at forutsetningene har blitt forklart som ovenfor, kan antakelsen om at bonden skal spre biokull vederlagsfritt i større grad gi mening, men i en samfunnsøkonomisk nytte-kostnadsanalyse vil det være viktig å prøve å belyse alle nytte- og kostnadselementer. Forsøk fra andre land har vist at det kan være betydelige kostnader forbundet med spredning av biokull. Williams og Arnott (2010) utførte forsøk av spredning med to ulike metoder (trench and fill og broadcast). Variable kostnader ved forsøket lå i intervallet \$6,4–\$114 per mål<sup>15</sup>. Dette er ikke nødvendigvis overførbart til norske forhold. Poenget er at feltforsøk er nødvendig, og at det kan være betydelige kostnader forbundet med spredning av biokull på åker. Det vil også være nødvendig å beregne nytteverdien til biokull som et jordforbedrende middel, utarbeide et marked for biokull og sammenlikne markedspris med kostnader forbundet med spredning, eventuelt beregne bønders betalingsvillighet for biokull.

#### *Pyrolyseprosessen/ investeringskostnader*

Klimakur 2020 og bakgrunnsrapporten (Grønlund m.fl., 2010; Leffertstra og Fjeldal, 2010) har basert seg på budsjettet til et planlagt anlegg på Notodden. Dette anlegget har en kapasitet på 15 000–20 000 tonn råstoff i året. Det vil med andre ord bli nødvendig å bygge mellom 35 og 47 slike anlegg for å møte ambisjonene i Klimakur 2020. Investeringskostnader ved dette anlegget er oppgitt å være på 1 143 kr per tonn biomasse (Grønlund m.fl., 2010), driftskostnader oppgis til 129 kr per tonn biomasse og andre kostnader oppgis til 500 kr per tonn biomasse. I bakgrunnsrapporten forutsettes det 10 års avskrivningstid og 5 prosent årlig rente på investert kapital. Det brukes lineær avskrivning. Kapitalkostnader er dermed 171,45 per år  $((1143/10)+1143*5\%)$ . En annen metode for avskrivning er å beregne rente av halve investeringsbeløpet. Kapitalkostnader vil følgelig bli 143 kr per år  $(1143/10)+(1143/2)*5\%$  rente).

I Sektorrapport for jordbruket brukes det en lengre avskrivningsperiode enn det som blir oppgitt i bakgrunnsrapporten, men det spesifiseres ikke over hvilken periode eller metode. Tall for alternativ avskrivning blir ikke oppgitt i Sektorrapport for jordbruket (Leffertstra og Fjeldal, 2010).

- Kapitalkostnader ligger i intervallet 143–171 kr per tonn tørr biomasse. Variable kostnader til drift og andre kostnader blir på hhv 129 kr og 500 kr per tonn tørr biomasse (629 kr).

---

<sup>15</sup> \$ 29 – \$ 512 per acre. 1 acre=4.04687 mål. Dvs \$ 6,4– \$113,8 per mål

### 6.1.4 Inntekter og samfunnsøkonomisk nytte

Bedriftsøkonomiske inntekter ved produksjon av biokull er inntekter fra salg av biooljen, samt eventuelle inntekter ved salg av biokullet.

#### *Inntekter fra salg av bioolje*

Sektorrapport for jordbruk (Leffertstra og Fjeldal, 2010) og Bioforsk (Grønlund m.fl., 2010) antar at bioolje inneholder 1,86 MWh per tonn tørr biomasse halm. Grønlund m.fl. (2010) har tatt utgangspunkt i en oljepris på kr 400 per fat, og Sektorrapport for jordbruket (Leffertstra og Fjeldal, 2010) har tatt utgangspunkt i en energipris på 0,42 kr per kWh. Dette gir inntekter i intervallet kr 460 til kr 781 ( $1860 \times 0,42$ ). Leffertstra og Fjeldal (2010) har rundet av estimatet nedover og regner inntekter til 700 kr per tonn tørrstoff.

- Salgsinntekter fra bioolje ligger i intervallet 460-700 kr per tonn tørrstoff.

#### *Jordforbedrende potensial*

Biokull antas å ha virkning som jordforbedringsmiddel og føre til høyere jordtemperatur, sterkere binding av plantenæringsstoffer, immobilisering av plantevernmidler, økt vannlagringsevne, bedre jordstruktur og redusert jorderosjon. Virkningen som jordforbedringsmiddel skyldes spesifikke kjemiske og fysiske egenskaper som stor overflate og høy ladningstetthet. Som følge av disse virkningene kan den også antas å ha positiv effekt på avling. Det foreligger så langt ingen resultater fra Norge som kan bekrefte disse antakelsene, men forskning blir utført. Biokull kan også bidra til å redusere avrenning og slik hindre forsurening av elver og ferskvann.

## 6.2 Oppsummering av nytte og kostnader ved biokulltiltaket

I tabell 6.2 gis en oversikt over forventede kostnader og nytte ved produksjon av biokull for spredning og lagring i åker. I tabellen er det også angitt verdier for kostnadene gjennomgått ovenfor. Det er imidlertid mange ledd i verdikjeden som mangler nytte og kostnadsanslag. Disse verdiene må tas med for å kunne vurdere om biokull er et kostnadseffektivt tiltak for å kunne lagre karbon/ CO<sub>2</sub>-ekv.

Tabell 6.2 Oversikt over kostnader og nytte ved produksjon av biokull for spredning på åker

Kostnader		Nytte				
Produksjon av biokull	Transport og lagring	Spredning i åker	Produksjon av energi	Jordforbedringsmiddel	Karbonlagring	Andre klimaeffekter (eks. redusert avrenning)
Råstoff/ kostnader ved halmberging <i>130-680 kr per tonn halm</i>	Redskaper	Redskaper	Verdi av bioolje <i>460-700 kr per tonn tørr biomasse</i>	Økt avling	Redusert utslipp av CO <sub>2</sub> -ekv.	Redusert avrenning av nitrat
Transport <i>38,16 per tonn halm/biokull</i>	Arbeidskraft	Arbeidskraft	Verdi av elektrisitet	Redusert bruk av kunstgjødsel		
Driftskostnader <i>629 kr per tonn tør biomasse</i>	Lagerhus	Overvåking og rapportering		Bedre jordstruktur		
Kapitalkostnader <i>143-171 kr per tonn tørr biomasse</i>				Bedre evne til å holde på vannet		

Kilde: Grønlund m.fl., 2010

### 6.3 Klimaregnskap og energitap ved lagring av biokull i åker

Det brukes energi i hele verdikjeden til biokull. Dette framkommer ikke i Sektorrapport for jordbruket (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Grønlund m.fl. (2010) har laget et energiregnskap ved transport av både halm og biokull. Her er forutsetningene klare. Det antas at man bruker 1,5–2,5 liter diesel per dekar, eller gjennomsnittlig 2 liter ved halmberging. Ved 0,3 tonn netto halmavling per dekar er gjennomsnittlig dieselbruk beregnet til 6,7 liter per tonn (rundet opp til 7 liter/tonn i Grønlund m.fl. (2010)).

Grønlund m.fl. (2010) har regnet ut netto klimautslipp, der det tas hensyn til utslipp av klimagasser og energiforbruk ved halmberging og transport. De har ikke tatt med utslipp av klimagasser ved selve produksjonen av biokull, fordi klimagassutslippene ved denne produksjonen kan regnes som en del av det naturlige karbonkretsløpet, og følgelig ikke regnes som menneskeskapt utslipp (Grønlund, 2011, pers. med.) Det har heller ikke blitt tatt hensyn til utslipp i forbindelse med spredning av biokull i åker. Dette burde imidlertid også utredes hvis man skal vurdere total effekt av biokull. Vurdert i forhold til tiltak 6 i Klimakur 2020 vil man kunne spørre seg om spredning av biokull vil bidra til mer traktorbruk, ytterligere jordpakking og lignende. Empiriske forsøk vil kunne gi svar på disse spørsmålene.

### 6.4 Fra bakgrunnsdokumentet til Klimakur 2020

Det er noen relevante forskjeller mellom tiltaket utredet av Bioforsk og Sektorrapport for jordbruk. Grønlund m.fl. (2010) har regnet ut netto utslippseffekt av biokull. Det

antas at selve kullet har en alternativ verdi i form av forbrenning. Det forutsettes at produksjon av biokull går på bekostning av andre generasjons biodrivstoff, der omtrent 50 prosent av energien i biomassen kan gjenvinnes som drivstoffet som kan erstatte fossil karbon. Netto utslippseffekt i CO<sub>2</sub>-ekv. per tonn tørr biomasse blir i dette tilfellet 648 kg, jamfør tabell 6.3.

**Tabell 6.3      Netto utslippseffekt fra biokull**

	Lagringseffekt av biokull	807 kg
+	Substitusjonseffekt olje	242 kg
+	Substitusjonseffekt annen olje	121 kg
=		1169kg CO <sub>2</sub> -ekv
-	Utslippseffekt ved alternativ bruk av biomasse	521 kg
=	Netto utslippseffekt av biokull	648 kg CO <sub>2</sub> -ekv per tonn tørr biomasse.

Kilde: Grønlund m.fl. (2010)

Sektorrapport for jordbruket og Klimakur 2020 har tatt utgangspunkt i lagringseffekten til biokull på 807 kg CO<sub>2</sub>-ekv. per tonn tørr halm (Leffertstra og Fjeldal, 2010). Bioforsk sin bakgrunnsrapport beregner kostnadseffektivitet på tre alternative måter, der de varierer mellom fast pris på olje, fast pris på klimaeffekt på biokull og kostnader per tonn CO<sub>2</sub>-reduksjon totalt. Dette gir et spenn i kostnader på mellom 1 290–890 kr per tonn CO<sub>2</sub>-ekv., eller 0,66 kr per kWh for tiltaket basert på halm. Sektorrapport for jordbruker beregner kostnadseffektivitet i kr per tonn CO<sub>2</sub>. Kostnadene avviker noe fra Bioforsks rapport, først og fremst pga. valg av annen avskrivningsmetode og tid samt annen verdsetting av inntekter.

Det ansees ikke som hensiktsmessig å gjøre en følsomhetsanalyse for biokulltiltaket før dette har blitt utredet i mer detalj. Særlig tall for spredning i åker, transport, anleggskostnader og nytteverdi av kullet som jordforbedrende middel bør gjennomgås i lys av mer forskning og empiri før en eventuell følsomhetsanalyse foretas.



## 7 Konklusjon

---

Dette notatet har vurdert tre tiltak som skal redusere klimautslipp fra jordbruket, nemlig redusert norm for gjødsling og tiltak for drenering og jordpakking, stans i nydyrking og restaurering av myr samt produksjon av biokull. Disse tiltakene er utredet av Klima- og forurensningsdirektoratet (2010) og Leffertstra og Fjeldal (2010). Vi finner at det er knyttet meget stor usikkerhet rundt de beregningene som er gjort av Leffertstra og Fjeldal (2010). Beregningene som er gjort baserer seg på en rekke forutsetninger som i mange tilfeller ikke er godt dokumentert. I bakgrunnsrapportene til Leffertstra og Fjeldal (2010) for tiltak 6, 7 og 8 (Øygarden m.fl., 2009; Grønlund m.fl., 2010) vektlegges det at for mange av beregningene er usikkerheten på 50–100 prosent. Med en så stor usikkerhet hadde det muligens vært bedre å presentere intervaller og ikke gjennomsnittstall. Mer forskning er viktig for å utforme målretta klimatiltak i landbruket.





# Kilder

---

- Bioforsk, 2010. *Klimakur 2020*, sektorrappport jordbruk. Høringsuttalelse fra Bioforsk. [http://www.klif.no/nyheter/dokumenter/klimakur\\_horingsuttalelser\\_oppsummerin\\_g140610.pdf](http://www.klif.no/nyheter/dokumenter/klimakur_horingsuttalelser_oppsummerin_g140610.pdf)
- Fystro, G., Abrahamsen, S. og Lunnan, T. 2005. *Utvikling av nye metoder for gjødslingsplanlegging*. Kari Munthe (ed), Plantemøtet Østlandet 2005. Grønn kunnskap 9(2); 52–58
- Fystro, G. (2011). *Personlig meddelelse*.
- Ellevold, A.B. (red.) (2010) *Handbok for driftsplanlegging 2010/2011*. NILF.
- Glomsrød, S. (2010). «*Norklima – månelanding i åkeren. Det er på tide å være litt jordnære i klimapolitikken*». Cicero. Lastet ned 5.4.2011. URL: <http://www.cicero.uio.no/fulltext/index.aspx?id=8764>
- Grønlund, A., Knoth de Zarruk, K., Rasse, D., Riley, H., Klakegg, O. & Nystuen, I. (2008). *Kunnskapsstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord*. Bioforsk rapport nr 132, vol. 3. 47 s.
- Grønlund, A., Knoth de Zarruk, K., Rasse, D. (2010). «*Klimatiltak i jordbruket - binding av karbon i jordbruksjord*». Bioforsk rapport nr. 5 vol.5 2010.
- Grønlund, A. (2011). *Personlig meddelelse*.
- Hansen, S. (2011). *Personlig meddelelse*.
- Hauge, A. (2011). *Personlig meddelelse*.
- Klima- og forurensningsdirektoratet (2010). *Klimakur 2020. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020*. TA 2590/2010
- Krokann, K. (2011). *Personlig meddelelse*.
- Landbruks- og matdepartementet (2009). St.meld.39 (2008-2009). «*Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen*».
- Langerud, B., Størdal, S., Wiig, H. & Ørbeck, M. 2007. *Bioenergi i Norge - potensialer, markeder og virkemidler*. Østlandsforskning rapport 2007/17: 198 s.
- Leffertstra, H., og Fjeldal, P (2010). «*Klimakur 2020 - Sektorrappport for jordbruk Tiltak og virkemidler for reduserte utslipp av klimagasser*.» TA-2593/22010, Klima- og forurensningsdirektoratet, Oslo.
- Miljøverndepartementet (2007). St.mld.nr.34 (2006–2007). «*Norsk klimapolitikk*.»
- Nesheim, L. (2011). *Personlig meddelelse*.
- Riley, upublisert.
- Schahczenski, J. (2010). «*Economics of biochar*» Harvesting Clean Energy Conference. Kennewich, WA. 2010
- Statens forurensningstilsyn (2007). «*Reduksjon av klimagasser i Norge: En tiltaksanalyse for 2020*» Williams, M. M. and Arnott, J.C. (2010) «*A Comparison of Variable Economic Costs Associated with Two Proposed Biochar Application Methods*,» *Annals of Environmental Science: Vol. 4, Article 4*. <http://iris.lib.neu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1056&context=aes&sei-redir=1#search=%22biochar+costs%22>
- Statistisk sentralbyrå, 2008. *Jordbruksareal, etter bruken*. 1998–2008. <http://www.ssb.no/jordbruksareal/tab-2008-11-26-01.html>
- Vatn, A., V. Kvakkestad, and P.K. Rørstad, 2002. *Policies for Multifunctional Agriculture: The Trade-off between Transaction Costs and Precision*. Report 23. Ås: Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway.

Øygarden., L., Nesheim, L., Dörsch, P., Fystro, G., Hansen, S., Hauge, A., Korsæth, A., Krokann, K., og Stornes O.K., 2009. *Klimatiltak i jordbruket - mindre lystgassutslipp gjennom mindre N-tilførsel til jordbruksareal og optimalisering av dyrkingsforhold*. Bioforsk Rapport Vol. 4 Nr. 175 2009

# Tidligere utgitt i denne serien – 2010

---

- 2010–1 Begrensede konsekvenser av fjørfedirektivet – Utreddning av konsekvenser av EUs fjørfedirektiv. Lars Øystein Eriksen, Ivar Pettersen, 31 s.
- 2010–4 Økonomien i landbruket i Trøndelag. Utviklingstrekk 1999–2008. Tabellsamling 2004–2008. Kjell Staven, Helge Bonesmo, Liv Grethe Frislid, Svein Olav Holien, Kristin Stokke Folstad, Siv Karin Paulsen Rye, 100 s.
- 2010–5 Økonomien i jordbruket i Nord-Norge. Driftsgranskingene i jord- og skogbruk 2008. Aktuelle artikler og tabellsamling 2004–2008. Øyvind Hansen, Ole Kristian Stornes, 93 s.
- 2010–6 Melding om årsveksten 2009. Normalårsavlinger og registrerte avlinger. Ola Wågbo, Oddmund Hjukse, 16 s.
- 2010–7 Økonomien i jordbruket på Vestlandet. Trendar og økonomisk utvikling 1999–2008. Verdiskaping i jordbruk, skogbruk og tilleggsnæringar i Hordaland og Sogn og Fjordane. Torbjørn Haukås, Anastasia Olsen, Heidi Knutsen, 86 s.
- 2010–8 Økonomien i landbruket på Østlandet. Utviklingstrekk 2004–2008. Tabellsamling 2004–2008. Terje Haug, 95 s.
- 2010–9 Gårdsvarmeanlegg basert på bioenergi – økonomi og erfaringer. Undersøkelse blant fem gårdsvarmeanlegg. Liv Grethe Frislid, Knut Krokann, 30 s.
- 2010-10 Vurdering av økonomi på utbyggingsbruk i mjølkeproduksjonen i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane 2008  
Torbjørn Haukås, Lars Ragnar Solberg, 66 s.
- 2010-11 Økonomien i jordbruket i Agder-fylka og Rogaland 2008. Trendar og økonomisk utvikling 1999-2008.  
Tabellsamling 2004-2008. Heidi Knutsen, Irene Grønningsæter, Anastasia Olsen, 87 s.
- 2010-12 Importvern for norsk jordbruk. Status og utviklingstrekk. Klaus Mittenzwei, Mads Svennerud, 29 s.
- 2010-13 Næringsfiske i ferskvann. Lønnsomhet og suksessfaktorer ved fiske, foredling og markedsføring av ferskvannsfisk. Siv Karin Paulsen Rye, Knut Krokann, 50 s.
- 2010-14 Produktivitetsutvikling i norsk jordbruk 1990–2009. Analyse basert på jordbrukets totalrekneskap. Agnar Hegrenes, 33 s.
- 2010–15 WTO og subsidier. Regelverk og tvisteløsning på landbruksområdet. Frode Veggeland, 41 s.
- 2010–16 Dekningsbidragskalkyler. Nord-Norge 2010/2011. Ole Kristian Stornes, 45 s.
- 2010–17 Kartlegging av markedssituasjonen for reinkjøtt. Gro Steine, Kjersti Nordskog, Johanne Kjuus, 27 s.
- 2010–18 Økonomien på store mjølkebruk. En undersøkelse av økonomien på bruk med 30–70 årskyr for regnskapsåra 2006–2008. Knut Krokann, 54 s.
- 2010–19 En analyse av investeringer i landbruket. Er man lykkelig som stor når man kunne vært liten? Lars Ragnar Solberg, 39 s.

# Tidligere utgitt i denne serien – 2011

---

- 2011-1 Økonomien i jordbruket i Nord-Norge. Driftsgranskingene i jord- og skogbruk 2009 – Aktuelle artikler og tabellsamling 2005–2009. Øyvind Hansen, Ole Kristian Stornes, 81 s.
- 2011-2 Beregning av det norske kjøttforbruket. Mads Svennerud, Gro Steine, 18 s.
- 2011-3 Økonomien i jordbruket på Vestlandet. Trendar og økonomisk utvikling 2000–2009. Torbjørn Haukås, Anastasia Olsen, 86 s.
- 2011-4 Økonomien i landbruket i Trøndelag. Utviklingstrekk 2000–2009. Tabellsamling 2005–2009. Kjell Staven, Otto Sjelmo, Knut Krokann, Helge Bonesmo, Svein Olav Holien, Siv Karin Paulsen Rye, Liv Grethe Berge Frislid, Inger Sofie Murvold Knutsen, 16 s.
- 2011-5 Melding om årsveksten 2010. Normalårsavlinger og registrerte avlinger. Ola Wågbo, Oddmund Hjukse, 16 s.
- 2011-6 Gårdsbasert entreprenørskap : en kvalitativ studie av muligheter, motiver og ressurser for entreprenørskap i landbruket. Asbjørn Veidal, 55 s.
- 2011-7 Økonomien i jordbruket i Agder-fylka og Rogaland 2009. Trendar og økonomisk utvikling 2000–2009. Tabellsamling 2005–2009. Lars Ragnar Solberg, Heidi Knutsen, Anastasia Olsen, 87 s.
- 2011-9 Økonomien i jordbruket på Østlandet. Utviklingstrekk 2005–2009. Tabellsamling 2005–2009. Terje Haug, 97 s.
- 2011-10 Konsekvenser i Rogaland av mulige endringer av gjødselvereforskrift. Heidi Knutsen, Aart van Zanten Magnussen, 57 s.

---

## ADRESSE HOVEDKONTOR

Postadresse:	Kontoradresse:	Telefon: 22 36 72 00
Postboks 8024 Dep	Storgata 2 4 6	Telefaks: 22 36 72 99
0030 OSLO		E-post: <a href="mailto:postmottak@nilf.no">postmottak@nilf.no</a>
		Internett: <a href="http://www.nilf.no">www.nilf.no</a>

---

## ADRESSE DISTRIKTSKONTORER

Bergen	Postadresse:	Postboks 7317, 5020 BERGEN
	Telefon:	55 57 24 97
	Telefaks:	55 57 24 96
	E-post:	<a href="mailto:postmottak@nilf-ho.no">postmottak@nilf-ho.no</a>
Trondheim	Postadresse:	Postboks 4718 – Sluppen, 7468 TRONDHEIM
	Telefon:	73 19 94 10
	Telefaks:	73 19 94 11
	E-post:	<a href="mailto:postmottak@nilf.fmst.no">postmottak@nilf.fmst.no</a>
Bodø	Postadresse:	Statens hus, Moloveien 10, 8002 BODØ
	Telefon:	75 53 15 40
	Telefaks:	75 53 15 49
	E-post:	<a href="mailto:postmottak@nilf-nn.no">postmottak@nilf-nn.no</a>

---

ISBN 978-82-7077-800-3  
ISSN 0805-9691

