
NILF-RAPPORT 2013-3

Evaluering av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer i Norge

Kost-effekt vurderinger

KAREN
REFSGAARD

MARIANNE
BECHMANN

ANNE-GRETE
BUSETH BLANKENBERG

VALBORG
KVAKKESTAD

ANNBJØRG
ØVERLI KRISTOFFERSEN

ASBJØRN
VEIDAL



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:

«Dagligvarehandel og mat»

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.shtm>

RAPPORT 2013–3

Evaluering av tiltak mot fosfortap fra
jordbruksarealer i Norge
Kost-effekt vurderinger

Karen Refsgaard

Marianne Bechmann

Anne-Grete Buseth Blankenberg

Valborg Kvakkestad

Annbjørg Øverli Kristoffersen

Asbjørn Veidal



NILF
Norsk institutt for
landbruksøkonomisk forskning



Serie	NILF-rapport
Redaktør	Agnar Hegrenes
Tittel	Evaluering av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer i Norge. Kost-effekt vurderinger
Forfattere	Karen Refsgaard, Marianne Bechmann, Anne-Grete Buseth Blankenberg, Valborg Kvakkestad, Annbjørg Øverli Kristoffersen og Asbjørn Veidal.
Prosjekt	Kost-Nytte for jordbrukstiltak (L089).
Utgiver	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
Utgiversted	Oslo
Utgivelsesår	2013
Antall sider	105
ISBN	978-82-7077-866-9
ISSN	0805-9691
Emneord	Kost-effekt, vannforskrift, fosforavrenning, dekningsbidrag, kornområder, redusert jordarbeiding, erosjon, vegetasjons-soner, fangdammer, virkemidler, kost-nytte, administrasjonskostnader

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 driftsgranskningene 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

Statens landbruksforvaltning har vært oppdragsgiver for dette prosjektet som har vært gjennomført i perioden 1. juli 2011 til 31. august 2013.

Utgangspunktet for prosjektet var et behov for allmenngyldige data om kostnadseffektivitet og vurderinger av kost-nytte av ulike tiltak under ulike geografiske forhold. Dataene er bl.a. viktig i gjennomføringen av Vannforskriften, ettersom vannområdene må rangere tiltak i henhold til kost-effekt. Slike data, og også de økonomiske konsekvenser for landbruket, er nyttige for bønder og landbruksrådgivning, samt for fylkesmenn og nasjonale myndigheter ved utforming av tilskudd og virkemidler. Endelig er de samfunnsmessige vurderinger av tiltakenes konsekvenser av nytte for vannområdene.

Prosjektet er gjennomført i samarbeid mellom NILF og Bioforsk jord og miljø. Karen Refsgaard ved NILF har vært prosjektleder for hele prosjektet og Marianne Bechmann ved Bioforsk har hatt ansvaret for Bioforsk sine bidrag. Prosjektets deltakere har for øvrig vært: Fra NILF: Valborg Kvakkestad, Asbjørn Veidal og Narve Brattenborg. Fra Bioforsk jord og miljø: Anne Grete Buseth Blankenberg, Annbjørg Øverli Kristoffersen, Svein Skøien og Stein Turtumøygard. Fagfellestøtte for prosjektet har vært Eva Skarbøvik (Bioforsk) og Anne Strøm Prestvik (NILF). Endelig takk til Anne Bente Ellevold og Siri Fauske som har ferdigstilt rapporten til publisering på NILF.

Prosjektet har hatt en referansegruppe bestående av: Statens landbruksforvaltning v/Bjørn Huso og Johan Kollerud, Fylkesmennene i Østfold v/Svein Skøien, Akershus v/Trond Løfsgaard, Vestfold v/Hilde Marianne Lien og Jon Randby, Buskerud v/Per Rønneberg-Hauge, Hedmark v/Lars-Martin Hagen, Oppland v/Thomas-Erik Smeby, Sør-Trøndelag v/Ivar Stokkan og Nord-Trøndelag v/Paul Arne Tilset. Hensikten med denne referansegruppen har vært å sikre en prosjektgjennomføring som svarer på forvaltningens behov i arbeidet med oppfølging av Vannforskriften.

En stor takk til alle bønder, landbrukskontorer og landbruksrådgivningskontorer i de ulike fylkene som har bidratt i prosjektet, enten i fokusgruppe, spørreundersøkelse, eller med konsultering i analyser og evaluering.

Oslo, august 2013

Lars Johan Rustad
Konstituert direktør

Innhold

SAMMENDRAG	1
1 INNLEDNING.....	5
2 METODE OG FORUTSETNINGER FOR KOSTNADS-BEREGNINGER OG DEKNINGSBIDRAGSKALKYLER.....	7
2.1 Datagrunnlag og metode.....	7
2.1.1 Fokusgrupper og telefonintervjuer.....	8
2.1.2 Spørreundersøkelse.....	9
2.1.3 Kvalitetssikring fra Norsk landbruksrådgivning.....	9
2.1.4 Hvorfor spurte vi bøndene.....	10
2.2 Forutsetninger for DB-beregninger ved redusert jordarbeiding.....	11
2.2.1 Dekningsbidrag - resultater.....	11
2.2.2 Faste kostnader herunder arbeidsavlønning – til maskinleie.....	24
2.3 Dekningsbidrag ved ulike typer jordarbeiding.....	24
2.4 Investerings- og driftskostnader for fangdammer.....	27
2.5 Kostnader ved etablering og drift av vegetasjonssoner.....	27
2.5.1 Forutsetninger.....	27
2.5.2 Dekningsbidragsresultater.....	28
2.6 Økonomiske konsekvenser av redusert fosforgjødsling.....	31
3 TILTAK OG EFFEKTER.....	33
3.1 Redusert og endret jordarbeiding.....	33
3.1.1 Forsøk og erosjonsklasser.....	33
3.1.2 Jordarbeidingseffekt i ulike erosjonsklasser.....	34
3.1.3 Stor variasjon fra år til år.....	36
3.1.4 Jordarbeidingsmetoder.....	36
3.1.5 Grøfteavrenning.....	37
3.1.6 Erosjonsfosfor og biotilgjengelighet.....	38
3.1.7 Erosjonsprosesser i landskapet.....	38
3.1.8 Beregningsmetoder for fosforeffekt.....	38
3.2 Redusert fosforgjødsling som tiltak mot fosfortap.....	39
3.2.1 Normer for fosforgjødsling.....	40
3.2.2 Jord med P-AL over 14.....	40
3.2.3 Jord med P-AL under 14.....	42
3.2.4 Nedtrapping av fosforreserver i jord.....	42
3.2.5 Oppsummering av fosforgjødsling.....	43
3.3 Landskapstiltak.....	44
3.3.1 Vegetasjonssoner.....	44
3.3.2 Fangdammer.....	49
3.4 Usikkerhet og variasjon i tiltakseffekter.....	53
4 KOST-EFFEKT.....	55
4.1 Kostnadseffektivitet – for bønder og for samfunn.....	55
4.2 Tiltakskalkulator og DB-kalkulator.....	55
4.3 Jordarbeidingstiltak.....	56

4.3.1	Vannområdene Morsa, Rakkestadelva og Haldenvassdraget i Østfold og Pura og Leira i Akershus	59
4.3.2	Vannområdene Svartelva i Hedmark og Viggavassdraget i Oppland.....	61
4.3.3	Vannområdene Liervassdraget i Buskerud og Goksjøvassdraget i Vestfold.....	62
4.3.4	Vannområdene Gaula i Sør-Trøndelag og Hotran i Nord-Trøndelag	63
4.3.5	Effekt av variasjon i avling på kost-effekt.....	63
4.4	Landskapstiltak	66
4.4.1	Kost-effekt vegetasjonssoner	67
4.4.2	Kost-effekt fangdammer	68
5	SAMFUNNSØKONOMISKE VURDERINGER	71
5.1.1	Bruk av plantevernmidler	72
5.1.2	Utvikling av mykotoksiner og bruk av plantevernmidler	78
5.1.3	Oppsummering.....	79
5.1.4	Utfordringer på tvers av sektorer	80
6	VIRKEMIDLER – TILFREDSHET, ADMINISTRASJON OG RESSURSBRUK	81
6.1	Virkemidler	81
6.1.1	Viktige hensyn ved utforming av virkemidler	81
6.1.2	Valg av hva virkemidlene skal knyttes til.....	81
6.1.3	Valg av virkemidler	82
6.2	Er dagens virkemidler hensiktsmessig – en spørre-undersøkelse til Fylkesmennenes landbruksavdelinger?	83
6.2.1	Administrasjon og tilfredshet med virkemidlene.....	83
6.2.2	Vurdering av ulike typer av virkemidler.....	84
6.2.3	Ressursbruk til administrasjon hos Fylkesmennene og kommunale landbrukskontorer	85
7	REFERANSER	87
8	VEDLEGG A: DEKNINGSBIDRAGSKALKYLER	93

Sammendrag

Denne rapporten presenterer resultatene fra et prosjekt med hovedformål å øke kunnskapen om kostnader og fosforeffekt ved miljøtiltak for redusert fosforavrenning fra jordbruket fra ulike kornområder i Norge. Rapporten inneholder følgende:

- Kost-effekt-beregninger for tiltakene endret jordarbeiding, vegetasjonssoner og fangdammer, og vurdering av redusert fosforgjødsling
- Vurderinger av dekningsbidrag for endret jordarbeiding og vegetasjonssoner samt investerings- og vedlikeholdskostnader for fangdammer
- Beregninger av fosforavrenning for endret jordarbeiding, vegetasjonssoner og fangdammer
- Vurdering av usikkerhet og variasjon i kost-effekt av jordbrukstiltak
- Diskusjon av total fosfor sammenlignet med biotilgjengelig fosfor
- Diskusjon av økt ugrasoppblomstring, økt sannsynlighet for fusarium-smitte og økt plantevernmiddelbruk for kornproduksjon med endret jordarbeiding
- En analyse og vurdering av administrasjons- og kontrollkostnader til RMP-midler hos fylkesmenn, landbrukskontorer og landbruksrådgivning.

Resultatene i rapporten kan brukes til ulike formål:

- Vurdere tiltaksgjennomføring i vannområder og vannregioner.
- Gi Fylkesmennenes landbruksavdelinger og landbrukskontorer et bedre datagrunnlag om landbrukets kostnader ved ulike tiltak.
- Gjøre samfunnsøkonomiske vurderinger av ulike tiltak, for å vurdere andre nytte-virkninger og indirekte kostnader som de ulike tiltakene impliserer.
- Avveie tiltak mellom sektorer.

Denne rapporten ledsages av en tiltakskalkulator i regi av Bioforsk og NILF. Tiltakskalkulatoren kan brukes til å beregne kost-effekt under ulike betingelser. <http://webgis.no/Peffect>. Det vil i løpet av 2013 også bli utarbeidet en DB-kalkulator i regi av NILF på www.landbruksforum.no. Denne vil bli koblet opp mot tiltakskalkulatoren slik at en kan variere forutsetningene for beregning av dekningsbidrag for ulike typer av jordarbeiding, landskapstiltak m.m.

Det må understrekes at det finnes en lang rekke av usikkerhetsmomenter med slike kost-effekt beregninger, derfor er det meget viktig at kalkulatoren – og resultatene i denne rapporten – kun brukes og fortolkes med de forutsetningene som gjelder for beregningene.

Redusert fosforgjødsling

Normene for fosforgjødsling i landbruket er evaluert av hensyn til både avling og miljø. På grunnlag av forsøksresultater er normene satt slik at det ikke skal bli avlingstap ved å gjødsle etter norm. Normene angir at det i korn ikke skal tilføres fosfor når jordas fosforstatus er over P-AL 14 og at det ved fosforstatus mellom 5 og 7 P-AL, skal tilføres fosfor i en mengde som erstatter det som bortføres med avlingen. Ved slike gjødslingsnivåer skal det ikke bli avlingstap og kostnader forbundet med avlingstapet. Derimot kan det være ekstra kostnader forbundet med å skaffe fosforfri gjødsel for arealer med høy fosforstatus.

Jordarbeiding

Et av de viktigste tiltak for å redusere fosforavrenning fra kornområder er å endre jordarbeiding fra tradisjonell høstpløying til høstharving eller overvintring i stubb med etterfølgende jordarbeiding på våren. Jordarbeidingstiltak omtales ofte som endret eller redusert jordarbeiding. Redusert jordarbeiding omfatter tiltak der jordarbeidingen skjer i de øverste jordlag (ned til 10 cm dybde), mens endret jordarbeiding også omfatter jordarbeiding på våren ned til 20 cms dybde (pløying). Kost-effekt for endret jordarbeiding er beregnet for ulike jordbruksområder for å beskrive variasjonen i klima, jordart, terreng, eksisterende ressurser og kompetanse på gårdsbrukene samt som ytre faktorer som alternativ inntjening.

For å kunne estimere kostnader ved endret jordarbeiding har vi med bruk av fokusgrupper, spørreundersøkelse og samtaler med landbruksrådgivere vurdert hva som er realistiske avlinger, bruk av plantevernmidler, gjødsling, maskinbruk m.m. og hvor det trengs regionale eller lokale tilpasninger i beregningene. Vi har også fått tilbakemeldinger i fokusgrupper og fra landbruksrådgivere på betydningen av indirekte landbruksrelaterte forhold som muligheter for inntjening utenfor gården og vurdering av arbeidstidsfordeling over året slik at disse faktorer også er tilgodesett.

Kostnadene for endret jordarbeiding er beregnet som den økonomiske nettoendringen fra høstpløyd høsthvete eller vårkorn til endret jordarbeiding. Fosforavrenningen er likeledes beregnet som endringen fra høstpløyd høsthvete eller vårkorn til endret jordarbeiding.

Overordnet sett viser resultatene for alle områder at det for endret jordarbeiding er mest kostnadseffektivt å gjennomføre tiltak i områder med høy erosjonsrisiko. Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i høstkorn er også noe høyere enn i vårkorn, det vil si at det er dyrere å sette inn tiltak i høstkorn enn i vårkorn. Samtidig blir forskjellen i kost-effekt mellom jordarbeidingstiltakene mindre jo høyere erosjonsrisikoen er.

I de utvalgte områdene i Østfold og i Akershus er kostnadene ved erosjonsrisiko over 200 kg jord per dekar (erosjonsklasse 3 og 4) under 1000 kr per kg fosfor for alle jordarbeidingstiltak i vårkorn. Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i høstkorn er generelt høyere og omlegging til høstharving koster mest per kg fosfor, mens omlegging fra høstpløying til jordarbeiding på våren i vårkorn er rimeligere. I de utvalgte områder i Hedmark og Oppland, dyrkes det primært vårkorn. I erosjonsklasse 3 og 4 i Hedmark viser resultatene lav kost-effekt på mindre enn 500 kr per kg fosfor av jordarbeidingstiltak i vårkorn og i Oppland mindre enn 100 kr per kg fosfor. Dette kan ha sammenheng med at jorden er lett å arbeide med på våren og gårdbrukerne kommer tidlig i gang. Derimot er kost-effekten høyere ved høstharving til vårkorn, hvilket er i motsetning til Østfold og Akershus, hvor det var lavest kostnader ved høstharving til vårkorn. Liervassdraget i Buskerud viser en vinn-vinn situasjon ved å gå fra høstpløyd til vårarbeiding, og Goksjøvassdraget i Vestfold kan også vise til meget lave kostnader i alle erosjonsklasser. Bl.a. Liervassdraget er preget av en stor andel deltidsbønder og de antas å pløye relativt lite pga tidspres – slik kan det påvirke avlingsreduksjonene som vurderes mindre da disse bønder har mer erfaring med ikke-pløyings teknikker. For høstkorn var kostnadene <1000 kr per kg fosfor i Goksjø ved omlegging til direktesåing og høstharving i erosjonsklasse 3 og 4. Trøndelag har lite høstkorn og analysene der viser at det er lav kost-effekt for vårkorn ved omlegging fra høstpløyd til jordarbeiding på våren med < 50 kr per kg fosfor for erosjonsklasse 3 og 4 uansett tiltak.

At det generelt er billigere å sette inn tiltak i vårkorn kan åpne for en ny tilnærming til tiltak for redusert avrenning som tilgodeser noen av de utfordringer gårdbrukere i dag har. Om det gis tilskudd til endret jordarbeiding i de høye erosjonsklasser og det samtidig oppfordres til dyrking av vårkorn, da kan gårdbrukerne oppnå frihet i forhold til eventuelt

å kunne dyrke høstkorn på en del av arealene i de lave erosjonsklassene. Dette vil tilgodese gårdbrukernes ønsker om en bedre arbeidsfordeling over året, samtidig som det åpner for en viss produksjon av høsthvete. På den måten kan en imøtekomme argumenter fra landbrukssektoren med ønsker om høstveteproduksjon samtidig som det kan være en kostnadseffektiv løsning for samfunnet.

En må i slike tilfeller i tillegg vurdere, hvor vidt slike tiltak er tilstrekkelige for å oppnå målene i de respektive vannområdene. Er det et område med høye krav til reduksjon vil tiltak med stor effekt være å foretrekke. Samtidig kan store krav til reduksjon bety at en må gjennomføre tiltak også i områder med lav erosjonsrisiko. I så fall vil valg mellom ulike jordarbeidingsteknikker få større betydning, da det er større variasjon mellom deres kost-effekt ved lav erosjonsrisiko.

Når kostnadene er tilnærmet like for ulike jordarbeidingstiltak vil det være andre forhold som avgjør valg av tiltak. For oppnåelse av mål for vannområdet vil selve tiltakseffekten være vesentlig, bl.a. er høstharvet vårkorn er mye mindre effektivt enn jordarbeiding på våren. For bonden vil forhold som ugraspress, arbeidstidsfordeling over året, risiko for sopp sykdommer, maskinutrustning etc. kunne påvirke valget.

Redusert jordarbeiding uten pløying øker risikoen for utvikling av ugras. Det er også fare for mer utvikling av resistens mot ugrasmidler ved redusert jordarbeiding, noe som fører til økt behov for og bruk av glyfosat. Det er også økt risiko for noe mer bruk av fenoksysyrer ved redusert jordarbeiding for å bekjempe tofrøblada rotugras og som resistensbryter til ugrasmidler som virker som ALS-hemmere. Miljøavgiften på plantevernmidler er lav på lavdosemidler og dette fremmer bruk og resistensutvikling av disse midlene. Bruk av frøugrasmidler er relativt uavhengig av jordarbeiding. Ensiktig korndyrking med lite vekstskifte og redusert jordarbeiding medfører økt risiko for angrep av Fusarium og utvikling av mykotoksiner i kornet. Risiko for transport til overflatevann av glyfosat og soppmidler samt fenoksysyrer og lavdosemidler avtar med redusert jordarbeiding. Derimot øker risikoen for transport til grunnvannet av fenoksysyrer og lavdosemidler.

Usikkerheten i effekten av tiltak er stor ved arealtiltak fordi effekten er avhengig av været. De gjennomførte tiltak kan motvirkes av store nedbørmengder og intens avrenning. Ved planlegging av jordarbeidingstiltak må en vurdere om en ønsker effekt i ekstreme år med stor erosjon eller om det er gjennomsnittsåret det planlegges for. Klimaendringer som fører til økt nedbør og nedbørintensitet kan gi økt erosjon og dermed økt effekt av endret jordarbeiding. Lokale vurderinger kan også ha betydning i forhold til hvilken risiko for fosfortap en vil vektlegge. I en sårbar vannforekomst med store arealer i lavere erosjons-risikoklasser kan det være begrenset med aktuelle tiltak og effekten av tiltakene kan være liten. Derfor kan det være behov for å gjennomføre tiltak på en forholdsvis stor del av nedbørfeltet.

Effekten av jordarbeidingstiltakene her er effekten på skiftenivå. Effekten som måles i bekken blir antagelig mindre fordi de skjer retensjon i jordbrukslandskapet. Det vil si at tiltakskostnadene per kg fosfor i resipienten blir større enn det som er beregnet her.

Det er flere faktorer som påvirker effekten av jordarbeiding, men som ikke ses i våre data. På lange hellinger får overflatevannet mer fart og det kan bli større erosjon enn på korte hellinger. Hvis terrenget flater ut nedenfor en helling, kan overflatevannet infiltrere og partikler sedimentere før det når kum eller bekk. I et jordbrukslandskap med søkk og forsenkninger samler overflatevannet seg i vannveier og tiltak som grasdekte vannveier kan være vel så viktige som redusert jordarbeiding. Betydningen av de enkelte tiltakene må derfor vurderes lokalt evt. på gårdsnivå.

Vegetasjonssoner

Det er en relativt stor variasjon i kost-effekt av vegetasjonssoner. Bruk av graset fra vegetasjonssoner til hestehøy kan gi et høyere dekningsbidrag enn vårharvet vårkorn –

slik som beregningseksemplene fra Rakkestadelva og Svartelva viser. I mange områder er ikke markedet for høy utviklet og kunder kan befinne seg i lang avstand fra vegetasjonssonene. Antagelig vil et samarbeid mellom gårdbrukere være en forutsetning for kostnadseffektiv produksjon og salg av høy fra vegetasjonssoner. En mer realistisk forutsetning vil derfor ofte være å produsere rundballer til storfe. Her er det stor variasjon i kost-effekt med over 2000 kr/kg fosfor ved lav erosjonsrisiko ved omlegging fra høstpløyd høsthvete, mens kost-effekten for høy erosjonsrisiko er på 120 kr/kg fosfor på Hedemarken og 400 kr/kg fosfor i Rakkestad.

Fangdammer

Kost-effekt for fangdammer i Morsa og Oppland viser en relativ stor variasjon avhengig av fosfortap og kostnader ved tiltakene. Ved høyt erosjonspotensiale ligger kost-effekten på mellom 40 og 80 kr/kg fosfor avhengig av størrelsen på dammen. Ved lavt erosjonspotensiale ligger kost-effekt på mellom 380 og 2180 kr/kg.

Kost-effekt av jordbrukstiltak

Bruk av tall for kost-effekt av jordbrukstiltak må vurderes ut fra kunnskap om tiltakene og lokal kunnskap om landskap, kilder til fosforavrenning, resipienten og jordbruksdrift. Det er vanskelig å sammenligne kost-effekt av jordbrukstiltakene med kost-effekt av tiltak i andre sektorer.

Det er også utfordringer knyttet til kravet om å oppnå kostnadseffektivitet på tvers av sektorer som det er foreskrevet i vannforskriften. Vannforvaltningen ønsker en kostnadseffektiv tiltaksgjennomføring slik at kostnadene for fosfor som fjernes blir lavest mulige – og de ønsker å kunne rangere tiltak i et nedbørfelt etter hva det koster i forhold til fosforeffekten. Det vil si at de marginale kostnader per kg fosfor er like ved tiltakene som settes inn. Det forutsetter imidlertid at effekten av fosfor fra ulike kilder er den samme - og at utslippsenheten, som i dette tilfelle er fosfor bidrar like mye til miljøproblemet uansett hvilke av aktørene som står for utslippet. Dette er imidlertid ikke tilfellet:

- Det meste av fosforet i avrenning fra jordbruksarealer er bundet til jordpartiklene. I hvilken grad partikkelbundet fosfor blir tilgjengelig for algevekst ute i resipienten avhenger av mange faktorer. Løst fosfat, derimot, er direkte tilgjengelig for algene.
- Biotilgjengeligheten varierer mellom ulike kilder. Generelt er biotilgjengeligheten av fosfor fra arealavrenning lav, mens biotilgjengeligheten av fosfor fra punktkilder normalt er høyere.
- Tidspunkt på året hvor fosforet tilføres har også stor betydning for hvordan algene reagerer på fosforet. Fosfor som tilføres med arealavrenning på høsten har kanskje mindre betydning enn det fosfor som tilføres rett før algenes vekstsesong.
- Algenes mulighet til å få tak i fosfor og utnytte det avhenger av forholdene i innsjøen. I en dyp innsjø kan partikkelbundet fosfor sedimentere og være utenfor algenes opp-taksområde, mens det er større sannsynlighet for at algene vil ernære seg av fosforet i en grunn innsjø.

Undersøkelsen av ressursbruken til administrasjon og kontroll hos Fylkesmenn og landbrukskontorer viser at administrasjonskostnadene målt som ressursbruk i forhold til tilskuddene som er utbetalt via RMP til avrenningstiltak varierer mellom 13 og 23 prosent. Samtidig viser undersøkelsen at det er landbrukskontorene som bruker mest ressurser på RMP-avrenning. Om tilskuddene målrettes mer kan man forvente at administrasjonskostnadene vil øke og motsatt.

1 Innledning

NILF og Bioforsk gjennomførte i 2009–2010 prosjektet «Kostnadseffektivitet for tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer i Østfold og Akershus». Rapport om dette ble lagt frem i 2010 (Refsgaard et al. 2010) og resultatene ble bl.a. lagt inn i tiltaksveilederen som Bioforsk har utarbeidet i tillegg til ganske omfattende formidling til fylkesmenn, bondelag og vannområder.

Sektoransvaret slik det uttrykkes i Vannforskriften innebærer at landbruket har ansvar for å utrede tiltak i egen sektor for å følge opp miljømålene i forvaltningsplanene. Bioforsk og NILF har som oppfølging av dette gjennomført prosjektet «Kost-nytte vurdering av tiltak for redusert avrenning i jordbruket» på oppdrag for SLF i perioden 1.7.2011 til 31.8.2013. I oppdraget heter det at prosjektet skal gi resultater som er anvendbare for valg og prioritering av vannmiljøtiltak i jordbruket, bl.a. i forbindelse med utarbeidelse av tiltaksplaner/forvaltningsplaner for oppfølging av Vannforskriften. Hovedformålet med prosjektet har derfor vært å få bedre kunnskap om miljøtiltakenes kostnader og virkning i forhold til redusert fosforavrenning fra ulike kornområder i Norge. Dette datagrunnlaget kan da brukes til ulike etterlyste formål. For det første til beregning av kost-effekt hvor særlig vannområdene etterlyser et bedre datagrunnlag. Videre ønsker både Fylkesmennenes landbruksavdelinger og landbrukskontorer et bedre datagrunnlag om landbrukets kostnader ved ulike tiltak. Endelig bidrar den pågående debatten om andre konsekvenser som redusert kornproduksjon, økt sannsynlighet for fusarium-smitte, økt oppblomstring av ugras m.m. til ønsker om mer samfunnsøkonomiske vurderinger av ulike tiltak, for å vurdere andre nyttevirkninger og indirekte kostnader som de ulike tiltakene impliserer. Det er i prosjektet vurdert og beregnet kost-effekt for en rekke ulike tiltak for redusert avrenning slik som redusert jordarbeiding, etablering av bufferoner og fangdammer, gjødslingstiltak m.m.

Prosjektet er avgrenset til fylker i Norge med betydelig kornproduksjon dvs. Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag.

2 Metode og forutsetninger for kostnadsberegninger og dekningsbidragskalkyler

I dette kapitlet presenterer vi metode for beregning av inntekter og kostnader for ulike dyrkingssystemer, investerings- og driftskostnader for enkelttiltak som fangdammer og buffersoner, og for redusert fosforgjødsling.

Videre har vi for tiltak i form av redusert jordarbeiding satt opp dekningsbidragskalkyler beregnet per dekar for ulike dyrkingssystemer i ulike deler av Norge. Følgende dyrkingssystemer er analysert:

- Høsthvete høstpløyd og sammenlignet med
 - Høsthvete direktesådd
 - Høsthvete høstharvet
- Vårkorn høstpløyd og sammenlignet med
 - Vårkorn høst- og vårharvet
 - Vårkorn vårpløyd
 - Vårkorn vårharvet.

Kostnadene til et tiltak er forskjellen mellom dekningsbidrag per dekar (DB) for dyrkingssystemet før tiltak, høst- eller vårkorn som er høstpløyd, og DB for dyrkingssystemet etter tiltak, høst- eller vårkorn som er høstharvet, vårpløyd eller direktesådd. Vi ser også på andre forhold som har betydning for bondens vurderinger og adferd i forhold til overgang til endret jordarbeiding, men som vi ikke har inkludert i beregningene av dekningsbidrag.

For enkelttiltak som har karakter av investeringer har vi sett på fangdammer og vegetasjonssoner. Her er beregnet investerings- og driftskostnader uttrykt som årlige kostnader.

For redusert tilførsel av fosfor som tiltak, har vi beregnet netto økonomisk effekt av estimert avlingsreduksjon.

2.1 Datagrunnlag og metode

Endret jordarbeiding, som bidrar til redusert fosforavrenning, har som oftest negative økonomiske konsekvenser for bonden. For å få et inntrykk av de økonomiske konsekvenser for bøndene ved endret jordarbeiding i ulike fylker har vi benyttet oss av ulike kilder og tilnærminger.

Fylkesmennene i Østfold, Akershus, Vestfold, Buskerud, Oppland, Hedmark, Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag har vært involvert i arbeidet gjennom deltakelse i referansegruppe, fremskaffelse av kontaktpersoner i fylket, utsendelse av diverse materiell med mer. Videre har bønder i kornområder rundt de utvalgte vannområder deltatt i fokusgrupper og spørreundersøkelse mens landbruksrådgivere ved Norsk landbruksrådgivning i vannområdene i de ulike fylkene har blitt konsultert og kvalitetssikret dekningsbidrag og forutsetninger for disse.

For beregninger av økonomiske konsekvenser for redusert jordarbeiding har vi benyttet følgende kilder:

- En kombinasjon av fokusgrupper og spørreundersøkelse blant bønder for informasjon om avlinger og kostnadsfaktorer for ulike dyrkingssystemer.
- Ekspertkunnskap om avlinger, plantevernmiddelbruk, gjødsling, dyrkingsprinsipper og maskinbruk fra rådgivere fra Norsk landbruksrådgiving.
- Statistikk over avlingsdata fra SSB som er innhentet fra Norske felleskjøp.
- Data for leiekostnader for maskin- og arbeid fra oversiktene til Norsk landbruk og Handbok for driftsplanlegging fra NILF.
- Priser fra Totalkalkylen fra Budsjettnemnda for jordbruket.
- DB-kalkyler for kornproduksjon fra NILFs Handbok for driftsplanlegging.

For beregninger av økonomiske konsekvenser for vegetasjonssoner har vi benyttet følgende kilder:

- Anne Kjersti Bakken har gitt innspill om avlingsreduksjon som følge av restriksjonene for vegetasjonssoner.
- Ola Flaten har gitt innspill om pris på rundballer.
- Svein Bovim fra Morsa gras har gitt innspill om priser på hestehøy.
- Data for leiekostnader for maskin- og arbeid samt ensileringskostnader fra Norsk landbruksrådgiving, oversiktene til Norsk landbruk, Bedre Gardsdrift, og Handbok for driftsplanlegging fra NILF.
- NILF sine Dekningsbidragskalkyler for Østlandet flatbygder har blitt brukt til å beregne kostnader ved grasfrø og kalking samt avlingsnivå.
- Johansen (2013) har blitt brukt til å vurdere FEm innholdet i høyensilasje.
- Anders Gjerlaug i Norsk landbruksrådgiving har gitt innspill om økte maskinkostnader som følge av dårligere arrondering ved vegetasjonssoner.

For kostnader for rensertiltakene fangdammer har vi benyttet opplysninger om anleggs-kostnader fra Hauge et al. (2008).

2.1.1 Fokusgrupper og telefonintervjuer

Vi har avholdt fokusgrupper i seks av fylkene (Østfold, Buskerud, Vestfold, Hedmark og Sør-Trøndelag og Nord-Trøndelag). For Oppland har det, pga. manglende kontakt på fylkesmannsnivå i begynnelsen av prosjektperioden, ikke vært avholdt fokusgruppe. Fra Østfold og Akershus har vi gjennom et tidligere prosjekt hatt fokusgrupper i til sammen fire vannområder (Refsgaard m.fl. 2010). I Akershus ble det ikke valgt ut nye vannområder, og det ble derfor ikke gjennomført fokusgruppe. I fokusgruppene deltok mellom 5–8 bønder i et 3-timers opplegg for å diskutere følgende aspekter:

- Relevante tiltak i området, herunder
 - Både hvilke tiltak som gjøres, og
 - hvilke tiltak som kunne være relevante hvis det ble gitt tilskudd.
- Konsekvenser av omlegging: Hvilke faktorer som har betydning for kostnader, endret inntekt og andre forhold det legges vekt på ved vurdering av overgang til redusert jordarbeiding, etablering av hydrotekniske tiltak eller eventuelt andre tiltak.
- Estimering av kostnadsendringer og tapte inntekter ved ulike tiltak. Det er også relevant å vurdere indirekte kostnader, slike som opplæring, informasjon etc.
- Diskusjon av relevante virkemidler for å initiere endret adferd mot mindre avrenning til vassdrag.

2.1.2 Spørreundersøkelse

Det ble sendt ut spørreskjema til gårdbrukere i hvert av vannområdene i syv av de åtte fylkene. I Akershus ble det ikke valgt ut nye vannområder. Data fra spørreundersøkelsen i Østfold og Akershus (Refsgaard m.fl. 2010) ble også inkludert. Spørreskjemaet ble utviklet med bakgrunn i informasjon og temaer som kom frem under intervjuene i fokusgruppene, og referansegruppen i prosjektet kommenterte utkast underveis. Enkelte spørsmålene ble endret noe fra Refsgaard m.fl. (2010) på bakgrunn av innspill og erfaringer vi gjorde den gang. Fylkesmannen Landbruksavdeling i hvert av fylkene var behjelpelige med å skaffe epostadresser til gårdbrukere i vannområdene, og de ble kontaktet per epost med mulighet til å svare på den nettbaserte spørreundersøkelsen. Det ble sendt ut to påminnelser til de som ikke svarte innen fristen. I tillegg gjorde vi undersøkelsen tilgjengelig gjennom en lenke på NILFs hjemmesider. Det ble trukket ut en vinner av en Ipad blant de som svarte på undersøkelsen. Svarprosenten for undersøkelsen ble 39 (tabell 2.1). Tabell 2.2 viser antall kontaktede respondenter og svarprosent for undersøkelsen i for vannområder i Østfold og Akershus i 2009.

Tabell 2.1 Antall svar og svarrespons fordelt på vannområde fra spørreundersøkelse i 2012/2013

Fylke	Antall kontaktet	Påbegynt og komplett svar	
Liervassdraget i Buskerud	90	27	30 %
Svartelva i Hedmark	273	76	28 %
Hotran i Nord-Trøndelag	44	19	43 %
Viggavassdraget i Oppland	198	46	23 %
Gaula i Sør-Trøndelag	31	6	19 %
Goksjøvassdraget i Vestfold	168	51	30 %
Rakkestadelva i Østfold	297	92	31 %
Sum	1 101	317	29 %
Svart uten ID	177	177	
Sum alle	1 278	494	39 %

Tabell 2.2 Antall svar og svarrespons målt i prosent av jordbruksareal fordelt på vannområde fra spørreundersøkelse i 2009 (Refsgaard et al. 2010)

	Antall svar	Antall svar i % av jordbruksareal	Antall svar i % av post	Antall svar i % av e-post
Morsa	73	33 %		
Haldenvassdraget	236	46 %	24 %	64 %
Pura*	64	65 %		
Leira	132	48 %		

* Bunnefjorden med Årungen og Gjersjøvassdraget

2.1.3 Kvalitetssikring fra Norsk landbruksrådgivning

Vi har gjennomført telefonintervjuer med lokale rådgivere fra Norsk landbruksrådgivning i alle de aktuelle fylkene og siden kvalitetssikret resultatene med samme rådgivere – dog er det ikke skjedd noen kvalitetssikring av resultatene for vannområdene i Akershus. For

fylkene Akershus og Østfold ble det gjennomført telefonsamtaler med rådgiver Per Ove Lindemark ved LRSørØst i det tidligere prosjektet (Refsgaard m. fl. 2010). I intervjuene har både avlinger, forutsetninger for variable kostnader til plantevern, gjødsling m.m. blitt undersøkt.

Landbruksrådgiver Atle Haugsnes har kvalitetssikret data om maskinleie og arbeid til jordarbeiding for vannområdet i Sør-Trøndelag, men kvalitetssikringen er ifølge Haugsnes egnet til å omfatte maskinleie og arbeid for alle vannområdene.

2.1.4 Hvorfor spurte vi bøndene

Vi har benyttet metoder som er basert på atferdsøkonomiske som fokusgrupper, spørreskjemaundersøkelse og intervjuer for å finne gode data for endrede kostnader og avlinger ved endret jordarbeiding. Dette har bakgrunn i at variasjon i både fysisk miljø og agro-økonomisk kontekst sannsynligvis vil føre til ulik respons fra bønder ved implementering av vannrammedirektivet (Bateman et al. 2006) og at bøndenes adferd forklares av mer enn kun økonomiske forhold. Dette betyr at vi har undersøkt hvilke faktorer bøndene mener er sentrale å vurdere, og hvor mye disse faktorene endrer seg. Videre har vi spurt om bøndenes syn på rådgivning og virkemidler.

Det er mange utfordringer knyttet til å gjennomføre tiltak i landbruket for å redusere fosforavrenningen. Dette inkluderer i noen grad ulike synspunkter mellom landbruket og andre sektorer på hva som skal legges til grunn i vurderingene av kost-effekt og derfor også hvem som har ansvar for reduksjon. Samtidig er det lite kunnskapsgrunnlag om kostnader for ulike tiltak, bl.a. er det lite forsøksmateriale fra ulike geografiske forhold tilgjengelig. Det har derfor vært viktig å forankre våre beregninger av dekningsbidrag og forutsetningene for disse gjennom diskusjoner og kommunikasjon med bønder, rådgivere og fylkesmenn. Bøndene ble inkludert på ulike måter i prosjektet, i forbindelse med utformingen av spørsmålene og i forbindelse med informasjon og oppfordringer til deltakelse i spørreundersøkelsen. Landbruksrådgivning ble kontaktet underveis og har især bidratt til å sjekke at de dyrkingsmessige resultatene ligger på nivå med det som for øvrig er kjent, og til å kvalitetssikre oppgitte avlinger, bruk av gjødsel, plantevernmidler, maskinbruk m.m.

Grunnene til å bruke en slik metode kan oppsummeres som følger:

- Variasjon i økonomiske resultater og adferd skyldes mange forhold
 - Naturgitte betingelser
 - Driftsmessige forhold (maskinutrustning, areal, bondens kunnskap og motivasjon, bondens holdning til risiko)
 - Eksterne forhold (alternativt arbeid)
- Mangel på (gode) data:
 - Det finnes få (forsøks-)data for avlinger, variable innsatsfaktorer og dekningsbidrag for de ulike jordarbeidingsmetoder under ulike geografiske forhold.

- Relative endringer:
 - Vi ser primært på relative endringer, ikke de absolutte tall for en bestemt jordarbeidingsmetode.

Innvendinger mot eksperimentell økonomi er:

- Bøndene kan oppgi høyere kostnader for å oppnå større refusjoner/tilskudd.
- Avlingstall og innsatsfaktorer er systematisk undersøkt i forsøk, så hvorfor ikke bruke disse?

Avveininger i forhold til innvendingene

- Feltforsøk tar ikke hensyn til mange av de ovennevnte årsakene. De utføres ofte under optimaliserte forhold (naturgitt og dyrkingsmessig) og representerer derfor ikke gjennomsnittsavlinger for bonden.
- Bondens adferd og valg inngår ikke i forsøket.
- Spørreundersøkelsen: Instituttene (Bioforsk og NILF) har trolig mye legitimitet hos bøndene. Hadde et tilfeldig opinionsbyrå spurt uten kjennskap til jordbruk, hadde bøndene kanskje vært mindre ærlige eller med lavere svarprosent.
- Det har generelt vært mye fokus og diskusjon rundt dette tema, slik at det er mye kunnskap og aksept for at det må settes inn tiltak.
- Bondens adferd: Hvordan bonden agerer under ulike betingelser? Dette har vi undersøkt ved å benytte data fra ulike områder som varierer mht. naturgitte betingelser, agronomiske forhold og eksterne forhold i våre analyser.

2.2 Forutsetninger for DB-beregninger ved redusert jordarbeiding

I beregning av dekningsbidrag for ulike dyrkingssystemer i ulike områder er det en utfordring at det er stor variasjon i avlinger over tid og innenfor hvert (vann)område og i noen grad også i plantevernmiddelbruk og gjødsling. Det er også variasjon i maskinbruk mellom de ulike dyrkingssystemer. Derfor er det forskjeller i dekningsbidrag etter avlønning av maskiner og arbeid som er grunnlaget for kostnader for ulike tiltak ved redusert jordarbeiding. Det vil også være variasjon i maskinkostnader mellom bruk, ikke minst på grunn av ulike størrelser av areal. Endelig vil avlønning av eget arbeid variere og vil bl.a. være relatert til alternativ inntjening. For å ta hensyn til variasjon i avlinger har vi for utgangskalkylene med høstpløyd høst- eller vårkorn beregnet dekningsbidrag i tillegg til en gjennomsnittsavling også beregnet dekningsbidrag med utgangspunkt i et dårlig og i et godt avlingsnivå. Vi har for å ta hensyn til individuell verdsetting av arbeid, beregnet dekningsbidrag både med og uten avlønning av arbeid. Endelig har vi i kalkylene vist forutsetningene for de enkelte kostnadene, slike som avlinger, såmengder, plantevernmidler, gjødseltyper, maskinoperasjoner, -kapasitet og leiepriser etc.

De gjennomsnittlige dekningsbidragene for hvert område og hvert dyrkingssystem uttrykker derfor DB-grunnlag for vurdering. På den måten synliggjør vi usikkerhet og variasjon.

2.2.1 Dekningsbidrag - resultater

I vedlegg A og på www.landbruksforum.no (kommer senere i 2013) finnes alle dekningsbidragskalkyler for hver jordarbeidingsmetode.

2.2.1.1 Østfold – kornområdene rundt Morsa, Rakkestadelva og Haldenvassdraget

Landbruksrådgivning SørØst ved Per Ove Lindemark har vært kvalitetssikrer for vannområdene i Østfold. Lindemark har både kvalitetssikret data i 2010 og igjen her i 2013. Her har vi data fra tre vannområder, Morsa, Haldenvassdraget og Rakkestadelva. Rakkestadelva vannområde i Østfold er en del av Vannområde Glomma sør for Øyern. Bønder i Rakkestad kommune som drenerer til Rakkestadelva var utgangspunktet for vår spørreundersøkelse. Kommunen har et totalareal på 420 km², herav utgjør jordbruksarealene ca. 108 000 daa eller ca. 25 prosent av arealet. En høy andel av jordbruksarealet brukes til korndyrking og det dyrkes mye hvete. I kommunen er det også en omfattende produksjon av kylling og storfe.

Avlinger

- Avlingstall baserer seg primært på spørreundersøkelsen og med kvalitetssikring og justering fra LR SørØst og med utgangspunkt i gjennomsnittlige avlingsnivå for de ulike vekster betinget ulik jordarbeidingsmetode, dvs. med svar fra de bønder som bruker den spesifikke metoden. Vårkorn er beregnet med basis i arealfordelingen som gjennomsnitt av årene 2010, 2011 og 2012. Se tabell 3.1
- Det dyrkes noe høsthvete i Østfold og arealfordelingen er 9 prosent høsthvete, 28 prosent havre, 31 prosent vårhvete og 30 prosent bygg. Det har vært vanlig med en langt høyere andel høsthvete i tørrere år, men de siste årene har det vært mindre. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 3.2.
- Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på spørreundersøkelsen og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 3.3
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR SørØst.

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrassprøyting og 1 sopp sprøyting hvert år, 1 vekstregulering og 1 sprøyting med glyfosat hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes med 1/3 dose glyfosat hvert år samt 1 ugrassprøyting og videre 1 dose ekstra mot rotugras. 1 sopp hvert år og 1 ekstra sopp annet hvert år.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrassprøyting hvert år og 1 dose glyfosat hvert 3. år. 1 dose sopp til bygg hvert år samt 1 dose sopp til vårbygg og 1/3 dose sopp til havre hvert 3. år. 1 vekstregulering hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes havren hvert 2. år med 1/3 dose glyfosat samt 1 ugrassprøyting og 1 ekstra mot rotugras. 1/3 vekstregulering hvert år. 1 ekstra sopp annet hvert år.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- Det tildeles 1 ekstra handelsgjødsling ved dyrking av hvete, mens bygg og havre kun tildeles handelsgjødsel ved såing.
- Landbruksrådgivningen anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

2.2.1.2 Akershus – kornområdene rundt Pura og Leira

For Akershus har vi data fra to vannområder som var hovedfokus i prosjektet 2008–2010. Resultatene for avlinger i Leira og PURA i Akershus baserer seg primært på spørreundersøkelsen fra 2010. Det er benyttet tall for bruk av plantevernmidler, gjødsling og maskinbruk tilsvarende som for Østfold. I tillegg har vi vist resultater på avlinger og innsatsfaktorer fra Bakkegard et al. 2007 i figur 3.2. Her har vi data fra to vannområder, PURA og Leira.

- Det dyrkes litt høsthvete i Akershus og arealfordelingen er 5 prosent høsthvete, 36 prosent havre, 17 prosent vårhvete og 41 prosent bygg. Det har vært vanlig med en langt høyere andel høsthvete i tørrere år, men de siste årene har det vært mindre. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 2.3.
- Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på spørreundersøkelsen og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 2.3.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR SørØst.

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrasssprøyting og 1 soppssprøyting hvert år, 1 vekstregulering og 1 sprøyting med glyfosat hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes med 1/3 dose glyfosat hvert år samt 1 ugrasssprøyting og videre 1 dose ekstra mot rotugras. 1 soppssprøyting hvert år og 1 ekstra soppssprøyting annet hvert år.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrasssprøyting hvert år og 1 dose glyfosat hvert 3. år. 1 dose soppssprøyting til bygg hvert år samt 1 dose sopp til vårbygg og 1/3 dose soppssprøyting til havre hvert 3. år. 1 vekstregulering hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes havren hvert 2. år med 1/3 dose glyfosat samt 1 ugrasssprøyting og 1 ekstra sprøyting mot rotugras. 1/3 vekstregulering hvert år. 1 ekstra soppssprøyting annet hvert år.

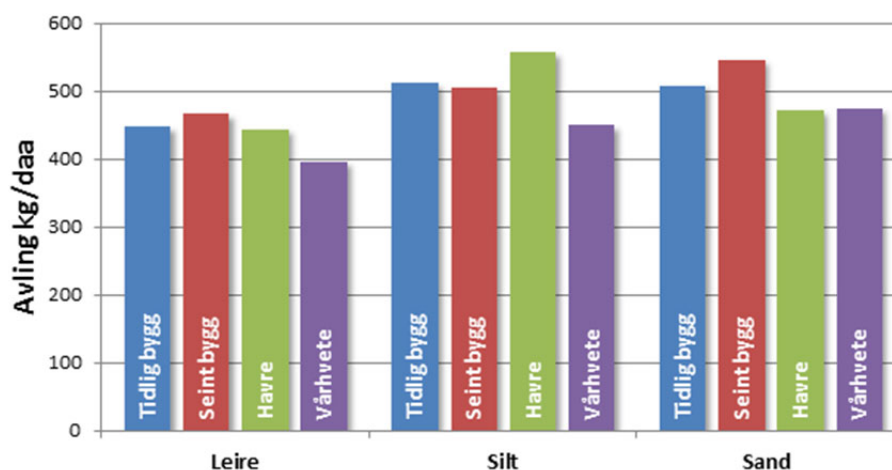
Gjødsling og øvrige variable kostnader

- Det tildeles 1 ekstra handelsgjødsling ved dyrking av hvete, mens bygg og havre kun tildeles handelsgjødsel ved såing.
- Landbruksrådgivningen anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

Landbruksrådgiver Jan Stabbetorp (landbruksrådgiver ved Romerike LR) anfører at det er viktig å huske på at i arealfordelingen mellom kornartene må en være klar over at hvete og havre ikke dyrkes de samme stedene. Havre får som oftest tildelt den dårligste jorda, mens hvete får den beste jorda. I sammenligninger mellom hvete, bygg og havre på samme type jord får vi nesten bestandig høyest avling av havre, dernest bygg mens hvete gir de laveste avlingene målt i kg/daa.

I figur 2.1 er vist gjennomsnittsavlinger av vårkorn på Romerike for de siste 14 år, dyrket på ulike jordarter. Havre trives tydelig best på siltjord, som i gjennomsnitt gir høyest avling. Tidligbygg kommer godt ut både på silt og sand. Sent bygg og vårhvete har gitt best avling på sandjord. Leirjord vil være mer utsatt for tørke og ha større svingninger i avlingene enn den tørkesterke siltjorda.

Avlingsdata fra spørreundersøkelsen, vist i tabell 2.1 viser høyest avling for vårhvete og nesten samme nivå for havre, mens bygg har lavest avling. Men som nevnt over, dyrkes artene gjerne ikke på de samme arealene. Fordelingen av bygg, hvete og havre på ulike jordarter er ikke kjent, men har betydning for forventet avlingsnivå. Det er heller ikke forsøksdata fra områdene som viser avlingene for ulik jordarbeiding.



Figur 2.1 Gjennomsnittsavling på ulike jordarter

Kilde: Bakkegård et al. 2007

2.2.1.3 Kornområder rundt Goksjøvasdraget i Vestfold

Goksjøvasdraget er valgt som studieområde. Dette vassdraget ligger sørøst i vannområde Numedalslågen, og dekker deler av kommunene Sandefjord, Andebu, Stokke og Larvik.

Nedslagsfeltet er på totalt 196 000 daa og av dette er om lag 37 000 da dyrka jord. Av dette benyttes ca. 30 000 da til korndyrking, ca. 7500 da til gras og ca. 750 da til grønnsaker og potet. I gjennomsnitt for Vestfold såes 20 prosent av kornarealene til med høstkorn (hvete og rug), og de seneste årene har andelen med rug økt slik at det i de siste årene har vært omtrent like store arealer med rug som med hvete. Jordarten er hovedsakelig siltig lattleire.

Tidligere landbruksrådgiver Jon Holmsen fra LR Viken har vært kvalitetssikrer på avlingsnivåer for de ulike typer av jordarbeiding. Landbruksrådgivning SørØst ved Per Ove Lindemark har vært kvalitetssikrer for plantevernmiddelbruk, gjødsling for kornområdene rundt Goksjø. Årsaken er at Vestfold LR ved Ingvild Evju er relativ nyansatt landbruksrådgiver og anbefalte Lindemark som mer kompetent som kvalitetssikrer.

Det er litt andre jordarter i Vestfold og avlingene er lavere enn i Østfold for høsthvete og veksten overvintrer dårligere (Per Ove Lindemark, Landbruksrådgivning SørØst). I følge Jon Holmsen er det stort avlingspotensiale for høsthvete høstpløyd med god etablering og sikre avlinger, mens det er større dyrkningsusikkerhet når det høstharves og enda større om man direktesår høsthvete.

I følge Jon Holmsen vå viste en del praktiske forsøk på 90-tallen hvor det ble sammenlignet høstpløyd, vårpløyd og vårharvet vårkorn. Resultatene viste små forskjeller i avlingsnivå mellom jordarbeidingsmetodene og det var liten reduksjon i vårpløyd sammenlignet med høstpløyd vårkorn. Ulike forhold som mye nedbør på våren som er

ugunstig om det er høstpløyd og forsommertørke som er ugunstig om det er vårpløyd vil påvirke forskjellene i avlingsnivå. Imidlertid er det en del praktiske forhold som bl.a. arbeidsfordeling over året i dagens kornproduksjon i Goksjøområdet som betyr at vårpløyd vårkorn har lavere avlinger. Det er arealmessig relativt store bruk fra 500 til 1500 dekar i Goksjøområdet, hvilket gjør at bøndene har redusert kapasitet til å være rettidig ute om våren slik at vårkornavlingene skjønnes redusert for vårpløyd sammenlignet med høstpløyd. Sammenlignes pløyd med ikke-pløyd vil ofte våte somre resultere i dårligere avlinger hvis det ikke er pløyd. Den vanligste formen for endret jordarbeiding i Vestfold, er overgang fra høstpløying til vårpløying. Det gis høye RMP-tilskudd til utsatt jordarbeiding i Vestfold. Likevel ligger kun 40 prosent av kornarealene i stubb om vinteren. Dette tilsier at vårpløying ikke anses lønnsomt for bonden, selv med høye tilskudd.

Avlinger

- Avlingstall baserer seg primært på spørreundersøkelsen og med kvalitetssikring og justering fra LR SørØst og med utgangspunkt i gjennomsnittlige avlingsnivå for de ulike vekster betinget ulik jordarbeidingsmetode, dvs. med svar fra de bønder som bruker den spesifikke metoden. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 2.3.
- Det dyrkes litt høsthvete i Vestfold og arealfordelingen er 6 prosent høsthvete, 18 prosent havre, 45 prosent vårhvete og 25 prosent bygg. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 2.4.
- Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på spørreundersøkelse og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Se tabell 2.5.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR SørØst.

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrasssprøyting og 1 sopp-sprøyting hvert år, 1 vekstregulering og 1 sprøyting med glyfosat hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes med 1/3 dose glyfosat hvert år samt 1 ugrass-sprøyting og 1 ekstra sprøyting mot rotugras.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrasssprøyting hvert år og 1 dose glyfosat hvert 3. år. 1 dose sopp-sprøyting til bygg hvert år samt 1 dose sopp-sprøyting til vårhvete og 1/3 dose sopp-sprøyting til havre hvert 3. år. 1 vekstregulering hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes havren hvert 2. år med 1/3 dose glyfosat samt 1 ugrasssprøyting og 1 ekstra mot rotugras. 1/3 vekstregulering hvert år. 1 sopp-sprøyting hvert år og 1 ekstra sopp-sprøyting annet hvert år.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- Det tildeles 1 ekstra handelsgjødsling ved dyrking av hvete, mens bygg og havre kun tildeles handelsgjødsel ved såing.
- LR anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

2.2.1.4 Kornområder rundt Liervassdraget i Buskerud

Spørreundersøkelsen gikk til bønder i Liervassdraget. Dette omfatter Lier kommune samt noe av nabokommunene og utgjør total 610 000 dekar, hvorav 36 600 dekar dyrket mark.

Vi har brukt følgende kommuner som utgangspunkt for våre «DB-grunnlag for vurdering»: Ringerike, Hole, Modum, Øvre Eiker og Lier. Mye av arealene er under marin grense med jordarter som lettleire, silt og leire. Området er preget primært av deltidsbønder og noen få heltidsbønder. De fleste deltidsbønder har generelt mindre tid til landbruksdriften enn heltidsbøndene – og de færreste pløyer. Isteden harver de, ofte kun på våren, men også noe om høsten da det er tilskudd til dette. Heltidsbøndene, som har større areal, prioriterer korndyrkingen mer og kan da også få til en bedre jordarbeiding. Mange heltidsbønder har større areal med bygg som har mer potensial for større avlinger under gode forhold.

Landbruksrådgivning Østafjells ved Erik Hørluck Berg har kvalitetssikret forutsetninger for DB-kalkyler for hvilke kornområder, for avlingsnivå og variasjon, og for plantevernbruk og gjødsling.

Avlinger

- Beregnet avlingsnivå ut i fra SSB-statistikk over innveid korn benyttes, men er korrigert for bygg og refererer seg alle primært til vårharving alene da de fleste er deltidsbønder og pløyer lite. Høstharvet høsthvete danner utgangspunkt for beregning av høstpløyd høsthvete. Lier-vassdraget har ikke representative gjennomsnittsavlinger for hele det nevnte kornområdet i Buskerud og det er i tillegg også relativt få svar. Lave og høye avlinger er skjønnsvurdert av Berg. Berg mener det for øvrig er liten forskjell på de tre vårkornartene. Se tabell 2.1.
 - Harving på høsten gjøres i noen grad p.g.a. tilskudd til dette, men det gir også litt høyere avlinger. Totalt sett så får dyktige kornbønder samme avlinger om de høstharver og vårharver som når de pløyer. Sammenligner vi imidlertid høstpløying med høstharving resulterer dette i en del avlingsreduksjon, men pløying er kostnads- og ressurskrevende.
- Arealfordelingen er 4 prosent høsthvete, 32 prosent havre, 26 prosent vårhvete og 36 prosent bygg. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 2.2.
- Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på survey og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 2.3.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR Buskerud

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrasssprøyting og 2,5 soppssprøyting hvert år, 1 vekst-regulering og 1 sprøyting med glyfosat hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes med 1/3 dose glyfosat hvert år.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrasssprøyting hvert år og 1 dose glyfosat hvert 3. år. 1 dose soppssprøyting til bygg, 1.5 dose soppssprøyting til vårhvete og 1/2 dose soppssprøyting til havre hvert år. 1 vekst-regulering hvert 4. år.
 - Ved redusert jordarbeiding uendret plantevernregime.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- Bøndene selv gjødsler i forhold til det de ønsker. Derimot anbefaler landbruksrådgiver Berg som regel lavere N-gjødsling enn mange andre, da han mener at andre

faktorer som især jordarbeiding er mer avgjørende for avlingsnivået. Anbefalte mengder er 1,2–1,5 kg P per daa for arealer med P-AL-tall fra 10–15 og 8–9 kg N per daa.

- LR anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

2.2.1.5 Kornområder rundt Viggavassdraget i Oppland

Utvalgt vannområde for våre studier er nedbørfeltet til elva Vigga som renner ut i Randsfjorden. Vannområdets nedbørfelt er på 354 km², og landbruksarealet er 99 500 daa fulldyrket som er jordsmonnskartlagt. I tillegg kommer noe overflatedyrkede beiter etc. Nedbørfeltet dekker store deler av Lunner, Gran og deler av Jevnaker kommune. Arealet er for det meste dekket av skog (75 %). Skogen er av relativt høy bonitet, 61 prosent av skogarealet er i klasse høy bonitet og 28 prosent er i klassen middels bonitet. 28 prosent av arealet er dekket med jordbruk. Jordbruksområdene er konsentrert langs Vigga og på Hadelandsåsen med skråningene ned mot Randsfjorden. De produktive arealene ble tidlig dyrket opp, og Hadeland har mange gamle bondegårder, noen helt tilbake fra før Kristi fødsel. I dag er det stor arealdyrking av korn, grønnsaker, frukt o.l. i kombinasjon med dyrehold. Bl.a. var området lenge størst i landet innen svinhold. Landbruksdriften i dag er dominert av kornproduksjon og en del grasdyrking og hestebeiter. Svin og eggproduksjon er det også noe av, selv om den totale husdyrtettheten i dag ikke er veldig høy.

Tallene er kvalitetssikret ved Norsk landbruksrådgivning Oppland v/landbruksrådgiver Erik Åberg.

Avlinger

- Avlingstall baserer seg primært på spørreundersøkelsen og med kvalitetssikring og justering fra LR Oppland. Især for vårhvete, bygg og havre er spørreundersøkelse-resultatene realistiske. Derimot har det vært lite høsthvete de siste årene og spørreundersøkelsen gir et litt for lavt avlingsnivå, Åberg antar høsthvete har likt avlingsnivå som vårhvete. Se tabell 2.3.
 - Det er lite erfaringer med høstharvet og direktesådd høsthvete, men anslag fra spørreundersøkelsen er realistiske. Det har liten innvirkning på avlingene hvorvidt det høst- eller vårpløyes over tid. Ved harving av vårkorn forventes den antatte reduksjonen på 7 prosent å være realistisk.
- Arealfordelingen i Oppland er som følger: 0 prosent høsthvete, 9 prosent havre, 13 prosent vårhvete og 77 prosent bygg. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 2.4.
- Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på spørreundersøkelsen og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 2.5.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR Oppland.

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrassprøyting og 1 soppssprøyting hvert år, 1 vekst-regulering hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes med 1 dose glyfosat hvert år.

- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrassprøyting hvert år og 1 dose glyfosat hvert 3. år. 1 dose sopp-sprøyting til bygg og 1 dose sopp-sprøyting til vårhvete hvert år samt 1 dose sopp-sprøyting til havre hvert 3. år.
 - Ved redusert jordarbeiding sprøytes med 1 dose glyfosat hvert år.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- LR anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

2.2.1.6 Kornområder – rundt Svartelva i Hedmark

Området som er valgt ut er del av vannområde Mjøsa og omfatter vannforekomsten Svartelva med Rokoelva, Lageråa og andre bekker. Arealet er på totalt 489 000 daa. Det utgjør mesteparten av Løten kommune og i tillegg deler av kommunene Hamar, Elverum og Stange. Dyrka mark utgjør 26 prosent av arealet. Hovedtyngden av kornproduksjonen i Hedmark foregår på østsiden av Mjøsa. Vannområde Mjøsa dekker imidlertid både vest- og østsiden av Mjøsa og dekker således både deler av Hedmark og deler av Oppland. Det er store variasjoner i avlinger innover i skiftene fra Mjøsa og det samme gjelder innover fra Mjøsa og innover i kommunene. På de nedre flate områdene er avlingene mest utsatt for svingninger i fuktig klima.

Data er kvalitetssikret fra Hedmark Landbruksrådgivning ved landbruksrådgiver Harald Solberg.

Avlinger

- Avlingstall baserer seg primært på spørreundersøkelsen og med kvalitetssikring og justering fra LR Hedmark. For avlingene så er det liten forskjell på om det er pløyd på våren eller høsten. Se tabell 2.3.
 - De seneste tre årene har avlingsreduksjonene ved redusert jordarbeiding vært større enn tidligere pga. fuktigere vær. Spesielt bygg responderer mye på dårligere vekstbetingelser. Under gode vekstforhold er det tilnærmet samme avlinger for redusert jordarbeiding som for pløyd og under nedbørsunderskudd er redusert jordarbeiding en fordel.
- Det dyrkes lite høsthvete i Hedmark. Statistikk fra SLF viser 27 prosent havre, 18 prosent vårhvete og 54 prosent bygg. Vårhveten fordeler med ca. 50 prosent i hvert av de to rådgivningsenheter, mens ca. 70 prosent av bygg- og havrearealet er i Solør-Odal området. Se tabell 2.4.
- Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på survey og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Se tabell. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 2.5.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR Hedmarken.

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrassprøyting, 1 glyfosatsprøyting hvert 3. år, 1,5 sopp-sprøyting hvert år, 1 vekstregulering hvert 3. år.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrassprøyting hvert år og 1 dose glyfosat hvert 3. år. 2/3 dose sopp til bygg, samt 1 dose sopp til vårhvete 1 dose sopp til havre hvert 3. år, 1 vekstregulering hvert 3. år.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- LR anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

2.2.1.7 Kornområder i rundt Gaula i Sør-Trøndelag

I Sør-Trøndelag ble områdene Risstadelva, Byneset i Trondheim kommune og Vannområde Gaula valgt ut. Det er få fulltidsbønder, mest deltidsbønder i kornområdene i Sør-Trøndelag. Vanligste jordarbeidingsform er pløying høst eller vår.

Landbruksrådgivning Sør-Trøndelag ved landbruksrådgivere Anders Eggen, Håvar Hanger har vært kvalitetssikrere på avlinger, plantevern og gjødsling. Landbruksrådgiver Atle Haugsnes har kvalitetssikret maskinleie og arbeid til jordarbeiding for Ristadelva og Byneset i Sør-Trøndelag men også for Hotra-elva i Nord-Trøndelag

Avlinger

- Det er veldig få avlingstall fra spørreundersøkelsen, likevel gir avlingsnivåene et greit grunnlag for avlingsnivå ifølge LR Sør-Trøndelag. Data fra SSB på levert avlinger gir ikke et godt nivå for avlinger, da det er mange områder inkludert hvor kornproduksjon i utgangspunktet er vanskelig. Se tabell 2.3.
- Høsthvetenivået i spørreundersøkelsen er realistisk, men det har vært vanskelige såforhold de seneste år. I tillegg ønsker kornmottakene i liten grad høstvetete i Trøndelag. Agronomisk sett er høstvetete derimot en fin vekst som er god å ha i vekstskiftet. For vårkorn er det kun bygg og havre som er realistisk å dyrke. Havre gir i utgangspunktet samme avlinger som bygg, men dyrkes ofte på den dårligste jorda. Ca. 2/3 av vårkornet høstpløyes og 1/3 vårpløyes. Imidlertid er avlingene stort sett de samme og det skyldes nok mye vane og i noen grad arbeidstidsfordeling at så stor en andel pløyes på høsten. Harving er lite utbredt. Se tabell 2.4.
- Arealfordelingen i Sør-Trøndelag er som følger: 1 prosent høstvetete, 13 prosent havre, 1 prosent vårhvete og 85 prosent bygg. Især er vårhvete vanskelig å få til. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 2.5.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR Sør-Trøndelag

- Høstvetete høstpløyd: 1 ugrassprøyting i bygg hvert år og 1 dose 0,85 ganger i havre, 1 dose sopp hvert år.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrassprøyting i bygg hvert år og 1 dose 0,85 ganger i havre, 1 dose glyfosat hvert 3. år. 1,5 dose soppsprøyting hvert år samt 1 dose vekstregulering hvert 3. år.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- LR anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.

Maskinleie

- Ved vårpløying erstattes 0,5 såbedsharving med tromling.

2.2.1.8 Kornområder rundt Hotran i Nord-Trøndelag

Nedslagsfeltet er Hotran med Hotranelva og Hotrakanalen i Levanger kommune i Vannområde Inn-Trøndelag. Hotran er totalt 20 000 dekar hvorav 11 500 dekar jordbruksareal. Jordbruksdrifta i området er korn, svin og melk. De fleste bruk i Nord-Trøndelag er heltidsbruk og veldig mange har husdyr (gris) og bruker husdyrgjødsel.

Kvalitetssikring av spørreundersøkelsen og statistikk fra Statistisk sentralbyrå samt tidligere NILF-undersøkelse er gjennomført av rådgiver Ingrid Gauslaa, Norsk landbruksrådgivning Nord-Trøndelag.

Det er viktig å være obs på at de oppsatte kalkyler er basert på kornproduksjon i de deler av fylket hvor det dyrkes korn. F.eks. har kalkylene for høsthvete et relativt høyt avlingsnivå for Nord-Trøndelag, hvilket skyldes at når det dyrkes høsthvete, så er det på områder med gode lokale forutsetninger for dyrking av høsthvete.

Avlinger

- SSB-data for avlinger er generelt for lave, hvilket bl.a. skyldes at mange benytter en del av avlingene i husdyrproduksjonen, især gjelder dette for høsthvete. Ifølge Gauslaa dyrkes høsthvete primært i de sørlige delene av Nord-Trøndelag og da kun under gode betingelser. De oppsatte kalkylene for høsthvete er derfor basert på spørreundersøkelsen og gode betingelser. Avlingsnivået for dyrking av bygg og havre, som er de mest utbredte kornartene på den største delen av arealet, har et relativt likt avlingsnivå på 440 kg per dekar flg. Gauslaa med en liten tendens til høyere avlinger i havre enn i bygg. Nord i fylket forventes et litt lavere avlingsnivå på ca. 400 kg per daa. Det er tilnærmet ingen avlingsforskjell mellom vår- og høstpløyd især i områder med siltig leire, dog kan det være vanskelig å lykkes med vårpløying i områder med stiv leire. Det er en relativ større andel som høstpløyer i Trøndelag enn på Østlandet, hvilket kan skyldes RMP-tilskudd. Samtidig er det mye kaldere jord i Trøndelag og pløying er derfor mer påkrevd for å få til gode avlinger enn lengre sør. Se tabell 2.3.
- Det er få erfaringer med redusert jordarbeiding, og nesten ingen med direkte såing, men de foreslåtte avlingsendringene i surveyen er realistiske. Forsøk fra Kvithamar viste en 7 prosent avlingsreduksjon på leirjord og 19 prosent reduksjon på siltig sand ved vårharving fremfor pløying høst eller vår. Spørreundersøkelsen viser en avlingsreduksjon på 10 prosent. Endringer ved overgang til redusert jordarbeiding baserer seg også på survey og kvalitetssikring fra LR med angitte prosentintervaller for endringer i avlinger. Harves det på høsten i tillegg til våren vil det være litt gunstigere for avlingene. Avlingsreduksjon ved endring fra høstpløyd vårkorn til vårpløyd vårkorn er basert på skjønn fra landbruksrådgiver. Se tabell 2.4.
- Arealfordelingen i Nord-Trøndelag er som følger: 1 prosent høsthvete, 6 prosent havre, 1 prosent vårhvete og 92 prosent bygg. Vårkorn beregnes som et vektet gjennomsnitt av vårhvete, havre og bygg. Se tabell 2.5.
- Basispriser på korn er innhentet fra Totalkalkylen (Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012). For hvete er det estimert 50 prosent matkorn og 50 prosent forkorn.

Plantevernmidler: Baserer seg på innspill til anbefalinger/bruk fra LR Nord-Trøndelag.

- Høsthvete høstpløyd: 1 ugrasssprøyting, 1/3 dose glyfosat, 1 soppssprøyting og 1 vekst-regulering.
- Vårkorn høstpløyd: 1 ugrasssprøyting hvert år og 1 dose glyfosat, 1/2 sopp sprøyting i bygg og 1vekstregulering i havre.

Gjødsling og øvrige variable kostnader

- LR anbefaler 400 kg kalk per dekar hvert 5. år tilsvarende 80 kg per dekar per år.
- Husdyrgjødsling med svinegylle.

Tabell 2.3 Avlinger for ulike kornarter, i ulike områder og basert på ulike kilder

Fylke *			Høstvetete		Vårhvetete		Bygg		Havre	
			Avling (kg/daa)	info	Avling (kg/daa)	info	Avling (kg/daa)	info	Avling (kg/daa)	info
Østfold	SSB-data	innlevert*	406				393		402	
	Morsa	LR og survey	553	30	444	29	431	33	474	37
	Haldenvassdraget	LR og survey	510	101	422	104	398	168	416	185
	Rakkestadelva	LR og survey	525	54	466	96	439	88	483	88
	Kornområde høstpløyd	LR	554	19	473	3	405	4	463	4
Kornområde høstpløyd	Haldenvassdraget	LR og survey	518	76	448	12	422	25	444	30
	Rakkestadelva	LR og survey								
	SSB-data	innlevert*	364				348		355	
	PURA	survey	531	31	450	44	433	41	472	47
	Leira	survey	522	35	438	44	389	91	425	104
Kornområde høstpløyd	PURA	survey	533	22	460	9	480	9	440	5
	Leira	survey	520	33	420	7	392	23	421	29
Vestfold	SSB-data	innlevert*	399				386		383	
	Goksjø	survey	484	11	441	41	403	36	425	37
Kornområde høstpløyd	LR	484		441		403		425		
Buskerud	SSB-data	innlevert*	367				320		327	
	Liervassdraget	survey	275	2	475	10	381	12	362	11
	<i>Primært deltidsbønder og de pløyer ikke, derfor viser SSB- og survey-data avlinger basert på harving</i>									
Kornområde høstpløyd	LR	493		414		407		406		
Oppland	SSB-data	innlevert*	393				332		327	
	Vigga	survey	433	3	469	22	385	55	440	13
Kornområde høstpløyd	LR	469		469		385		440		
Hedmark	SSB-data	innlevert*	437				377		324	
	Svartelva	survey	500	1	544	52	490	97	501	18
Kornområde høstpløyd	LR	500		544		490		501		
Sør-	SSB-data	innlevert*	376				336		346	
	Gaula	survey	500	2	.	0	424	9	450	6
Kornområde høstpløyd	LR									
Nord-Trøndelag	SSB-data	innlevert*	321				330		285	
	Hotran	survey	600	4	.	0	384	15	355	2
<i>Høstvetete dyrkes kun få steder og da under optimale forhold</i>										
Kornområde høstpløyd	LR	600				420		429		

*avlingstall er basert på SSB-data for levering til Norske Felleskjøp som gjennomsnitt fore årene 2009–2011 <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveselections.asp>

* avlingstall basert på <https://www.ssb.no/statistikkbanken/selectvarval/saveselections.asp>

* avlingstall basert på survey og kvalitetssikring for kornproduksjon rundt vannområdene Rakkestadelva, Goksjøvassdraget, Liervassdraget, Viggavassdraget, Svartelva, Gaula og Hotran baserer seg på gjennomsnitt for årene 2010–2012

En feilkilde i forhold til arealfordelingen i tabell 2.4. er at det arealet som høstes og som det derfor kan søkes produksjonstilskudd for er at det ikke inneholder de arealer som har overvintret dårlig. Det kan være betydelige arealer som går ut pga. dårlig overvintring, og det er minst like stor avrenning fra høstkornarealene som går ut som de arealene som overvintrer godt.

Tabell 2.4 Arealfordeling for høstvetete, havre, vårhvete og bygg i ulike områder og basert på ulike kilder, gjennomsnitt av årene 2010, 2011 og 2012

Fylke		Areal i daa	Arealandel i %	Intern fordeling av av vårkorn
Østfold	Korn i alt	563 767		
	Høstvetete		9 %	
	Havre		28 %	31 %
	Vårhvete		31 %	35 %
Bygg	30 %	34 %		
Akershus	Korn i alt	586 433		
	Høstvetete		5 %	
	Havre		36 %	38 %
	Vårhvete		17 %	18 %
Bygg	41 %	43 %		
Vestfold	Korn i alt	253 400		
	Høstvetete		6 %	
	Havre		18 %	27 %
	Vårhvete		45 %	18 %
Bygg	25 %	55 %		
Buskerud	Korn i alt	213 633		
	Høstvetete		4 %	
	Havre		32 %	9 %
	Vårhvete		26 %	14 %
Bygg	36 %	77 %		
Oppland	Korn i alt	200 067		
	Høstvetete		0 %	
	Havre		9 %	34 %
	Vårhvete		13 %	28 %
Bygg	77 %	38 %		
Hedmark	Korn i alt	542 967		
	Høstvetete		0 %	
	Havre		27 %	20 %
	Vårhvete		18 %	51 %
Bygg	54 %	29 %		
Sør-Trøndelag	Korn i alt	170 267		
	Høstvetete		1 %	
	Havre		13 %	13 %
	Vårhvete		1 %	1 %
Bygg	85 %	86 %		
Nord-Trøndelag	Korn i alt	309 367		
	Høstvetete		1 %	
	Havre		6 %	6 %
	Vårhvete		1 %	1 %
Bygg	92 %	93 %		

Kilde: Jordbruksstatistikk fra SSB for 2012 <http://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/korn>

Tabell 2.5 Endringer i avlingsnivå ved redusert jordarbeiding for høst- og vårkorn i ulike områder

Område	Kornart	Høstvetete		Vårkorn			
		Fra høstpløyd til direktesådd	Fra høstpløyd høstharvet	Fra pløyd til høst- og vårharvet	Fra høstpløyd vårpløyd	Fra pløyd til vårharvet	
Kornområder rundt Morsa i Østfold	Høstvetete	-27 %	-22 %				
	Havre			-6 %	-14 %	-11 %	
	Vårhvetete			-6 %	-14 %	-11 %	
	Bygg			-6 %	-14 %	-11 %	
Kornområder rundt Haldenvassdraget i Østfold	Høstvetete	-21 %	-18 %				
	Havre			-6 %	-13 %	-11 %	
	Vårhvetete			-6 %	-13 %	-11 %	
	Bygg			-6 %	-13 %	-11 %	
Kornområder rundt Rakkestadelta i Østfold	Høstvetete	-28 %	-22 %				
	Havre			-6 %	13 %	-16 %	
	Vårhvetete			-6 %	13 %	-16 %	
	Bygg			-6 %	13 %	-16 %	
Kornområder rundt Pura i Akershus	Høstvetete	-22 %	-10 %				
	Havre			-6 %	-14 %	-13 %	
	Vårhvetete			-6 %	-14 %	-13 %	
	Bygg			-6 %	-14 %	-13 %	
Kornområder rundt Leira i Akershus	Høstvetete	-11 %	-16 %				
	Havre			-6 %	-14 %	-14 %	
	Vårhvetete			-6 %	-14 %	-14 %	
	Bygg			-6 %	-14 %	-14 %	
Kornområder rundt Svartelva i Hedmark	Høstvetete	-15 %	-15 %				
	Havre			-7 %	0 %	-7 %	
	Vårhvetete			-7 %	0 %	-7 %	
	Bygg			-12 %	0 %	-12 %	
Kornområder rundt Viggavassdraget i Oppland	Høstvetete	-15 %	-15 %				
	Havre			-7 %	0 %	-7 %	
	Vårhvetete			-7 %	0 %	-7 %	
	Bygg			-7 %	0 %	-7 %	
Kornområder rundt Lierelva i Buskerud	Høstvetete	ikke aktuell	-10 %				
	Havre			utgangspunkt er vårkorn vårharvet, da hovedsakelig deltidsbønder	-5 %	0 %	-9 %
	Vårhvetete				-5 %	0 %	-9 %
	Bygg				-5 %	0 %	-9 %
Kornområder rundt Goksjøvassdraget i Vestfold	Høstvetete	-24 %	-15 %				
	Havre			-6 %	-6 %	-12 %	
	Vårhvetete			-6 %	-6 %	-12 %	
	Bygg			-6 %	-6 %	-12 %	
Kornområder rundt Gaula i Sør-Trøndelag	Høstvetete						
	Havre						
	Vårhvetete						
	Bygg						
Kornområder Hotran i Nord-Trøndelag	Høstvetete		uaktuell	-10 %	0 %	-10 %	
	Havre						
	Vårhvetete		lite vårhvetete	-10 %	0 %	-10 %	
	Bygg						

2.2.2 Faste kostnader herunder arbeidsavlønning – til maskinleie

I fokusgruppene fikk vi innspill til maskinbruken, dvs. antall og type av operasjoner og prisnivå for ulike jordarbeidingsteknikker og dette ble så konsultert med landbruksrådgiverne. Det er brukt leiepriser fra Norsk landbruk som er de som ligger til grunn for tall i Handbok for driftsplanlegging fra NILF. Leieprisene inneholder kostnader til avlønning av både maskiner og arbeidskraft til maskinbruken. Endelig har landbruksrådgiver Atle Haugnes i Sør-Trøndelag kvalitetssikret forutsetningene for maskinleie. For å ta hensyn til variasjon i avlønning av arbeidskraft har vi også beregnet kostnader uten avlønning av arbeidskraft.

Tabell 2.6 Forutsetninger for beregning av kostnader til maskinleie med og uten avlønning av arbeid

	Leiepris for maskiner og arbeid* (kr/time)		Eks. på antall operasjoner**	Kapasitet i timer/daa	Kostnader i kr/daa ved avlønning arbeid**
	m/arbeidsavlønning på 310 kr/time	m/arbeidsavlønning på 0 kr/time			
Plog (4-skjærs)	850	540	1,0	0,15	128
Såbedsharv	810	500	1,5	0,05	61
Stubbharv	600	290	0,0	0,04	0
Trommel	578	268	0,0	0,05	0
Sentrifugalspreder	690	380	1,5	0,03	34
Tankvogn blautgjødsel	870	560	1,0	0,00	0
Såmaskin	958	648	1,0	0,08	77
Åkersprøyte	875	565	2,3	0,03	61
Tresking	1 750	1 440	1,0	0,08	140

* baserer seg på tall fra Norsk landbruk 2012 og Handbok for driftsplanlegging 2011/2012 fra NILF og kvalitetssikring fra Atle Haugnes, Norsk landbruksrådgiving Sør-Trøndelag

** antall operasjoner vil variere med dyrkingssystem og med område og derfor også kostnader

2.3 Dekningsbidrag ved ulike typer jordarbeiding

I tabell 2.7 er vist et sammendrag av dekningsbidrag etter variable kostnader, etter maskinleie og etter både maskinleie og arbeid for hvert dyrkingssystem og for hvert område. Det er videre inkludert de viktigste delresultater i beregning av dekningsbidrag. I tillegg til disse resultatene som er basert på middelavlinger har vi beregnet dekningsbidrag med utgangspunkt i dårlig og god avling for høstpløyd høsthvete og høstpløyd vårkorn.

I vedlegg A er alle de individuelle dekningsbidragene vist.

Tabell 2.7 Dekningsbidrag ved ulike typer jordarbeiding

Korn-områder rundt	Vekst	Jordarbeiding	Produksjonsinntekter	Variable kostnader	DB	Maskinleie	DB etter maskinleie	Arbeid	Dekningsbidrag etter maskinleie og arbeid		
									Middel avling	Lav avling	Høy avling
Pura i Akershus	Høstkorn	høstpløyd	1 346	562	784	344	440	156	284	18	503
		direktesådd	1 050	568	482	291	191	125	65	-141	237
		høstharvet	1 211	576	636	303	333	138	195	-43	393
	Vårkorn	høstpløyd	1 020	445	575	325	250	141	110	-108	281
		høst- og vårpløyd	974	465	509	284	225	122	102	-106	266
		vårharvet	877	437	440	325	115	141	-26	-214	121
		887	461	427	284	143	122	20	-169	170	
Leira i Akershus	Høstkorn	høstpløyd	1 313	560	753	344	409	156	252	-124	439
		direktesådd	1 169	573	595	291	304	125	179	-156	345
		høstharvet	1 103	570	533	303	230	138	92	-224	249
	Vårkorn	høstpløyd	908	439	469	325	145	141	4	-199	187
		høst- og vårpløyd	867	459	408	284	124	122	2	-192	176
		vårharvet	781	432	349	325	24	141	-117	-291	40
		781	455	326	284	42	122	-80	-254	77	
Morsa i Østfold	Høstkorn	høstpløyd	1 399	564	834	344	491	156	334	-35	531
		direktesådd	1 021	566	455	291	164	125	38	-231	182
		høstharvet	1 091	570	521	303	219	138	81	-207	234
	Vårkorn	høstpløyd	1 023	442	581	325	256	141	115	-43	317
		høst- og vårpløyd	977	462	514	284	230	122	108	-43	300
		vårharvet	880	435	445	325	120	141	-21	-158	152
		910	459	451	284	167	122	45	-96	224	
Haldenvassdraget i Østfold	Høstkorn	høstpløyd	1 308	560	748	344	404	156	248	-73	409
		direktesådd	1 033	567	466	291	175	125	50	-204	177
		høstharvet	1073	569	504	303	201	138	63	-200	196
	Vårkorn	høstpløyd	1 001	442	559	325	234	141	94	-122	215
		høst- og vårpløyd	956	462	493	284	210	122	87	-119	202
		vårharvet	871	435	436	325	110	141	-31	-218	75
		891	459	432	284	148	122	25	-166	133	
Rakkestadelva i Østfold	Høstkorn	høstpløyd	1 325	561	764	344	420	156	264	43	521
		direktesådd	954	563	391	291	100	125	-26	-185	159
		høstharvet	1 030	567	463	303	160	138	22	-149	222
	Vårkorn	høstpløyd	1 056	445	611	325	286	141	145	-49	329
		høst- og vårpløyd	1 008	466	543	284	259	122	136	-49	312
		vårharvet	1 056	445	611	325	286	141	144	-49	328
		890	459	431	284	147	122	24	-139	179	
Goksjovasdraget i Vestfold	Høstkorn	høstpløyd	1 222	556	666	344	322	156	166	-35	470
		direktesådd	929	562	367	291	76	125	-50	-202	181
		høstharvet	1 039	567	471	303	169	138	31	-140	290
	Vårkorn	høstpløyd	1 006	440	567	325	242	141	101	-90	317
		høst- og vårpløyd	961	460	501	284	217	122	94	-88	300
		vårharvet	1 006	440	567	325	241	141	100	-91	316
		881	456	425	284	141	122	19	-149	207	

Tabell 2.7 (forts.) Dekningsbidrag ved ulike typer jordarbeiding

Korn-områder i	Vekst	Jordarbeiding	Produksjonsinntekter	Variable kostnader	DB	Maskinleie	DB etter maskinleie	Arbeid	Dekningsbidrag etter maskinleie og arbeid		
									Middel avling	Lav avling	Høy avling
Liervassdraget i Buskerud	Høstkorn	høstpløyd	1 244	456	788	369	419	170	249	116	602
		<i>direktesådd</i>				<i>ikke relevant</i>					
		høstharvet	1 131	458	673	311	362	142	220	98	540
	Vårkorn	høstpløyd	924	400	523	325	199	141	58	-120	253
		høst- og vårpløyd	882	398	484	267	217	113	103	-66	290
vårharvet		924	400	523	325	198	141	57	-121	252	
		840	396	444	267	177	113	64	-98	241	
Svartelva i Hedmark	Høstkorn	høstpløyd	1 263	566	696	344	352	156	196	-57	701
		<i>direktesådd</i>	1 073	557	516	274	241	116	125	-89	555
		høstharvet	1 073	557	516	286	230	128	101	-113	531
	Vårkorn	høstpløyd	1 133	427	706	325	382	141	241	41	422
		høst- og vårpløyd	1 025	468	557	267	290	113	176	-4	340
vårharvet		1 133	468	665	325	340	141	199	-1	380	
		1 025	468	557	267	290	113	176	-4	340	
Viggavassdraget i Oppland	Høstkorn	høstpløyd	1 184	589	595	372	223	172	51	-186	228
		<i>direktesådd</i>	1 007	621	386	308	78	135	-57	-259	93
		høstharvet	1 007	621	386	320	66	147	-81	-283	69
	Vårkorn	høstpløyd	915	467	448	336	112	147	-36	-226	316
		høst- og vårpløyd	851	493	357	284	74	122	-49	-226	278
vårharvet		915	467	448	336	112	147	-36	-226	316	
		851	493	357	284	74	122	-49	-226	278	
Gaula i Sør-Trøndelag	Høstkorn	høstpløyd	1 263	442	820	344	476	156	320	-59	572
		<i>direktesådd</i>				<i>ikke relevant</i>					
		høstharvet				<i>ikke relevant</i>					
	Vårkorn	høstpløyd	945	355	590	325	266	141	125	-95	321
høst- og vårpløyd					<i>ikke relevant</i>						
vårharvet		945	355	590	326	264	149	116	-104	312	
					<i>ikke relevant</i>						
Hotran i Nord-Trøndelag	Høstkorn	høstpløyd	1 515	459	1 056	344	712	156	556	240	808
		<i>direktesådd</i>				<i>ikke relevant</i>					
		høstharvet				<i>ikke relevant</i>					
	Vårkorn	høstpløyd	936	394	543	325	218	141	78	-190	367
		høst- og vårpløyd	843	389	454	267	187	113	74	-167	335
vårharvet		936	394	543	325	218	141	77	-191	367	
		843	389	454	267	187	113	74	-167	335	

2.4 Investerings- og driftskostnader for fangdammer

Hauge m.fl. (2008) har beregna kostnader ved 77 fangdammer på Jæren og i Morsa. Kostnadene uttrykker anleggs- og vedlikeholdskostnader per år. Tabell 2.8 viser resultatene fra denne undersøkelsen. Vi ser at kostnadene per arealenhet synker med størrelsen på fangdammen. Vi har brukt inflasjonsjusterte kostnader når vi har beregnet kostnadseffektivitet for fangdammer.

Tabell 2.8 Kostnader per flateenhet per år for fangdammer, sortert etter tre størrelser

Størrelse	Kr/m ²
< 1 daa	14,27
1–3 daa	9,57
> 3 daa	6,49

Kilde: Hauge et al. (2008)

2.5 Kostnader ved etablering og drift av vegetasjonssoner

2.5.1 Forutsetninger

Følgende krav gjelder ved RMP tilskudd til vegetasjonssoner:

1. Gras skal etableres. I noen fylker kan dette være ettårig eller flerårig. I andre fylker kan graset ikke fornyes oftere enn hvert 5. år (lagt til grunn i våre beregninger).
2. Sonen skal etableres på fulldyrka arealer langs åpen grøft, bekk, elv eller sjø
3. Arealet skal ikke sprøytes eller gjødsles, men det finnes dispensasjonsmulighet.
4. I de fleste fylker er det krav om at arealet skal høstes. Beiting regnes som høsting og tillates når det ikke fører til betydelige skader på grunn av hard beiting eller tråkk. Arealet må høstes for at man kan motta arealtilskudd.
5. Krav om bredde varierer fra fylke til fylke og varierer fra 5 til 12 meter.

Vi har forutsatt at avlingene høstes og at de derfor har en verdi. Vi har tatt utgangspunkt i tall fra Ellevold (2012) over middeltall for grovfôravlinger for 1980–2010 for Østlandet flatbygder og Trøndelag flatbygder. Vi har videre nedjustert avlingene med 35 prosent (Bakken, pers. medd.), som følge av at man ikke kan sprøyte eller gjødsle.¹ Dette er et gjennomsnittstall og kan variere mye med jordart og andre dyrkningsforhold. Endelig har vi nedjustert avlingene med 25 prosent (Bovim, pers. medd.), som følge av at vegetasjonssoner ofte flommes over. Dette er en naturlig følge av at sonene skal være langs åpen grøft, bekk, elv eller sjø. Det er viktig å være klar over at det er store variasjoner her som ikke kommer fram i våre dekningsbidragsberegninger. Års-variasjonene og de geografiske variasjonene kan være store.

Verdien av grovforavlinger kan være vanskelig å fastsette. De varierer ut i fra om man bruker de i egen produksjon eller for salg, hva slags type grovfôr man produserer og etterspørselen etter grovfôr varierer sterkt ut i fra vekstforhold i gjeldende sesong og nærhet til markedet. Vi har valgt å lage dekningsbidrag for rundballer og for høyensilage til hestefôr. For rundballer har vi forutsatt at man får 2,25 kr/FEm (forenheter melk) og for

¹ I en del fylker er det vanlig å gi dispensasjonsmulighet slik at man kan gjødsle med maks 10 kg nitrogen/dekar.

høyensilage til hestefôr har vi forutsatt at man får 4,30 kr/FEm. Dersom man produserer høyensilage til hestefôr er det ofte at deler av avlinga blir for tilslammet til at den kan brukes som hestehøy siden kvalitetskravene ved hestehøy er store. Ved beregninga av verdien av avlinga ved hestehøyproduksjon har vi derfor forutsatt at ¼ av avlinga blir total ødelagt av flom, ½ av avlinga kan brukes til hestehøy og ¼ av avlinga kan brukes som rundballer (Bovim, pers.medd.).

Tabell 2.9 viser forutsetninger for beregning av kostnader til maskinleie med avlønning av arbeid. Tabellen baserer seg på leiepriser fra *Norsk landbruk* (2012) og *Bedre gardsdrift* (2012). For å ta hensyn til dårlig arrondering har vi økt disse leieprisene med 10 prosent (Gjerlaug pers. medd.).

Tabell 2.9 Forutsetninger for beregning av kostnader til maskinleie med og uten avlønning av arbeid

	Leiepris for maskinger og arbeid (kr/time)		Eks. på antall operasjoner**	Kapasitet i timer/daa	Kostnader i kr/daa ved avlønning arbeid**
	Arbeid på 310 kr/timer	Arbeid på 0 kr/time			
Plog (4-skjærs)	850	540	0,2	0,15	26
Såbedsharv	810	500	0,2	0,05	8
Slådd					8
Trommel	578	268	0,2	0,05	6
Såmaskin	958	648	0,2	0,08	15

Kilde: Norsk landbruk (2012); Ellevold (2012), kvalitetssikring fra Atle Haugnes, Norsk landbruksrådgiving Sør-Trøndelag; Bedre Gardsdrift (2012)

Kostnadene ved fôr høsting er satt til 170 kr/ball for slått, pressing og pakking, 25 kr/ball for ensileringsmiddel, 18 kr/ball for sanking/stabling av rundballer til teigkant og 36 kr/ball for ekstra plast ved høyensilage (Bedre gardsdrift, 2012). For rundballer til drøvtyggere forutsettes det 191 FEm/ball og for høyesilage til salg til hest forutsettes 216 Fem/ball (Johansen, 2013; Flaten, pers. medd.). Også disse kostnadene er oppjustert med 10 prosent for å ta hensyn til dårlig arrondering.

Ved beregninger av dekningsbidrag har vi ikke tatt med tilskudd. Våre tall kan derfor ikke brukes til å beregne hva som lønner seg på gardsnivå.

2.5.2 Dekningsbidragsresultater

Tabell 2.14 viser dekningsbidrag ved vegetasjonssoner hvor man produserer rundballer og høyensilage. For Østlandet flatbygder har vi beregna at gjennomsnittlig dekningsbidrag etter maskinleie og arbeid ved produksjon av rundballer er 78 kr/daa og 178 kr/daa for høyensilage. Tilsvarende tall for Trøndelag flatbygder er 76 kr/daa og 176 kr/daa. Disse tallene skjuler store variasjoner mellom ulike områder og ulike år.

Tabell 2.10 viser også endringen i dekningsbidrag om man går fra kornproduksjon til vegetasjonssone. Vi ser at man stort sett sitter igjen med et lavere dekningsbidrag om man

går fra høstkorn til vegetasjonssone med rundballer. Det samme gjelder ofte for vårkorn som er høstpløyd eller høstharvet. For vårkorn som er vårpløyd og/eller vårharvet er tendensen at vegetasjonssone med rundballer gir et høyere dekningsbidrag. Økonomien i høyensilage for hestefôr er langt bedre enn ved rundballer. Med unntak av høstkorn som er høstpløyd, er det bare Pura, Buskerud og Hedmark som har høyere dekningsbidrag for korn enn for høyensilage.

Det er viktig å huske på at tallene i tabell 2.10 er svært usikre og at variasjonene er store. Selv om dekningsbidraget ved høyensilage er høyere enn ved korn, er også risikoen større enn ved kornproduksjon siden man har problemer med tilslamning. Dette problemet øker med økende nedbør og ekstremvær. Videre er det begrensa marked for hestehøy i Norge, og man må ofte konkurrere med hestehøy fra Sverige. Om produksjonen av hestehøy øker vill prisene mest sannsynlig falle betydelig siden etterspørselen etter høy er konstant (uelastisk) på kort sikt. Det er viktig å huske på at våre dekningsbidrag for hestehøy baserer seg på en rekke forutsetninger som ikke alltid er gjeldende, for eksempel avsetning for høyet. I mange områder er ikke markedet for høy utviklet og kunder kan finne seg i lang avstand fra vegetasjonssonene (noe som vil øke kostanden betraktelig). Antagelig vil et samarbeid mellom gårdbrukere være en forutsetning for kostnadseffektiv produksjon og salg av høy fra vegetasjonssoner.

Videre er det viktig å være klar over at markedet for rundballesalg varierer med geografi og år. Nærhet til strofe, sau og geiteproduksjon kan være viktig for å få solgt rundballer. Videre vil etterspørselen etter rundballer være lav i år med gode vekstforhold. Man kan forvente at husdyrprodusenter klarer å produsere rundballer billigere enn man klarer ved vegetasjonssoner siden de kan bruke egen husdyrgjødsel, mens man i vegetasjonssoner ikke har mulighet til å gjødsle. Endelig er det viktig å være klar over at vi har brukt gjennomsnittstall for Østlandet flatbygder. I de områdene hvor kornavlingene er lavere enn gjennomsnittet kan det være grunn til å tro at også grasavlingene er lavere enn gjennomsnittet og omvendt. Mens dekningsbidragene for kornavling bl.a. baserer seg på en spørreundersøkelse til bønder, gjør ikke tallene for vegetasjonssoner det. I framtiden hadde det vært ønskelig å gjennomføre en slik spørreundersøkelse for å få mer sikre tall for vegetasjonssoner.

Tabell 2.10 Dekningsbidrag (kr/daa) etter maskinleie og arbeid ved vegetasjonssone med rundballe og høyensilage produksjon samt ved kornproduksjon

Kornområder rundt	Vekst	Jordarbeiding	Dekningsbidrag (kr/daa) etter maskinleie og arbeid				
			Korn	Rundballe	Høyensilage	Fra korn til rundballe	Fra korn til høyensilage
Pura i Akershus	Høstkorn	Høstpløyd	284	78	178	-206	-106
		Høstharvet	195	78	178	-117	-17
	Vårkorn	Høstpløyd	110	78	178	-32	68
		Vårpløyd	-26	78	178	104	204
		Vårharvet	20	78	178	58	158
Leira i Akershus	Høstkorn	Høstpløyd	252	78	178	-174	-74
		Høstharvet	92	78	178	-14	86
	Vårkorn	Høstpløyd	4	78	178	74	174
		Vårpløyd	-117	78	178	195	295
		Vårharvet	-80	78	178	158	258
Morsa i Østfold	Høstkorn	Høstpløyd	334	78	178	-256	-156
		Høstharvet	81	78	178	-3	97
	Vårkorn	Høstpløyd	115	78	178	-37	63
		Vårpløyd	-21	78	178	99	199
		Vårharvet	45	78	178	33	133
Haldensvassdraget i Østfold	Høstkorn	Høstpløyd	248	78	178	-170	-70
		Høstharvet	63	78	178	15	115
	Vårkorn	Høstpløyd	94	78	178	-16	84
		Vårpløyd	-31	78	178	109	209
		Vårharvet	25	78	178	53	153
Rakkestadelva i Østfold	Høstkorn	Høstpløyd	264	78	178	-186	-86
		Høstharvet	22	78	178	56	156
	Vårkorn	Høstpløyd	145	78	178	-67	33
		Vårpløyd	14	78	178	64	164
		Vårharvet	24	78	178	54	154
Goksjøvassdraget i Vestfold	Høstkorn	Høstpløyd	166	78	178	-88	12
		Høstharvet	31	78	178	47	147
	Vårkorn	Høstpløyd	101	78	178	-23	77
		Vårpløyd	48	78	178	30	130
		Vårharvet	19	78	178	59	159

Tabell 2.10 (forts.) Dekningsbidrag (kr/daa) etter maskinleie og arbeid ved vegetasjonssone med rundballe og høyensilage produksjon samt ved kornproduksjon

Kornområder rundt	Vekst	Jordarbeiding	Dekningsbidrag (kr/daa) etter maskinleie og arbeid					
			Korn	Rundballer	Høyensilage	Fra korn til rundballer	Fra korn til høyensilage	
Liervassdraget i Buskerud	Høstkorn	Høstpløyd	249	78	178	-171	-71	
		Høstharvet	220	78	178	-142	-42	
	Vårkorn	Høstpløyd	58	78	178	20	120	
		Vårpløyd	57	78	178	21	121	
		Vårharvet		64	78	178	14	114
Svartelva i Hedmark	Høstkorn	Høstpløyd	196	78	178	-118	-18	
		Høstharvet	101	78	178	-23	77	
	Vårkorn	Høstpløyd	241	78	178	-163	-63	
		Vårpløyd	199	78	178	-121	-21	
		Vårharvet		176	78	178	-98	2
Viggavassdraget i Oppland	Høstkorn	Høstpløyd	51	78	178	27	127	
		Høstharvet	-81	78	178	159	259	
	Vårkorn	Høstpløyd	-36	78	178	114	214	
		Vårpløyd	-36	78	178	114	214	
		Vårharvet		-49	78	178	127	227
Gaula i Sør-Trøndelag	Vårkorn	Høstpløyd	125	76	176	-49	51	
		Vårpløyd	116	76	176	-40	60	
Hotran i Nord-Trøndelag	Vårkorn	Høstpløyd	78	76	176	-2	98	
		Vårpløyd	77	76	176	-1	99	
		Vårharvet	74	76	176	2	102	

2.6 Økonomiske konsekvenser av redusert fosforgjødsling

I Norge har vi gjødslingsnormer som tar hensyn til både plantevekst og forurensningsrisikoen. Normene er utarbeidet som et delvis kompromiss mellom disse to faktorene. Ved fosforgjødsling etter norm regner en likevel med at det ikke er noe avlingstap i forhold til å gjødsle over norm. Derfor er det ingen kostnader i form av tapt avling ved å redusere fosforgjødsling til normen. Det kan være aktuelt å redusere fosforgjødslingen til under norm dersom forbedret vannkvalitet har høy prioritet. Ved stor reduksjon i fosforgjødsling kan det oppstå avlingstap og dette kan gi kostnader for bonden. Dessuten kan det være kostnader forbundet med å kjøpe fosforfri gjødsel og i forbindelse med å håndtere et overskudd av husdyrgjødsel, men de kostnader er ikke vurdert her. For øvrig er effekt av redusert fosforgjødsling på avling og fosfortap diskutert i avsnitt 3.2.

3 Tiltak og effekter

I dette kapittel har vi beskrevet metode for evaluering av tiltakseffekter og dessuten er det en gjennomgang av forhold som har betydning for effekten. Tiltakene som er med i denne rapporten, omfatter redusert og endret jordarbeiding (bl.a. høstharving, overvintring i stubb og direktesåing), redusert fosforgjødsling, vegetasjonssoner og fangdammer. Det er flere tiltak utover disse som bør vurderes når en tiltaksplan settes opp, bl.a. grasdekte vannveier og hydrotekniske tiltak, og beskrivelse av disse tiltakene kan finnes på Tiltaksveilederen for jordbruk (www.bioforsk.no/tiltak). Kunnskap om nedbørfeltet og identifikasjon av kilder til fosforavrenning bør danne grunnlag for valg av tiltak.

Beregning av tiltakseffekter i denne kost-effekt analysen er gjort ved bruk av Agricat-modellen (Borch et al., 2010). Modellen beregner gjennomsnittlig effekt av tiltak over flere år basert på undersøkelser som er gjort for hvert av tiltakene samt ekspertvurderinger. Det er viktig å ta høyde for variasjon i tiltakseffekter når kost-effekt skal regnes ut. Det er mye større variasjon i effekter av tiltak i jordbruket enn i andre sektorer, noe som skyldes naturgitte forhold (variasjon i vær og landskap). Tiltakseffektene som er beregnet her er derfor gjennomsnittsverdier. I tillegg bør det tas høyde for at fosfor fra diffus avrenning fra jordbruk har forholdsvis lav biotilgjengelighet, siden en stor andel av fosforet er partikkelbundet.

3.1 Redusert og endret jordarbeiding

Redusert og endret jordarbeiding omfatter andre typer jordarbeiding enn høstpløying. Det vil si enten høstharving, direktesåing, og overvintring i stubb med påfølgende vårharving eller vårpløying. Effekten av jordarbeidingstiltak er vurdert på bakgrunn av ruteforsøk. Det vil si at effekten som måles i bekken er effekten av jordarbeidingen på en rute pluss eventuell sedimentasjon som skjer i landskapet på vei til bekken. I dette avsnitt er kunnskap om effekter av jordarbeidingstiltak fra ruteforsøk beskrevet. Det er lagt vekt på å beskrive årsaker til variasjon i tiltakseffekter slik at det kan inngå i de lokale vurderingene og bidra til en mer effektiv og målrettet gjennomføring av tiltak.

3.1.1 Forsøk og erosjonsklasser

I 2011 ble det laget en sammenstilling av 20 nordiske forsøk med effekt av jordarbeiding på fosfortap (Bechmann et al., 2011). Miljøeffekter av jordbruksdrift er dessuten beskrevet i Kværnø et al. (2012), som denne teksten refererer til. Ruteforsøkene er gjort i Norge, Sverige, Finland og Danmark. Forsøksoppleggene som er med varierer og det har hatt betydning for de oppnådde resultater.

Det er gjort flest forsøk på arealer med høy risiko for erosjon og fosfortap, det vil si arealer med høy/meget høy risiko for erosjon (erosjonsklasse 3 og 4; se tabell 3.1). I forhold til målsetningen om å oppnå god vannkvalitet er det imidlertid ofte behov for å iverksette tiltak også på arealer med lavere erosjonsrisiko, til tross for at effekten per arealenhet er forholdsvis lav. På grunn av at det kun er gjennomført få forsøk på flate arealer er usikkerheten i effekt av jordarbeiding større på disse arealer. I tillegg til usikkerheten er

også variasjonen i effekt større på flate arealer. Ved valg av tiltak bør en vurdering av usikkerhet og variasjon i tiltakseffekt inngå.

Tabell 3.1 Erosjonsklasser og tilsvarende jordtap (Skog og Landskap)

Erosjonsklasse	Jordtap (kg/dekar)
1 – Liten	> 50
2 – Middels	50 – 200
3 – Høy	200 – 800
4 – Meget høy	< 800

Erosjonsrisikokart fra Skog og Landskap med inndeling i liten, middels, høy og meget høy erosjonsrisiko (tabell 3.1) blir brukt som grunnlag for tiltaksgjennomføring. Kartene er basert på en kartlegging gjennomført i felt, men likevel er det ikke alle lokale forhold som er med i kartene. Forsøk viser at den målte erosjon kan avvike mye fra det som er angitt på erosjonsrisikokartet (tabell 3.2). Det betyr også at effekten av tiltakene kan avvike fra det som planlegges på grunnlag av erosjonsrisikokartet.

3.1.2 Jordarbeidingseffekt i ulike erosjonsklasser

Det er god sammenheng mellom avrenning av fosfor og jorderosjon for kornområder i Norge. Resultater fra forsøk viser tydelig at det er større jord- og fosfortap ved høstpløying sammenlignet med andre jordarbeidingssystemer slik som høstharving, overvintring i stubb med påfølgende vårpløying eller vårharving og direktesåing vår eller høst. Dette gjelder både høstkorn- og vårkornarealer.

Tabell 3.2 Erosjonsrisikoklasse og gjennomsnittsverdier for jordtap (kg/daa) ved høstpløying og ved jordarbeiding på våren i norske rutefelter, basert på tidsserier med måledata

Felt	Erosjons- risikoklasse*	Jordtap ved høstpløying	Jordtap ved jordarbeiding om våren
Askim**	3	Ca. 400	Ca. 50
Bjørnebekk**	3	Ca. 520	Ca. 95
Øsaker**	2	Ca. 100	Ca. 20
Hellerud**	3	Ca. 200	Ca. 20
Syverud	3	Ca. 20	Ca. 10
Kvithamar***	2	Ca. 80	Ca. 30
Skjetlein***	2	Ca. 70	Ca. 40
Apelsvoll	2	Ca. 4	Ca. 2

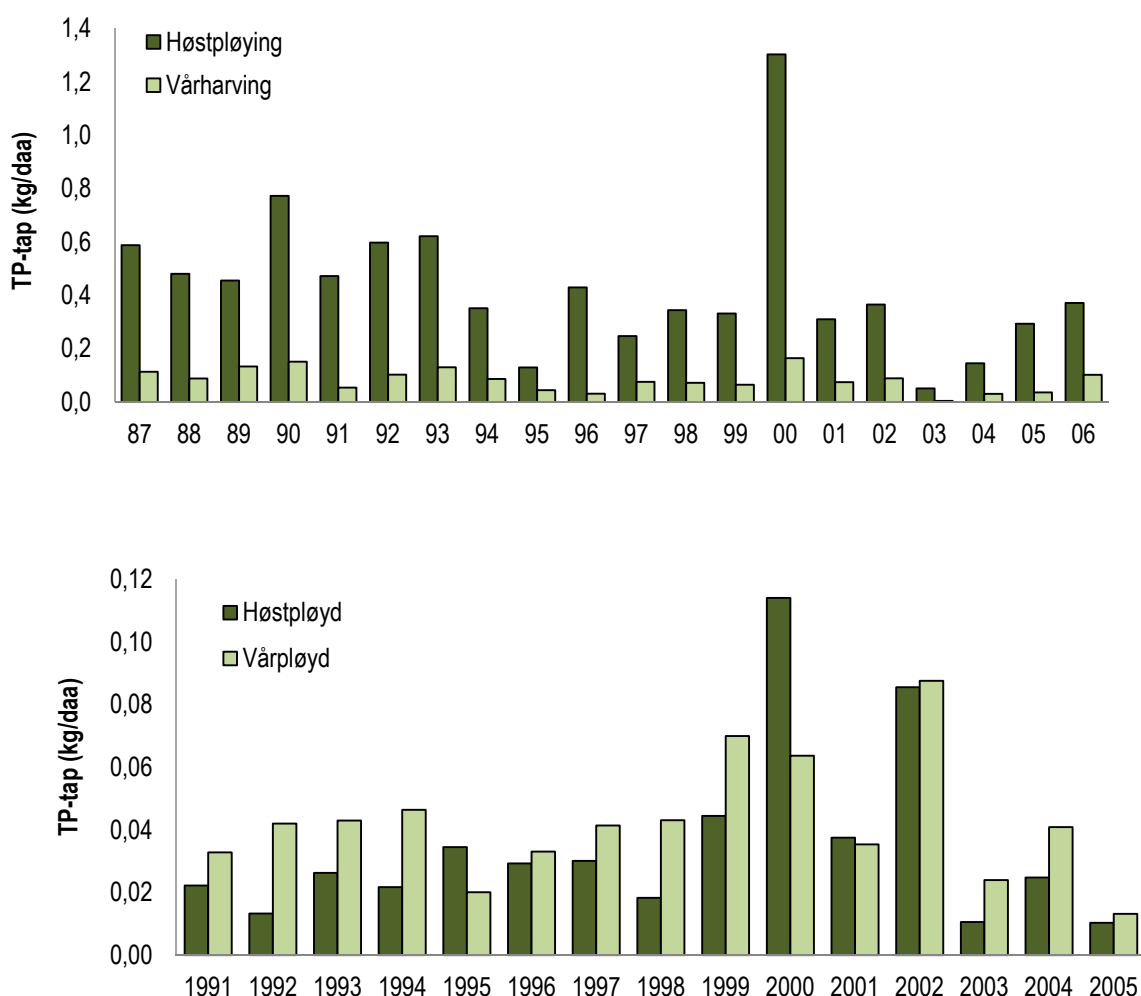
* Erosjonsrisiko fra Skog og Landskap

** Kun overflateavrenning målt/mulig å ta med i dataanalysen

*** Tap gjennom grøftene = ca. 95 % av totale tap

I norske forsøk oppnås det stor reduksjon av jordtapet ved endring fra høstpløying til jordarbeiding om våren, men det er stor variasjon i effekten som oppnås (tabell 3.2). Generelt er det større effekt av redusert jordarbeiding på partikkeltapet på arealer med høy erosjonsrisiko.

Som eksempler kan en trekke frem Askim- og Syverudforsøkene som ligger i Akershus, har 13 prosent helling og høy erosjonsrisiko ifølge erosjonsrisikokartet fra Skog og Landskap. Askimforsøket har likevel mye større erosjon fordi det er planert, har lavere innhold av organisk stoff og dårlig jordstruktur (tabell 3.2) (Skøien et al., 2012), mens Syverudforsøket har høyt innhold av organisk stoff, god jordstruktur og lav erosjon. Fosfortapet er altså mye større på Askim sammenlignet med Syverud. Tilsvarende er effekten av å utsette jordarbeiding til våren stor på Askim, mens den er liten og varierer mye på Syverud. Siden erosjonsrisiko for et areal har stor betydning for effekten av jordarbeiding, er den en viktig del av grunnlaget for beregning av jordarbeidingseffekt.

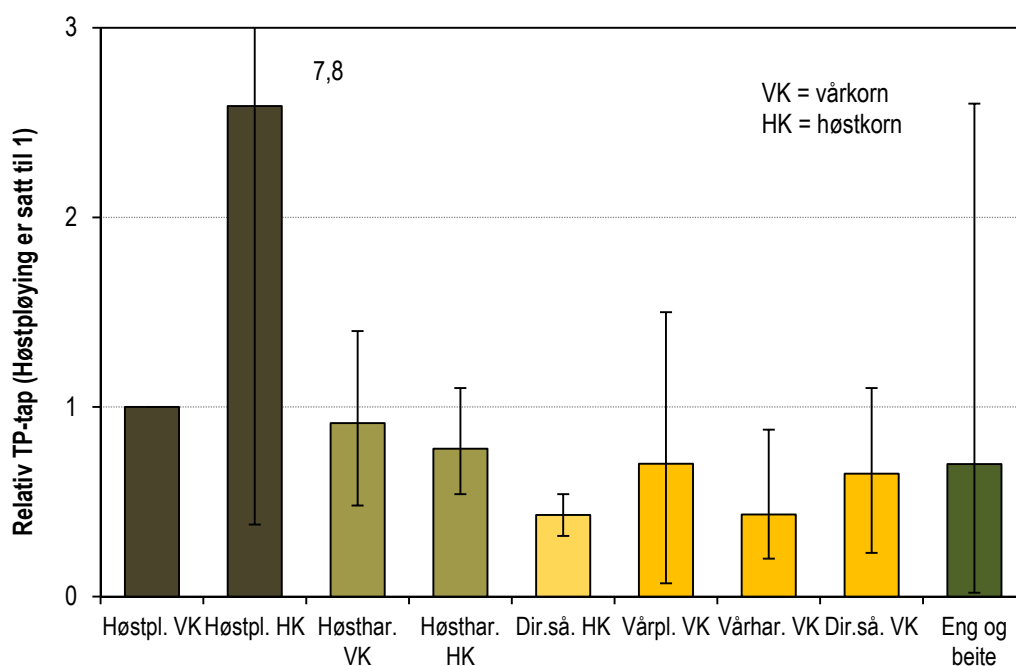


Figur 3.1 Effekt av jordarbeiding på fosfortap i overflateavrenning fra Askim (øverst) og Syverud (nederst)(Bechmann et al., 2011)

3.1.3 Stor variasjon fra år til år

Ruteforsøkene viser at det er stor variasjon i effekt av jordarbeiding på jordtapet mellom år og mellom ulike felt. Figur 3.1 viser at det er stor forskjell i årlige fosfortap og effekter av jordarbeiding for Askim og Syverudforsøkene. Nedbørmengde og fordeling av nedbør til ulike tider av året har avgjørende betydning for effekten av jordarbeiding. For eksempel vil tidspunkt for nedbør om høsten være avgjørende for forskjellen mellom tidlig og sen høstpløying. Snøsmeltingen er en viktig periode for overflateavrenning og erosjon, og variasjoner mellom år kan også tilskrives snø- og teleforhold de enkelte år. Enkelte år kan det være meget store tap av partikler og fosfor, selv på forholdsvis flate og lite erosjonsutsatte arealer, f.eks. på grunn av tele i bakken, og i disse årene vil effekten av redusert jordarbeiding normalt være stor. Slike forskjeller i værforhold kan bety at en ikke får den effekten av endringen i jordarbeiding som var planlagt.

De årlige fosfortap i Syverudforsøket viser dessuten at en i år med ekstrem nedbør og store fosfortap kan ha god effekt av endret jordarbeiding, selv om en i de fleste år ikke har målt effekt på overflateavrenningen i dette forsøket (figur 3.1). Ved planlegging av jordarbeidingstiltak må en vurdere om en ønsker effekt i ekstreme år med stor erosjon eller om det er gjennomsnittsåret det planlegges for. Klimaendringer som fører til økt nedbør og nedbørintensitet kan gi økt erosjon og dermed økt effekt av endret jordarbeiding på fosfortap.



Figur 3.2 Gjennomsnittlig effekt av ulike typer jordarbeiding i nordiske ruteforsøk

3.1.4 Jordarbeidingsmetoder

I gjennomsnitt for de nordiske forsøkene er det best effekt på fosfortap ved overvintring i stubb (vårpløying og vårharving) og ved direktesåing av høstkorn (figur 3.2). Høstpløying med etterfølgende såing av høstkorn gir store fosfortap. Såing av høstkorn etter høstpløying bidrar til å løsne jorda. Derfor er det i gjennomsnitt betydelig større jordtap

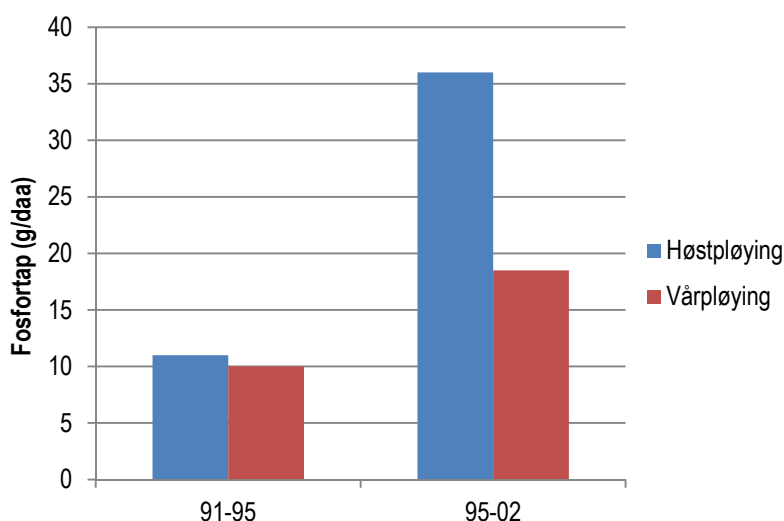
fra arealer som blir høstpløyd med etterfølgende såing av høstkorn, sammenlignet med høstpløyd areal hvor pløgsla ligger urørt over vinteren. Men resultatene viser store variasjoner fra år til år og fra sted til sted (figur 3.2). Risiko for erosjon og fosfortap ved høstpløying til høstkorn avhenger av hvor godt høstkornet etablerer seg, noe som igjen avhenger av været før og etter såing, og spesielt temperaturen utover høsten.

Effekten av harving kan i praksis variere mye. Den utføres med ulike jordarbeidingsredskap, som etterlater jorda i ulik tilstand. Harvedybden, jordstrukturen og hvor mye planterester som blir liggende igjen på overflaten kan være vesentlig for resultatet av høstharving og betydningen for fosfortap. Forskjellen i jordas overflatetilstand mellom høstharving og høstpløying kan i noen tilfeller være liten og fosfortapet kan dermed være lik for de to metodene.

Jordarbeidingsmetodene er ikke entydige og variasjonene i utførelsen kan gi stor forskjell i effekt på jord- og fosforavrenning og det kan bety at effekten blir mindre enn forventet. Tydelige krav til jordarbeidingstiltakene har stor betydning for effekten som kan oppnås.

3.1.5 Grøfteavrenning

Det fleste resultater dreier seg om effekt av jordarbeiding på overflateavrenning (figur 3.1). Det finnes lite tilgjengelige resultater om effekten av jordarbeiding på partikkel- og fosfortap gjennom drengrøftene, men målinger på Syverudforsøket tyder på at redusert jordarbeiding også fører til reduksjon i partikkel- og fosfortapet gjennom grøftene (Kværnø og Bechmann, 2008) (figur 3.3). Effekten er antagelig noe mindre for grøftevann sammenlignet med overflatevann. I kost-effekt analysen er jordarbeidingseffekten beregnet for summen av overfalte- og grøftevann på bakgrunn av de få forsøksresultatene som finnes for grøfteavrenning.



Figur 3.1 Effekt av jordarbeiding om våren og høsten på fosfortap fra drengrøftene i Syverudfeltet (Ås)

3.1.6 Erosjonsfosfor og biotilgjengelighet

Det meste av fosforet i avrenning fra jordbruksarealer er bundet til jordpartiklene. I hvilken grad partikkelbundet fosfor blir tilgjengelig for algevekst ute i resipienten avhenger av mange faktorer. På lang sikt kan en regne med at stort sett alt fosfor blir tilgjengelig for algevekst, dersom det er tilgjengelig i vannmassene. Men hvis partikkelbundet fosfor derimot sedimenterer og dekkes av andre sedimenter på bunnen av en dyp innsjø vil det ikke lenger være tilgjengelig for algene. Dessuten skjer en stor del av erosjonen og fosfortapene fra jordbruksarealer ved høy vannføring og da kan fosforet bli skylt gjennom innsjøen uten å bidra til økt fosforstatus der. Spesielt når den høye avrenningen skjer på høsten er det mindre risiko for at den bidrar til økt algevekst på sommeren.

Løst fosfat, derimot, er direkte tilgjengelig for algene. Konsentrasjonen av løst fosfat kan derfor ha stor betydning selv om det utgjør en mindre andel av den totale fosforavrenningen. En jord med høy fosforstatus vil gi høyere andel løst fosfat i avrenningen.

Det er en del forsøksresultater som tyder på økt tap av løst fosfat ved gjentatt direktesåing over mange år. Ved direktesåing over flere år uten blanding av jord fra ulike sjikt, øker fosforinnholdet i de øverste jordlagene og kan bidra til de økte konsentrasjoner av løst fosfat i overflateavrenning. Også ved overvintring i stubb er det målt økt tap av løst fosfat i overflatevann i enkelte forsøk. Utfrysing av fosfor fra planterester har sannsynligvis bidratt til økningen. Forsøk på arealer med høy erosjon har derimot vist at både total fosfor og løst fosfat reduseres ved overvintring i stubb (Grønsten et al., 2007). Sammenhengen mellom jordarbeiding og avrenning av løst fosfat er med andre ord komplisert og jordas fosforinnhold har også betydning for konsentrasjonen av løst fosfat i avrenning fra de ulike jordarbeidingsystemene. Kunnskap om betydningen av partikkelbundet og løst fosfat for vannkvaliteten er avgjørende for vurdering av disse resultatene og her er det mange kunnskapshull. Derfor bør en vurdere effekten av jordbrukstiltakene i forhold til alt fosfor, men ha i bakhodet at fosfor fra jordbruket har en mindre biotilgjengelig form enn fosfor fra kilder, som kloakk og spredt avløp.

3.1.7 Erosjonsprosesser i landskapet

Det er flere faktorer som påvirker effekten av jordarbeiding, men som ruteforsøkene ikke gir grunnlag for å vurdere. Ruteforsøkene sier fortrinnsvis noe om erosjon og jordtap på forholdsvis korte hellinger. På lange hellinger får overflatevannet mer fart og det kan bli større erosjon enn på korte hellinger. Hvis terrenget flater ut nedenfor en helling, kan overflatevannet infiltrere og partikler sedimentere før det når kum eller bekk. Slike prosesser påvirker effekten av endring i jordarbeiding på vannkvaliteten i bekken, men de inngår ikke i kost-effekt beregningene for ulike jordarbeidingsmetoder, som er basert på effekten på skiftenivå.

En samlet vurdering av kilder til fosfor i landskapet kan avdekke behov for andre tiltak. I et jordbrukslandskap med søkk og forsenkninger kan overflatevannet samle seg i vannveier og tiltak som grasdekte vannveier kan være vel så viktige som redusert jordarbeiding. Betydningen av de enkelte tiltakene må derfor vurderes lokalt.

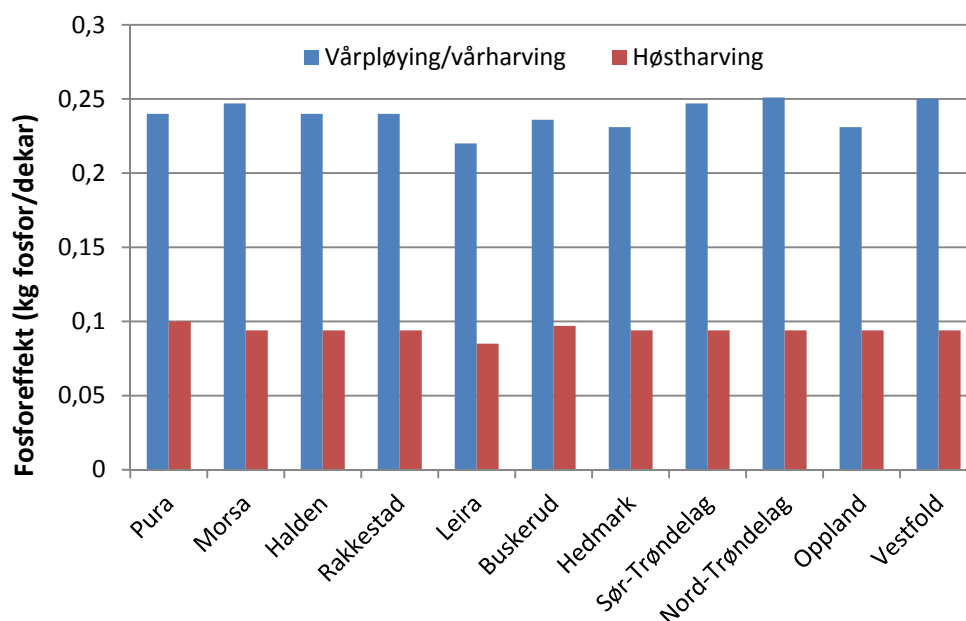
3.1.8 Beregningsmetoder for fosforeffekt

Beregning av effekter av ulike jordarbeidingsmetoder på fosfortap fra jordbruksarealene er basert på metodikk utviklet i Agricat-modellen (Borch et al., 2010). Denne metodikken er nå innarbeidet i kost-effekt-kalkulatoren (<http://webgis.no/Peffekt>).

Fosfortap i beregningene avhenger av erosjonsrisiko ved høstpløying, jorda fosforstatus (P-AL) og jordarbeidingen. Dessuten er det i beregningene tatt hensyn til variasjon i avrenningsmengden og jordtypen for de enkelte områder. Det er lagt til grunn standardverdier for avrenningsmengde og jordtype for hvert område. Ytterligere beskrivelse av modellen finnes i Borch et al. (2010)

Ettersom beregningene skjer på grunnlag av erosjonsrisikokart, gjelder effekten for arealer på skiftenivå uten å ta hensyn til tilbakeholdelse i landskapet og avstand til vassdraget. Effekten av jordarbeidingstiltak på fosfortilførsler til en innsjø vil derfor være betydelig mindre enn det som beregnes med modellen.

Figur 3.4 viser beregnede fosforeffekter for en rekke vannområder. Forskjellen i fosforeffekt mellom disse vannområdene baseres seg på grunnlag av generelle forskjeller i jordart og nedbørmengde. Det er ikke tatt hensyn til hvilken erosjonsrisiko som er dominerende i området, og samme nivåer for erosjonsrisiko er inkludert i kalkulatoren for alle områder. I figur 3.4 er presentert effekten av jordarbeidingstiltak på fosfortap ved erosjonsrisiko på 200 kg/dekar og ved et fosforinnhold i jorda svarende til P-AL 10 for alle vannområder unntatt Leira, der det er regnet med P-AL 7 basert på gjennomsnittsverdier fra jorddatabanken (Bioforsk). Forskjellen i fosforeffekt mellom vannområder er liten. De lave P-AL-verdiene i Leira bidrar til at det er litt lavere effekt av jordarbeidingstiltak i Leira. For øvrig er det nedbørmengden som har størst betydning for forskjellen mellom vannområder.



Figur 3.2 Beregnet effekt av overvintring i stubb (vårpløying og vårharving) og høstharving på fosfortap i ulike vannområder ved en erosjonsrisiko på 200 kg/dekar (grensen mellom erosjonsklasse 2 og 3)

3.2 Redusert fosforgjødsling som tiltak mot fosfortap

All jord inneholder fosfor, men mesteparten av fosforet er hardt bundet til jordpartiklene og ikke tilgjengelig for plantevekst. Fosforet som er plantetilgjengelig måles i Norge med P-AL-metoden. P-AL-verdien brukes også til å vurdere hvilken risiko det er for fosfortap

fra ulike jorder. P-AL er derfor en sentral parameter både i forhold til gjødslingsplanlegging og ved vurdering av risiko for fosfortap.

3.2.1 Normer for fosforgjødsling

Som nevnt tidligere tar gjødslingsnormene hensyn til både plantevekst og forurensningsrisikoen. Normene er utarbeidet som et delvis kompromiss mellom disse to faktorene. Ved fosforgjødsling etter norm regner en likevel med at det ikke er noe avlingstap i forhold til å gjødsle over norm. Derfor er det ingen kostnader i form av tapt avling ved å redusere fosforgjødsling til normen.

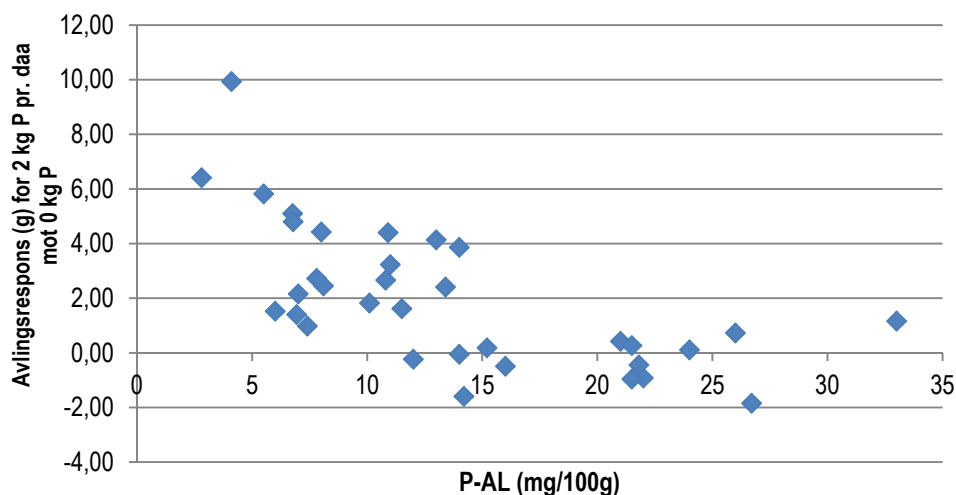
Siste store endring av fosfornormene til korn ble gjennomført i 2007/2008 (Kristoffersen et al. 2008). Da ble anbefalt normgjødsling med fosfor betydelig redusert. Viktigste var reduksjonen av det generelle nivå for fosforgjødsling. For en avling på 400 kg korn per daa anbefales det nå å gjødsle med 1,4 kg P per daa, som tilsvarer den fosformengden som blir fjernet med avlingen. Dette er en reduksjon i fosfortilførsel på 600 gram fosfor per daa i forhold til normene før 2007.

Et annet viktig moment ved endringene i 2007/2008 var innføringen av en ny korreksjonsmodell etter jordas P-AL-verdi. Dagens norm anbefaler nå balansegjødsling i P-AL intervallet 5–7. Det betyr å gjødsle med samme mengde fosfor som fjernes med avlingen. Ved P-AL-verdier over dette anbefales det å gjødsle med mindre fosfor enn det som tas ut med avlingene, slik at jordas P-AL-verdi gradvis reduseres ned til P-AL 7. Reduksjonen i anbefalt fosforgjødsling øker med økende P-AL-verdi, og ved P-AL over 14 anbefales nullgjødsling med fosfor. Før 2007 ble det uansett P-AL-verdi, anbefalt en liten mengde fosforgjødsling. Beregninger av fosforforbruket i kornproduksjon i Norge etter gamle og nye normer viser at fosfortilførselen kan halveres når de nye normene følges (Kristoffersen 2010).

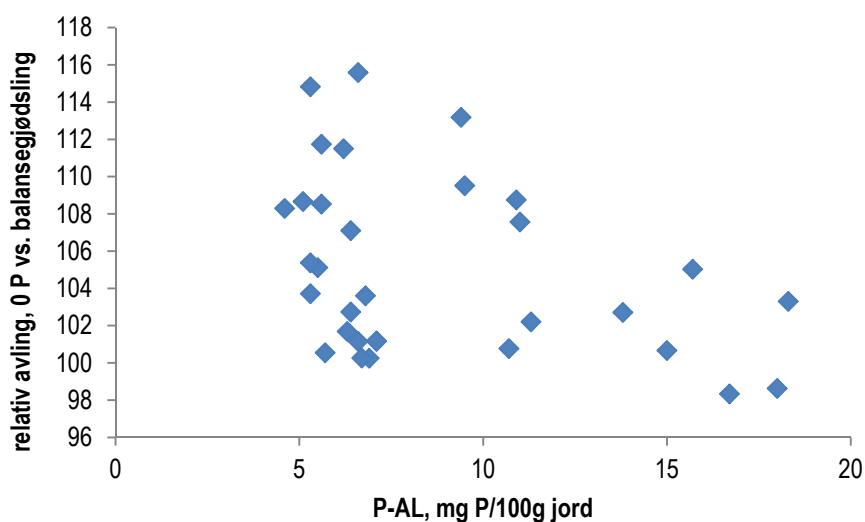
3.2.2 Jord med P-AL over 14

Jord med P-AL høyere enn 14 utgjør en stor risiko i forhold til tap av fosfor til vann og vassdrag. Målinger av jordas evne til å adsorbere fosfor viser at denne avtar sterkt når P-AL kommer over 14–15. Det betyr at konsentrasjonen av løst fosfor i avrenningsvannet vil øke. I tillegg vil mengden fosfor som følger jordpartikler være større jo høyere P-AL-verdier man måler (Bechmann & Deelstra 2013). Det partikkelbundne fosforet kan frigis i betydelige mengder når jorda kommer ut i vann som har en lavere fosforkonsentrasjon enn jordvæska.

Både feltforsøk og pottforsøk gjennomført på jord med stigende P-AL-verdier viser at det ikke er behov for fosforgjødsel for å oppnå økt avling når P-AL-nivået ligger over 14–15 (figur 3.5 og 3.6). En god avling kan da sikres uten fosforgjødsling gjennom god agronomi som legger til rette for gode vekstforhold til kornplantene. En veldrenert jord, med god struktur er gunstig i forhold til rotvekst og næringsopptak, og plantene vil være forsynt med fosfor fra reservene i jorda. Dyrking av høytytende vekster uten fosforgjødsling, som f.eks. høstkorn eller eng, vil tære raskest på jordas fosforreserver. Gode avlinger bidrar til en senkning av P-AL-verdiene til lavere nivåer og kan dermed gi både økonomisk og miljømessig gevinst.



Figur 3.3 Korn dyrket i pottes med jord fra ulike korndistrikt og med ulikt P-AL-innhold. Halvparten av pottene ble gjødslet med fosfor tilsvarende 2 kg P per daa, og andre halvparten var ugjødslet. Alle pottene ble gjødslet med N og K. Punktene viser meravling for gjødsling med fosfor i forhold til ingen gjødsling, koblet til jordas P-AL-nivå (A.Ø. Kristoffersen, upublisert)



Figur 3.4 Korn dyrket i feltforsøk på Østlandet i perioden 2006–2011. Punktene viser relativ avlingsøkning ved gjødsling til balanse i forhold til ingen gjødsling med fosfor (=100). Den relative avlingsøkningen er koblet til jordas P-AL-nivå (Kristoffersen 2013)

3.2.3 Jord med P-AL under 14

I P-AL-intervallet 7 og oppover til 12–14 inneholder jorda en god del plantetilgjengelig fosfor, og mengden øker med økende P-AL. Om plantene klarer å nyttiggjøre seg dette fosforet avhenger mye av hvordan forholdene i jorda er for rotvekst og fosforopptak. Dette er både steds- og væravhengig, og er viktige årsaker til en variabel avlingsøkning ved økt fosforgjødsling. Dermed vil også redusert fosforgjødsling i forhold til norm på jord med P-AL-verdier mellom 7 og 14 resultere i varierende reduksjon i avlinger, og dermed økonomisk tap.

For P-AL-intervallet 7–14 anbefaler dagens norm en gradvis nedtrapping av fosforgjødslingen med økende P-AL. Gjødselmengden reduseres i takt med jordas økende forsyningsevne. Sammenlignet med tidligere normer kan fosforforbruket i snitt reduseres med 800 g P/daa/år forutsatt at endringene i gjødslingsanbefalinger for fosfor som ble innført i 2007/2008 følges. Dette betyr at en på sikt kan forvente en reduksjon i jordas P-AL nivå også uten ekstra tiltak.

For P-AL intervallet 10–14 er reduksjonen i anbefalt fosforgjødsling ved endring av normene størst. I dette intervallet er gjennomsnittlig fosforgjødsling til 400 kg korn/daa med dagens norm på 0,4 kg P/daa. Sammenlignet med tidligere normer reduseres fosforforbruket med 1,1 kg P/daa/år når nye normer og anbefalinger følges. Det vil si at ved P-AL 10–14 anbefaler normen mindre enn 1/3 av det som ble anbefalt med det gamle systemet.

En sterk reduksjon av fosforgjødsling når P-AL ligger rundt 5–7 vil derimot kunne føre til store avlingstap og dermed kostnader i enkelte år. Feltforsøk utført i perioden 2006–2011 viste avlingsreduksjon fra 0–16 prosent i dette P-AL intervallet (figur 3.6) når fosforgjødsling ble utelatt, mens tidligere forsøk viste avlingsreduksjon opp til 30 prosent ved ingen fosforgjødsling (Hoel et al. 2005). Dagens norm anbefaler, som nevnt, balansejødsling i P-AL intervallet 5–7. Det vil hindre både anrikning og nedtrapping av fosforinnholdet i jorda. Tidligere norm førte til en anrikning av fosfor i dette intervallet.

Det anses som lite aktuelt å forsøke å redusere P-AL til under 7 ettersom dette kan gå utover jordas evne til å produsere en god avling og risiko for utvasking av løst fosfor er da ganske lav. Det er derfor ikke beregnet kostnader ved fosforgjødsling under norm når P-AL er under 7.

Ved fosforgjødsling lavere enn dagens normer, må man regne med en avlingsnedgang om man ser flere år samlet. Hvis man opprettholder gjødslingsnivået for andre næringsstoffer, må man også regne med en dårligere utnyttelse av disse, da særlig for nitrogen.

Uten fosforgjødsling på jord med P-AL 7-14 vil en kunne få en avlingsreduksjon på om lag 4–8 prosent (figur 3.7). Den største avlingsreduksjonen vil være ved P-AL 7. Det utgjør om lag 40-80 kr/daa for høstkorn og om lag 30–70 kr/daa for vårkorn i middel og med dagens kornpriser. Kostnadene vil øke med avlingspotensialet og dermed variere for ulike områder i landet.

3.2.4 Nedtrapping av fosforreserver i jord

Risiko for fosfortap fra jordbruksarealer kan reduseres ved nedtrapping av jordas fosforreserver. Det er en langvarig prosess å redusere P-AL nivået i jorda. Fosforreservene har blitt bygd opp over mange ti-år, og det vil ta tilsvarende mange år å redusere nivået igjen, selv der det ikke tilføres noe fosfor. Målinger av P-AL over en 4–6 årsperiode på jord som ikke ble gjødslet med fosfor, viste ingen entydig sammenheng mellom mengden fosfor som ble fjernet med avling og endringer i P-AL. Nedgangen i P-AL-fraksjonen i

forhold til fosforunderskuddet varierte fra 0–50 prosent (Kristoffersen 2013). Det betyr at maksimum 50 prosent av fosforunderskuddet kunne gjenfinnes som en nedgang i P-AL. Resten av underskuddet har i stedet blitt tappet fra tyngre tilgjengelige fosforfraksjoner. Nedtrappingen av P-AL er både påvirket av jordas fosforstatus i utgangspunktet, og jordas evne til å bufre P-AL fraksjonen fra mer tyngre tilgjengelige fosforfraksjoner.

Hvis en legger til grunn at 50 prosent av fosforet som fjernes med avling fører til en nedgang i P-AL, vil det ta 17 år å redusere P-AL fra 20 til 15 med en gjennomsnittsavling på 400 kg korn/daa/år og 14 år med en gjennomsnittsavling på 500 kg korn/daa/år (tabell 3.3). Det er da forutsatt at alt P tas opp fra matjordlaget (tabell 3.4).

Tabell 3.3 Teoretisk antall år for å redusere P-AL fra 20 ned til 15 og 10. Avlings-nivået er satt til 400 og 500 kg korn/daa/år. Det er forutsatt at halv-parten av P fjernet med avling fører til P-AL nedgang

Avlingsnivå:	P-AL nedgang tilsvarende halvparten av P fjernet med avling	
	400 kg korn/daa/år	500 kg korn/daa/år
Teoretisk antall år for å redusere P-AL fra 20 til 15	17 år	14 år
Teoretisk antall år for å redusere P-AL fra 20 til 10	34 år	28 år

Tabell 3.4 Sammenheng mellom P-AL-verdi og mengde plantetilgjengelig fosfor i matjordlaget

P-AL (mg P/100 g)	P i P-AL fraksjonen (kg P/daa)*
10	24
15	36
20	48

*Beregnet med jordtetthet 1,20 kg/l

Langvarige gjødslingsforsøk i Sverige viser også stor variasjon mellom felt i hvor mye fosforstatusen reduseres over tid når det ikke gjødsles med fosfor. Mattson (2002) fant at avtok P-AL med 0,5 mg P/daa/år i gjennomsnitt for en rekke forsøk, som alle hadde P-AL over 15 i utgangspunktet. Å redusere P-AL fra 20 til 10 mg P/100 g tok da i snitt 20 år for alle forsøkene.

3.2.5 Oppsummering av fosforgjødsling

Reduksjon av plantetilgjengelig fosfor i jord med meget høyt fosforinnhold er et svært kostnadseffektivt tiltak mot fosfortap til vann. Normen anbefaler at det ikke bør gjødsles med fosfor over P-AL 14, noe som vil gi en slik reduksjon. Tiltak som fremmer stabile, årlige, høye avlinger vil føre til raskere nedtrapping av P-AL-nivået, og kan være viktig å prioritere på slik jord. Men det vil uansett ta mange år å redusere P-AL-nivået.

Ved P-AL under 14 ligger dagens norm betraktelig lavere enn tidligere normer. Ved å senke P-AL-nivået for nullgjødsling til for eksempel 10, kan man i snitt redusere P-gjødslingen med 0,4 kg P/daa/år. Å utelate P-gjødsling helt på jord med P-AL under 14 vil

på sikt føre til avlingsnedgang. Denne avlingsnedgangen må sees i sammenheng med gevinsten i forhold til redusert fosfortilførsel til vann.

3.3 Landskapstiltak

Går man noen tiår tilbake i tid var landskapet mer variert med blant annet naturlige våtmarker, myrer, bekker, samt vegetasjon langs vannforekomstene. Dette var naturlige rensesystemer som holdt til tilbake forurensninger fra jordbruket, det være seg næringsstoffer som nitrogen og fosfor, plantevernmidler eller patogene organismer. Gjennom årenes løp har landskapet endret seg i takt med effektiviseringen av landbruket. Bekker er kanalisert, rettet ut eller lagt i rør, uproduktiv mark er drenert for å kunne bli mer produktiv, jord er planert for å kunne drive mer effektivt og jordbruksjord er opparbeidet helt ned til bekkekanten.

Gjeninnføring av naturlige rensesystemer kan gjøres ved å bygge fangdammer, ta vare på eller reetablere våtmarksområder samt ivareta eksisterende eller etablere nye vegetasjonssoner. Disse tiltakene er her beskrevet og vurdert i forhold til effekten på fosfortap fra jordbruksarealer.

3.3.1 Vegetasjonssoner

Vegetasjonssoner er et relativt vidt begrep som kan brukes om flere typer etablerte eller naturlige soner med vegetasjon. Noen eksempler på etablerte vegetasjonssoner er; grasdekt mark mellom jordbruksarealer og dyrket mark, grasdekte vannveier i dråg og forsengkninger, og grasdekte vegetasjonssoner på tvers av fallretningen på jordbruksarealer. I tillegg kan også følgende tiltak defineres innenfor begrepet vegetasjonssoner; belte av stubb i dalsøkk, belte av stubb mellom jordbruksjord og bekk, eller naturlig vegetasjon langs vannresipienten.

I denne rapporten defineres vegetasjonssone som en etablert dyrket grassone mellom dyrket mark og vassdrag. Vegetasjonssonen skal fungere som et naturlig rensesiltak og er buffer mellom vannresipienten og diffus avrenning fra nedbørfeltet, hvor overflatevann og grunnvann enten passerer over eller gjennom vegetasjonssonene. I vegetasjonssonen vil vannet bremses opp, noe som medfører sedimentering av partikler. I tillegg vil det skje en infiltrasjon av vann og næringsstoffer ned i jordprofilen. Måltrettet planlegging og restaurering av vegetasjonssoner har et stort potensiale for å redusere diffus avrenning av næringsstoffer til vannresipienter (Kronvang et al., 2005b).

Vegetasjonssoner har flere essensielle funksjoner med hensyn til retensjon av partikler, næringsstoffer (N og P), pesticider og patogene organismer. (eks. Uusi-Kämppe *et al.*, 2000; Syversen, 2002a; Dillaha *et al.* 2008). I Norge er vegetasjonssoner i første rekke et tiltak for å redusere sediment- og fosfortransport fra overflateavrenning fra jordbruksjord og i denne rapporten er det derfor lagt vekt på retensjon av P og dermed også sedimenter, da det meste av P er partikkelbundet.

3.3.1.1 Renseprosesser og forhold som påvirker effekten av vegetasjonssoner

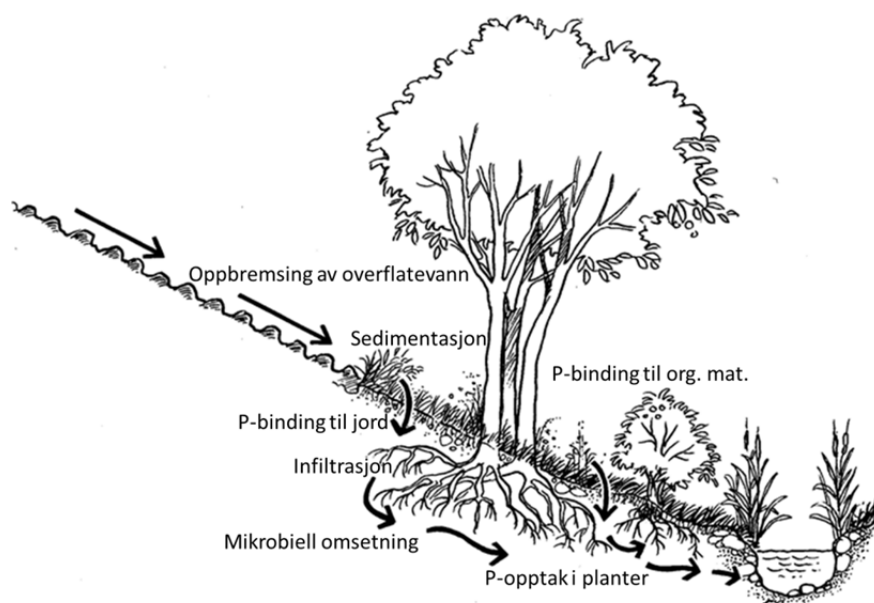
Der er mange og komplekse prosesser og faktorer som er med på å avgjøre effekten av vegetasjonssoner. Dette gjelder både fysiske, kjemiske og biologiske forhold i selve vegetasjonssonene, egenskaper i nedbørfeltet (eks, størrelse, topografi, arealbruk, m.m.) og værforhold. Hvor stor diffus avrenning som tilføres vegetasjonssonene påvirker også effekten av vegetasjonssonene. Hydrologien og biokjemien i bufferområdene er svært

komplekse. Dette er en stor utfordring med hensyn til å utforme og implementere effektive buffersoner. Effekten av vegetasjonssoner avhenger av hvordan vegetasjonssonen ligger i terrenget, og effekten øker om vegetasjonssonen er etablert der det er stor erosjonsrisiko. En god planlegging, utforming og plassering av vegetasjonssonene er essensielt med hensyn på hvor stor effekt som blir oppnådd.

De viktigste renseprosessene mhp. fosforretensjon i en vegetasjonssone er vist i figur 3.7:

- Oppbremsing av overflateavrenning.
- Sedimentasjon av jordpartikler og fosfor bundet til partiklene.
- Infiltrasjon av overflatevann.
- Binding av fosfor til jordpartikler.
- Binding av fosfor til organisk materiale.
- Opptak av løst fosfor i vegetasjonen.
- Mikrobiell omsetning av fosfor.

Hvilke renseprosesser som er aktive avhenger av om fosfor foreligger som partikkelbundet eller løst fosfor.



Figur 3.5 Tverrsnittskisse av vannveier og renseprosesser i en vegetasjonssone (Ill. R. Skøyen, redigert A-G.B. Blankenberg)

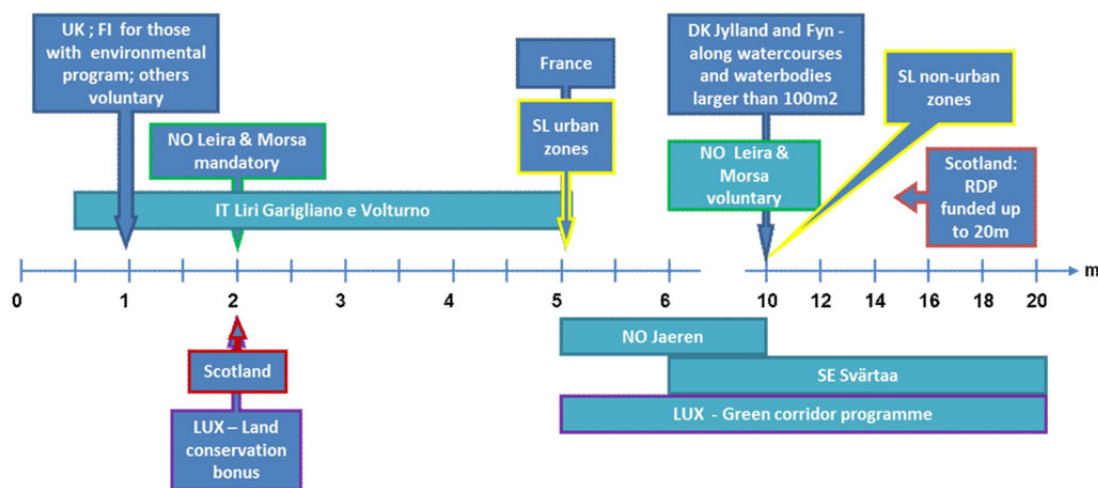
Skjøtsel av vegetasjonssoner

I vegetasjonssonene skal det normalt ikke gjødsles, sprøytes eller jordarbeides. Det kan anbefales å så til med grasblandinger som inneholder nitrogenfikserende belgplanter, for eksempel kløver. I noen områder er det gitt spesielle dispensasjoner for vegetasjonssonene. Flere steder er det gitt dispensasjon for en forsiktig N-gjødsling for å opprettholde et rikt plantedekke og høyt fosforopptak. For best mulig effekt bør vegetasjonssonene høstes hvert år, for på den måten å fjerne næringsstoffene som er tatt opp i vegetasjonen gjennom vekstsesongen.

Bredde på vegetasjonssoner

Krav til bredden på vegetasjonssoner i flere europeiske land viser stor variasjon, fra 0,6 til 20 meter, og figur 3.8 viser bredden på obligatoriske og frivillige vegetasjonssoner i ulike land (Somma, 2013). Figuren viser at i Norge i 2013 krever vannområdene Leira og Morsa obligatoriske vegetasjonssoner med en bredde på to meter, mens bredden på de frivillige vegetasjonssonene i de samme nedbørfeltene varierer mellom 6 og 12 meter. På Jæren har det ikke vært noe krav til lovpålagte vegetasjonssoner, mens bredden på de frivillige vegetasjonssonene varierer fra 5–10 meter. Undersøkelser gjennomført i Norge viser at den totale renseseffekten øker med økende bredde på vegetasjonssonene, men renseseffekten per m² ble redusert med økende bredde, noe som betyr at renseseffekten er størst i øvre delen av vegetasjonssonen (Syversen et al. 2002a). Vegetasjonssoner med en bredde på 5–10 m anbefales.

I Danmark trådte loven om randzoner i kraft 1. september 2012, og den innebærer at det skal være 10 meter vegetasjonssoner langs alle «åpne vannløp» og sjøer >100 m². Bredden på randsonen regnes fra kronekanten, - dvs der bekkeløpet retter seg ut innover jorden.



Figur 3.6 Figuren viser en oversikt over bredden på obligatoriske og frivillige vegetasjonssoner i flere europeiske land. Figuren er hentet fra Somma, 2013. Mørkeblå bokser refererer til spesifikke punkter, mens lyseblå bokser refererer til intervallet innen boksen

Vegetasjon i vegetasjonssonene

Det anbefales et rikt plantedekke med stråstive grasarter som utvikler et godt rotsystem. I vegetasjonssonen vil et velutviklet rotsystem gi jorden en bedre struktur og dermed også en større infiltrasjonskapasitet. Økt infiltrasjonskapasitet medvirker både til å redusere overflateerosjon og til at løste fosforforbindelser kan bli bundet i jorden, for deretter å bli tatt opp av vegetasjonen.

Bruk av vegetasjonssonene

I noen områder er det gitt dispensasjon til at vegetasjonssonene beites. Det er da viktig at det mellom den etablerte vegetasjonssonen og vannresipienten er en naturlig vegetasjonssone eller aller helst en voll som avgrenser avrenning direkte til vannresipienten, i tillegg til å hindre at husdyr trækker ned i vannresipienten og forårsaker utrasing av kantsonen.

I områder hvor vegetasjonssonene brukes til grasproduksjon kan det være gitt dispensasjon til at vegetasjonssonene gjødsels, men da kun med nitrogen.

Enkelte steder brukes vegetasjonssonen som kjørevei når korn på bakenforliggende arealer skal høstes. Hyppig kjøring på vegetasjonssonen med tunge maskiner pakker jorda og reduserer infiltrasjonskapasiteten og dermed også renseeffekten av vegetasjonssonen (Skarbøvik og Blankenberg, upublisert).

3.3.1.2 Renseeffekt i vegetasjonssoner

I denne rapporten er det lagt vekt på retensjon av fosfor og dermed også sedimenter, da fosfor hovedsakelig foreligger i partikkelbundet form. Den løste delen av P er imidlertid også viktig, da fosfor i løst form er mer plante- og algetilgjengelig sammenlignet med partikkelbundet fosfor.

Partikler

I en dansk undersøkelse viser visuelle registreringer at eksisterende vegetasjonssoner har en effekt med hensyn på tilbakeholdelse av sedimenter (Poulsen og Rubæk, 2005). Renseeffekten for partikler er i norske undersøkelser fra leiområder på Østlandet (korn) funnet å variere fra 55–97 prosent i vegetasjonssoner med 5–10 m bredde (Syversen, 2001a). I en fransk undersøkelse (Dorioz *et al.*, 2006) ble det funnet at tilbakeholdelse av sediment varierte fra 40–100 prosent, med mer enn 50 prosent reduksjon i mer enn 95 prosent av tilfellene. Helmers *et al.* (2005) fant at gjennomsnittlig effekt av tilbakeholdelse av sediment var ca. 80 prosent. Variasjonen avhenger av mengde tilført erodert materiale og hvor stor evne vegetasjonssonen har til å redusere vannhastigheten og dermed legge til rette for sedimentasjon av erodert materiale.

Fosfor

Variasjonen i renseeffekt for fosfor avhenger i stor grad av om det er gode sedimentasjonsforhold for partikkelbundet fosfor i vegetasjonssonen. En sammenstilling av litteratur i Poulsen og Rubæk (2005), viser at buffersoner med bredde på 5–10 m holder tilbake en stor andel av fosfor tilført gjennom overflateavrenning. Sammenstillingen viser også en relativt stor tilbakeholdelse av totalfosfor selv i buffersoner med bare 4–5 m bredde (41–97 %) og at ved en fordobling av bredden øker tilbakeholdelsen med 0–32 prosent. Tabell 3.5 viser en oversikt over resultater fra forsøk med vegetasjonssoner med forskjellig bredde fra internasjonal litteratur (Poulsen og Rubæk, 2005). Det er store forskjeller på hvordan forsøkene er gjennomført og forsøksbetingelser (tidsrom, fosfortap, jordart, topografi, avrenning etc.), derfor bør denne sammenligningen tolkes med forsiktighet. I tillegg er resultatene for tilbakeholdelse av løst P er mer usikre enn resultatene for total fosfor.

Tabell 3.5 Resultater fra forsøk med vegetasjonssoner med forskjellig bredde fra internasjonal litteratur

Referanse	Land	Periode	Bredde	Total-P	Løst uorg. P	Total-P	Løst uorg. P
			(m)	Kg P/ha	Kg P/ha	%	%
Uusi-Kämppä et al. 1992, 1996	Fin	7 år	10	0,89	0,14	38	14
Uusi-Kämppä et al. 1992, 1996	Fin	7 år	10	0,89	0,14	27	-64
Syversen, 1996, 1997	Nor	7 år	5	0,72		88	
Syversen, 1996, 1997	Nor	7 år	10	0,72		96	
Syversen, 1994	Nor	Episode	5			66	
Syversen, 1994	Nor	Episode	10			67	
Syversen, 1994	Nor	Episode	5			51	
Syversen, 1994	Nor	Episode	10			82	
Syversen, 1994	Nor	Episode	5			75	
Syversen, 1994	Nor	Episode	10			82	
Syversen, 1994	Nor	Episode	5			97	
Syversen, 1994	Nor	Episode	10			96	
Vought et al. 1991	Sve	Episode	8				66
Vought et al. 1991	Sve	Episode	16				95
Ulén, 1988	Sve	3 år	5	0,57		-36	-33
Nielsen & Hansen, 1993	Dan	4 år	2	0,034		65	
Nielsen & Hansen, 1993	Dan	4 år	6	0,034		97	
Dillaha et al., 1989	USA	1 uke	9	4,34		93	47
Dillaha et al., 1989	USA	1 uke	5	4,34		73	-83
Dillaha et al., 1989	USA	1 uke	9	8,42		65	-31
Dillaha et al., 1989	USA	1 uke	5	8,42		49	8
Dillaha et al., 1989	USA	1 uke	9	2,27		87	48
Dillaha et al., 1989	USA	Episode	5	2,27		85	69
Young et al., 1980	USA	Episode	27	27,7		88	77
Young et al., 1980	USA	Episode	27	27,7		81	42
Lee et al., 1989	USA	Episode	5	2,23		53	54
Lee et al., 1989	USA	Episode	9	2,23		78	-237
Magette et al. 1987	USA	Episode	5			41	
Magette et al. 1987	USA	Episode	9			53	

Kilde: Poulsen og Rubæk (2005)

Renseeffekten for total fosfor er i norske undersøkelser fra leirområder på Østlandet (korn) funnet å variere fra 42–96 prosent i vegetasjonssoner med 5–10 m bredde (Syversen, 2001a). Ved 4–5 m bredt vegetasjonsdekke har Kronvang *et al.*, (2008) funnet en tilbakeholdelse av total fosfor på 41–97 prosent. I en fransk studie (Dorioz *et al.*, 2006) var tilbakeholdelsen av partikulært fosfor 40–100 prosent. Svenske undersøkelser viser at om buffersoner dekker 5 prosent av nedbørfeltet vil P-transporten til overflatevann reduseres med 6–12 prosent (Somma, 2013).

Som før påpekt er det svært komplekse prosesser som foregår i en vegetasjonssone. Buffersonene gir som regel retensjon av fosfor, men det kan også forekomme lekkasjer av løst fosfor fra buffersonene (bl.a. Hoffermann *et al.*, 2009).

Langtidsstudier viser at vegetasjonssoner opprettholder evnen til å tilbakeholde totalfosfor over et lengre tidsrom. I løpet av en 15 års periode fant Søvik og Syversen (2008) at det var stor variasjon i renseseffekt fra år til år, men at det ikke var noen trend over tid. Hoffermann *et al.* (2009) konkluderer med at de kritiske kjemiske variablene som bestemmer langtidseffekten for fosforretensjon i vegetasjonssoner er relatert til bindingskapasiteten på jord og sedimenter i vegetasjonssonen. Vegetasjonssoner tar opp fosfor, men kan også i perioder friggi fosfor. En årsak til dette er at P retensjon i stor grad skyldes sedimentasjon av fosfor-rikt materiale som senere kan lekke ut under forskjellige hydrologiske forhold (Hoffermann *et al.*, 2009). Dette er en problematikk som særlig er gjeldende i flate områder med høy grunnvannstand og dermed skiftende oksygenforhold i jorden. Under oksygenfattige forhold kan fosfor som er bundet til jern frigis på grunn av kjemisk reduksjon av jernet.

3.3.2 Fangdammer

En fangdam er en konstruert våtmark og etableres vanligvis som en utvidelse av bekkestrengen. Fangdammer kan ha ulike former og bestå av ulike komponenter. Ved innløpet til fangdammen er det vanlig å ha et sedimentasjonskammer (1–5 m dypt) etterfulgt av ett eller flere vegetasjonsfilter (0,2–0,5 m dype). Fangdammen kan også bestå av overrinsingssoner og/eller mineralske og/eller organiske filter. Damkomponentene er ofte skilt fra hverandre med lave, steinsatte jordterskler. Grunnet Norges typiske småskala jordbruk og ujevne topografi er de norske fangdammene ofte små (<0,1 % av nedbørfeltet).

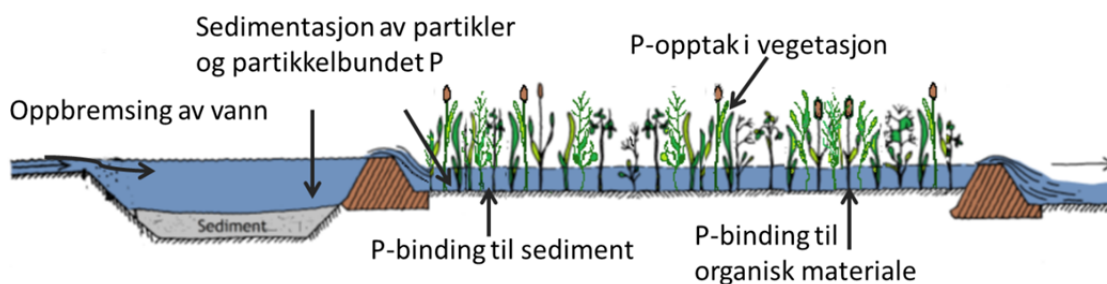
Fangdammer har flere essensielle funksjoner med hensyn på retensjon av partikler og næringsstoffer (N og P), pesticider og patogene organismer (eks. Braskerud, 2002; Blankenberg, *et al.* 2007; Hauge *et al.*, 2008). Retensjon av sedimenter og fosfor varierer i ulike fangdammer grunnet faktorer som størrelse, design, jordtype i nedbørfeltet, hydrauliske forhold og plassering (Braskerud *et al.*, 2005, Braskerud & Blankenberg, 2005). Fangdammer kan også fungere som fordrøynings-basseng og være med på å dempe flomtopper. I Norge er fangdammer i jordbrukslandskapet hovedsakelig et tiltak for å fange opp sediment- og fosfortransport fra overflateavrenning og grøfteavrenning, og i denne rapporten er det derfor lagt vekt på retensjon av fosfor og dermed også sedimenter, da det meste av fosfor er partikkelbundet.

3.3.2.1 Renseprosesser og forhold som påvirker effekten av fangdammer

Fangdammer bygges for å optimalisere naturlige renseprosesser, og det er mange og komplekse prosesser og faktorer som er med på å avgjøre effekten av fangdammer. Dette gjelder både renseprosesser og kjemiske-, biologiske-, fysiske- og hydrologiske forhold i fangdammene, forhold i nedbørfeltet og klima. Norske studier viser at retensjon av totalfosfor (både partikulært og løst fosfat) øker med økt størrelse på fangdammen i forhold til nedbørfeltet (Braskerud, et al., 2005). Retensjon av sedimenter, næringsstoffer og pesticider i fangdammer varierer også med hensyn til faktorer som utforming av fangdammen, jordtype i nedbørfeltet, hydraulisk belastning og lokalisering av fangdammen (Braskerud & Blankenberg, 2005, Blankenberg et al., 2007, Blankenberg et al., 2008 og Elsaesser et al., 2011). Med tiden vil sedimentasjonskammer og våtmarksfiltre fylle seg opp med sedimenter, retensjonskapasiteten vil da reduseres og det er derfor viktig å tømme fangdammene før de går fulle (Blankenberg et al., 2013). I forhold til klimaendringer er det viktig å etablere robuste renseløsninger. Økt nedbørsmengde og -intensitet øker faren for avrenning (eks. Blankenberg et al., 2012, Deelstra et al., 2011, Tryland et al. 2011).

De viktigste renseprosessene med hensyn på P-retensjon i fangdammer er vist i figur 3.9:

- Oppbremsing av vannet i bekken.
- Sedimentasjon av jordpartikler og fosfor bundet til partiklene.
- Binding av fosfor til sediment.
- Binding av fosfor til organisk materiale.
- Opptak av løst fosfat i vegetasjonen.



Figur 3.7 De viktigste P-retensjonsprosesser i fangdammer (ill. A-G.B. Blankenberg)

Hvilke renseprosesser som er aktive avhenger av om fosfor foreligger som partikkelbundet eller løst P. Lekkasje av løst fosfat kan forekomme fra fangdammer.

3.3.2.2 Renseeffekt av fangdammer

I denne rapporten er det lagt vekt på retensjon av fosfor og dermed også sedimenter, da fosfor hovedsakelig foreligger i partikkelbundet form. Den løste delen av P er imidlertid også viktig, da fosfor i løst form er plante- og algetilgjengelig.

Det er gjort et omfattende arbeid med å dokumentere effekter av fangdammer på retensjon av partikler og fosfor under norske forhold (bl.a. Braskerud, 2001). Kunnskapsstatus for effekt av norske fangdammer ble oppsummert av Hauge et al. (2008). Undersøkelsene ble gjennomført ved å måle mengden av jordpartikler og næringsstoffer ved innløpet og utløpet av fangdammene.

Fangdammenes tilbakeholdelse av jord og fosfor avhenger av tilførselsmengdene og hydrauliske forhold gjennom året og fra år til år. Tilbakeholdelsen i fangdammen er svært kompleks. Vanligvis avtar renseseffekten med avtagende oppholdstid (Kadlec og Knight, 1996), noe som skyldes at partikler får kortere tid til å sedimentere og biologiske og kjemiske prosesser får kortere tid til å omdanne næringsstoffer og andre forurensinger.

Tabell 3.6 viser årlig gjennomsnittlig fjerning i fire fangdammer (Braskerud et al, 2005). Undersøkelsene ble gjennomført ved å måle mengden av jordpartikler og næringsstoffer ved innløpet og utløpet av fangdammene. Gjennomsnittlig sedimentasjon av partikler per fangdam var fra 18 til 75 tonn/år, mens tilbakeholdelsen av P varierte fra 20 til 46 kg/år.

Tabell 3.7 viser effekten av en fangdam på Sør-Østlandet som dekket 0,05 prosent av nedbørfeltets størrelse (Blankenberg, 2013). Undersøkelsene ble gjennomført både ved å måle mengden av jordpartikler og fosfor i vannprøver fra innløpet og utløpet av fangdammen, samt ved kvantifisering av jordmengdene som hadde samlet seg opp i fangdammen ved tømning av dammen. Resultater fra vannprøvene viser en betydelig variasjon i retensjon av sedimenter og totalfosfor fra år til år. Gjennomsnittlig sediment-reduksjon var 135 tonn/år, mens tilbakeholdelsen av total-fosfor var 126 kg/år. Metoden hvor mengde utgravde sedimenter ble estimert viste en sediment-retensjon på 123 tonn/år og en tilbakeholdelse av 96 kg totalfosfor/år.

Tabell 3.6 Gjennomsnittlig tilbakeholdelse av jordpartikler og fosfor i fire fangdammer

Fangdam	Q/A (m/d)	Jordpartikler		Total-P	
		Relativ (%)	Spesifikk (kg/m ² /år)	Relativ (%)	Spesifikk (g/m ² /år)
A	1,7	66	83	42	51
C	1,9	45	89	27	58
F	1,8	62	36	23	37
G	0,8	68	22	42	46

Q/A – hydraulisk belastning.

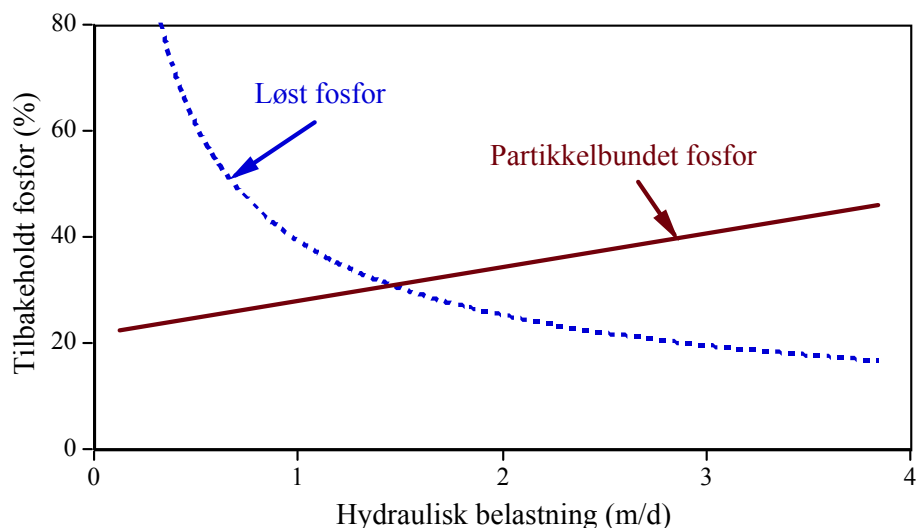
Kilde: Braskerud et al. 2005

Tabell 3.7 Årlig avrenning, samt transport av partikler (SS) og totalfosfor (TP) inn og ut av fangdammen

	Avrenning Mm	SS inn tonn	SS ut tonn	Retensjon %	TP inn kg	TP ut kg	Retensjon %
2003/2004	470	234	125	47	392	326	17
2004/2005	331	155	79	49	375	299	20
2005/2006	448	321	117	64	544	356	35
2006/2007	745	506	403	20	952	786	17
2007/2008	737	468	359	23	944	890	6
2008/2009	631	408	343	16	813	735	10
2009/2010	545	63	90	-43	419	386	8
2010/2011	512	696	256	63	1 050	707	33
Sum	4 419	2 851	1 771	38	5 490	4 486	18

Kilde: Blankenberg et al. 2013

Vanligvis forventes avtagende renseeffekt med avtagende oppholdstid. I fangdammer gjelder dette for blant annet løst fosfat. Braskerud (2002) fant imidlertid at det motsatte var tilfellet for partikler og partikkelbundet fosfor, da fosforfjerningen i fangdammer økte med økende vannføring. Dette forklares med at ved økende nedbør og høyere vannføring øker transporten av store partikler og aggregater til fangdammen. Når erosjonsmaterialet når fangdammen, avtar vannhastigheten og særlig store enkeltpartikler og aggregater, sedimenterer raskt. Braskerud (2002) fant at den negative virkningen av redusert oppholdstid blir oppveid av økt sedimentasjonshastighet på store partikler. Renseevnen økte også ved økende fosforkonsentrasjoner i bekkevannet, fordi mer fosfor bindes til sediment-overflatene i fangdammen. Figur 3.10 viser tilbakeholdelse av fosfor i fangdammer (Braskerud, 2002).



Figur 3.8 Tilbakeholdelse av P i fangdammer (etter Braskerud, 2002). Fangdammers renssevne øker når tilførselene av vann og fosforrike partikler øker (forløpet på tilbakeholdelse av løst fosfor er kun et anslag, beregnet etter Kadlec og Knight (1996) og gjelder våtmarker med svært god renseseffekt)

3.4 Usikkerhet og variasjon i tiltakseffekter

Det er generelt større usikkerhet og variasjon i effekten av jordbrukstiltak sammenlignet med tiltak i andre sektorer. Dette skyldes bl.a. at tiltakseffektene varierer på grunn av:

- Variasjoner i værforhold
- Variasjoner i landskap
- Variasjon i gjennomføring
- Usikkerhet i modellene som benyttes.

Avrenning og tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer er påvirket av nedbør og temperatur og varierer mye over tid, uavhengig av tiltakene som settes inn. Landskapet viser også stor lokal variasjon og tiltakseffektene vil variere fra sted til sted. Derfor må de oppgitte tall for effekter av tiltak regnes som gjennomsnittstall for en lengre periode over et ensartet areal.

Usikkerheten i vurdering av effekten av jordbrukstiltak skyldes også at det ikke finnes detaljerte opplysninger om alle arealer, at modellene som brukes til beregninger ikke er nøyaktige og at tiltakene ikke gjennomføres likt i alle tilfeller. Den totale usikkerheten i de estimerte effekter er stor, men det er ikke mulig å vurdere størrelsen nøyaktig og den er derfor ikke tatt med i tallgrunnlaget i rapporten og i kalkulatoren.

Det er imidlertid viktig at det blir tatt høyde for usikkerheten i effekt av tiltakene når tiltaksgjennomføring i jordbruket vurderes opp mot tiltak i andre sektorer.

4 Kost-effekt

4.1 Kostnadseffektivitet – for bønder og for samfunn

Vannforvaltningen ønsker en kostnadseffektiv tiltaksgjennomføring slik at kostnadene for fosfor som fjernes blir minst mulige. Ved bruk av flere tiltak vil det si at det rimeligste tiltak målt som kostnader per kg redusert fosfor settes inn først og dernest det nest rimeligste tiltak. Det forutsetter at effekten av fosfor fra ulike kilder er den samme. Dette forutsetter imidlertid at utslippsenheten, som i dette tilfelle er fosfor, bidrar like mye til miljøproblemet uansett hvilke av aktørene som står for utslippet.

Det er store utfordringer knyttet til å oppnå kravet om kostnadseffektivitet som det er foreskrevet i vannforskriften. For det første bidrar fosfor ikke like mye til miljøproblemet om man sammenligner forurensningsbelastningen fra sektorene kommunalt avløp og landbruk, fordi biotilgjengeligheten av fosfor fra de ulike kildene er forskjellig. For det andre er det fra kommunalt avløp i tillegg forurensning med bl.a. organisk materiale og bakterier, mens det fra landbruk er bl.a. nitrogen og jordpartikler. Vannforskriften er ikke klar i forhold til avveiningen mellom kostnadseffektivitet og sektoransvar, da den på den ene siden stiller krav om kostnadseffektivitet på tvers av sektorer, på den andre siden så stiller den hver enkelt sektor til ansvar. I denne analysen ser vi kun på forurensning og kostnader knyttet til tiltak mot forurensning fra jordbrukssektoren og uttrykker dette som kost-effekt for hvert enkelt tiltak.

Dette kapittelet viser kost-effekt av ulike tiltak i jordbruket, dvs. de marginale kostnader for bonden ved å redusere fosforavrenningen ved ulike tiltak. Beregninger av kost-effekt av tiltak mot fosforavrenning fra jordbruksarealer baseres på to estimater:

- Kostnader ved gjennomføring av tiltak
- Effekt av tiltak på fosfortap.

Både tiltakseffekter og kostnader kan variere med klima, jordart og terreng. Kostnadene varierer dessuten med eksisterende ressurser som maskiner og kompetanse på gården. I tillegg er også inntjening utenfor gården og bondens holdninger og vurdering av risiko vesentlige faktorer å ta hensyn til i kostnadsberegningene. Det er beregnet kost-effekt for ulike jordbruksområder for å beskrive denne variasjonen.

I det følgende gis kost-effektberegninger som uttrykker nettokostnader for bonden ved ulike tiltak mot redusert fosfortap.

4.2 Tiltakskalkulator og DB-kalkulator

Denne rapporten ledsages av en tiltakskalkulator i regi av Bioforsk og NILF. Tiltakskalkulatoren kan brukes til å beregne kost-effekt under ulike betingelser. <http://webgis.no/Peffect>

Det vil i løpet av 2013 også bli utarbeidet en DB-kalkulator i regi av NILF på www.landbruksforum.no. Denne vil bli koblet opp mot tiltakskalkulatoren slik at den kan variere forutsetningene for beregning av dekningsbidrag for ulike typer av jordarbeiding, landskapstiltak m.m.

4.3 Jordarbeidingstiltak

Kost-effekten for et tiltak som jordarbeiding er beregnet i forhold til *høstpløying*. Kost-effekt er da endringer i dekningsbidrag per dekar i forhold til endringer i fosfortap per dekar.

Kost-effekt av jordarbeidingstiltak viser stor variasjon i både effekten på fosfortap og kostnader ved tiltakene. Effekten på fosfortap varierer for det første mye fra år til år på grunn av variasjon i været. For det andre er det store lokale variasjoner i effekt på grunn av variasjon i jord og landskap. For det tredje er det stor variasjon i gjennomføringen av de ulike tiltakene, på grunn av forskjeller i maskiner og arbeidets gjennomføring. Kostnadene ved jordarbeidingstiltak varierer tilsvarende på grunn av været, som gir utslag i dyrkingsforholdene og på grunn av forskjeller i erfaring/kunnskap om ulike jordarbeidingsmetoder. I tallene som er presentert her er det av praktiske grunner ikke tatt inn all variasjon og usikkerhet som er knyttet til beregningene. For planlegging av tiltak er erosjonsrisiko den viktigste faktor å ta hensyn til og kost-effekt er derfor oppgitt i forhold til erosjonsrisiko.

I tabell 4.1 er kost-effekten vist ved ulik erosjonsrisiko. I kost-effekt kalkulatoren (webgis.no/peffekt) kan en beregne kost-effekt for ulike nivåer på erosjonsrisiko og fosfortap i jorda. De relative kostnader ved tiltak øker når effekten av tiltaket blir lav. Derfor er det høyere kost-effekt ved lav erosjonsrisiko sammenlignet med høy erosjonsrisiko.

I det følgende gis kost-effektresultater av redusert jordarbeiding for vannområder i åtte fylker:

- * Østfold med vannområdene
 - Morsa
 - Rakkestadelva
 - Haldenvassdraget
- * Akershus med vannområdene
 - Pura
 - Leira
- * Svartelva i Hedmark
- * Viggavassdraget i Oppland
- * Liervassdraget i Buskerud
- * Goksjøvassdraget i Vestfold
- * Gaula i Sør-Trøndelag
- * Hotran i Nord-Trøndelag.

Tabell 4.1 Gjennomsnittlig kost-effekt av jordarbeidingstiltak i høsthvete og vårkorn for alle områder i kr per kg fosfor. Basert på standard fosforinnhold i jorda. Tallene er et utgangspunkt for vurdering og en må ta hensyn til forutsetningene herunder lokale forhold både ved sammenligning av tiltak i jordbruket og ved sammenligning av kost-effekt mellom sektorer

Korn-områder *	Vekst	Jordarbeiding	Områdespesifikk erosjonsrisiko i kg jord per daa **							
			30	50	100	200	300	500	700	1 000
Morsa-Øs	Høst-hvete	Høsthvete – Direktesådd	6,1E+03	4 044	2 225	1 199	838	536	400	294
		Høsthvete – Høstharvet	6,3E+11	110 161	8 069	2 617	1 545	850	588	405
	Vårkorn	Vårkorn – Høst- og vårharvet	1,9E+10	3 296	241	78	46	25	18	12
		Vårkorn – Vårpløyd	2,8E+03	1 868	1 028	554	387	248	185	136
		Vårkorn – Vårharvet	1,5E+03	965	531	286	200	128	96	70
Rakkestad-elva-Øs	Høst-hvete	Høsthvete – Direktesådd	6,6E+03	4 208	2 233	1 189	827	527	393	289
		Høsthvete- Høstharvet	6,0E+11	101 986	7 625	2 484	1 468	808	560	386
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	2,2E+10	3 766	282	92	54	30	21	14
		Vårkorn – Vårpløyd	2 996	1 902	1 010	537	374	238	178	131
		Vårkorn – Vårharvet	2,8E+03	1 758	933	496	345	220	164	121
Haldenvass-draget-Øs	Høst-hvete	Høsthvete – Direktesådd	4,3E+03	2 787	1 505	808	562	359	268	197
		Høsthvete – Høstharvet	4,6E+11	78 507	5 848	1 902	1 125	617	428	295
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	1,6E+10	2 808	209	68	40	22	15	11
		Vårkorn – Vårpløyd	2,7E+03	1 750	945	507	353	225	168	124
		Vårkorn - Vårharvet	1,5E+03	962	519	279	194	124	92	68
Pura-Ak	Høst-hvete	Høsthvete - Direktesådd	5,9E+03	3 394	1 705	895	620	395	295	217
		Høsthvete – Høstharvet	2,2E+11	34 546	2 680	884	526	292	203	140
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	1,8E+10	2 857	222	73	44	24	17	12
		Vårkorn - Vårpløyd	3,6E+03	2 114	1 062	557	386	246	183	135
		Vårkorn - Vårharvet	2,4E+03	1 389	698	366	254	162	121	89
Leira-Ak	Høst-hvete	Høsthvete - Direktesådd	2,1E+03	1 247	640	336	232	147	110	81
		Høsthvete – Høstharvet	4,0E+11	72 885	5 529	1 802	1 062	585	406	280
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	6,4E+09	1 171	89	29	17	9	7	4
		Vårkorn - Vårpløyd	3,4E+03	2 047	1 050	551	381	242	180	132
		Vårkorn - Vårharvet	2,4E+03	1 423	730	383	265	168	125	92

* Alle vannområder unntatt Leira har P-AL = 10, mens Leira har P-AL = 7

** Mørkere gråfarge viser større usikkerhet i effekt av jordarbeiding. Både kostnader og effekter er usikre tall, som varierer med en rekke forhold. Vi har derfor valgt å vise gjennomsnittstall for kost-effekt for mange lokaliteter.

Tabell 4.1 forts. Gjennomsnittlig kost-effekt av jordarbeidingstiltak i høsthvete og vårkorn for alle områder i kr per kg fosfor. Basert på standard fosforinnhold i jorda. *Tallene er et utgangspunkt for vurdering og en må ta hensyn til forutsetningene herunder lokale forhold både ved sammenligning av tiltak i jordbruket og ved sammenligning av kost-effekt mellom sektorer*

Korn-områder*	Vekst	Jordarbeiding	Områdespesifikk erosjonsrisiko i kg jord per daa **							
			30	50	100	200	300	500	700	1 000
Svart-elva-He	Høst-hvete	Høsthvete – Direktesådd	<i>ikke relevant</i>							
		Høsthvete – Høstharvet	2,4E+11	38 364	2 940	976	580	358	223	155
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	1,6E+11	26 322	2 017	670	398	246	153	106
		Vårkorn - Vårpløyd	1,2E+03	688	342	179	124	78	59	43
		Vårkorn - Vårharvet	1,8E+03	1 062	528	276	191	121	90	66
Viggavass-draget-Op	Høst-hvete	Høsthvete - Direktesådd	3,1E+03	1 761	881	459	318	202	151	111
		Høsthvete – Høstharvet	3,3E+11	53 635	4 123	1 365	811	449	313	216
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	3,3E+10	5 421	417	138	82	45	32	22
		Vårkorn - Vårpløyd	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vårkorn - Vårharvet	3,8E+02	218	109	57	39	25	19	14
Liervass-draget-Bu	Høst-hvete	Høsthvete - Direktesådd	<i>ikke relevant</i>							
		Høsthvete – Høstharvet	7,4E+10	11 848	898	299	77	98	68	47
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	-1,1E+11	-18 143	-1 374	-458	-272	-150	-104	-72
		Vårkorn - Vårpløyd	2,5E+01	14	7	4	3	2	1	1
		Vårkorn - Vårharvet	-1,6E+02	-90	-45	23	-16	-10	-8	-6
Goksjø-vass-draget-Ve	Høst-hvete	Høsthvete – Direktesådd	4,0E+03	2 771	1 574	862	606	388	291	214
		Høsthvete – Høstharvet	3,4E+11	58 632	4 336	1 402	825	453	314	216
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	1,7E+10	3 018	223	72	42	23	16	11
		Vårkorn - Vårpløyd	998	687	390	214	150	96	72	53
		Vårkorn - Vårharvet	1,5E+03	1 060	602	330	232	149	111	82
Gaula-STR	Høst-hvete	Høsthvete – Direktesådd	<i>ikke relevant</i>							
		Høsthvete – Høstharvet	<i>ikke relevant</i>							
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	<i>ikke relevant</i>							
		Vårkorn - Vårpløyd	1,9E+02	126	71	38	27	17	13	9
		Vårkorn - Vårharvet	<i>ikke relevant</i>							
Hotran-NTr	Høst-hvete	Høsthvete - Direktesådd	<i>ikke relevant</i>							
		Høsthvete – Høstharvet	<i>ikke relevant</i>							
	Vårkorn	Vårkorn - Høst- og vårharvet	8,7E+09	1 519	12	36	21	12	8	6
		Vårkorn - Vårpløyd	1,6E+01	11	6	3	2	2	1	1
Vårkorn - Vårharvet	6,2E+01	43	25	14	10	6	5	3		

* Alle vannområder unntatt Leira har P-AL = 10, mens Leira har P-AL = 7

** Mørkere gråfarge viser større usikkerhet i effekt av jordarbeiding. Både kostnader og effekter er usikre tall, som varierer med en rekke forhold. Vi har derfor valgt å vise gjennomsnittstall for kost-effekt for mange lokaliteter.

4.3.1 Vannområdene Morsa, Rakkestadelva og Haldenvassdraget i Østfold og Pura og Leira i Akershus

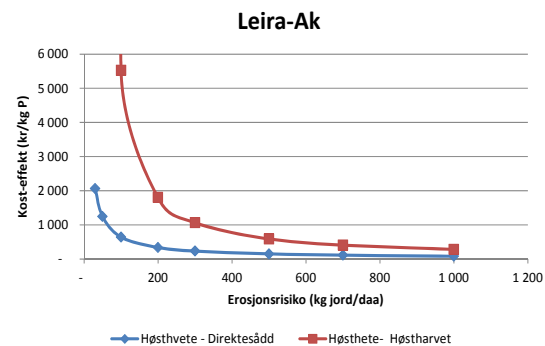
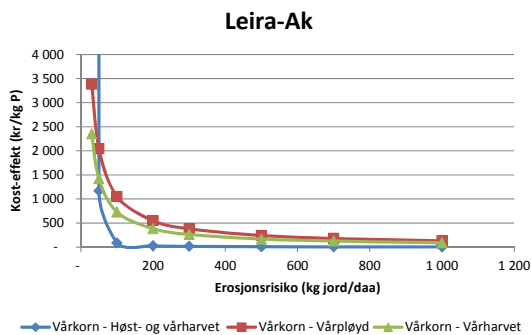
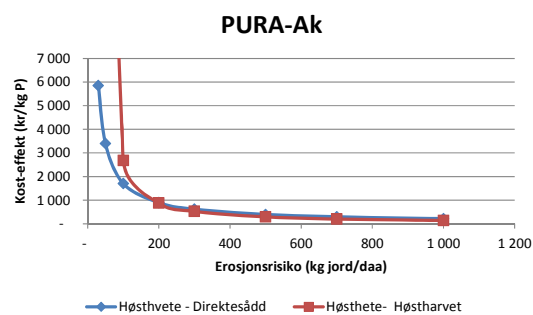
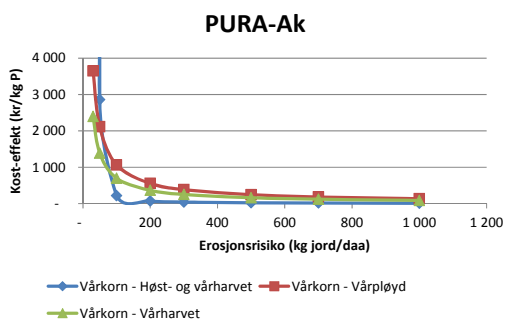
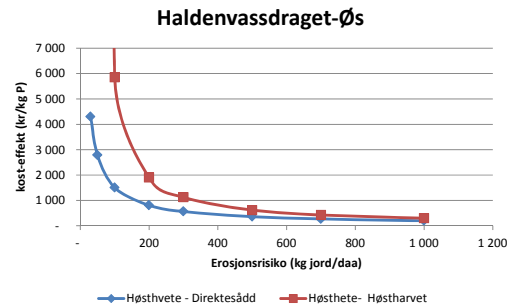
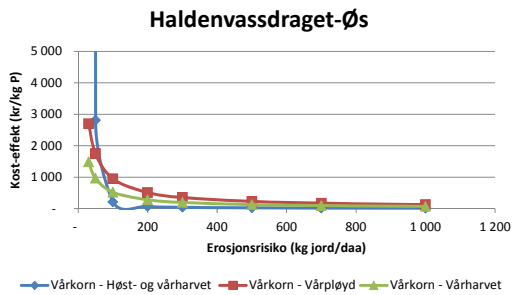
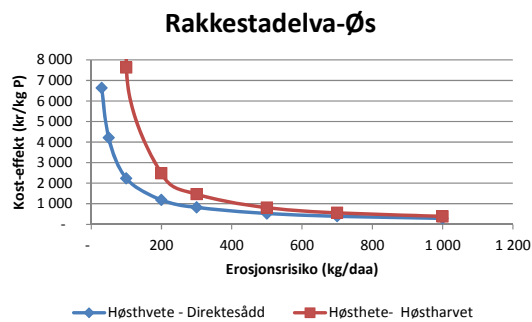
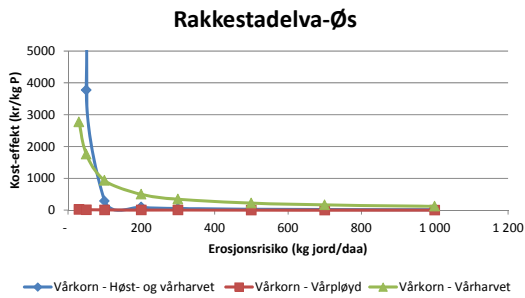
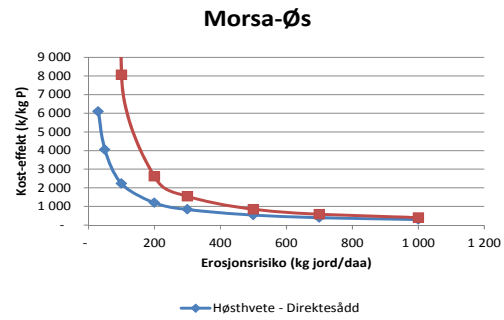
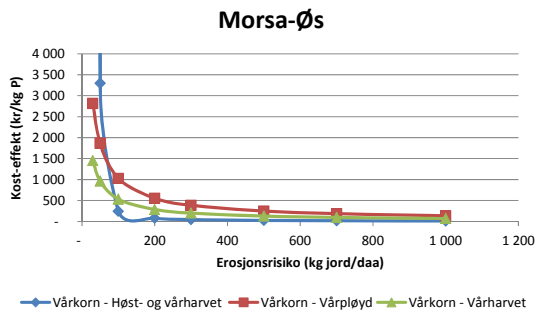
I denne undersøkelsen inngår tre områder i Østfold: Morsa, Rakkestadelva og Haldenvassdraget og i to områder i Akershus: Pura og Leira. Det er mest kostnadseffektivt å gjennomføre jordarbeidingstiltak i områder med høy erosjonsrisiko, det svarer til at kost-effekten er lav ved høy erosjonsrisiko (figur 4.1).

Ved erosjonsrisiko over 200 kg jord per dekar (erosjonsklasse 3 og 4) er kostnadene under 1000 kr per kg fosfor for alle jordarbeidingstiltak i vårkorn. Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i høstkorn er generelt høyere, det vil si at det er dyrere å sette inn tiltak i høstkorn enn i vårkorn, regnet per kg fosfor. Omlegging fra høstpløying til høstharving koster mest, mens omlegging fra høstpløying til jordarbeiding på våren i vårkorn og til direktesåing av høstkorn viser lavere kostnader i forhold til effekten på fosfortap. Det er små forskjeller i kost-effekt av ulike typer jordarbeidingstiltak når erosjonsrisikoen er høy.

Jo lavere avlinger desto større andel vil maskinkostnadene herunder kostnader til pløying, utgjøre av dekningsbidraget. Dette medfører at kost-effekten vil være høyere i områder med lave avlinger forutsatt at det er samme reduksjon i avling for redusert jordarbeiding.

I Rakkestad er det meget lave kostnader ved vårpløying til vårkorn i forhold til fosforeffekten. Det skyldes at det antas at avlingene ikke reduseres når det vårpløyes sammenlignet med høstpløying.

I områder hvor det er så høye krav til reduksjon av fosforavrenning slik at det ikke er tilstrekkelig å gjennomføre tiltak i områder med høy erosjonsrisiko vil valg av jordarbeiding få større betydning for de totale kostnadene for vannområdet. For alle områder i både Østfold og Akershus er det høstharving til høstvetete som er den absolutt mest kostbare metoden. I tillegg er det her minst reduksjon i fosfortap slik at høstharving er lite å foretrekke i slike situasjoner. I Pura er kost-effekten for høstharving til høstvetete dog lavere enn i de øvrige områdene, noe som kan skyldes at det har vært stor fokus på denne type jordarbeiding og at en har opparbeidet seg kunnskap om metoden slik at en oppnår forholdsvis gode avlinger.

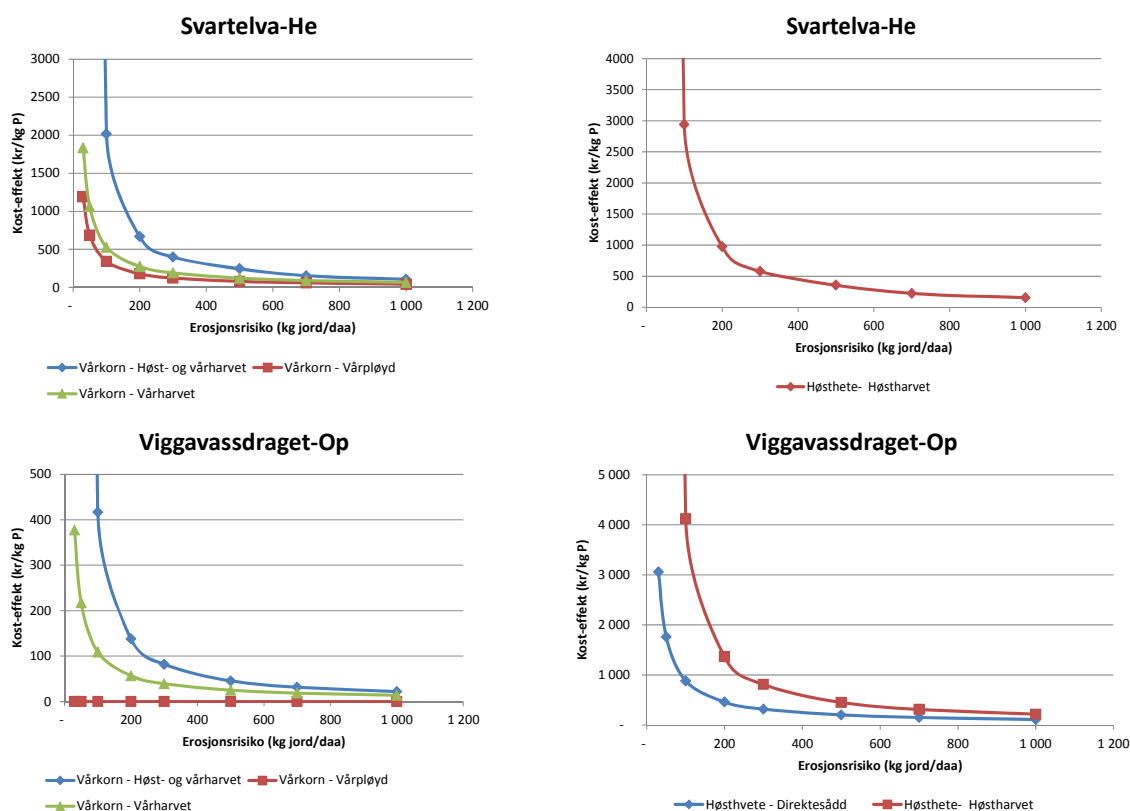


Figur 4.1 Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i forhold til erosjonsrisiko (kg jord/daa) for ulike jordarbeidingstiltak for vannområdene i Østfold og Akershus

4.3.2 Vannområdene Svartelva i Hedmark og Viggavassdraget i Oppland

Det er generelt veldig lite høstkorn i Hedmark og Oppland, se tabell 2.4 og denne diskusjonen omhandler derfor først og fremst vårkorn. For erosjonsutsatte arealer (erosjonsklasse 3 og 4) i vannområde Svartelva i Hedmark viser resultatene en lav kosteffekt av jordarbeidingstiltak i vårkorn, det vil si lave kostnader (< 500 kr) per kg fosfor, se figur 4.2. Dette har sammenheng med at det er liten reduksjon i avling ved overgang til jordarbeiding på våren for vårkorn. Både fokusgrupper og landbruksrådgiver forteller at jorda på Hedemarken rundt Svartelva er lett å arbeide med på våren og man kommer derfor tidlig i gang. Kostnadene er høyere per kg fosfor ved høstharving til vårkorn sammenlignet med vårpløying og vårharving. Dette er i motsetning til bl.a. Østfold og Akershus, hvor det er lavest kostnader ved høstharving til vårkorn. Også her i Hedmark er jordarbeidingstiltakene omtrent dobbelt så dyre i høstkorn for de høye erosjonsklasser sammenlignet med vårkorn. Direktesåing av høsthvete inngikk ikke i undersøkelsene i Hedmark.

Undersøkelsene i nedbørfeltet til Viggavassdraget viser at jordarbeidingstiltakene i vårkorn er mye lavere per kg fosfor sammenlignet med Svartelva i Hedmark. I høsthvete koster omlegging fra høstpløying til høstharving <1 000 kr per kg fosfor i erosjonsklasse 3 og 4.

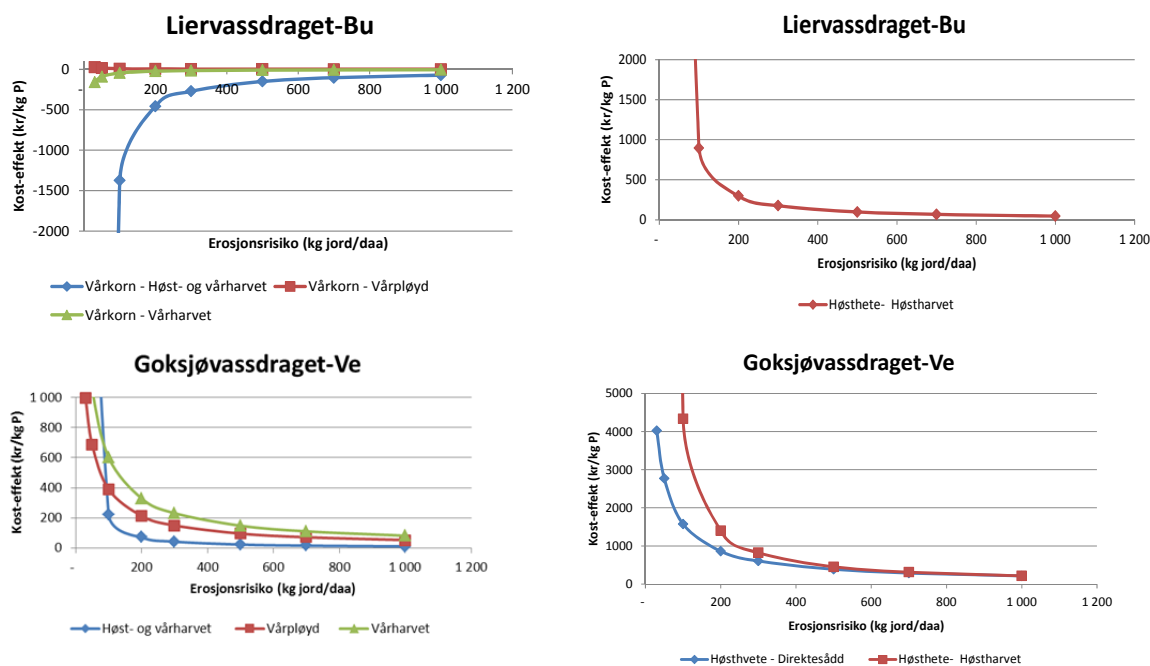


Figur 4.2 Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i forhold til erosjonsrisiko (kg jord/daa) for ulike jordarbeidingstiltak for vannområdene Svartelva i Hedmark og Viggavassdraget i Oppland

4.3.3 Vannområdene Liervassdraget i Buskerud og Goksjøvassdraget i Vestfold

Ifølge landbruksrådgiver Erik Berg ved Landbruksrådgivingen Østafjells er det få heltidsbønder i Liervassdraget og vi har også fått få svar i spørreundersøkelsen. Resultatene for vårkorn fra Buskerud viser at det er negative kostnader, det vil si en vinn-vinn situasjon for omlegging fra høstpløying til høstharving eller vårharving, se figur 5.3. Dette kan ha sammenheng med at det er få som pløyer, men kan også muligens skyldes kunnskap og tidspreferanser. Det er dessuten meget lave kostnader ved vårpløying regnet per kg fosfor. For høstkorn er det kostnader forbundet med omlegging fra høstpløying til høstharving, men kostnadene var lave sammenlignet med andre vannområder i denne undersøkelsen.

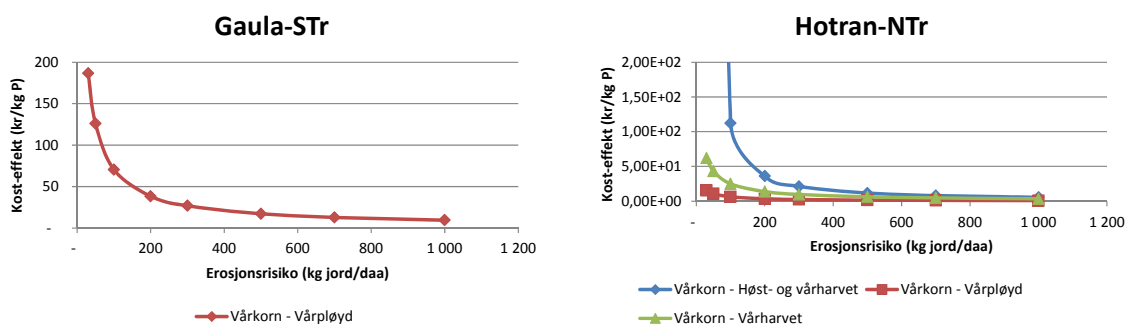
Undersøkelser for vårkorn i Goksjøvassdraget i Vestfold viser, figur 4.3, at kostnadene ved omlegging fra høstpløying til vårpløying er lavere enn ved omlegging til vårharving og under 200 kr pr. dekar for de høye erosjonsklassene. FMLA-Vestfold refererer til at selv med høye RMP-tilskudd (høyere enn Østfold) så har bøndene ikke lagt om fra høstpløyd til vårpløyd noe som tilsier at de selv mener det er betydelige kostnader forbundet med endring. For høstkorn er kostnadene <1000 kr per kg fosfor ved omlegging til direktesåing og høstharving i erosjonsklasse 3 og 4.



Figur 4.3 Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i forhold til erosjonsrisiko (kg jord/daa) for ulike jordarbeidingstiltak for vannområdene Liervassdraget i Buskerud og Goksjøvassdraget i Vestfold

4.3.4 Vannområdene Gaula i Sør-Trøndelag og Hotran i Nord-Trøndelag

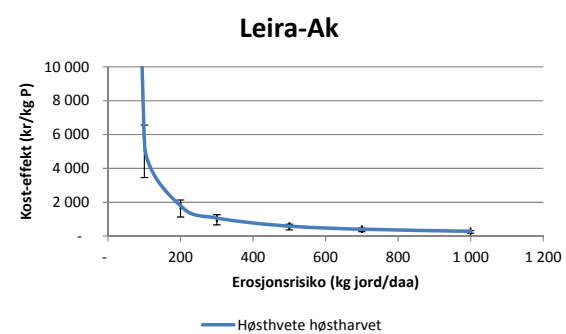
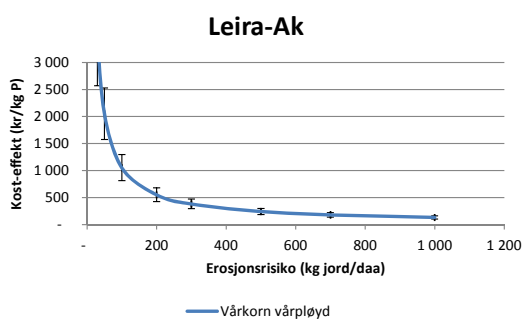
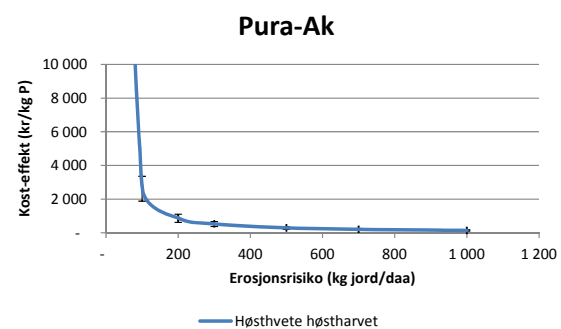
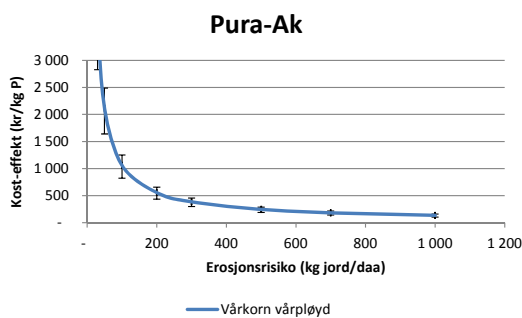
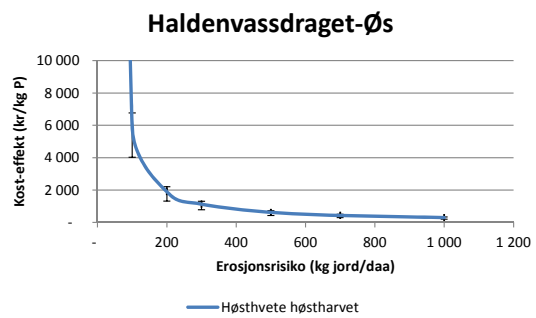
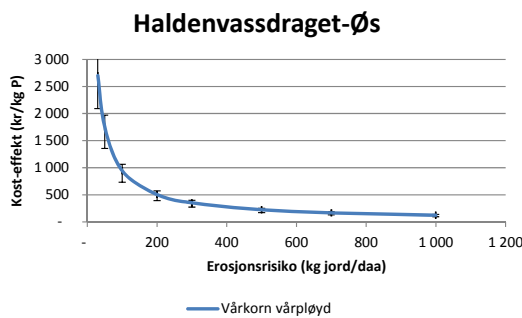
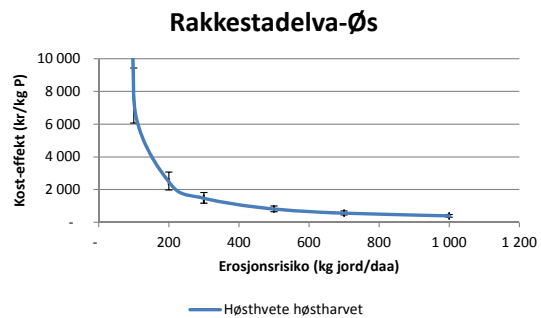
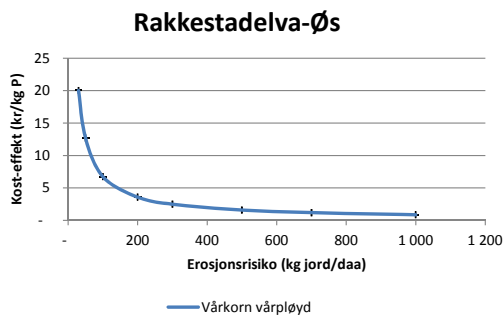
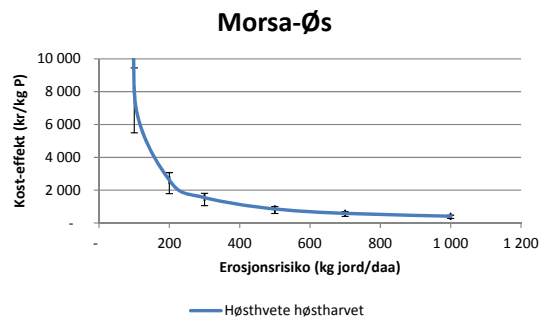
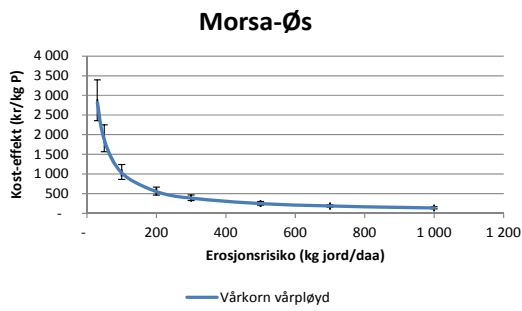
Det er lite høstkorn i Trøndelag og vi har derfor kun inkludert beregninger for vårkorn. Undersøkelsene i Gaula i Sør-Trøndelag og Hotran i Nord-Trøndelag viser at det er lave kostnader per kg fosfor for vårkorn forbundet med omlegging fra høstpløying til vårpløying helt ned mot erosjonsklasse 1. I Hotran er det også lave kostnader ved vårharving, regnet per kg fosfor, helt ned mot erosjonsklasse 1. Kostnader ved høstharving er større per kg fosfor og størst i erosjonsklasse 1, men fortsatt et billig tiltak per kg fosfor. Dette kan i noen grad skyldes at det er lavere avlinger i Trøndelag slik at pløying utgjør en større post av dekningsbidraget og således indirekte bidrar til å øke kost-effekten ved overgang til redusert jordarbeiding.



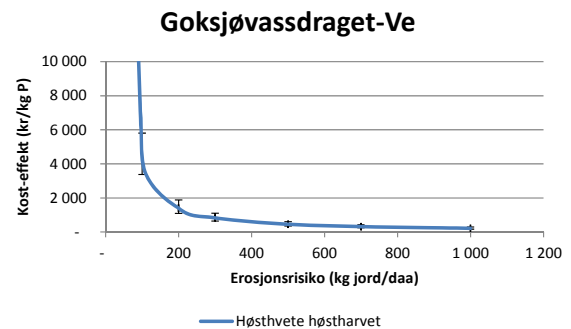
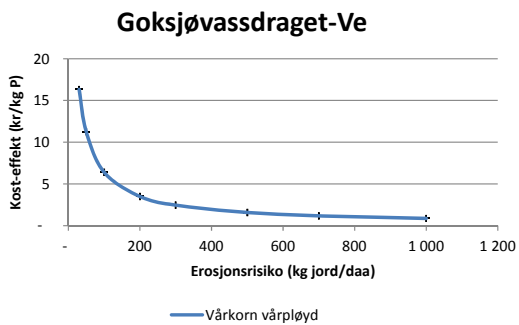
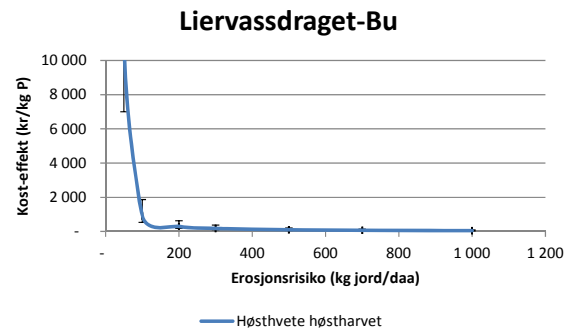
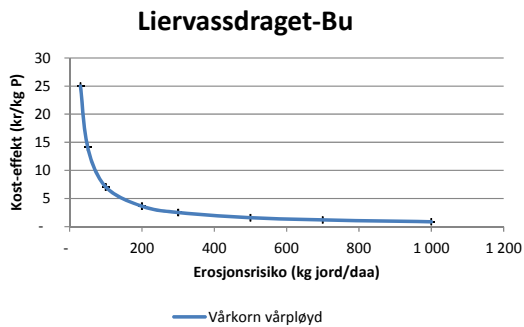
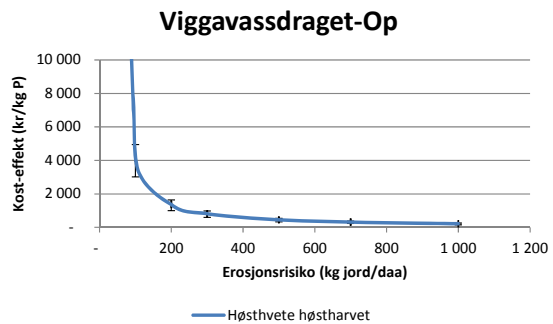
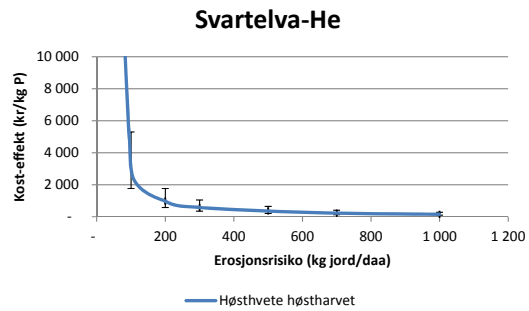
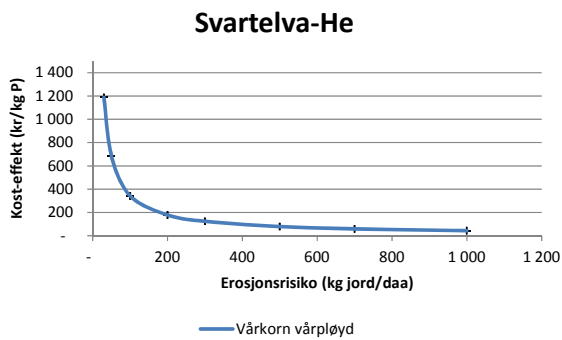
Figur 4.4 Kost-effekt av jordarbeidingstiltak i forhold til erosjonsrisiko (kg jord/daa) for ulike jordarbeidingstiltak for vannområdene Gaula i Sør-Trøndelag og Hotran i Nord-Trøndelag

4.3.5 Effekt av variasjon i avling på kost-effekt

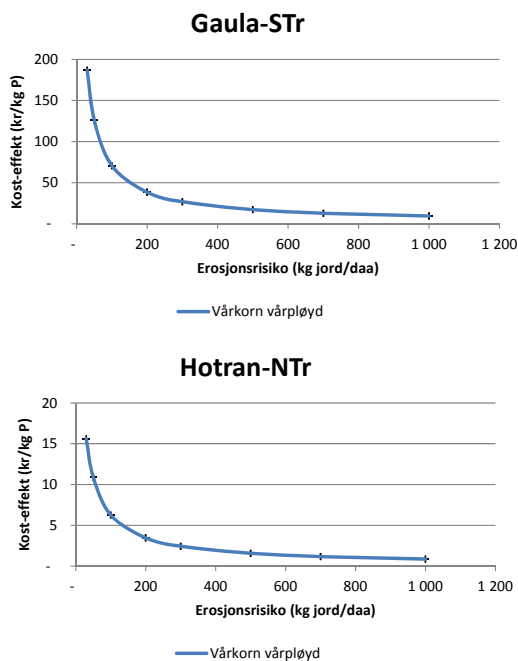
I enkelte vannområder har avlingsnivået stor betydning for kost-effekt av jordarbeidingstiltak. Ved lav erosjonsrisiko er det mindre effekt av tiltak og variasjonen i kost-effekt blir mye større mellom de ulike jordarbeidingstiltak. Særlig høstharving til høsthvete gir stor variasjon i kost-effekt i flere områder, f.eks. i Morsa.



Figur 4.5 Kost-effekt i forhold til erosjonsrisiko. De lodrette linjene markerer variasjonen i kost-effekt ved lavt og høyt avlingsnivå



Figur 4.5 (forts.) Kost-effekt i forhold til erosjonsrisiko. De lodrette linjene markerer variasjonen i kost-effekt ved lavt og høyt avlingsnivå



Figur 4.5 (forts.) Kost-effekt i forhold til erosjonsrisiko. De lodrette linjene markerer variasjonen i kost-effekt ved lavt og høyt avlingsnivå

4.4 Landskapstiltak

Det er mange variabler som er med på å bestemme kost-effekten for tiltakene vegetasjonssoner og fangdammer. Tilførsler av jord og fosfor er med på å bestemme effekten av tiltakene. Fosfortap fra omkringliggende jordbruksarealer varierer mye fra år til år grunnet klimatiske forhold som variasjoner i været hvilket er en vanskelig faktor å tallfeste. Vegetasjonssoner gir også andre positive tilleggseffekter (f.eks. redusert vinddrift av gjødsel, økt infiltrasjon i rotsonen, stabilisering av bekkekant), som også per i dag er vanskelige å tallfeste. Fangdammer kan fungere som fordrøyningsbasseng og på den måten bidra til å redusere flom, og graving i bekkekanter med påfølgende utrasing av jord og fosfor bundet til jordpartikler. Effekten av dette er også per i dag vanskelig å tallfeste. Faktorer som det i større eller mindre grad er mulig å tallfeste er innarbeidet i kost-effekt-kalkulatoren som er tilgjengelig på: <http://webgis.no/Peffect>.

I tiltakskalkulatoren er innlagt en rekke forutsetninger som kan varieres. Effekten av vegetasjonssoner og fangdammer er avhengig av tilførsler fra nedbørfeltet, det vil si dyrka mark, til vegetasjonssonen eller fangdammen. En faktor som har betydning for tilførsler fra nedbørfeltet er erosjonsrisikoklasse. Jordbruksjord er delt inn i fire ulike erosjonsrisikoklasser, hvilket er relatert til hvor mye jord og fosfor som forventes å erodere fra jordbruksjord, og dermed tilføres landskapstiltak som vegetasjonssoner og fangdammer. P-A1 status i jorda har også betydning for effekten av tiltakene. Økt hellingslengde fører til økt fare for avrenning av jord og fosfor, og hellingslengde er derfor også en faktor som kan varieres i kalkulatoren. Bakkeplanering fører til en forstyrrelse i jordprofilet og medfører økt risiko for erosjon og næringstransport.

For vegetasjonssoner inngår bredden på sonene i kost-effekt kalkulatoren, da større bredde øker effekten av vegetasjonssonene. Graset på vegetasjonssonene skal høstes, og hva graset brukes til har betydning for kost-effektregnskapet.

I Norge er det en tommelfingerregel at arealet på fangdammen skal være minst 0,1 prosent av nedbørfeltets areal. Vannets oppholdstid i fangdammen har betydning for renseseffekten, og økt størrelse på fangdammen medfører økt oppholdstid, som igjen medfører større retensjon av sedimenter og P. Størrelsen på fangdammen har også betydning for kostnadene, da det er en tendens til at anleggskostnadene målt per m² avtar med størrelsen på fangdammen.

I kapittel 4.4.1 (vegetasjonssoner) og 4.4.2 (fangdammer) er det vist eksempler på kost-effekt ved ulike jordarbeiding, for lav og høy erosjonsrisiko, for ulike P-AI nivå og ulike hellingslengder, samt gitt eksempler på arealer med og uten bakkeplanering. For vegetasjonssoner er det gitt eksempler med ulike bredder på vegetasjonssonene og for fangdammer er det gitt eksempler med ulike størrelser på fangdammene.

4.4.1 Kost-effekt vegetasjonssoner

Tabell 4.2 og 4.3 viser kost-effekt (kr/kg fosfor) ved vegetasjonssoner langs Svartelva i Hedmark og langs Rakkestadelva i Østfold under ulike betingelser (beregninger under andre betingelser er tilgjengelig på <http://webgis.no/Peffect>). Vi ser at det er en relativt stor variasjon i kost-effekt ved tiltakene. Det er viktig å huske på at disse beregningene baserer seg på en rekke forutsetninger som ikke alltid er gjeldende, for eksempel avsetning for høyet. I mange områder er ikke markedet for høy utviklet og kunder kan befinne seg i lang avstand fra vegetasjonssonene. Antagelig vil et samarbeid mellom gårdbrukere være en forutsetning for kostnadseffektiv produksjon og salg av høy fra vegetasjonssoner.

Hestehøy kan gi et høyre dekningsbidrag (uten tilskudd) enn vårharva vårkorn. Men det er et begrenset marked, og prisene vil mest sannsynlig falle dersom flere bønder begynner å selge hestehøy. En mer realistisk forutsetning vil derfor ofte være at man produserer rundballer til storfe/småfe enn hestehøy. For rundballer ser vi at det er stor variasjon i kost-effekt. Ved lav erosjonsrisiko og høstpløyd høsthvete ligger kost-effekten på over 2000 kr/kg fosfor, mens for høy erosjonsrisiko er kost-effekten på 120 kr/kg fosfor for kornområder langs Svartelva i Hedmark og 400 kr/kg fosfor for kornområder langs Rakkestadelva i Østfold. Ved middels erosjon og høstpløyd høsthvete er kost-effekten på mellom 1200 og 1800 kr/kg fosfor. For Rakkestad viser våre beregninger at dekningsbidraget (uten tilskudd) er lavere ved vårharva vårkorn enn ved produksjon av rundballer til storfe.

Tabell 4.2 Kost-effekt (kr/kg fosfor)for vegetasjonssoner rundt Svartelva i Hedmark

Erosjonsrisiko (kg jord/daa):	50	150	150	800	50	150	800
P-AL nivå:	5	7	7	14	5	7	14
Helningslengde (m):	20	150	150	400	20	150	400
Bakkeplanering:	nei	Nei	Nei	Ja	nei	Nei	Ja
Bredde veg.sone (m):	12	6	6	12	6	6	6
Jordarbeiding:	Høstpløyd høsthvete	Høstpløyd høsthvete	Vårharvet vårkorn	Høstpløyd høsthvete	Vårharvet vårkorn	Høstpløyd høsthvete	Vårharvet vårkorn
Graset brukes til:	Rundballer	Rundballer	Rundballer	Rundballer	Hestehøy	Hestehøy	Hestehøy
Kostnadseffektivitet (kr/kg fosfor):	2 150	1 220	4 260	120	-120	190	-40

Negativt tall for kostnadseffektivitet betyr at dekningsbidraget for grasproduksjon i vegetasjonssonen er høyere enn for den aktuelle kornproduksjonen

Tabell 4.3 Kost-effekt (kr/kg fosfor)for vegetasjonssoner for Rakkestadelva

Erosjonsrisiko (kg jord/daa):	50	150	150	800	50	150	800
P-AL nivå:	5	7	7	14	5	7	14
Helningslengde (m):	20	150	150	400	20	150	400
Bakkeplanering:	nei	Nei	Nei	Ja	nei	Nei	Ja
Bredde veg.sone (m):	12	6	6	12	6	6	6
Jordarbeiding:	Høstpløyd høsthvete	Høstpløyd høsthvete	Vårharvet vårkorn	Høstpløyd høsthvete	Vårharvet vårkorn	Høstpløyd høsthvete	Vårharvet vårkorn
Graset brukes til:	Rundballer	Rundballer	Rundballer	Rundballer	Hestehøy	Hestehøy	Hestehøy
Kostnadseffektivitet (kr/kg fosfor):	3 320	1 840	-2 450	400	-10 270	850	-3 280

Negativt tall for kostnadseffektivitet betyr at dekningsbidraget for grasproduksjon i vegetasjonssonen er høyere enn for den aktuelle kornproduksjonen

4.4.2 Kost-effekt fangdammer

Tabell 4.4 og 4.5 viser kost-effekt for fangdammer i kornområdene rundt Morsa i Østfold og rundt Viggavassdraget i Oppland under ulike betingelser (beregninger under andre betingelser er tilgjengelig på [http://webgis.no/Peffekt.](http://webgis.no/Peffekt)). Vi ser at det er en relativt stor variasjon i kost-effekt for de ulike tiltakene. Ved høyt erosjonspotensiale er kost-effekten på mellom 40 og 80 kr/kg fosfor avhengig av størrelsen på fangdammen. Ved lavt erosjonspotensiale er kost-effekten på mellom 380 kr/kg og 2 180 kr/kg.

Tabell 4.4 Kost-effekt for fangdammer i kornområdene rundt Morsa i Østfold

Erosjonsrisiko (kg jord/daa):	50	50	800	800
P-AL nivå:	5	5	14	14
Helningslengde (m):	20	20	400	400
Bakkeplanering:	Nei	Nei	Ja	Ja
Bredde veg.sone (m):	9	9	9	9
Jordarbeiding:	Vårharvet vårkorn	Vårharvet vårkorn	Høstpløyd vårkorn	Høstpløyd vårkorn
Fangdamarealet:	< 1 daa	> 3 daa	< 1 daa	> 3 daa
Kostnadseffektivitet (kr/kg fosfor):	850	380	80	40

Tabell 4.5 Kost-effekt for fangdammer i kornområdene rundt Vigga i Oppland

Erosjonsrisiko (kg jord/daa):	50	50	800	800
P-AL nivå:	5	5	14	14
Helningslengde (m):	20	20	400	400
Bakkeplanering:	Nei	Nei	Ja	Ja
Bredde veg.sone (m):	9	9	9	9
Jordarbeiding:	Vårharvet vårkorn	Vårharvet vårkorn	Høstpløyd vårkorn	Høstpløyd vårkorn
Fangdamarealet:	< 1 daa	> 3 daa	< 1 daa	> 3 daa
Kostnadseffektivitet (kr/kg fosfor):	2 180	990	80	40

5 Samfunnsøkonomiske vurderinger

I dette kapittelet ser vi på samfunnsøkonomiske kostnader og nytte for ulike tiltak i jordbruket. Det er ovenfor gjennomført beregninger av endringer i dekningsbidrag for ulike dyrkingssystemer, og investerings- og driftskostnader for enkelttiltak som fangdammer og vegetasjonssoner. Videre har vi beregnet effekten for fosfortapene for de samme tiltakene. Endelig har vi beregnet kost-effekt for de ulike tiltakene. Basert på dette har vi nå kunnskap om hvilke tiltak som er dyrest for bonden, hvilke tiltak som har størst effekt og hvilke som har best kost-effekt. Vi har også noe kunnskap om gjennomførbarheten av de ulike tiltakene – bl.a. gjennom vår spørreundersøkelse til bønder og våre samtaler med bønder og landbruksrådgivere. For å få til gode samfunnsøkonomiske vurderinger må vi imidlertid også vurdere andre relevante kostnader og evt. nytter av tiltakene.

Det er flere forhold som gjør at samfunnsøkonomiske vurderinger er relevante. For det første så gir Vanndirektivet rom for unntak fra bestemte miljømål hvis kostnadene er uforholdsmessig store, hvilket implisitt betyr at nytten er mye mindre enn kostnadene. *«Vanndirektivet setter som mål at det skal ivaretas eller oppnås god miljøtilstand i vannforekomstene. Tilstanden måles både ut fra økologiske og kjemiske forhold. Der det viser seg å være teknisk umulig å oppfylle målet om «god tilstand», eller det vil medføre uforholdsmessige store kostnader, gir direktivet anledning til å utsette måloppnåelsen eller fastsette mindre ambisiøse miljømål» (Vannforskriften § 10).*

Dette betinger derfor en vurdering av de samfunnsøkonomiske kostnader og nytte ved tiltak i jordbruket, noe som jordbrukets egne organisasjoner har argumentert for i ulike sammenhenger. Disse vurderingene har føringer for kravet i Vannforskriften om tverrsektorielle sammenligninger for å finne kostnadseffektivitet, da måling av kostnads-effektivitet prinsipielt sett bør inkludere alle samfunnsøkonomiske kostnader. I samfunnsøkonomiske vurderinger skal samfunnsmessige verdier benyttes, dvs. den nytte og de kostnader samfunnet får ved tiltaket. Disse vil som oftest være forskjellige fra de privat- eller foretaksøkonomiske verdiene. I vårt tilfelle får bøndene som oftest tilskudd for å gjennomføre tiltak mot fosfortap (enten gjennom midler fra Regionalt miljøprogram, RMP, eller gjennom såkalte SMIL-midler). Dette er en inntekt i bondens foretaksøkonomiske kalkyle, men er en omfordeling av midler for samfunnet og slike tilskudd vil derfor ikke inngå i en samfunnsøkonomisk analyse. Et annet moment er prisen på kornavlinger som også inkluderer en «overpris» på grunn av importvern, hvilket er relevant å inkludere som en inntekt i en foretaksøkonomisk kalkyle. Prisen er den inntekt bonden oppnår, mens slike tilskudd ikke vil inngå i en samfunnsøkonomisk analyse da det er tale om en omfordeling av midler fra skattebetalerne til bøndene fastlagt igjennom Jordbruksavtalen. Samfunnsøkonomiske beregninger vil inkludere kostnader til administrasjon, herunder utforming, informasjon og kontroll av tilskuddsordningene. Det inkluderer også andre effekter på samfunnet, især i nedbørsfeltet. Bondelaget selv argumenter for at følgende hensyn bør tas: *«Hensyn til matproduksjon, lokal verdiskaping og ressursens tålegrense» (Gimming 2012).* Ressursens tålegrense blir indirekte ivaretatt gjennom fastsatte miljømål. Derimot er hensynet til matproduksjon og lokal verdiskaping sentrale aspekter i en vurdering av de samfunnsøkonomiske konsekvenser. I tillegg er det en rekke helse- og miljøkonsekvenser for samfunnet, særlig av redusert jordarbeiding som

er viktige å inkludere i en samfunnsøkonomisk vurdering. Dette gjelder bl.a. ugrasutvikling og utvikling av mykotoksiner som har konsekvenser for miljø og helse gjennom endret plantevernmiddelbruk og endring i kornkvalitet.

Vi kan strukturere effektene av redusert jordarbeiding på følgende måte:

- Agonomiske effekter
 - Avling
 - Plantekvalitet
 - Jordkvalitet
- Miljø- og helseeffekter
 - Endret vannkvalitet
 - Mykotoksiner med helseeffekt og endret kornkvalitet
 - Pesticider i miljøet
 - Effekter på klimaet
- Andre samfunnsøkonomiske effekter
 - Produksjon av matkorn
 - Endret verdiskaping
 - Forbedret rekreasjon
 - Drikkevannskvalitet.

Noen av disse effektene er utdypet under.

5.1.1 Bruk av plantevernmidler

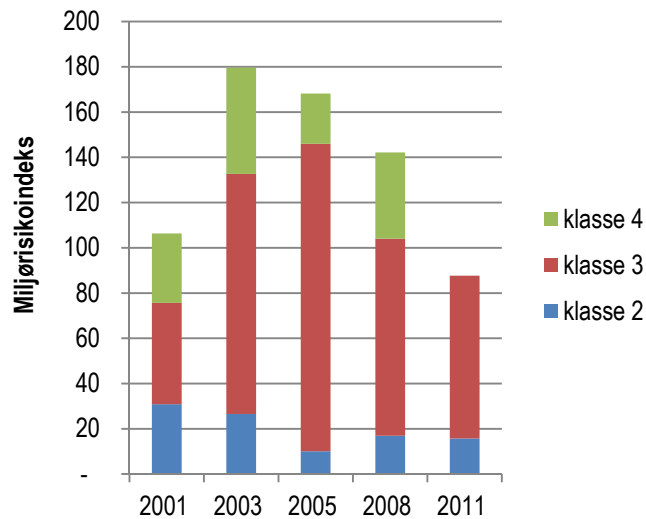
Forsøk fra mange år tilbake har vist at plogen er viktig for bekjemping av flerårig ugras, spesielt er effekten godt dokumentert for ugrasarten kveke (eks. Njøs & Ekeberg 1980). På 1990-tallet gjennomførte Bioforsk Plantehelse en forsøksserie der effekt av jordarbeiding (reduert jordarbeiding, vår- og høstpløying), i kombinasjon med ulike sprøytestrategier, ble undersøkt med hensyn på utvikling av ugras, plantesjukdommer inkl. fusarium og mykotoksiner, skadedyr og nyttedyr (Tørresen et al. 1999, Elen, 2002, Andersen 2003, Elen 2003, Tørresen et al. 2003). I disse forsøkene ble det registrert en økt forekomst av visse plantesjukdommer og ugras ved redusert jordarbeiding, mens skadedyr var mindre påvirket. I de upløyde forsøksrutene var det et klart økt behov for glyfosat og frøugrasmidler mot ugras. Dette forklarer at bruken av glyfosat har økt sterkt i de seinere år. Miljøeffekten av glyfosat er undersøkt i ulike prosjekter, bl.a. i det forskningsrådsfinansierte prosjektet REDUCE og et prosjekt for Mattilsynet (Stenrød et al. 2007). Det har i seinere tid vært mye fokus på Fusarium og utvikling av mykotoksiner i korn og flere prosjekter ved Bioforsk Plantehelse er i gang på dette området.

Økt utbredelse av redusert jordarbeiding kombinert med ensidig korndyrking, kan føre til en økning i halm og planterester som blir liggende oppå bakken, noe som kan gi gode vekstforhold for enkelte sopparter. Økt forekomst av soppssmitte i åkeren kan øke risikoen for angrep og sykdomsutvikling i korn. Klimaforholdene i åkeren vil påvirke sykdomsutviklingen sterkt og mer enn ulik jordarbeiding. Med økt forekomst av soppssmitte følger økt behov for bruk av kjemiske plantevernmidler og det er f.eks. observert økt bruk av Proline som virker mot Fusarium. Med økt bruk av soppmidler er det også økt risiko for utvikling av resistens. De siste årene er det registrert en utvikling av resistens mot enkelte soppmidler (spesielt Strobiluriner) i enkelte sopp-populasjoner.

Ved NILF er det nylig gjennomført et prosjekt for Mattilsynet om «Evaluering av avgiftssystemet for plantevernmidler i Norge» (Prestvik et al. 2013). I prosjektet viser analyser av data fra SSBs brukerundersøkelser at det har vært en økning i bruk av

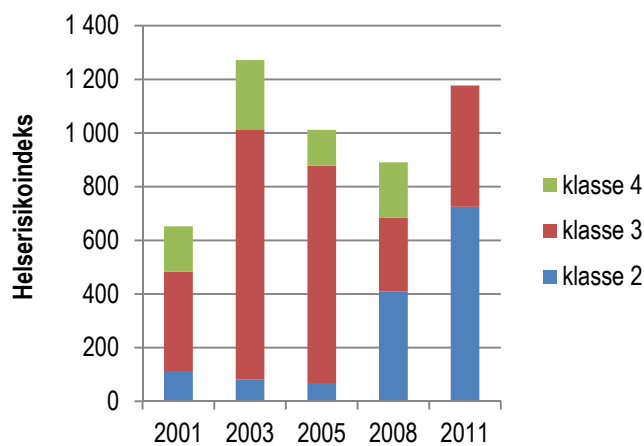
soppmidler i korn de seneste årene. For eksempel ble 24 prosent av havrearealet behandlet mot sopp i 2011, mot bare 5 prosent i 2008. Denne tendensen har også landbruksrådgivningen rapportert. Utviklingen må ses i sammenheng med nye anbefalinger om soppbehandling av havre (Aarstad 2012). I tillegg har forhandlerne av plantevernmidler merket en økende etterspørsel etter resistensbrytere, særlig mot resistent ugras. Resistensbryterne brukes ofte sammen med lavdosemidlene, noe som fører til en total økning i omsetningen av plantevernmidler. Tidligere undersøkelser har vist at sprøyting mot rotugras øker med økende grad av redusert jordarbeiding. Ved høstpløying sprøytes ca. 20 prosent av arealet mot rotugras. Hvis jordarbeidinga gjøres om våren sprøytes ca. 30 prosent og ca. 50 prosent ved direktesåing (Fig. 5.5, Gundersen et al. 2009). Sprøyting mot rotugras omfatter hovedsakelig glyfosatsprøyting mot kveke, men også sprøyting med fenoksysyrer (MCPA, mekoprop, og tidligere også diklorprop) i vekstsesongen mot tofrøblada rotugras kan inngå her. (Prestvik et al. 2013 in pub).

Prestvik et al. (2013) har også analysert den totale miljø- og helserisiko ved bruk av plantevernmidler i korn dyrking. Det totale miljørisikoen for soppmidler brukt i korn har, til tross for økt bruk av midler, blitt redusert siden 2003, se figur 5.1. Dette skyldes særlig reduksjon i bruk av preparater i avgiftsklasse 4, hvor preparatet Proline som er i avgiftsklasse 2 og det soppmiddelet med lavest miljørisiko, brukes på en stadig større andel av arealet. I tillegg kan et nytt preparat, Delaro, i avgiftsklasse 3 med veldig lav miljørisiko, ha erstattet andre preparater med høyere miljørisiko. Helserisiko fra soppmidler til korn har ikke hatt en like klar nedgang som miljørisiko siden 2003. Flere av preparatene som har bidratt til reduksjon i miljørisiko, har bidratt til en relativ økning av helserisiko. Både Proline og Delaro har et relativt høyt scoringstall for helserisiko og bidrar til sammen med mer enn 75 prosent av helserisikoen. Ser vi på spredeareal så bidrar disse to midlene imidlertid ikke med så stor andel av den totale risikoen. (Prestvik et al. 2013 under publisering).



Figur 5.1 Miljørisiko fra soppmidler i forskjellige avgiftsklasser

Kilde: Prestvik et al., 2013



Figur 5.2 Helserisiko fra soppmidler i forskjellige avgiftsklasser

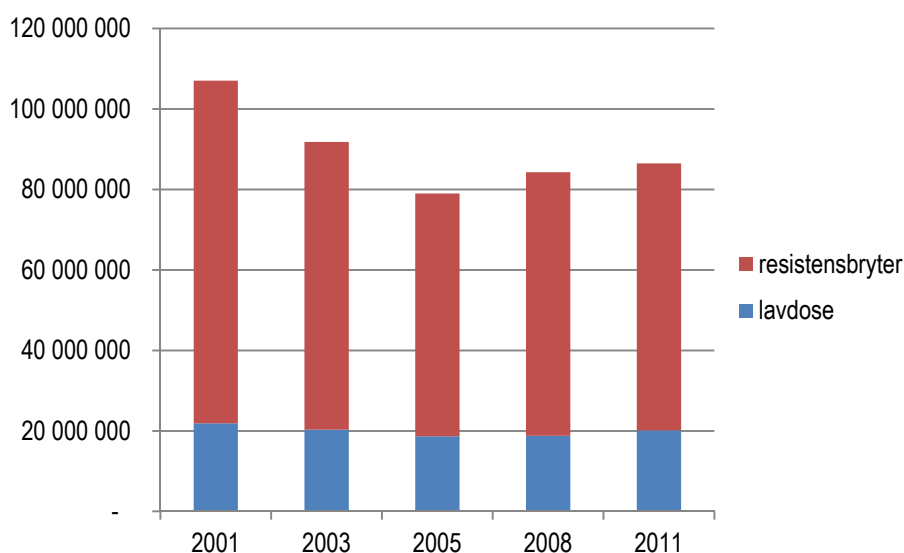
Kilde: Prestvik et al., 2013

Frøhvile gjør at frøene kan leve mange år i jorda. Pløying fører til at frøgraset bare har en generasjon på to år. Der det ikke er pløyd er det normalt med én generasjon per år. Dette er en av grunnene til at resistensutvikling oftere skjer ved redusert jordarbeiding enn der det blir pløyd; forutsatt at ugrasmiddelbruken ellers er den samme. Den andre grunnen er at et større antall frø ligger så grunt at det spirer fram flere planter. En større variasjonsbredde blir eksponert og et større antall per generasjon av individ som er resistente eller har økt toleranse vil få mulighet til å produsere frø.

Prestvik et al. (2013) viser at arealet behandlet med resistensbrytere hadde en liten nedgang fra 2001 til 2005, men en påfølgende økning i 2008 og 2011 og at bruken av resistensbrytere i forhold til lavdosemidler og resistensbrytere totalt har økt fra bruk på 35 prosent av arealet i 2008 til 40 prosent av arealet i 2011. Denne utviklingen kan sees i sammenheng med at endringene i avgiftssystemet i 2004 og 2005 gjorde resistensbryterne, som alle tilhører høyere avgiftsklasser, mer kostbare i bruk. En ser økt utvikling av

resistens i noen ugrasarter og et økende antall bønder har tatt i bruk resistensbrytere som middel i ugrasbehandlingen. I en spørreundersøkelse fra Bioforsk (Wærnhus 2013) meldte mer enn 2/3 av bøndene at de hadde resistent ugras på sin driftsenhet, hvorav en stor andel rapporterte arter som har opparbeidet resistens. Prestvik et al. (2013) konkluderer med at det virker som «bevisstheten omkring resistens er økende og at bøndene handler deretter... og tallene tyder på at agronomiske hensyn vektlegges i økende grad».

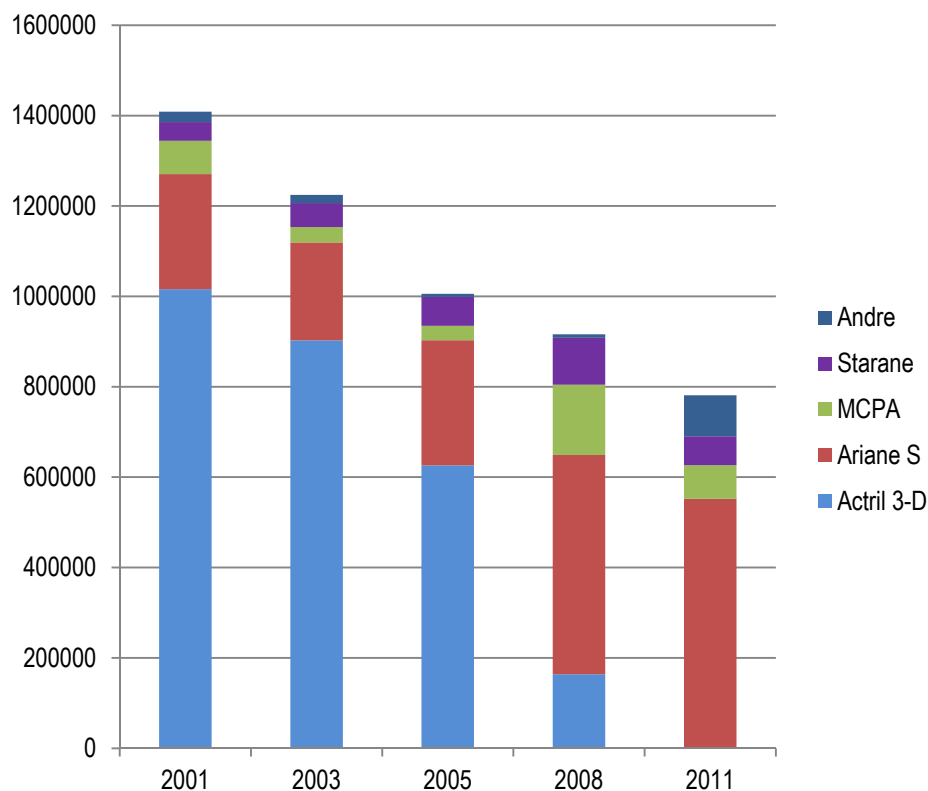
Figur 5.3 viser beregnet miljørisiko fra summen av alle lavdosemidler og resistensbrytere brukt i korn, utfra areal fra SSBs undersøkelser. Miljørisiko fra ugrasmidler i korn er redusert fra første undersøkelse i 2001. Selv om risiko i 2011 ikke er beregnet, tilsier totalt areal og fordelingen mellom de forskjellige midlene at miljørisiko fra ugrasmidler i korn ikke har endret seg mye fra 2008. Grunnen til at miljørisiko er redusert selv om forbruket av resistensbrytere har økt, er blant annet at et middel med høyere risiko, Actril 3-D, i stor grad er erstattet med et middel med lavere risiko, Ariane S. Actril var i avgiftsklasse 4 og ble utfaset i 2008, mens Ariane S er i avgiftsklasse 2 og var det nest mest brukte ugrasmiddelet i korn i 2011. Den kraftige omsetningsøkningen av mekoprop-p i 2011 og 2012 (Mattilsynets omsetningsstatistikk) vil bidra til økning i risiko sammenlignet med 2008.



Figur 5.3 Miljørisiko fra lavdosemidler og resistensbrytere i korn

Kilde: Prestvik et al., 2013

I helserisiko utgjør lavdosemidlene en veldig liten andel, under 2 prosent. Figur 5.4 viser at helserisiko fra resistensbrytere har avtatt betraktelig fra 2001 til 2008. Det er særlig reduksjon i bruk av Actril som er grunnen til dette.



Figur 5.4 Helse- og miljørisiko fra (utvalgte) ugrasmidler, brukt i korn

Kilde: Prestvik et al., 2013

Redusert jordarbeiding reduserer avrenningen av vann på overflaten og derved risiko for avrenning av plantevernmidler som bindes hardt til jord. Utlekking av soppmidler og glyfosat vil trolig reduseres ved redusert jordarbeiding med unntak av på jordtyper med permanente makroporer. Imidlertid kan redusert jordarbeiding føre til økt persistens og derved virke den i motsatte retningen med økt risiko. Redusert jordarbeiding vil øke utlekkningen til grunnvann av de mer mobile fenoksysyrene og trolig også lavdosemidlene, mens risikoen for overflateavrenning viser motsatt effekt. Risiko for miljøeffekter av fenoksysyrer vil totalt sett øke ved redusert jordarbeiding, men nivåene har vist seg å ligge godt under nivåer som skulle tilsi miljøeffekter.

I tabell 5.1 ser vi antall behandlinger med sopp- og ugrasmidler for ulike typer jordarbeiding – modellert med basis i PVNOR-modellen fra Bioforsk Plantehelse (Refsgaard et al. 2006). En ser at plantevernmiddelbruken øker jo mindre jordarbeiding som gjøres. Tabell 5.2 viser hvordan den totale helse- og miljørisikoen endres med de samme typene av jordarbeiding. En ser her at helse- og miljørisiko øker med redusert jordarbeiding og at det er en viss tendens til at det er mindre risikofylt å ha vårhvete enn høsthvete i vekstskiftet. Prosjektet ble imidlertid gjennomført i 2005–2006 og baserer seg på godkjente og anvendte plantevernmidler med tilhørende risikovurderinger på daværende tidspunkt. Likevel gir det konkret informasjon om hvordan på daværende tidspunkt helse- og miljørisikoen endret seg ved redusert jordarbeiding under PVNOR-modellering på daværende tidspunkt.

Tabell 5.1 Plantevernmiddelbruk ved ulike jordarbeiding (PVNOR-modellen)

	Tr: B, H, VH	VP: B, H, VH	DS: B, H, VH	Tr: B, H, HH	VP: B, H, HH	DS: B, H, HH
Sopp, Amistar Pro	2	2	2	2	2	2
Sopp, Forbel 750	8	8	8	9	9	9
Sopp, Zenit, Md2				1	1	1
Ugr, Actril, Bt3		3	5	1	1	5
Ugr., Arelon, Bt2			6			14
Ugr., Express, Bt2	22	22	22	22	22	22
Ugr., Roundup Eco, Bt1					1	
Ugr, Roundup Eco, Bt5			3			7
Ugr., Roundup Eco, Bt6	1	5	9	3	4	8

Kilde: Refsgaard et al., 2006

Tabell 5.2 Plantevernmiddelbruk og dens helse- og miljørisiko ved ulike jordarbeiding (PVNOR-modellen)

Vekstfølge ¹⁾	Jordarbeiding	Helserisiko	Miljørisiko
B, H, VH	Høstharving og høstpløying	0,71	38,2
B, H, VH	Vårpløying	1,5	56,4
B, H, VH	Direktesåing	2,76	72,1
B, H, HH	Høstharving og høstpløying	1,1	53
B, H, HH	Vårpløying	1,2	54
B, H, HH	Direktesåing	3,7	85

Kilde: Refsgaard et al., 2006

Samtaler med Bioforsk ved Jan Netland og Kirsten Tørresen (2012) resulterte i følgende oppsummering av virkningene av redusert jordarbeiding for plantevernmiddelbruk:

- Det må sprøytes oftere med glyfosat.
- Det blir lettere resistensutvikling p.g.a. av at man ikke snur frøene, slik at de samme frøene blir eksponert hele tiden, noe som igjen medfører at en må bruke mer midler med høyere helse- og miljørisiko.
- Bruken av glyfosat har økt over tid.
- Alle sopp- og ugrasmidler (primært mot rotugras) øker med redusert jordarbeiding. Det er en klar sammenheng mellom redusert jordarbeiding og økt plantevernbruk for soppmidler og ugrasmidler (både frø og rotugras), men det er ingen sammenheng for insektmidler.
- Plantevernmiddelbruk må måles i form av virksomt stoff.
- Det har vært en økning i sprøyting mot sopp som produserer mykotoksiner.
- Vårpløying har like god effekt på ugras som høstpløying. I stiv leire er vårpløying problematisk.
- Avrenning av plantevernmidler kan variere med jordart. Men dette er usikkert. Plantevernmidler kan feste seg til jordpartiklene og bidra til avrenning, videre kan det være overflateavrenning med plantevernmidler.

5.1.2 Utvikling av mykotoksiner og bruk av plantevernmidler

Samfunnseffektene av utvikling av mykotoksiner i korn er knyttet til:

- Mulig helserisiko forbundet med å spise korn med mykotoksiner for både mennesker og dyr (selv om regelverket skal hindre at helseskadelige produkter blir omsatt).
- Økt bruk av plantevernmidler, bl.a. fungicidene Proline og Delaro.
- Redusert nasjonal kornproduksjon.
- Mindre produksjon av matkorn.
- Økte kostnader for bonden til plantevernmidler, pga. kassering av korn, endring av vekstskifte.

I de senere år er det registrert økende forekomster av mykotoksiner i norskprodusert havre og vårhvete. Det dreier seg særlig om deoxynivalenol (DON). Dette mykotoksinet produseres av *Fusarium graminearum* og *Fusarium culmorum*. Det er dessuten registrert høye forekomster av HT2 og T2 i enkelte havrepartier. Grenseverdier for innhold av enkelte mykotoksiner i korn og kornprodukter til mat og fôr er fastsatt av Mattilsynet (i henhold til EU's regelverk). (Bioforsk, 2011).

Fusarium-sopper vokser godt på stubb og halmrester. Redusert jordarbeiding i kombinasjon med ensidig korndyrking kan derfor øke forekomsten av *Fusarium*-smitte i åkeren. For å redusere utvikling av *Fusarium*-toksiner anbefaler man blant annet å redusere mengde planterester i åkeren. Pløying er effektivt og viktig ved ensidig korndyrking og noe jordarbeiding om høsten er antakelig bedre enn jordarbeiding kun om våren. Smitte kan dessuten komme inn fra omkringliggende åkre ved soppspor som spres gjennom luften. Vekstskifte med oljevekster, erter eller eng antas å redusere risikoen for oppformering av *Fusarium*-smitte og utvikling av mykotoksiner i korn. (Bioforsk, 2011).

Fusarium trives særlig godt under fuktige forhold, og kornplantene er spesielt mottakelige for *Fusarium* i blomstringsperioden. Fuktig vær i blomstringsperioden kan derfor øke risikoen for *Fusarium*-infeksjon og utvikling av mykotoksiner. Nedbør ved utsatt høsting kan ytterligere øke risikoen for utvikling av mykotoksiner i kornet. Dessuten er det økt risiko for utvikling av mykotoksiner i korn høstet fra områder med mye legde, og i korn som ikke er raskt nedtørket til lagertørr vare. (Bioforsk, 2011)

Hvor mye omfanget at mykotoksiner øker som følge av redusert jordarbeiding er uklart samtidig som det er vanskelig å si hvor mye av økningen som skyldes redusert jordarbeiding og hvor mye som skyldes mer regn. Redusert jordarbeiding medfører betydelige utfordringer for plantehelse og trygg mat og fôr. Ensidig korndyrking med lite vekstskifte og redusert jordarbeiding medfører økt risiko for angrep av *Fusarium* og utvikling av mykotoksiner i kornet. Dette er et dilemma for korndyrkere som sterkt oppfordres til å la være å pløye, men dermed kan risikere at avlinga ikke blir salgbar pga. innhold av mykotoksiner. Mykotoksiner i mat og fôr er godt dokumentert som en reell trussel mot menneskers og dyrs helse. Myndigheter og politikere synes lite klar over denne problemstillingen, men det er et dilemma for forvaltningen. (Tørresen et al., 2012)

Samtaler med Bioforsk ved Guro Brodal, Jan Netland, Kirsten Tørresen (2012) resulterte i følgende oppsummering av virkningene av økt utvikling av Mykotoksiner som følge av redusert jordarbeiding:

- Været er den viktigste faktoren for økt utvikling av Mykotoksiner.
- Forholdet mellom Glyfosat og Mykotoksiner er uavklart.

- Sprøyting mot Mykotoksiner er komplisert. Sprøyting kan medføre oppblomstring av andre sopper.
- Det er stor usikkerhet på feltet, men det er sikkert at planterester på åkeren fremmer smitte. Likevel kan bonden forebygge på alle måter og likevel få tilført smitte fra naboen.
- Om det er sterkt erosjonsutsatte jorder og mye Mykotoksiner må bonden kanskje dyrke andre vekster, som f.eks. ryps – det er en god art å ha i vekstskiftet.
- Internasjonalt er det enighet om følgende:
 - Planterester (halm og stubb) den viktigste faktoren for utvikling av Mykotoksiner.
 - Smitte fra naboen kan likevel forekomme uansett forebygging da det forekommer smitte med vinden over km.
 - Ingen entydige resultater for økologisk landbruk, dvs. om det er bedre eller ikke i forhold til konvensjonelt. Det mangler forskning på dette.
 - Smittefaren avhenger av hvilken type drift naboen har, men det er halmrester etc. som ligger på bakken som betyr mest for utvikling av soppsykdommer.
 - Bioforsk plantehelse gjennomfører en spørreundersøkelse om mykotoksiner og jordarbeiding.

5.1.3 Oppsummering

I tabell 5.3 er det indikert at minkende jordarbeiding øker risikoen for utvikling av ugras. Det er også fare for mer utvikling av resistens mot ugrasmidler ved redusert jordarbeiding. Dette fører til økt behov for og bruk av glyfosat. Det er også satt opp risiko for noe mer bruk av fenoksysyrer ved redusert jordarbeiding for å bekjempe tofrøblada rotugras og som resistensbryter til ugrasmidler som virker som ALS-hemmere. Miljøavgiften på plantevernmidler er lav på lavdosemidler (ALS-hemmere) og dette fremmer bruk og resistensutvikling av disse midlene. Bruk av frøgrasmidler er relativt uavhengig av jordarbeiding.

Tabell 5.3 Jordarbeiding i forhold til ulike samfunnseffekter

	Høstpløying	Vårpløying	Lett høstharving	Vårharving	Direktesåing
Erosjon	Høy	Lav	Middels	Lav	Lav
Ugrasutvikling og behov for glyfosat og fenoksyryrer	Lav	Ganske lav	Middels	Ganske høy	Høy
Behov for frøgrasmidler	Ikke påvirket	Ikke påvirket	Ikke påvirket	Ikke påvirket	Ikke påvirket
Soppangrep og behov for soppmidler	Lav	Ganske lav	Middels	Ganske høy	Høy
Mykotoksiner- Helserisiko	Lav	Ganske lav	Middels	Ganske høy	Høy
Risiko for transport til overflatevann av glyfosat og soppmidler	Høy	Lav	Middels	Lav	Lav
Risiko for transport til overflatevann av fenoksyryrer og lavdosemidler	Høy	Lav	Middels	Lav	Lav
Risiko for transport til grunnvann av fenoksyryrer og lavdosemidler	Lav	Ganske lav	Middels	Ganske høy	Høy

Kilde: Tørresen et al., 2012

«Totalt sett tror vi at vårpløying vil være et godt miljømessig alternativ der det er mulig ut fra vekstvalg og jordart. Dette har liten risiko for erosjon, ugrasutvikling, utvikling av soppsjukdommer og dels mykotoksiner og behov for plantevernmidler.» (Tørresen et al., 2012).

5.1.4 utfordringer på tvers av sektorer

Sammenligning av kost-effekt mellom ulike sektorer gir store utfordringer. Det er et ønske å kunne rangere tiltak i et nedbørfelt etter hva det koster i forhold til fosforeffekten. Imidlertid er det mange andre forhold som er viktige når det gjelder tiltakseffekter enn mengden av totalfosfor som tilføres i løpet av et år.

Biotilgjengeligheten varierer mellom ulike kilder. Generelt er biotilgjengeligheten av arealavrenning lav, mens biotilgjengeligheten av fosfor fra punktkilder normalt er høyere.

Tidspunkt på året hvor fosforet tilføres har også stor betydning for hvordan algene reagerer på fosforet. Fosfor som tilføres med arealavrenning på høsten har kanskje mindre betydning enn det fosfor som tilføres rett før algenes vekstsesong.

Algenes mulighet til å få tak i fosfor og utnytte det avhenger av forholdene i innsjøen. I en dyp innsjø kan partikkelbundet fosfor sedimentere og være utenfor algenes opptaksområde, mens det er større sannsynlighet for at algene vil ernære seg av fosforet i en grunn innsjø.

Usikkerheten i effekt av tiltak er stor ved arealtiltak fordi effekten er avhengig av været. De gjennomførte tiltak i jordbruket kan motvirkes av store nedbørmengder og intens avrenning, mens tiltak i andre sektorer er mindre påvirket av været.

6 Virkemidler – tilfredshet, administrasjon og ressursbruk

6.1 Virkemidler

6.1.1 Viktige hensyn ved utforming av virkemidler

Ved utforming av virkemidler for reduksjon av erosjon/fosfortap er det en rekke hensyn som er viktige. Ifølge standard økonomisk teori er det viktig at virkemidlene sikrer økonomisk optimalitet, det vil si at marginal samfunnskostnad er lik marginal samfunnsnytte. Det er imidlertid vanskelig og etisk problematisk å beregne samfunnsnytte og -kostnad og resultatene man kommer fram til vil ofte være metodeavhengige. Derfor ender man ofte opp med at virkemidlene bør sikre kostnadseffektive tiltak (med andre ord at forbedret vannkvalitet nås til lavest mulig kostnad). Det er dette som kreves i vannforskriften. Kravet til kostnadseffektive løsninger gjelder for utslipp til samme resipient. At det er billigere å redusere tilførselen av næringsalter til vassdrag A enn til vassdrag B, er av liten interesse dersom det er i vassdrag B det er overgjødslingsproblemer. Det er videre ønskelig at virkemidlene er målrettede² ved at de er knyttet direkte til vannforurensing og at de er enkle å administrere (har lave transaksjonskostnader). Det vil ofte være en avveining mellom transaksjonskostnader og målrettethet – det vil si virkemidler rettet direkte mot forurensingen vil normalt være mer målrettede enn mer generelle virkemidler. Samtidig øker ofte de administrative kostnadene. Endelig er det viktig at virkemidlene oppfattes som legitime og rettferdige. Disse hensyn er viktige når man velger hva virkemidlene skal knyttes til (innsatsfaktorer som omsettes i markedet, produksjonsmetoder, produkter som omsettes i markedet eller selve P-avrenningen), hvilke typer virkemidler man skal ha og hvilke typer prosesser man skal knytte til virkemiddelutformingen.

6.1.2 Valg av hva virkemidlene skal knyttes til

I forhold til hva virkemidlene skal knyttes til er det viktig å være klar over følgende for fosforavrenning:

- Effekten avhenger av hvilket vassdrag man slipper ut fosfor i (to bønder som slipper ut like mye fosfor men til ulike vassdrag vil ikke forurense like mye).
- Avrenning av fosfor fra den enkelte bonde er meget vanskelig å måle.
- P-avrenning avhenger av en rekke faktorer som jordarbeiding, jordtype, PLA tall, gjødsling (type og metode), fangdammer, vegetasjonssoner, grasdekte vannveier, erosjonsklasse, osv. Den eksakte fosforeffekten av disse faktorene er usikker og det vil

² Om man ser bort fra transaksjonskostnaden er målretta virkemidler også kostnadseffektive. Om man etablerer målestasjoner som måler fosforavrenninga fra hver enkelt bonde og knytter for eksempel en avgift til disse utslippene vil man sikre kostnadseffektivitet og målrettethet.

for eksempel ikke nødvendigvis være en direkte sammenheng mellom pløying og fosforavrenning.

Man kan derfor knytte virkemidler til følgende faktorer:

- Innkjøpte innsatsfaktorer som handelsgjødsel: Det er administrative fordeler ved å knytte miljøavgiftene til innsatsfaktorer, samtidig som det administrativt er lite hensiktsmessig med geografisk differensierte avgifter.
- Solgte produkter som korn: Med reduserte kornpriser blir avlingsreduksjon ved redusert jordarbeiding mindre viktig, mens det ved meget høye kornpriser blir viktigere å ta vare på matjorden.
- Produksjonsmetoder: For eksempel redusert høstpløying, fangdammer, vegetasjonssoner osv. Det er vanlig å knytte virkemidler til disse i mange fylker i dag.
- Forurensning: Er meget vanskelig å måle på gårds- eller dekarnivå. Kanskje kan man måle forurensingen for mindre vannforekomster og da belønne eller straffe bøndene kollektivt for fosforforurensning i vannforekomsten. Dette er imidlertid problematisk fordi det også er andre kilder til fosforforurensning.

6.1.3 Valg av virkemidler

Virkemidler deles ofte inn i juridiske, økonomiske og informasjonsmessige virkemidler samt norm-byggende virkemidler. Disse virkemidlene kan endre incentiver, informasjon og preferanser (Vatn, 2005). Mens informasjonsvirkemidler og norm-bygging endrer den informasjon og de holdningene/målsetningene den enkelte har, kan juridiske og økonomiske virkemidler endre incentiver og holdninger. En viktig fordel med juridiske virkemidler er at usikkerheten om måloppnåelse reduseres. Økonomiske virkemidler vil imidlertid bidra til at man når reduksjonsmålene mer effektivt enn ved juridiske virkemidler, de er mer fleksible og økonomiske virkemidler gir incentiver for utvikling av bedre teknologi for å redusere utslippene. Det er videre viktig å være klar over at en skatt sjelden er velkommen hos forurenserne på grunn av økningen i kostnadene, mens forskrifter, tilskudd og omsettelige utslippstillatelser kan møte mindre motstand. Transaksjonskostnader er imidlertid generelt høyere med omsettelige utslippstillatelser enn en skatt.

Informasjon, involvering og normbygging kan være viktige i tillegg til andre virkemidler, og de kan også brukes som selvstendige virkemidler. En studie fra Island (Arnalds og Barkarson fra 2003) og en studie fra Norge (Refsgaard et al. 2010) viser at det er viktig å oppnå tillit til tilgjengelig kunnskap; mens en studie fra Sverige viser at det er viktig å informere bønder om miljøeffekter. En OECD rapport understreker at økonomiske incitament ikke er det eneste som har betydning for bønders miljøadferd. Både utdanning og informasjon, samt konsistens og kompatibilitet med tradisjonell lokal praksis har betydning for effekten av økonomiske virkemidler (OECD, 2012). Refsgaard et al. (2010) viste at mangel på informasjon kan forklare hvorfor bøndene ikke reduserer fosforavrenningen.

Det er derfor viktig å etablere prosesser som skaper tillit og gjensidig læring og hvor ulike interessenter deltar. De samme tiltak kan gi ganske ulike resultater avhengig av hvilke prosessen som knyttes til å etablere og implementere disse virkemidlene. Resultater fra Island viser at det i en nasjonal undersøkelse om jorderosjon var avgjørende å få til involverende prosesser for å løse konflikter mellom landbruks- og verneinteresser. Resultater fra Norge viser tilsvarende at deltakende prosesser der tillit og samarbeid er fostret er viktig for bønders aksept av tiltak (Stokke et al 2006; Refsgaard et al. 2010).

6.2 Er dagens virkemidler hensiktsmessig – en spørreundersøkelse til Fylkesmennenes landbruksavdelinger?

Vi gjennomførte en spørreundersøkelse hos Fylkesmennenes landbruksavdelinger og hos landbrukskontorer i de utvalgte fylkene om administrasjon av, ressursbruk og tilfredshet med virkemidler for redusert vannforurensing.

6.2.1 Administrasjon og tilfredshet med virkemidlene

De åtte landbruksavdelingene hos fylkesmennene som var med i prosjektet besvarte en spørreundersøkelse om deres virkemidler og ressursbruk i forbindelse med disse virkemidlene. Samtlige av fylkene har virkemidler fra regionale miljøprogram (RMP) og spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL) hvor hensikten er å bedre vannkvaliteten. To av fylkene (Akershus og Østfold) har også regionale miljøkrav med hjemmel i forskrift om produksjonstilskudd.

Kommentarer fra spørreundersøkelsen viser at de fleste ved Fylkesmannens landbruksavdeling (FMLA) opplever liten intern variasjon i administrative kostnader (for eksempel variasjon mellom ulike RMP-ordninger) mellom ulike virkemidler under RMP og SMIL. Fra et av fylkene ble det påpekt at beregning og vurdering av erosjonsrisiko er spesielt krevende der det ikke foreligger erosjonsrisikokart fra Skog og landskap.

I forhold til vurdering av de gjeldende virkemidler i egne fylker uttrykte en av respondentene at handlingsrommet for tilpasning av virkemidlene til regionale utfordringene var blitt betydelig redusert det siste året. Samme respondent uttrykte at regionalt handlingsrom og fleksibilitet gir bedre tilpassede ordninger til utfordringene innenfor de enkelte vannområdene. To av respondentene så viktigheten av mer målrettede tiltak, mens en annen uttrykte behov for forenkling i form av færre tiltak. Tre poengterte at de var fornøyd med virkemidlene. Videre ble det fremhevet fra en FMLA at økt oppslutning om vegetasjonssoner og fangvekster i grønnsaksarealer er vanskelig å få til å fungere fordi alternativverdien på bruk av arealene er høy.

Svarene fra spørreundersøkelsen viser at rettferdighet kan forstås på tre ulike måter:

1. *Virkemidlene er målrettede.* En av FMLAene fremhever at det har vært kritikk av at ordningene ikke har vært tilstrekkelig målrettede, mens andre fremhevet at virkemidlene blir oppfattet som målrettede. To av FMLAene nevnte at vi ikke har nok kunnskap om måloppnåelse i forhold til vannkvalitet. Videre nevnte en av FMLAene at man ikke får tilskudd til tiltak som potensielt kunne vært like målrettede som de tiltakene det i dag gis tilskudd til. Dette gjelder bl.a. tilskudd for å hindre vinderosjon, og for tilskudd til utsatt omlegging av eng og endelig at erosjonsklassene ikke nødvendigvis er rett vurderte.
2. *Likebehandling uavhengig av forurensing.* I svarene fra enkelte av respondentene oppgis det at rettferdighet betyr likebehandling uavhengig av hvor mye den enkelte forurenser. Det oppfattes som urettferdig at det ikke er tilskudd til arealer med liten erosjonsrisiko når man samtidig bruker av «potten» til jordbruksavtalemidler. En av respondentene uttrykte at det over tid har blitt økende forståelse for at man ikke kan likebehandle gårdbrukere som forurenser ulikt. Disse svarene viser at dersom man har målrettede tilskudd er det viktig at tilskuddssatsene ikke er vesentlig høyere enn de reelle kostnadene siden dette kan oppfattes som urettferdig for de som ikke er berettiget til tilskudd.
3. En tredje forståelse av rettferdighet går på at man har lik fordeling mellom virkemidler til kulturlandskapstiltak og mot forurensning.

De fleste av FMLAene fant det viktig at virkemidlene gir god måloppnåelse. I forhold til bøndenes tilfredshet anførte FMLAene ulike forhold som at ansvarlige bønder stort sett var tilfreds med gjeldende ordning, at bøndene var utilfredse når tilskudd til fangvekster, lett høstharving og direktesåing ble fjernet, og at mottakere av tilskudd var tilfredse. På den annen side var de som ikke var berettiget til tilskudd utilfredse. Jevnt over var imidlertid tilfredsheten god. Endelig ble det poengtert at stabilitet i ordningene er viktig for å skape forståelse for ordningene og for å redusere usikkerheten ved for eksempel maskininvesteringer.

6.2.2 Vurdering av ulike typer av virkemidler

Fylkesmennene ble også bedt om å vurdere ulike typer virkemidler:

1. Prosentvise arealbegrensninger i forhold til jordarbeiding på hvert bruk. Dvs. at hvert bruk får forbud mot pløying på en bestemt arealandel (for eksempel 60 %).
2. Frivillig ordning med økonomisk støtte differensiert ut i fra erosjonsklasse.
3. Fast støtte per bruk eller del-vannområde (5–10 bønder) med individuell tilpasning av tiltak basert på veiledning.

Fylkesmennene hadde noe ulike og varierende vurdering av disse tiltakene.

Ad 1)

- De la vekt på følgende fordeler med en prosentvis arealbegrensning:
 - a) lave administrasjonskostnader (fire av FMLAene),
 - b) at det er rettferdig siden det krever at alle bidrar (en FMLA),
 - c) at bønder i Morsa har oppfattet en arealbegrensning som rettferdig,
 - d) at den gir god måloppnåelse i form av andel av areal hvor man gjennomfører tiltak (tre av FMLAene),
 - e) at den gir størst måloppnåelse i forhold til fosforavrenning (en FMLA).
 - f) Videre mener fire FMLAere at dette virkemidlet vil være det mest kostnadseffektive gitt at forskriften er målrettet og gir rom for differensiering og
 - g) en FMLA skriver at bøndene aksepterer dette virkemidlet dersom forskriften ikke er for streng.
- I forhold til ulemper ved dette virkemidlet la
 - a) en FMLA vekt på at det medfører vesentlige arbeidsbelastninger (utforme forskrift, kontroll, bestemme hvor man skal ha forskrift),
 - b) at det ikke er rettferdig (tre FMLAer) blant annet for grønnsaksprodusenter,
 - c) lite målretta (en FMLA),
 - d) har dårlig eller usikker kostnadseffektivitet (to FMLAere) og at den
 - e) i liten grad vil bli akseptert av næringa (fem FMLAere).

Ad 2)

- For en frivillig ordning med økonomisk støtte differensiert ut i fra erosjonsklasse la fylkesmennene vekt på følgende fordeler:
 - lave administrasjonskostnader (en FMLA),
 - at den er rettferdig (fire FMLAere),
 - at den har god måloppnåelse (tre FMLAere),
 - at den er kostnadseffektiv (to FMLAere),
 - at den blir akseptert av bøndene (fem FMLAere).

- Fylkesmennene fant ingen klare ulemper med denne ordningen, men flere av de hadde forslag til forbedringer:
 - at den kan styrkes med mer informasjon til bøndene, økte satser og bistand fra landbruksrådgivningen (to av FMLAere),
 - at man i økende grad kan prioritere nærhet til vann for å gi bedre kostnads-effektivitet (to FMALere),
 - at det er viktig at erosjonsrisikoklassifiseringen er riktig slik at den ikke oppfattes som urettferdig samt at man kan kombinere denne ordningen med miljøavtaler eller andre virkemidler som gir mulighet til å stimulere til økt innsats i særlig utsatte områder (to FMLAere).

Ad 3)

- For ordning 3 blir kontrollen mer omfattende da det vil gjelde egne retningslinjer for hvert eget bruk
- Blir så mye skjønn med en slik ordning og dermed grunnlag for misnøye og at man føler seg urettferdig behandla.

6.2.3 Ressursbruk til administrasjon hos Fylkesmennene og kommunale landbrukskontorer

Spørreundersøkelsen inneholdt også spørsmål om hvor mye ressurser i form av tid og andre kostnader det brukes på administrasjon av ulike virkemidler. Tabell 6.1 viser resultatene for Regionale Miljø Program (RMP) tilskudd til avrenning. Administrasjonskostnadene er målt som ressursbruk i forhold til tilskuddene som er utbetalt via RMP til avrenningstiltak i pågjeldende kommune. Vi ser av tabellen at det er landbrukskontorene som bruker mest ressurser på RMP-avrenning. De totale kostnadene til administrasjon varierer mellom 13 og 23 prosent av tilskuddene. Om tilskuddene målrettes mer, kan man forvente at administrasjonskostnadene vil øke og motsatt. Det er imidlertid viktig å være klar over at man skal innføre et nytt IKT-system for RMP og om dette fungerer godt, så kan man forvente at administrasjonskostnadene vil gå noe ned både for bonden og for forvaltningen.

Tabell 6.1 Transaksjonskostnader (prosentandel av tilskudd) ved RMP (avrenning) i 8 ulike fylker

	FYLKE							
	1	2	3	4	5	6	7	8
FMLA	3,6	3,73	3,1	3,1	*	3,0	2,7	7,3
Landbrukskontor	12,2	*	13,8	15,1	6,7	19,5	7,4	5,1
Totalt	15,8	3,7	16,9	18,2	6,7	22,5	10,2	12,5

*Mangler data for

7 Referanser

- Arnalds, O., B.H. Barkarson (2003). «*Soil erosion and land use policy in Iceland in relation to sheep grazing and government subsidies*». *Environmental Science and Policy* 6: 105–113.
- Bakkegard, M., Riley, H., Tørresen, K.S., Lindemark, P.O., Stabbetorp, J. 2007. *Redusert jordarbeiding til høstkorn*. Bioforsk Tema. 2(32)
- Bechmann, M. & J. Deelstra, (eds), 2013. *Agriculture and Environment – Long Term Monitoring in Norway*. Akademika Publishing, Trondheim. ISBN: 978-82-321-0014-9. 392 s.
- Bedre Gardsdrift, 2012. *Prisliste for liten og priser for stor*. Nr. 3 2012.
- Blankenberg, A-G B, J. Deelstra, A. F. Øgaard, R. Pedersen, 2013. *Phosphorus and sediment retention in a constructed wetland*. *Agriculture and Environment – Long Term Monitoring in Norway*. Bechmann, M., Deelstra, J. (eds.). ISBN 978-82-321-0014-9.
- Blankenberg, A-G.B, A.M. Paruch, I. Tryland, L. Robertson, 2012. *Vil klimaendringer kunne få konsekvenser på avrenning av tarmbakterier og parasitter fra beiteområder?* Bioforsk FOKUS Vol. 7 Nr. 2. 2012. s 253–255.
- Blankenberg A-G B., K. Haarstad, A-K Søvik, 2008. «*Nitrogen retention in constructed wetland filters treating diffuse agriculture pollution*». *Desalination* 226 (2008) pp 114–120. Science Direct, Elsevier.
- Blankenberg A-G.B., K. Haarstad, B.C. Braskerud, 2007. *Pesticide retention in an experimental wetland treating non point source pollution from agriculture run-off*. *Water Science & Technology*. Vol 55 No 3 pp 37–44. © IWA Publishing 2007. doi:10.2166/wst.2007.070
- Braskerud, B., K. Tonderski, B. Wedding, R. Bakke, A-G.B Blankenberg, B. Ulen, og J. Koskiahø, 2005. *Can constructed wetlands reduce the diffuse phosphorus loads to eutrophic water in cold temperate regions?*. *Journal of Environmental Quality* 34(6):2145–2155.
- Braskerud, B.C., A-G.B. Blankenberg, 2005. *Phosphorus retention in the Lier wetland. Is living water possible in agricultural areas?* p.126–128: 145. *Jordforsk book nr. 48/05*. ISSN/ISBN: 82-7467-537-1.
- Braskerud, B. C., 2000. *Factors affecting Phosphorus retention in small constructed wetlands treating non-point source pollution*, *Ecological Engineering* 19(1) 41–61.
- Braskerud, 2001. *Sedimentation in small constructed wetlands. Retention of particles, phosphorus, and nitrogen in streams from arable watersheds*. Dr Scient theses 2001:10, Norges Landbrukshøgskole, Ås, Norway.
- Budsjettnemnda for jordbruket 2011/2012. Totalkalkylen
- Deelstra, J., L. Øygarden, A-G.B Blankenberg, H-O. Eggestad, (2011). «*Climate change and runoff from agricultural catchments in Norway*», *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, Vol. 3 Iss: 4, pp.345–360.
- Dillaha, T. A., R.B. Reneau, S. Mostaghimi, D. Lee, 1989. *Vegetative filterstrips for agricultural non-point source pollution control*. *Transaction of ASAE* 32, 513–519.

- Dorioz, J.M., D. Wang, J. Poulenard, D. Trevisan, 2006. *The effect of grass buffer strips on phosphorus dynamics—A critical review and synthesis as a basis for application in agricultural landscapes in France*. Agriculture, Ecosystems and Environment 117 (2006) 4–21.
- Ellevold, A.B.(red.), 2012. *Handbok for Driftsplanlegging 2012/2013*. NILF, Oslo.
- Elsaesser, D., A-G.B. Blankenberg, A. Geist, T. Mæhlum, R. Schulz, June 2011. *Assessing the influence of vegetation on reduction of pesticide concentration in experimental surface flow constructed wetlands: Application of the toxic units approach*. Ecological Engineering Eng. (2011) 37(6):955-962. DOI:10.1016/j.ecoleng.2011.02.003.
- Enger, S. 2013. Akershus bondelag ønsker mer målretting av tiltak og forpliktende miljøavtaler/planer. Innlegg på fagtreff i Norsk Vannforening «*Hvordan skal landbruket bidra til å nå målene i vannforskriften?*», 8-4-2013, Ås
- Gimming, B. 2012. «Er business as usual» i norsk matproduksjon bærekraftig nok. Hva er fremtidens landbruksmodell. Oikos-Seminar 25-3-2011, Ås.
- Hauge, A., A.G.B. Blankenberg, O. Stedje Hanserud, 2008. *Evaluering av fangdammer som miljøtiltak i SMIL*. Bioforsk Rapport Vol. 3 Nr. 14
- Helmers, M.J., D.E. Eisenhauer, M.G. Dosskey, T.G. Franti, J.M. Brothers, M.C. McCullough, 2005. *Flow pathways and sediment trapping in a field-scale vegetative filter*. Soil & Water Division of ASAE. Vol. 48(3): 955–968.
- Hoel, B., A.Ø. Kristoffersen, N. Bakkegard, H. Tandsæther, 2005. *Fleråring forsøk med fosfor- og kaliumgjødsling til vårkorn*. Jord- og Plantekultur. Grønn kunnskap 9(1):116–128
- Hoffmann, C.C., C. Kjaergaard, J. Uusi-Kämpä, H.C.B. Hansen, B. Kronvang, 2009. *Phosphorus Retention in Riparian Buffers: Review of Their Efficiency*. J. Environ. Qual. 38:1942–1955 (2009).
- Johansen, A., 2013. *God og lagringsstabil ensilasje til hest med eller utan tilsetning av mugghemmande konserveringsmiddel*. Husdyrforskmøte 2013.
- Kadlec, R. H., R.L. Knight, 1996. *Treatment Wetlands*. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 893 pp.
- Kristoffersen, A.Ø. 2010. *Innføring av ny fosfornorm til korn og ny korreksjonslinje for P-AL. Hvilken betydning har det for fosforforbruket?* Jord- og Plantekultur. Bioforsk FOKUS 5(1):136–138.
- Kristoffersen, A.Ø. 2013. *Fosforgjødsling til vårkorn i forhold til P-AL-nivå i jorda*. Jord- og Plantekultur. Bioforsk FOKUS 8(1): 138–143.
- Kristoffersen, A.Ø., B. Hoel, T. Krogstad, A.F. Øgaard. 2008. *Reduserte fosfornormer til korn*. Bioforsk Fokus 3(1): 50–51.
- Kronvang, B., Baatrup-Pedersen, R. Ejrnæs, J.S. Schou, U. Jørgensen, C. Børgesen, 2008. *Udyrkede bræmmer og randzoner langs vandløb og søer*. Kortlægning af risikoarealer for fosfortab i Danmark. B3: Arealændringer i risikoområder. Årgang 1, 2008 Nr. B3, vers. 1.
- Kronvang, B., M. Bechman, H. Lundekvam, H. Behrendt, G.H. Rubæk, O.F. Schoumans, N. Syversen, H.E. Andersen, C.C. Hoffmann. 2005b. *Phosphorus losses from agricultural areas in river basins: Effects and uncertainties of targeted mitigation measures*. J. Environ. Qual. 34:2129–2144.
- Mattson, L. 2010. *Vikande fosforanvändning – vad händer med bördighet og skördar?* Notat, Institutionen för mark och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet. 14 s.
- Norsk landbruk, 2012. *Gårdsdrift: Leiekjøringspriser*. http://www.norsklandbruk.no/media/2785131/leiekj_ring-oppslag2012.pdf

- OECD (2012), *Farmer Behaviour, Agricultural Management and Climate Change*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264167650-en>
- Poulsen, H.D., G.H. Rubæk, (red), 2005. *Fosfor i dansk landbrug. Omsætning, tab og virkemidler mod tab*. DJF rapport Husdyrbrug nr. 68 • December 2005.
- SSB: Jordbruksstatistikk for 2010, 2011 og 2012.
- Prestvik AS, J. Netland, I. Hovland 2013: *Evaluering av avgiftssystemet for plantevernmidler i Norge*. Notat 2013-4, NILF
- Refsgaard K, A. Veidal, J. Netland, M. Stenrød 2006: *Risikoreduksjon ved bruk av plantevernmidler – En samfunnsmessig konsekvensanalyse*. NILF-rapport 2006-5.
- Refsgaard K, M. Bechmann, A-G. B. Blankenberg, S. Skøien, A. Veidal 2010. *Kostnadseffektivitet for tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer i Østfold og Akershus*. NILF-rapport 2010-2.
- Riley H, M. Bakkegard, P.O. Lindemark 2008. *Kostnadseffektiv høstkorndyrking: Avlinger i storskalaforsøk 2003–2006 og langvarige jordarbeidingsforsøk 1998–2007*. Bioforsk FOKUS 4, s. 29–37
- Skøien, S.E., Børresen, T. & Bechmann, M. 2012. Effect of tillage methods on soil erosion in Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B. Soil and Plant* 62, Suppl. 2, 191–198.
- Somma, F. 2013 (editor). *River Basin Network on Water Framework Directive and Agriculture. Practical experiences and knowledge exchange in support of the WFD Implementation (2010–2012)*. JRC Scientific and Policy Reports. JRC78538.
- Statens landbruksforvaltning 2013. *Miljøstatus i landbruket*. Tematisk vurdering av miljøstatus og miljøutvikling i landbruket.
- Stokke, K.B. (2006): *The Morsa River Basin, Norway: Collective action for improving water quality. Chapter in Rydin, Y and Falleth E: «Networks and institutions in natural resource management»*. ISBN-13: 978 1 84542 294 3
- Syversen, N., 2002a. *Cold Climate vegetativ buffer zones as filters for surface agricultural runoff. Retention of soil particles, phosphorus and nitrogen*. Doctor Scientiarum Theses 2002:12. Agricultural University of Norway.
- Søvik, A. K., N. Syversen, 2008. *Videreutvikling av vegetasjonssoner som rensefilter for overflateavrenning – Effekt av ulik vegetasjon og variasjon i renseeffekt over tid*. Bioforsk rapport, Vol 3, Nr 2, 2008.
- Tryland, I., L. Robertson, A-G.B. Blankenberg, M. Lindholm, T. Rohrlack, H. Liltved, 2011. *«Impact of rainfall on microbial contamination of surface water»*, International Journal of Climate Change Strategies and Management, Vol. 3 Iss: 4, pp.361–373.
- Tørresen KS, I.S. Hofgaard, O.M. Eklo, J. Netland, L.O. Brandsæter, G. Brodal, O. Elen, A. Ficke, M. Almvik, R. Bolli, M. Stenrød, E. Strand 2012. *Redusert jordarbeiding og konsekvenser for plantevern/Reduced tillage and consequences for plant protection*. Bioforsk Report. Vol. 7 Nr. 58 2012
- Uusi-Kämpä, J., B. Braskerud, H. Jansson, N. Syversen, R. Uusitalo, 2000. *Buffer zones and constructed wetlands as filters for agricultural phosphorus*. J. Environment. Qual., 29, 151–158.
- Vannforskriften 2006: *Forskrift 15.12.2006 nr. 1446 om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften)*. Miljøverndepartementet
- Vatn, A. 2005. *Institutions and the Environment*. Cheltenham, Edward Elgar.

Kontakter

- Anders Eggen, LR Sør-Trøndelag
- Anders Gjerlaug, LR SørØst
- Anne Kjersti Bakken, Bioforsk.
- Atle Haugnes, LR Sør-Trøndelag
- Audun Grav, FMLA Nord-Trøndelag
- Bård Kollerud, Rakkestad kommune
- Erik Hørluck Berg, hos LR Østafjells
- Erik Åberg, LR Oppland
- Fredrik Dahl, FMLA Østfold
- Guro Brodal, Bioforsk
- Harald Solberg LR Hedmark
- Hilde Marianne Lien, FMLA Vestfold
- Håvar Hanger, LR Sør-Trøndelag
- Ingrid Gauslaa, LR Nord-Trøndelag
- Ivar Stokkan, FMLA Sør-Trøndelag
- Jan Netland, Bioforsk
- Jan Stabbetorp, Romerike LR
- John Bryden, NILF
- Jon Holmsen, LR Viken
- Jon Randby, FMLA Vestfold
- Kirsten Tørresen, Bioforsk
- Lars-Martin Hagen, FMLA Hedmark
- Ola Flaten, NILF
- Paul Arne Tilset, FMLA Nord-Trøndelag
- Per-Ove Lindemark, LR SørØst
- Per Rønneberg-Hauge, FMLA Buskerud
- Svein Bovim, Morsa gras.
- Svein Skøien, FMLA Østfold
- Trond Løfsgaard, FMLA Akershus
- Thomas-Erik Smeby, FMLA Oppland

Kornområder rundt Gaula	Høstvetete m/høstpløying					Vårkorn m/høstpløying					Vårkorn m/vårpløying				
	kg/daa		god	pris kr/kg	Kr/daa gj.snitt	kg/daa		god	pris kr/kg	Kr/daa gj.snitt	kg/daa		pris kr/kg	Kr/daa gj.snitt	
	Gj.snitt	dårlig				Gj.snitt	dårlig				Gj.snitt	dårlig			
Høstvetete	500	350	600	2,53	1 263										
have						450	333	550	2,04	118	450	333	550	2,04	118
vårvetete									2,53	0				2,53	
bygg						424	327	511	2,26	827	424	327	511	2,26	827
Produksjonsinntekter		884	1 515		1 263		725	1 141		945		725	1 141		945
Såkom høstvetete (eget)	20			5,25	105										
Såkom have						20			4,70	31	20			4,70	31
Såkom vårvetete									4,75	32	20			4,75	32
Såkom bygg						20			4,75	32	20			4,75	32
Ugrasmidler	1 ugras				60	1 ugras bygg og .85 ugras h				54	1 ugras bygg og .85 ugras h			54	
Soppmidler	1 full dose					1,5 sopp i bygg					1,5 sopp i bygg				
Insektmidler															
Stråforkorter						1 vekstreg hvert 3. år					1 vekstreg hvert 3. år				
Mineralgjødelse, kg N, (22-3-10)	48	12 kg N		3,46	166	39;g N ibygg, 8 kg i h			3,46	134	39;g N ibygg, 8 kg i h			3,46	134
Husdyrgjødelse															
Kalk	80	400 kg hvert 4. år		0,64	51	80 400 kg hvert 4. år			0,64	51	80 400 kg hvert 4. år			0,64	51
Transport av korn	500			0,12	60	437			0,12	52	437			0,12	52
Variable kostnader					442					355					355
Dekningsbidrag		441	1 073		820		371	786		590		371	786		590

	Maskinleie og var. arb.kostn.					Maskinleie og var. arb.kostn.					Maskinleie og var. arb.kostn.				
	Leiepris (kr/time)		Kapasitet 0erasjoner time/daa	kr/daa gj.snitt		Leiepris (kr/time)		Kapasitet 0erasjoner time/daa	kr/daa gj.snitt		Leiepris (kr/time)		Kapasitet 0erasjoner time/daa	kr/daa gj.snitt	
	310	0erasjoner				310	0erasjoner				310	0erasjoner			
Plog (4-skjærs)	850	540	1,0	0,15	128	850	540	1,0	0,15	128	850	540	1,0	0,15	128
Såbedsharv	810	500	1,5	0,05	61	810	500	1,5	0,05	61	810	500	1,0	0,05	41
Stubbharv	600	290	0,0	0,04	0	600	290	0,0	0,04	0	600	290	0,0	0,04	0
Trommel	578	268	0,0	0,05	0	578	268	0,0	0,05	0	578	268	1,0	0,05	29
Sentrifugalspreder	690	380	1,5	0,03	34	690	380	0,0	0,03	0	690	380	0,0	0,03	0
Tankvogn blautgjødelse	870	560	1,0	0,00	0	870	560	1,0	0,00	0	870	560	1,0	0,00	0
Såmaskin	958	648	1,0	0,08	77	958	648	1,0	0,08	77	958	648	1,0	0,08	77
Åkersprøyte	875	565	2,3	0,03	61	875	565	2,3	0,03	60	875	565	2,3	0,03	61
Tresking	1 750	1 440	1,0	0,08	140	1 750	1 440	1,0	0,08	140	1 750	1 440	1,0	0,08	140
Maskinleie inkl. Arbeid					500					465					475
Gj.snt. DB etter avlønning av maskiner og arbeid					320					125					116
Maskinleie uten avlønning av arbeid					344					325					326
Gj.snt. DB etter avlønning av maskiner					476					266					264
Gj.snt. DB etter maskiner og arbeid med dårlig avling					-59					-95					-104
Gj.snt. DB etter maskiner og arbeid med god avling					572					321					312

Østlandet flatbygger	Veg.soner til rundballer				Veg.soner til høyensilasje (hest)					
	FEm/daa per år	pris		Kj/daa gj.snitt	FEm/daa per år	pris		Kj/daa gj.snitt		
		kr/FEm				kr/FEm				
Fôravling rundball	194	2,25		437	65	2,25		146		
Fôravling hestehøy					129	4,30		556		
Produksjonsinntekter				437				702		
Grasfrø kg/år	0,5	50,18		25	0,5	50,18		25		
Kalksteinmel	40,0	0,68		27	40,0	0,68		27		
Variable kostnader				52				52		
Dekningsbidrag				385				504		
	Maskinleie og var. arb.kostn. per år				Maskinleie og var. arb.kostn. per år					
	Leiepris (kr/time)			Kapasitet	kr/daa	Leiepris (kr/time)			Kapasitet	kr/daa
	Operasjoner per			time/daa	gj.snitt	Operasjoner per			time/daa	gj.snitt
	310	0	år			310	0	år		
Plog (4-skjærs)	850	540	0,2	0,15	26	850	540	0,2	0,15	26
Såbedsharv	810	500	0,2	0,05	8	810	500	0,2	0,05	8
slådd			0,2		8					8
Trommel	578	268	0,2	0,05	6	578	268	0,2	0,05	6
Såmaskin	958	648	0,2	0,08	15	958	648	0,2	0,08	15
	Pris per ball	Baller/daa				Pris per ball	Baller/daa			
Slått, pressing og pakking ink.alt unntatt ens. middel,	170	1,02			173	170	0,94			159
Ensileringsmiddel	25	1,02			25	25	0,94			23
Sanking/stabling av rundballer til teigkant	18	1,02			18	18	0,94			17
Tillegg for plast utover 6 lag (12 kr for 2 lag)						36	0,94			34
Maskinleie inkl. Arbeid					307					326
Gj.snt. DB etter avlønning av maskiner og arbeid per år					78					178

Trøndelag flatbygder	Veg.soner til rundballer				Veg.soner til høyensilasje (hest)					
	FEm/daa per år	pris kr/FEm	Kr/daa gj.snitt	FEm/daa per år	pris kr/FEm	Kr/daa gj.snitt	FEm/daa per år	pris kr/FEm	Kr/daa gj.snitt	
Fôravling rundball	193	2,25	434	64	2,25	144				
Fôravling hestehøy				128	4,30	552				
Produksjonsinntekter			434			696				
Grasfrø kg/år	0,5	50,18	25	0,5	50,18	25				
Kalksteinmel	40,0	0,68	27	40,0	0,68	27				
Variable kostnader			52			52				
Dekningsbidrag			381			500				
	Maskinleie og var. arb.kostn. per år				Maskinleie og var. arb.kostn. per år					
	Leiepris (kr/time)	Operasjoner per år	Kapasitet time/daa	kr/daa gj.snitt	Leiepris (kr/time)	Operasjoner per år	Kapasitet time/daa	kr/daa gj.snitt		
	310	0			310	0				
Plog (4-skjærs)	850	540	0,2	0,15	26	850	540	0,2	0,15	26
Såbedsharv	810	500	0,2	0,05	8	810	500	0,2	0,05	8
slådd			0,2		8					8
Trommel	578	268	0,2	0,05	6	578	268	0,2	0,05	6
Såmaskin	958	648	0,2	0,08	15	958	648	0,2	0,08	15
	Pris per ball	Baller/daa				Pris per ball	Baller/daa			
Slått, pressing og pakking ink.alt unntatt ens. middel,	170	1,01			171	170	0,93			158
Ensileringsmiddel	25	1,01			25	25	0,93			23
Sanking/stabling av rundballer til teigkant	18	1,01			18	18	0,93			17
Tillegg for plast utover 6 lag (12 kr for 2 lag)						36	0,93			33
Maskinleie inkl. Arbeid					305					324
Gj.snt. DB etter avlønning av maskiner og arbeid per år					76					176

Tidligere utgitt i denne serien – 2013

2013–1

Emerging green innovation platforms. A comparative study on bioenergy policies in Emilia-romagna and Norway. Bianca Cavicchi, 65 pp.

2013–2

Innovasjon i kjøttbransjen – status, forutsetninger og suksesskriterier. Asbjørn Veidal, Julie Nåvik Hval, Trygve Kjørseth, 127 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: postmottak@nilf.no
		Internett: www.nilf.no

ADRESSE DISTRIKTSKONTORER

Bergen	Postadresse:	Postboks 7317, 5020 BERGEN
	Telefon:	22 36 72 40
	Telefaks:	22 36 72 99
	E-post:	postmottak-Bergen@nilf.no
Trondheim	Postadresse:	Postboks 4718 – Sluppen, 7468 TRONDHEIM
	Telefon:	73 19 94 10
	Telefaks:	73 19 94 11
	E-post:	postmottak-Trondheim@nilf.no
Bodø	Postadresse:	Statens hus, Moloveien 10, 8002 BODØ
	Telefon:	22 36 72 00
	Telefaks:	22 36 72 99
	E-post:	postmottak-Bodo@nilf.no
