

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 9 Nr. 37 2014

Beregning av landbruksavrenning i et utvalg av vannområder i vannregion Glomma

Sigrun H. Kværnø, Håkon Borch, Inga Greipsland, Anne-Grete Buseth Blankenberg, Hans
Olav Eggestad, Marianne Bechmann

Bioforsk Jord og miljø Ås

www.bioforsk.no



Tittel/Title:
Beregning av landbruksavrenning i et utvalg av vannområder i vannregion Glomma

Forfatter(e)/Author(s):
Sigrun H. Kværnø, Håkon Borch, Inga Greipsland, Anne-Grete Buseth Blankenberg, Hans Olav Eggestad, Marianne Bechmann

<i>Dato/Date:</i> 28.02.2014	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 8571	<i>Saksnr./Archive No.:</i> 2013/299
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 9(37) 2014	<i>ISBN-13- nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-01240-5	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 109	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 11

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Østfold Fylkeskommune	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Torhild S. Kongsness
---	--

<i>Stikkord/Keywords:</i> Fosforavrenning, bakgrunnsavrenning, tilførselsberegninger, modell, Agricat, koeffisienter, landbruk, vannkvalitet, scenarier, tiltaksanalyse, vannregion Glomma, vannområder	<i>Fagområde/Field of work:</i> Vannkvalitet, arealbruk, tiltak
--	--

Sammendrag:

På oppdrag fra vannregion Glomma/Østfold fylkeskommune er det brukt modeller for å beregne jordbruksavrenning fra utvalgte nedbørfelter i vannregion Glomma.

Det er to delprosjekt. I det ene delprosjektet har man brukt den empiriske modellen Agricat for å beregne fosforavrenning fra jordbruksarealene i korndominerte vannområder i vannregionen. Det er beregnet fosforavrenning slik driften var i 2012, og for ulike tiltakspakker. Fosfortap for de enkelte vannområdene ved faktisk drift i 2012 varierte fra 8 til 170 tonn. Fosfortap per arealenhet varierte mellom 50 og 400 g/daa i gjennomsnitt for vannområder, og fra 20 til 800 g/daa for individuelle nedbørfelter. Tiltakspakken som kombinerte redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og reduksjon av jordas fosforstatus, var den mest effektive, med en reduksjon i fosfortap på nesten 50 % i gjennomsnitt for vannområdene. Tiltak som innebar kun reduksjon av jordas fosforstatus var minst effektive når det gjelder å redusere tapet av partikkelbundet fosfor. Tiltakspakkene med redusert jordarbeiding var generelt mer effektive enn tiltakspakken med 8 m vegetasjonssoner. Naturlig bakgrunnsavrenning er også beregnet. Ifølge koeffisientmetoden lå naturlig bakgrunnsavrenning fra vannområdenes totale areal på 2-18 tonn fosfor, hvorav bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene utgjorde 20-50 %. Denne metoden tar ikke hensyn til andel marine sedimenter i nedbørfeltene. Naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor, beregnet med leirvassdragsmetoden, som tar hensyn til dekningsgrad med marine sedimenter, varierte fra 10 mg/l til 70 mg/l, avhengig av dekningsgraden av marine avsetninger.

I det andre delprosjektet er det gjennomført beregninger av fosforavrenning fra nedbørfeltet Vingelen i Tolga, Hedmark, som domineres av grasproduksjon og har høy husdyrtetthet. Her er standard koeffisienter brukt for å estimere tap fra gjødsellager og spredning av husdyrgjødsel om høsten, og en regresjonsmodell er brukt for å beregne arealavrenning fra dyrka mark. Fosfortap fra dyrka mark i Vingelen ble beregnet til ca. 200 kg/år, hvorav tap fra gjødsellager og høstspredning utgjorde svært lite. Nydyrking er en problematikk som ble forsøkt belyst, men effekten på fosfortap i Vingelen lot seg ikke kvantifisere med gjeldende datagrunnlag og metoder.

Rapporten peker i tillegg på de mange usikkerheter som er forbundet med beregning av fosfortap fra jordbruk og andre kilder.

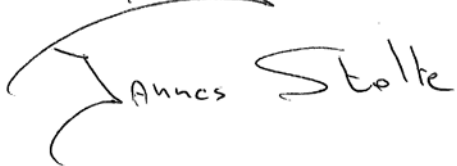
<i>Land/Country:</i>	Norge
<i>Fylke/County:</i>	Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland
<i>Sted/Lokalitet:</i>	Vannregion Glomma, Haldenvassdraget, Enningdalselva, Glomma sør for Øyeren, Morsa, PURA, Øyeren, Leira-Nitelva, Hurdalsvassdraget/Vorma, Mjøsa, Glomma, Vingelen i Tolga.

Godkjent / Approved

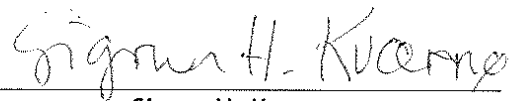
Prosjektleder / Project leader



Navn/name



Annes Stolte



Sigrun H. Kværnø

Forord

Dette prosjektet er gjennomført på oppdrag for Vannregion Glomma ved Østfold Fylkeskommune.

Det er gjort beregninger av fosfortilførsler fra jordbruksområder ved faktisk drift og gjennomføring en rekke ulike tiltakspakker i på delfeltnivå i vannområder innenfor vannregion Glomma. Tiltakene omfatter endret jordarbeiding, endret fosforstatus og vegetasjonssoner, og til dels fangdammer. Det er også beregnet fosfortilførsler fra en del andre kilder, samt bakgrunnsavrenning.

Prosjektet har vært delt i to. Den ene delen har omfattet beregninger for områder dominert av åpen åker, i vannområdene Glomma sør for Øyeren, Haldenvassdraget, Morsa, PURA, Øyeren, Leira-Nitelva, Hurdalsvassraget/Vorma og utvalgte delfelter i vannområdene Mjøsa og Glomma. Her har prosjektgruppa i Bioforsk bestått av Sigrun Kværnø, Håkon Borch og Inga Greipsland. Den andre delen har omfattet beregninger for ett område dominert av grasproduksjon: Vingelen i Tolga. Her har prosjektgruppa bestått av Sigrun Kværnø, Hans Olav Eggestad og Anne-Grete B. Blankenberg.

Kontaktpersoner i vannområdene har hatt ansvar for å definere delnedbørfelt, i samarbeid med prosjektgruppa i Bioforsk.

Håkon Borch har tilrettelagt inputdata, gjort beregninger av tilførsler med modellen Agricat, beregnet effekter ved ulike scenarier for ytterligere tiltaksgjennomføring og beregnet bakgrunnsavrenning. Hans Olav Eggestad har utviklet en modell for fosfortap fra områder dominert av grasproduksjon og gjort beregninger med denne modellen, mens Anne Grete B. Blankenberg har brukt koeffisienter for å beregne tap knyttet til gjødsellagre og spredning av husdyrgjødsel om høsten. Inga Greipsland har jobbet med inputdata til modellene (blant annet inndeling av delnedbørfelter, i nært samarbeid med kontaktpersoner i vannområdene), kjørt Agricat-modellen og deltatt i utarbeidelse av notater og samlerapport. Sigrun Kværnø har administrert oppdraget, hatt kontakt med oppdragsgiver, gjennomført kart- og dataanalyser og skrevet notater og samlerapport. Marianne Bechmann har kvalitetssikret datagrunnlaget og rapporten.

Resultatene fra oppdraget er diskutert på flere møter med oppdragsgiver, og oppdragsgiver har kommentert utkast til rapport.

Oppdraget er gjort i samarbeid med daglig leder for vannregion Glomma, Torhild Kongsness. Underveis har det også vært kommunikasjon med prosjektledere for vannområdene.

Ås 17. februar 2014

Sigrun Kværnø

Innhold

Forord	2
Utvidet sammendrag	7
1. Innledning	10
2. Delprosjekt 1: nedbørfelter dominert av kornproduksjon	12
2.1 Feltbeskrivelser	12
2.1.1 Haldenvassdraget og Enningdalselva	12
2.1.2 Glomma sør for Øyeren	14
2.1.3 Morsa	16
2.1.4 PURA	18
2.1.5 Øyeren	20
2.1.6 Leira-Nitelva	22
2.1.7 Hurdalsvassdraget ned til Vorma og langs Vorma	24
2.1.8 Delfelter i Oppland	26
2.1.9 Delfelter i Hedmark	28
2.1.10 Felter for kalibrering og validering av Agricat	29
2.2 Beregningsmodeller	35
2.2.1 Agricat-modellen for beregning av jordbruksavrenning	35
2.2.2 Beregning av fosfortap fra andre kilder enn jordbruk	40
2.2.3 Beregning av naturlig bakgrunnsavrenning	41
2.3 Resultater og diskusjon	42
2.3.1 Resultater av validering av Agricat i JOVA-felter	42
2.3.2 Resultater av beregninger for vannområdene	44
3. Delprosjekt 2: Vingelen i Tolga	53
3.1 Feltbeskrivelse	53
3.2 Beregningsmodeller	54
3.3 Resultater og diskusjon	57
3.3.1 Husdyrbesetning og dyretetthet	57
3.3.2 Tap av jord og fosfor	58
3.3.3 Nydyrking	59
4. Betragtninger rundt usikkerheter i beregningene	61
4.1 Beregninger av jordtap	61
4.2 Beregninger av fosfortap	63
4.3 Effekt av fangdammer og vegetasjonssoner	63
4.4 Kalibrering og validering	64
4.5 Bakgrunnsavrenning og fosfortap fra andre kilder	65
5. Konklusjoner	67
6. Referanser - må oppdateres	68
7. Vedlegg	70
Vedlegg 1. Arealfordeling av løsmasser og teksturklasse på dyrka mark i alle vannområder	71
Vedlegg 2. Modellresultater for Haldenvassdraget med Enningdalselva	74
Vedlegg 3. Modellresultater for Glomma sør for Øyeren	78
Vedlegg 4. Modellresultater for Morsa	84
Vedlegg 5. Modellresultater for PURA	88
Vedlegg 6. Modellresultater for Øyeren	92
Vedlegg 7. Modellresultater for Leira-Nitelva	96
Vedlegg 8. Modellresultater for Hurdalsvassdraget/Vorma	100
Vedlegg 9. Modellresultater for delfelter i Oppland (vannområdet Mjøsa)	104
Vedlegg 10. Modellresultater for delfelter i Hedmark (vannområder Mjøsa/Glomma)	107
Vedlegg 11. Dyretetthet i Vingelen	109

Liste over figurer

Figur 1. Arealbrukskart for Sør-Norge med Vannregion Glomma og aktuelle vannområder/delfelter.	11
Figur 2. Vannområde Haldenvassdraget med delfelter.	12
Figur 3. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse I ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Haldenvassdraget med Enningdalselva.	13
Figur 4. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Haldenvassdraget.	14
Figur 5. Vannområde Glomma sør med delfelter.	14
Figur 6. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse I ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Glomma sør for Øyeren.	15
Figur 7. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Glomma sør for Øyeren.	16
Figur 8. vannområde Morsa med delfelter.	16
Figur 9. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Morsa.	17
Figur 10. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Morsa.	18
Figur 11. Vannområde PURA med delfelter.	18
Figur 12. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i PURA.	19
Figur 13. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i PURA.	19
Figur 14. Vannområde Øyeren med delfelter.	20
Figur 15. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Øyeren.	21
Figur 16. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Øyeren.	21
Figur 17. Vannområde Leira-Nitelva med delfelter.	22
Figur 18. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Leira-Nitelva.	23
Figur 19. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Leira-Nitelva.	23
Figur 20. Vannområde Hurdalsvassdraget med delfelter.	24
Figur 21. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Hurdalsvassdraget.	25
Figur 22. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Hurdalsvassdraget/Vorma.	25
Figur 23. Delfelter i Oppland, vannområde Mjøsa.	26
Figur 24. Løsmasser på dyrka mark (basert på løsmassekart fra NGU og Arealressurskart AR5 fra Skog og landskap), teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark (basert på jordsmonnkart fra Skog og landskap) i delfelter i Oppland.	27
Figur 25. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i delfelter i Oppland.	27
Figur 26. Delfelter i Hedmark, vannområder Mjøsa og Glomma.	28
Figur 27. Løsmasser på dyrka mark (basert på løsmassekart fra NGU og Arealressurskart AR5 fra Skog og landskap), teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark (basert på jordsmonnkart fra Skog og landskap) i delfelter i Hedmark.	29
Figur 28. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i delfelter i Hedmark.	29
Figur 29. Skuterudbekkens nedbørfelt.	31
Figur 30. Avrenning (mm) og tap av fosfor (TP kg) og suspendert stoff (SS, tonn) i perioden 1993 til 2012 i Skuterudfeltet. (Årstallene representerer jordbruksåret 1.mai -1.mai).	31
Figur 31. Mørdrebekkens nedbørfelt.	32
Figur 32. Avrenning (mm) og tap av fosfor (TP g/daa) og suspendert stoff (SS, kg/daa) i perioden 1999 til 2012 i Mørdrefeltet. (Årstallene representerer jordbruksåret 1.mai - 1.mai).	33
Figur 33. Kolstadsbekkens nedbørfelt.	34
Figur 34. Avrenning (mm) og tap av fosfor (TP g/daa) og suspendert stoff (SS, kg/daa) i perioden 1991 til 2012 i Kolstadfeltet. (Årstallene representerer jordbruksåret 1.mai - 1.mai).	34
Figur 35. Beregningsdiagram for Agricat.	35

Figur 36. Korreksjonsfaktorer brukt for å korrigere jordtap for lokale variasjoner i avrenning, for de områdene Agricat er kjørt for. Korreksjonsfaktoren er lokal avrenning fra HBV/GBV-kart dividert med referanseverdien på 284 mm nedbør.	37
Figur 37. Fordeling av korreksjonsfaktorer for jordtap i vannområdene.	40
Figur 38. Målt og beregnet jordtap fra nedbørfeltet Kolstad.	43
Figur 39. Målt og beregnet tap av partikulært fosfor fra nedbørfeltet Kolstad.	43
Figur 40. Målt og beregnet jordtap fra nedbørfeltet Mørdre.	43
Figur 41. Målt og beregnet tap av partikulært fosfor fra nedbørfeltet Mørdre.	43
Figur 42. Målt og beregnet jordtap fra nedbørfeltet Skuterud.	44
Figur 43. Målt og beregnet tap av partikulært fosfor fra nedbørfeltet Skuterud.	44
Figur 44. Kart over fosfortap per delnedbørfelt, beregnet med Agricat, for faktisk drift i 2012. Totale tap i kg (til venstre) og per arealenhet (til høyre).	46
Figur 45. Kart over fosfortap per delnedbørfelt, beregnet med Agricat, for scenario 5 (kombinasjon av redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og redusert fosforstatus i jorda). Totale tap i kg (til venstre) og per arealenhet (til høyre).	48
Figur 46. Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor (kg), for hvert delnedbørfelts totale areal (til venstre) og for hvert delnedbørfelts jordbruksareal (til høyre).	51
Figur 47. Dekningsgrad av marine avsetninger (til venstre) og naturlig nivå av totalfosfor ($\mu\text{g/l}$) for alle delfelter.	51
Figur 48. Forenklet kilderegnskap for vannområdene, som viser prosentandel avrenning fra jordbruk og andre kilder, med bakgrunnsavrenning fra jordbruk og andre kilder skilt ut som egne kilder.	52
Figur 49. Nedbørfeltet Vingelen i Tolga i vannregion Glomma.	53
Figur 50. Topografisk kart (5 m høydekoter) for Vingelen i Tolga.	53
Figur 51. Kart over arealbruk (Arealressurskart AR5, midten) og løsmasser (NGU løsmassekart, høyre) for Vingelen i Tolga.	54
Figur 52. Arealfordeling av hellingsklasser på dyrka mark, overflatedyrka jord og innmarksbeite, basert på AR5-kart (Skog og landskap) og digital terrengmodell (Statens kartverk). Tallene er i dekar.	56
Figur 53. Vekstfordeling i Vingelen i 2011, fra søknad om produksjonstilskudd (SLF). Tallene er i daa.	57
Figur 54. Dyretetthet i Vingelen. Sektorene representerer areal i daa av ulike klasser for dyretetthet i GDA/daa.	58

Liste over tabeller

Tabell 1. Prosentfordeling av drift i 2012 og gjennomsnittlig P-AL i vannområdene (navn er forkortet i en del tilfeller).	38
Tabell 2. Korreksjonsfaktorer for jordtap, basert på resultater av validering.	40
Tabell 3. Koeffisienter brukt til å beregne bakgrunnsavrenning av fosfor.	41
Tabell 4. Statistiske indikatorer for validering av Agricat for de tre nedbørfeltene Kolstad, Mørdre og Skuterud.	42
Tabell 5. Totalt jordtap og fosfortap og tap per dekar jordbruksareal ved faktisk drift (2012) i vannområdene, samt avrenning fra NVE-kart, gjennomsnittlig erosjonsrisiko ved høstpløying (EHP, ikke korrigeret for avrenning), andel planert areal og andel areal som er jordarbeidet om høsten (omfatter høstpløying og høstharving, høstkorn med høstpløying, poteter og grønnsaker med jordopptak).	45
Tabell 6. Prosentvis reduksjon i jordtap ved scenarier 1-6 i forhold til faktisk drift 2012..	47
Tabell 7. Prosentvis reduksjon i fosfortap ved scenarier 1-6 i forhold til faktisk drift 2012.	47
Tabell 8. Fosfortap i kg fra ulike kilder i vannområdene.	49
Tabell 9. Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor i alle vannområder, for hele vannområdearealet og for jordbruksarealet alene, beregnet med koeffisienter.	50
Tabell 10. Arealfordeling av avsetningstyper på dyrka mark (kilde: Løsmassekart fra NGU).	56
Tabell 11. Oversikt over husdyr og gjødseldyr-enheter (GDE) i Vingelen, 2011.	58
Tabell 12. Oversikt over lekkasjer fra gjødsellager i Vingelen, beregnet etter standard koeffisienter i Simonsen og Bendixby (2009)*.	58
Tabell 13. Oversikt over beregning av tap fra spredning av husdyrgjødsel i nedbørfeltet Vingelen, forutsatt 5 % høstspredning, beregnet etter standard koeffisienter i Simonsen og Bendixby (2009).	59
Tabell 14. Tap av jord og fosfor fra nedbørfeltet Vingelen (oppskalert til hele arealet)...	59

Utvidet sammendrag

I mange av vannområdene innenfor vannregion Glomma bidrar fosforavrenning fra jordbruksarealer vesentlig til dårlig vannkvalitet. I forbindelse med forvaltningens implementering av EUs vannrammedirektiv skal det utarbeides nye tiltaksplaner for mange av disse vannområdene.

Målsetningen med denne studien, som er gjennomført på oppdrag fra vannregion Glomma og Østfold fylkeskommune, er å beregne landbruksavrenning og naturlig bakgrunnsavrenning for et utvalg vannområder i vannregion Glomma. Prosjektet og rapporten er todelt, med en del som omhandler fosfortap fra korndominerte nedbørfelter i regionen, og en annen del som omhandler fosfortap fra et grasdominert nedbørfelt med høy husdyrtetthet.

Delprosjekt 1: Kornfeltene

Vannområder: Dette delprosjektet omfatter vannområdene Haldenvassdraget med Enningdalselva, Glomma sør for Øyeren, Morsa, PURA, Øyeren, Leira-Nitelva og Hurdalsvassdraget/Vorma, samt utvalgte delfelter i Oppland (vannområdet Mjøsa) og Hedmark (vannområdene Glomma og Mjøsa).

Agricat-modellen: Den empiriske modellen Agricat ble brukt til å beregne jord- og fosfortap fra jordbruket på grunnlag av drift som er registrert for året 2012, og effekter av ulike tiltakspakker («scenarier»). Modellen tar utgangspunkt i erosjonsrisikokart fra Norsk institutt for skog og landskap, informasjon om vekster og jordarbeiding, og tall for jordas fosforstatus (P-AL). For faktisk drift i 2012 ble drifts- og fosfordata hovedsakelig hentet fra henholdsvis SSB og Jorddatabanken. Modellen ble kalibrert og validert mot måledata fra tre små nedbørfelter i vannregionen. Den kalibrerte modellen traff bra på gjennomsnittlige jordtap, men overestimerte fosfortapene i varierende grad (28 % - 75 %).

Fosfortap fra jordbruket i 2012: Agricat-beregningene indikerer at det totalt var høyest jord- og fosfortap i vannområdene Leira-Nitelva, Øyeren og Glomma sør for Øyeren. Totale fosfortap ble beregnet til 100 - 170 tonn for disse vannområdene. Til sammenlikning var fosfortapene rundt 10 tonn i Hurdalsvassdraget/Vorma, PURA, Opplandsfeltene og Hedmarksfeltene. Per arealenhet dyrka mark var tapene langt høyest i Leira-Nitelva og Øyeren (i gjennomsnitt for vannområdet ca. 400 g P/daa), etterfulgt av Glomma sør for Øyeren (ca. 250 g P/daa), PURA og Morsa (ca. 200 g P/daa), Haldenvassdraget med Enningdalselva og Hurdalsvassdraget/Vorma (ca. 150 g P/daa), og tilslutt delfeltene i Oppland og Hedmark (ca. 50 g P/daa). For individuelle delnedbørfelter var variasjonen større, fra 20 til 800 g P/daa. De høyeste tapene per arealenhet er forbundet med høy erosjonsrisiko (mye bakkeplanert areal, bratt, leir- eller siltjord) og/eller høy avrenning, og/eller stor andel areal med jordarbeiding om høsten. De laveste tapene er på morenejord i innlandsklima.

Effekt av tiltakspakker: I tillegg til å beregne jord- og fosfortap for 2012 basert på faktisk drift, ble det beregnet tap også for noen tiltakspakker. Tiltakspakkene hadde varierende effekt på fosfortapene. I gjennomsnitt over alle vannområdene kan tiltakene rangeres som følger:

- Scenario 5: Kombinasjon av 100 % stubb i klasse 2-4, 8 m vegetasjonssoner og P-AL redusert til 7 ga 45 % (34 - 53 %) reduksjon i fosfortap.
- Scenario 2: 80 % høstpløying i erosjonsrisikoklasse 1, 100 % stubb i klasse 3-4, og 100 % stubb i klasse 2 ga 32 % (18 - 43 %) reduksjon i fosfortap.

- Scenario 6: 100 % stubb i klasse 3-4, samt i klasse 2 hvis arealet er nærmere enn 100 m fra åpent vann ga 23 % (5 - 38 %) reduksjon i fosfortap.
- Scenario 3: 80 % høstpløying i erosjonsrisikoklasse 1, 100 % stubb i klasse 3-4, og 60 % stubb i klasse 2 ga 20 % (6 - 35 %) reduksjon i fosfortap.
- Scenario 1: 8 m vegetasjonssoner langs alle vann og vassdrag ga 12 % (5 - 17 %) reduksjon i fosfortap.
- Scenario 4a: reduksjon til P-AL7 ga 10 % (7 - 13 %) reduksjon i fosfortap.
- Scenario 4b: reduksjon til P-AL9 ga 4 % (2 - 7 %) reduksjon i fosfortap.

På vannområdeskala var jordarbeidingsscenariene (scenarier 2, 3, 5 og 6) mest effektive i felter med høye jord- og fosfortap ved faktisk drift i 2012 og/eller stor andel areal med jordarbeiding om høsten: Øyeren, Glomma sør for Øyeren, Leira-Nitelva og PURA. Morsa og delfeltene i Oppland og Hedmark hadde best effekt av scenariet med P-AL-reduksjon, da disse feltene i middel hadde høyest P-AL-verdier. Scenariet med kun vegetasjonssoner var mest effektivt i Hurdalsvassdraget/Vorma, tett fulgt av Øyeren, Leira-Nitelva og delfelter i Oppland. Resultatene varierte fra delfelt til delfelt innenfor vannområdene på grunn av naturgitte og jordbruksmessige variasjoner.

Naturlig bakgrunnsavrenning: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor er beregnet på to måter fordi det er stor usikkerhet ved begge beregningsmetoder. Metodene består i 1) en beregning med koeffisienter, og 2) med en regresjonslikning basert på dekningsgrad av marine avsetninger i nedbørfeltene. På vannområdenivå varierte naturlig bakgrunnsavrenning fra hele vannområdet, beregnet med koeffisientmetoden, mellom 2 og 18 tonn fosfor. Naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene, beregnet med koeffisientmetoden, varierte mellom 1 og 10 tonn fosfor, og utgjorde mellom 20 og 50 % av den totale bakgrunnsavrenningen. Tallene fra beregning med leirvassdragsmetoden er kun oppgitt som konsentrasjoner, og det er ikke mulig å skille ut bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene med denne metoden. Naturlige fosforkonsentrasjoner ble beregnet til ca. 10 µg/l i vassdrag med lav leirdekningsgrad, til over 70 µg/l i vassdrag med svært høy leirdekningsgrad. Særlig høye verdier er beregnet for Leira-Nitelva, Øyeren, Glomma sør for Øyeren, Morsa og PURA, som har stor utbredelse av marine avsetninger.

Kilderegnskap: Et fullstendig kilderegnskap er ikke gjennomført i prosjektet, men det er beregnet diffus fosforavrenning fra kildene utmark, beite/overflatedyrka mark, samferdsel, bebyggelse (avløp ikke inkludert) og våtavsetning. Standard koeffisienter ble brukt for å beregne fosfortapet disse kildene. Tallene inkluderer antropogene og naturlige tilførsler. Resultatene antyder at utmark er den største bidragsyteren til fosforavrenning ved siden av landbruket, på grunn av stor arealutbredelse av denne arealtypen. Forholdet mellom antropogent og naturlig bidrag er også estimert. I områder med store jordbruksarealer og/eller høye fosfortap per arealenhet utgjør den antropogene delen av tilførslene fra jordbruket mer enn 70 % av de totale tilførslene. Naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruket utgjør opptil 10 % av tilførslene i disse feltene. I felter med lave tilførsler fra jordbruket (felter i Hedmark og Oppland) utgjør naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene noe mer av totalen (20 %). For de andre kildene er naturlig bakgrunnsavrenning stort sett høyere enn det antropogene bidraget fra disse kildene.

Delprosjekt 2: Gras- og husdyrfeltet Vingelen

Område: Dette delprosjektet omfatter nedbørfeltet Vingelen i Tolga, nord i Hedmark fylke. Området domineres av grasdyrking, og har høy husdyrtetthet.

Beregningsmetoder: Jordtap er beregnet med den universelle jordtapslikningen med utgangspunkt i løsmassekart for området, da jordsmonns- og erosjonsrisikokart mangler i området. Med utgangspunkt i dette og data for jordas fosforstatus hentet fra Jorddatabanken, er diffuse fosfortap fra dyrka mark beregnet med en regresjonsmodell

som er utviklet vha. måledata fra liknende nedbørfelter som overvåkes i Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Beregning av tap fra gjødsellagre og tap ved spredning av husdyrgjødsel er gjort vha. standard koeffisienter. Opplysninger om husdyr (art og antall), gjødsellagertilstand på hver eiendom og andel høstspredd husdyrgjødsel inngår i beregningene.

Resultater: Gjennomsnittlig dyretetthet i Vingelen er 0,12 GDE/daa, hvilket ligger under det som er grensen i norsk regelverk (4 dekar spredeareal per gjødseldyreenhet). Det betyr at det totalt sett bør være tilstrekkelig areal for spredning av husdyrgjødsel i feltet. Tilstanden på gjødselkjellere og disses lagringskapasitet skal stort sett være svært god. Beregnet fosfortap fra gjødsellagrene i Vingelen er beregnet til å være ca. 6 kg/år. Tap ved spredning om høsten er beregnet å være i samme størrelsesorden ved antakelse om 5 % høstspredning. Jordtap er beregnet til 13 tonn/år, og arealavrenning av fosfor til ca. 200 kg/år (18 g/daa). Det er altså beregnet lave fosfortap fra jordbruket i nedbørfeltet Vingelen. De senere år har det likevel vært problemer med vannkvaliteten, og man har mistenkt nydyrking for å ha bidratt til dette. Vel 400 daa jord har blitt nydyrket i perioden 2008-2012, men det er vanskelig å kvantifisere hvordan dette påvirker fosfortapene. Høyere erosjonsrisiko under dyrkingsarbeidet og stubbranker kan være kilder til økte jordtap.

Usikkerheter

Det er en rekke usikkerheter knyttet til beregningsmetodene som er brukt i dette prosjektet, og dette må man være klar over ved bruk av resultatene som er presentert. Det anbefales å fokusere på de store linjene og på relative forskjeller mellom områder, tiltakspakker og kilder.

1. Innledning

I mange vannområder i Norge er det problemer med for mye avrenning av næringsstoffer til innsjøer og tilhørende problemer med algeoppblomstring. I EUs Vannrammedirektiv er det et generelt mål om god økologisk status i alle vannforekomster innen 2021. I forbindelse med dette arbeidet stilles det krav om kartlegging, overvåking, tilstandsvurdering og risikovurdering i vannforekomstene.

Vannregion Glomma består av 14 vannområder. I mange av vannområdene gir landbruksavrenning fra jordbruksarealer et vesentlig bidrag til dårlig vannkvalitet. I forbindelse med forvaltningens implementering av EUs vannrammedirektiv skal det utarbeides nye tiltaksplaner for mange av disse vannområdene. Vannregion Glomma og Østfold Fylkeskommune har derfor ønsket beregninger av landbruksbidraget av forurensning i disse områdene, samt vurdering av effekten av driftsendringer.

Det fins mange typer modeller som i prinsippet kan brukes til å beregne landbruksavrenning. Modellene har ulik detaljeringsgrad i hvordan prosessene er beskrevet i modellen, hvor store usikkerheter som er forbundet med beregningene, hva slags inndata som trengs, hvilken skala de kan brukes på og hvor mye ressurser som kreves for å bruke modellen. En del av modellene egner seg til å estimere effekter av tiltak og tiltakspakker. Grovt sett kan modellene deles inn i fysisk baserte, konseptuelle og empiriske modeller, der de fysisk baserte er mest komplekse og de empiriske minst komplekse med hensyn til både prosessbeskrivelse og romlig og tidsmessig representasjon. Det er klart at ulike modeller er egnet til ulike formål. Valg av modell bør baseres både på hva modellen kan beskrive og hvordan det er beskrevet, men samtidig må man også ta hensyn til kostnader, brukervennligheten og tilgang på data. Alle typer modeller bør valideres ved å sammenlikne beregna verdier med målte verdier for å undersøke hvor godt modellen treffer og hvor store usikkerhetene ved bruk i områder uten målinger kan være.

En lang rekke modeller har vært testet ut, verifisert og brukt for å beregne tap av fosfor og suspendert stoff fra nedbørfelter i Norge. Eksempler er INCA, SWAT (fysisk baserte modeller), Agricat og Limno-soil (empiriske modeller), som nylig ble testet og sammenliknet i et mindre nedbørfelt i vannområde PURA (Greipsland et al., 2013). Basert på resultatene i denne studien, kom man fram til at man i videre beregninger av landbruksavrenning i vannregion Glomma ønsket å bruke Agricat. Denne modellen er utviklet ved Bioforsk, og har vært mye brukt i tiltaksanalyser på bestilling fra forvaltningen. Agricat er utviklet for å beregne avrenning fra felter som hovedsakelig har kornproduksjon og lav husdyrtetthet. Den kan derfor ikke brukes i de delene av vannregionen som har høy husdyrtetthet. Til dette formålet fins det i dag ingen enkel modell som omfatter alle nødvendige faktorer, men beregninger kan baseres på blant annet koeffisienter (Simonsen og Bendixby, 2009) for punktutslipp og måldata fra JOVA-programmet for arealavrenning.

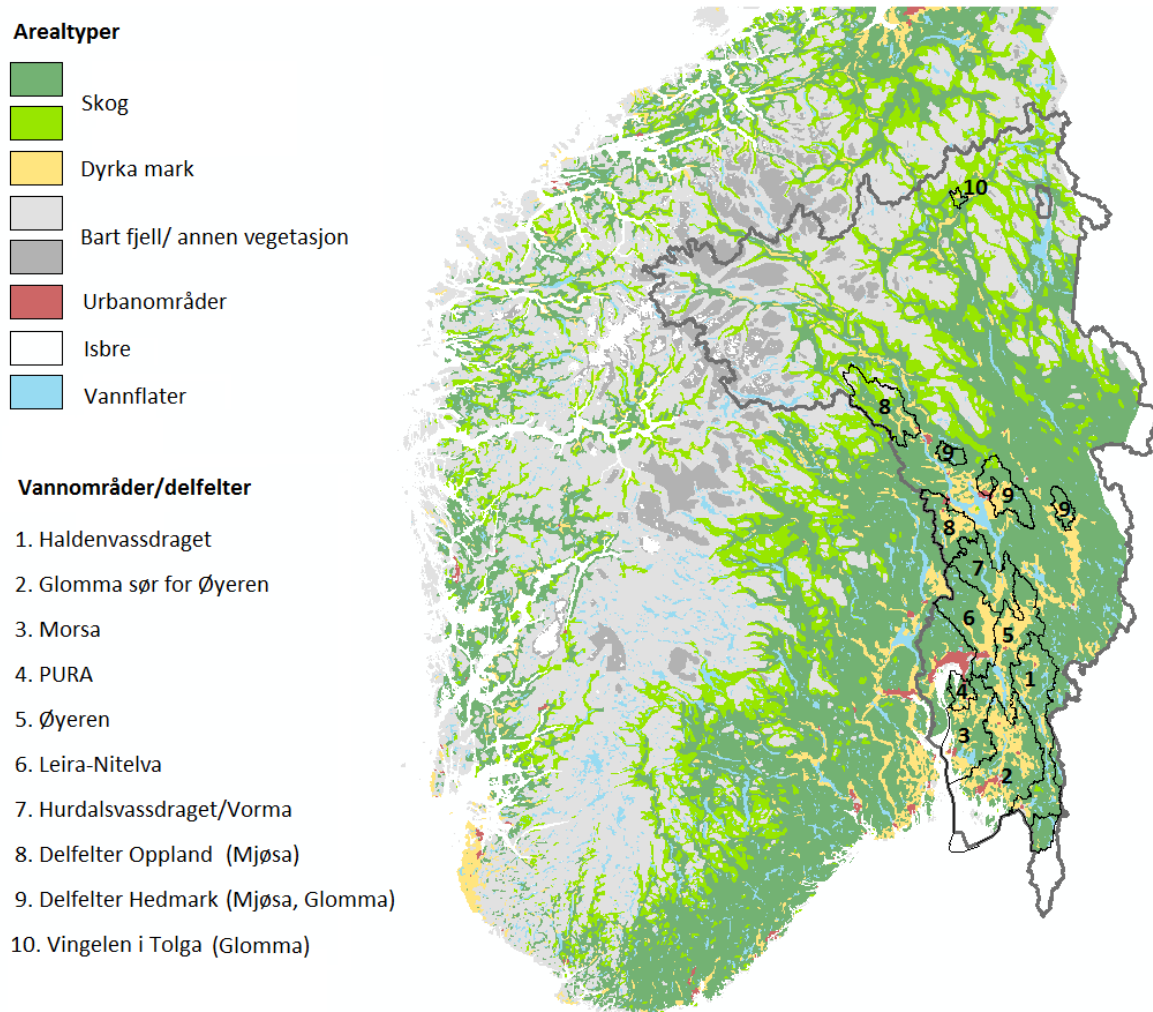
Målsetningen med denne studien, som gjennomføres på oppdrag fra vannregion Glomma og Østfold fylkeskommune, er å beregne landbruksavrenning og naturlig bakgrunnsavrenning for et utvalg vannområder i vannregion Glomma. Prosjektet og rapporten er todelt:

Delprosjekt 1 (kapittel 2): Omhandler fosfortap fra korndominerte nedbørfelter i vannområdene Haldenvassdraget med Enningdalselva, Glomma sør for Øyeren, Morsa, PURA, Øyeren, Leira-Nitelva og Hurdalsvassdraget/Vorma, samt utvalgte delfelter i Oppland (vannområdet Mjøsa) og Hedmark (vannområdene Glomma og Mjøsa). Beregninger

med Agricat for drift som den var i 2012 og for seks scenarier med endret jordarbeiding, redusert fosforstatus og/eller vegetasjonssoner.

Delprosjekt 2 (kapittel 3): Omhandler fosfortap fra et grasdominert nedbørfelt (Vingelen i Tolga) med høy husdyrtetthet. Beregninger basert på en regressjonsmodell utviklet vha. JOVA-data og koeffisienter for fosfortap fra gjødsellager og høstspredning av husdyrgjødsel. Her gjøres også noen betraktninger rundt øvrige fosfortap fra husdyrdominert jordbruk og effekt av nydyrking i feltet.

Beliggenheten av de aktuelle områdene som denne rapporten omhandler, er vist i Figur 1.



Figur 1. Arealbrukskart for Sør-Norge med Vannregion Glomma og aktuelle vannområder/delfelter.

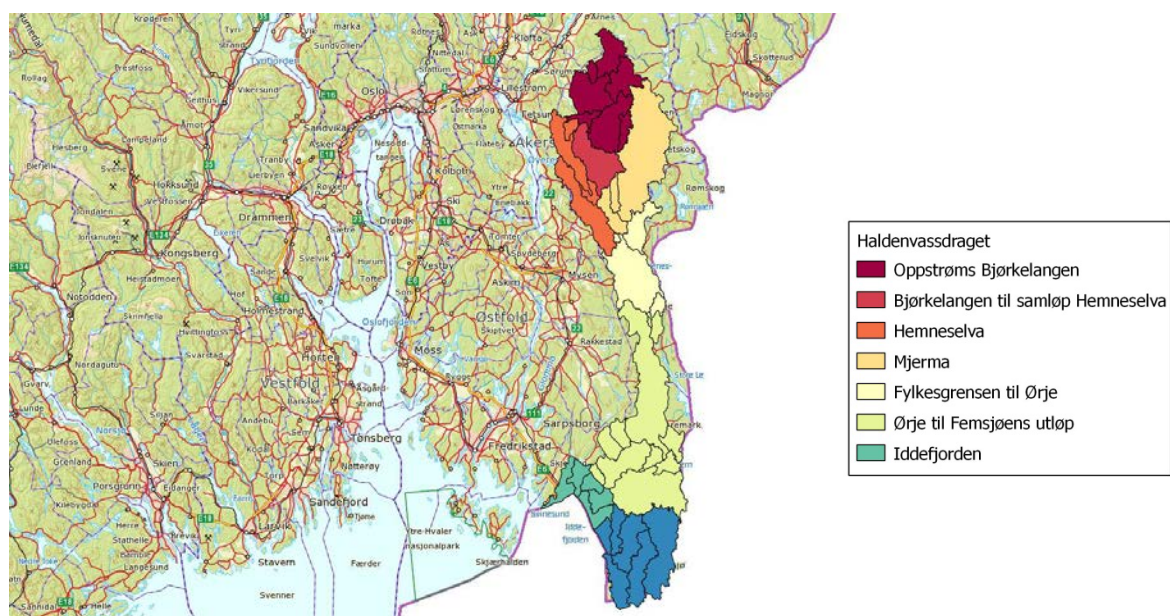
2. Delprosjekt 1: nedbørfelter dominert av kornproduksjon

2.1 Feltbeskrivelser

2.1.1 Haldenvassdraget og Enningdalselva

Haldenvassdraget (1680 km²) og Enningdalselva (266 km²) ligger i sør-øst Norge og har sin opprinnelse nord i Aurskog-Hølands og drenerer ut i Iddefjorden ved Halden. Haldenvassdraget har en total lengde på 149 km. Vassdraget utgjør en rekke grunne innsjøer (Bjørkelangen, Øgderen, Rødenessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen, Asperen and Femsjøen) med korte elvestrekninger i mellom. Vassdraget er regulert med dammer, sluser og kanaler og det er fem vannkraftverk i vassdraget. Det har lenge vært et fokus på eutrofiprosblemer i innsjøene og de nordre delene av vassdraget er sterkt eutrofierte, i Bjørkelangen har det flere år vært problemer med cyanobakterier og enkelte år har også andre innsjøer vært påvirket. Vannkvaliteten er bedre i sør og Femsjøen er brukt som drikkevannskilde for Halden kommune.

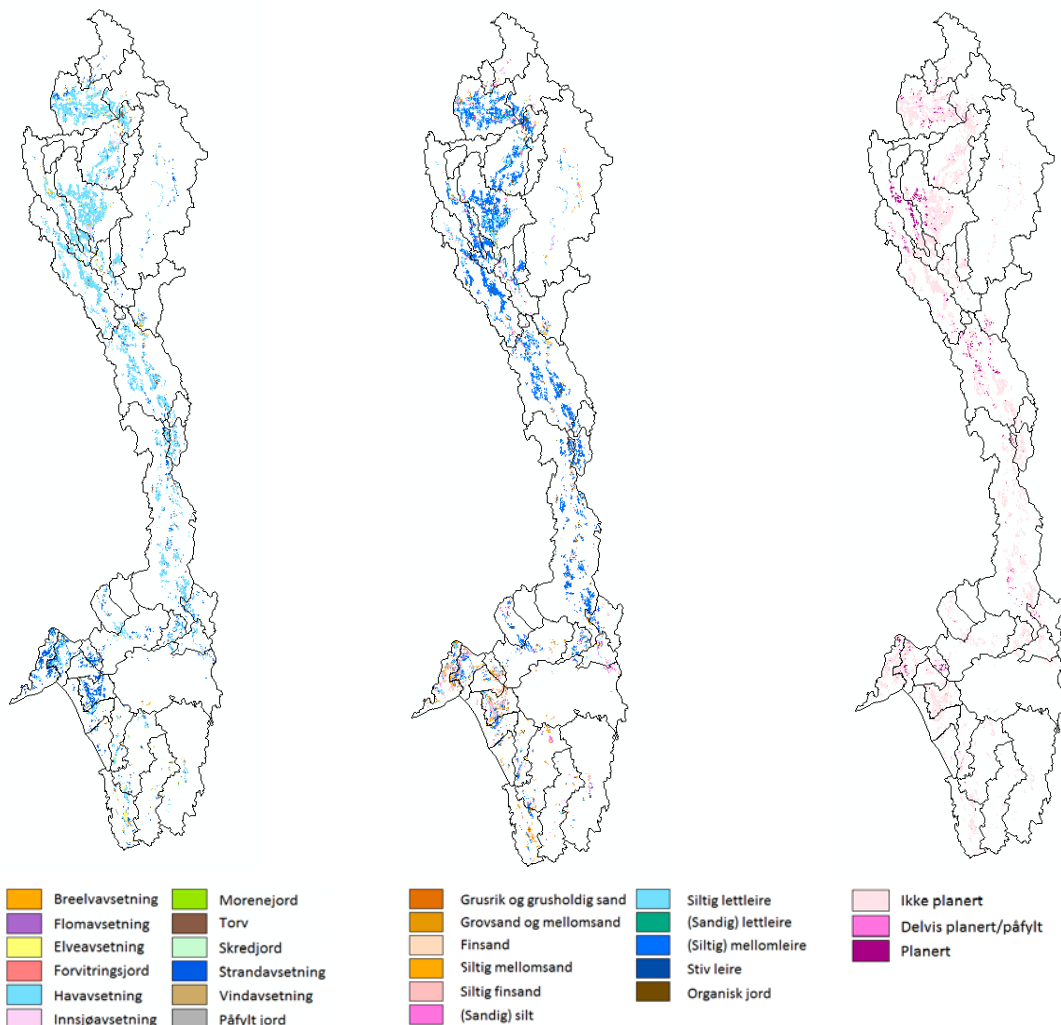
Gjennomsnittlig årlig temperatur i Halden (i sør) er 6,4^o C og årlig nedbør ca. 820 mm, mens gjennomsnittlig årlig temperatur i Aurskog-Høland (i nord) er 4,6^o C og årlig nedbør ca. 735 mm (www.met.no). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 441 mm. Landskapet er relativt flatt og dominert av lave åser. Store områder ligger under marin grense og er passende for jordbruk. Jordbruket i området er dominert av kornproduksjon.



Figur 2. Vannområde Haldenvassdraget med delfelter.

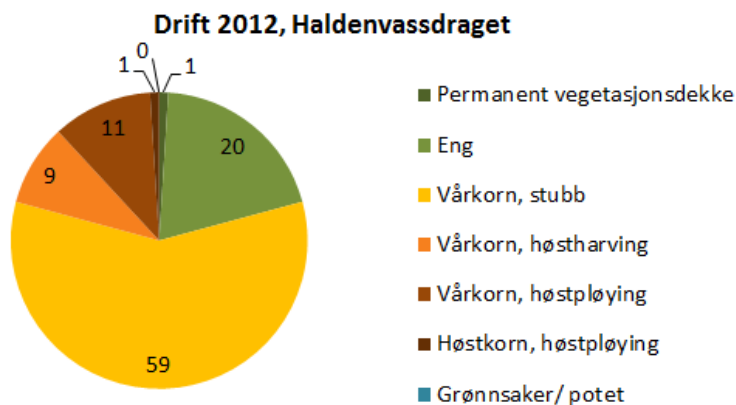
Havavsetninger dekker 71 % av dyrka mark i Haldenvassdraget med Enningdalselva. Havavsetningene har i hovedsak jordartene siltig mellomleire og siltig lettleire.

Strandavsetninger dekker 19 % av dyrka areal, og her varierer jordarten fra svært grove sandmasser med høyt grusinnhold til lettleirer. Det er særlig delfelt Iddefjorden som har mye strandavsetninger. Mest utbredt er strandavsetninger med jordarten siltig finsand. Elveavsetninger, med jordart varierende fra finsand til lettleire, utgjør 4 % av det dyrka arealet. I Haldenvassdraget med Enningdalselva ligger andelen planert areal på 9 %. De største arealene med planert jord finner man i øvre deler av delfeltet Hemneselva og i den vestlige delen av Bjørkelangen til samløp Hemneselva. Rundt 60 % av arealet ligger i erosjonsrisikoklasse middels, mens 13 % ligger i klasse høy til svært høy. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 3.



Figur 3. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Haldenvassdraget med Enningdalselva.

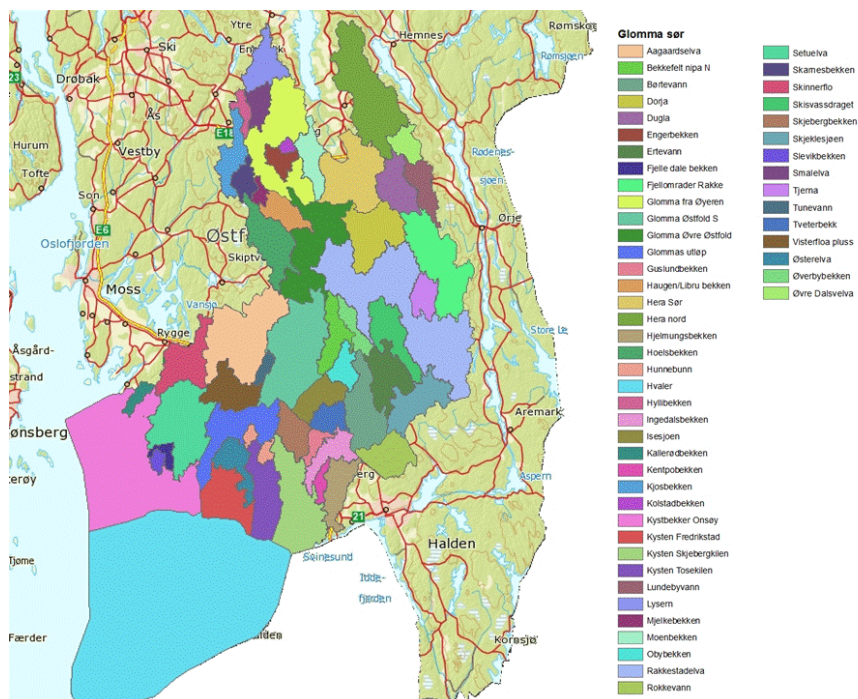
Dyrka mark utgjør om lag 10 % av totalarealet i Haldenvassdraget med Enningdalselva. Som vist i Figur 4 utgjorde eng ca 20 % av det dyrka arealet i vannområdet i 2012, mens vårkorn var dominerende produksjon, med nesten 78 % dekning. Til vårkorn var jordarbeiding om våren/stubb mest utbredt, men det var også arealer (21 %) som ble høstpløyd eller høstharvet. Det var bare små arealer med høstkorn dette året.



Figur 4. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Haldenvassdraget.

2.1.2 Glomma sør for Øyeren

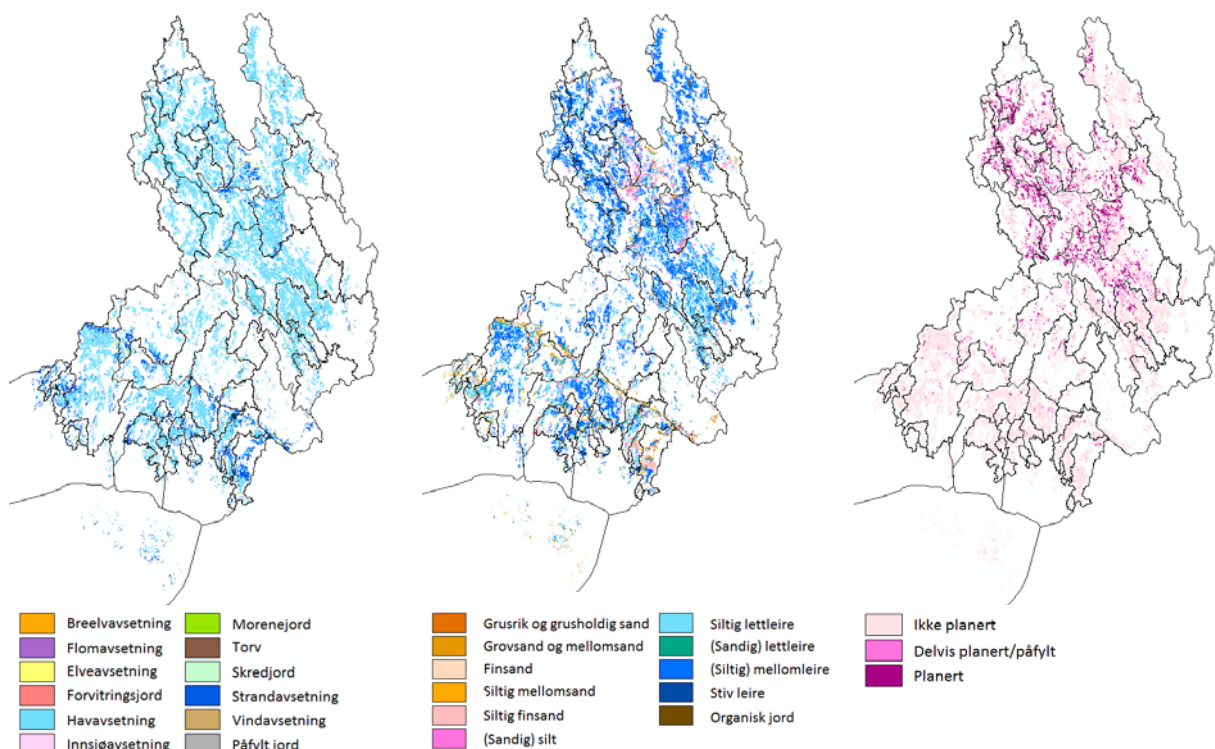
Vannområdet Glomma sør for Øyeren (2761 km² inklusive havområdene) omfatter Glommas hovedløp sør for Øyeren, områdene som drenerer til Glomma og kystområder. Glomma Sør omfatter store arealer dyrka mark, områder med høy befolkningstetthet og mange vannforekomster er påvirket av eutrofiering/overgjødning. Generelt har lavlandsinnsjøene i vannområdet dårlig vannkvalitet og de store elvene Rakkestadelva og Hæra har høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og partikler gjennom hele året. Glommas hovedløp har god til svært god økologisk tilstand på hele elvestrekningen fra Røros-Sarpsfossen. Nedstrøms Sarpsfossen blir vannkvaliteten i Glomma dårligere som følge av industri og annen menneskelig aktivitet. Utløpet av glomma har stor påvirkning på vannkvaliteten i Hvaler-området, men generelt mangler det kunnskap om tilstanden i kystforekomstene.



Figur 5. Vannområde Glomma sør med delfelter.

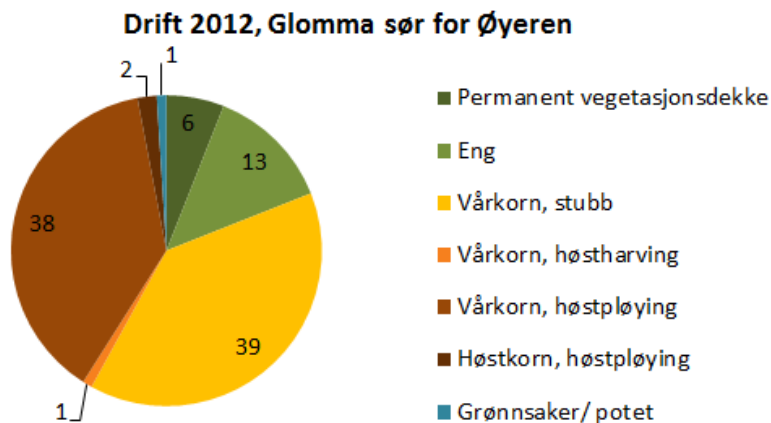
Gjennomsnittlig årlig temperatur i området er 6,4°C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 825 mm (målt i Fredrikstad i perioden 1961-1990) (eklima.no). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 454 mm.

Havavsetninger dekker 84 % av dyrka mark i Glomma sør for Øyeren. Havavsetningene har i hovedsak jordartene siltig mellomleire og siltig lettleire. Strandavsetninger dekker 14 % av dyrka areal, og her varierer jordarten fra svært grove sandmasser med høyt grusinnhold til lettleirer. Mest utbredt er strandavsetninger med jordartene siltig mellomsand og siltig finsand. Strandavsetninger finner en særlig i forbindelse med de store moreneryggene som utgjør deler av «Raet», i den sørlige delen av vannområdet. I Glomma sør for Øyeren er 19 % av det dyrka arealet delvis eller helt planert. Planeringene fins hovedsakelig i den sentrale og nordlige delen av vannområdet. Lenger sør er planerte arealer mindre utbredt. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 6.



Figur 6. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Glomma sør for Øyeren.

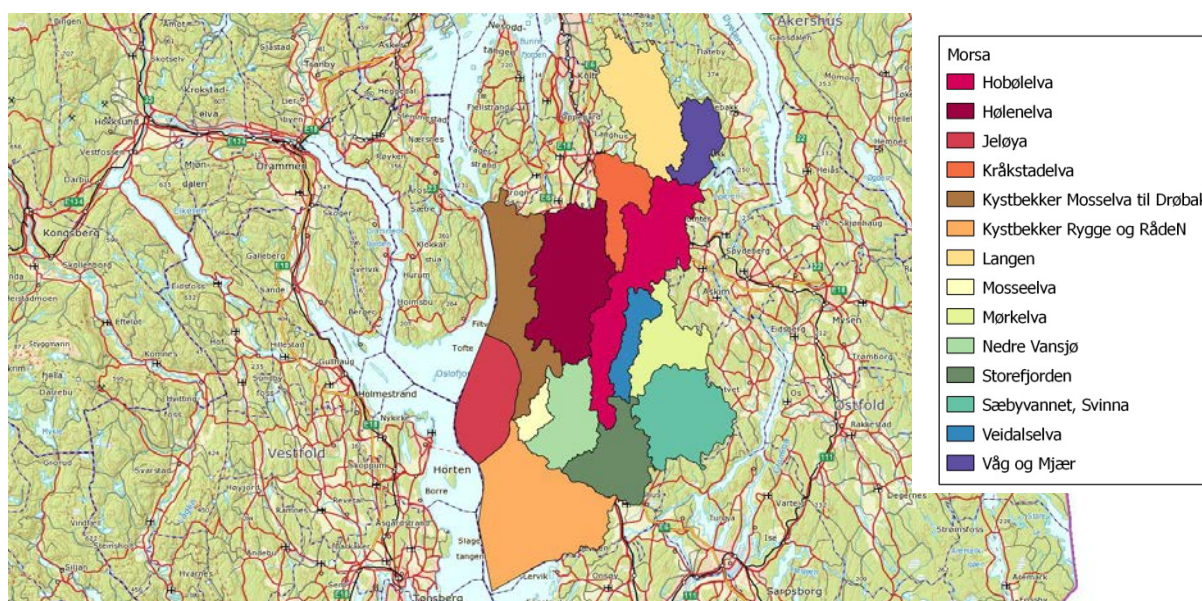
Dyrka mark utgjør 18 % av totalarealet i vannområdet. Som vist i Figur 7 var vårkorn dominerende produksjon i vannområdet i 2012, og høst- og vårpløying var omtrent like utbredt. Det var 41 % som ble jordarbeidet på høsten. Det var bare små arealer med høstkorn dette året, og også litt vårkorn med høstharving og grønnsaker/potet. Om lag 13 % var eng, og 6 % permanent vegetasjonsdekke/beiteeng.



Figur 7. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Glomma sør for Øyeren.

2.1.3 Morsa

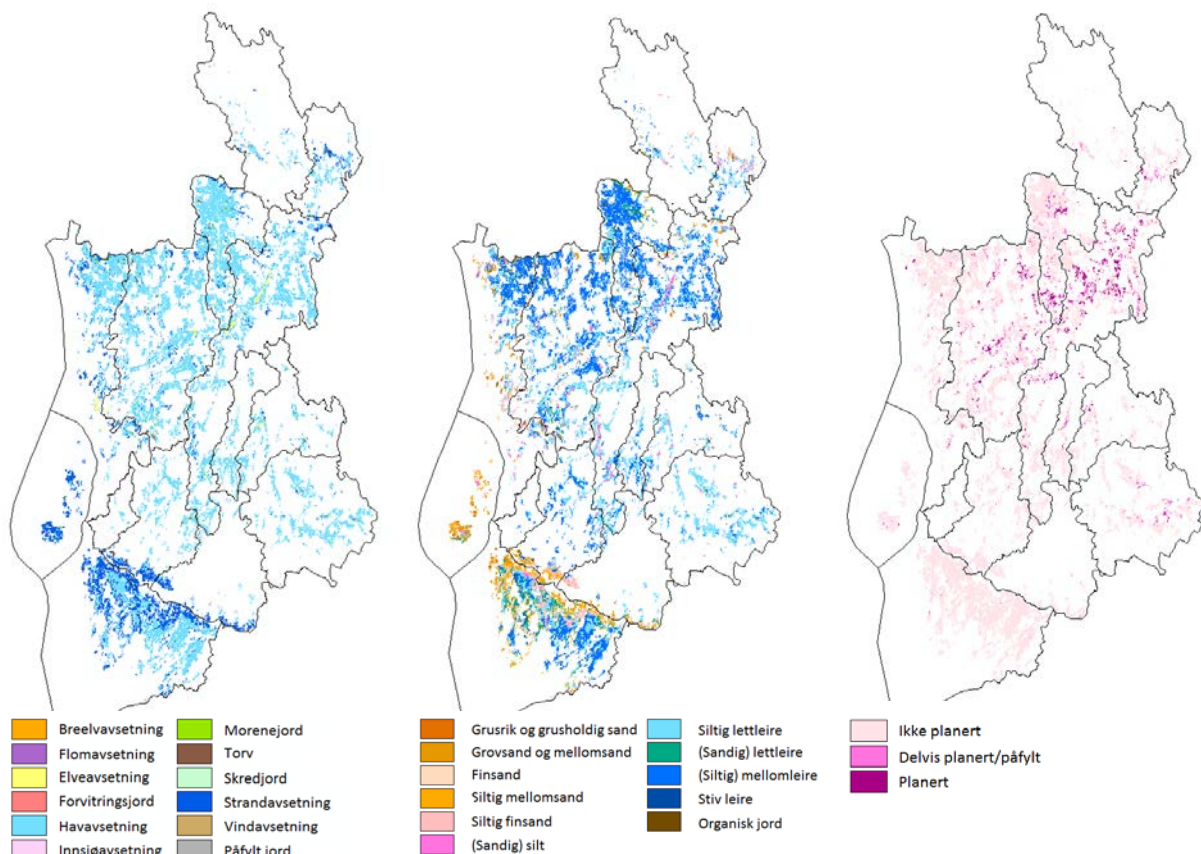
Vannområdet Morsa (1206 km² inklusive havområdene) omfatter vassdraget Vansjø-Hobølvassdraget og kystområdene vest og sør for Vansjø. Det er et næringsrikt lavlandsvassdrag hvor over 90 % av nedbørfeltet ligger under marin grense. Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet. Det største innsjøsystemet er Vansjø som består av flere sammenknyttede innsjøer, de største er Storefjorden og Vanemfjorden. I tillegg er det flere mindre innsjøer i området (Sæbyvannet, Mjær, Våg, Langen, Bindingsvannet, og Sætertjern). Vansjø-Hobølvassdraget er svært påvirket av avrenning fra landbruk, spredt avløp og erosjon og det er store problemer med eutrofiering i nedbørfeltet. Vannområdet har vært et pilotområde i implementeringen av EUs vanddirektiv og prosjekter i området har inkludert flere overvåkingsprogram, tiltaksanalyser, trendanalyser og også miljøkontrakter med bønder.



Figur 8. vannområde Morsa med delfelter.

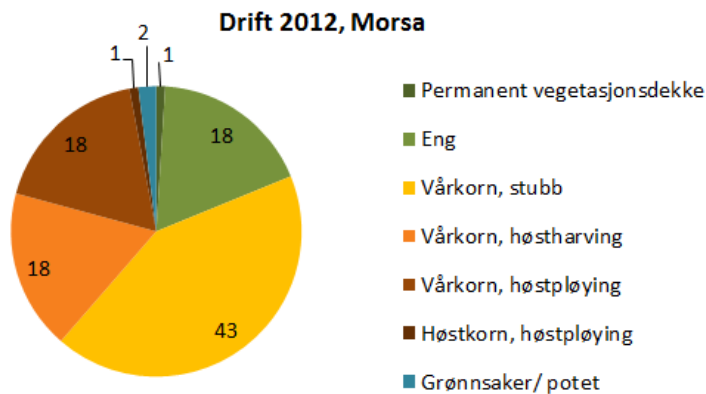
Gjennomsnittlig årlig temperatur i området er 5,6°C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 829 mm (målt på Rygge metrologiske stasjon i perioden 1961-1990). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 520 mm.

Havavsetinger dekker 76 % av dyrka mark i Morsa. Havavsetingene har i hovedsak jordartene siltig mellomleire og siltig lettleire. Strandavsetninger dekker 20 % av dyrka areal, og her varierer jordarten fra svært grove sandmasser med høyt grusinnhold til lettleirer. Mest utbredt er strandavsetninger med jordartene siltig mellomsand og siltig finsand. Strandavsetninger finner en særlig i forbindelse med de store moreneryggene som utgjør deler av «Raet», særlig langs sørgrensa til delfeltene Nedre Vansjø og Storefjorden, og i store deler av Jeløya og Kystbekker Rygge og Råde. I Morsa ligger andelen planert areal på 11 %. Delfeltet Hobølélva har større andel planert areal enn de andre delfeltene, mens de sørligste delfeltene har svært lite planert areal, ellers er det relativt jevnt fordelt. Rundt 60 % av arealet ligger i erosjonsrisikoklasse middels, mens 15 % ligger i klasse høy til svært høy. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering er vist i Figur 9.



Figur 9. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Morsa.

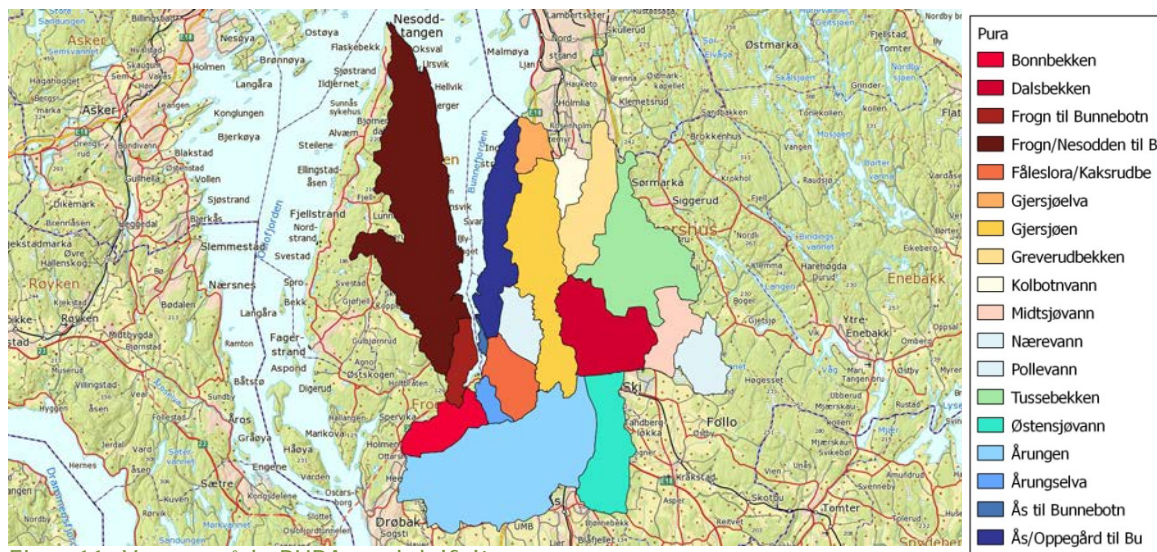
Jordbruk drives på 18 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog. Som vist i Figur 10 var vårkorn dominerende produksjon i vannområdet i 2012. Omtrent Litt over halvparten av dette arealet ble jordarbeidet om våren, mens høstpløying og høstharving utgjorde tilsammen litt under halvparten (37 %). Det var 18 % eng i vannområdet, og bare små arealer med høstkorn, grønnsaker/potet, og permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng.



Figur 10. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Morsa.

2.1.4 PURA

Vannområdet PURA (208 km²) består av de tre vassdragene Gjersjøvassdraget, Årungenvassdraget og Bunnefjorden. Hovedutfordringene i vannområdet er forurensning fra landbruk, kommunalt ledningsnett, avløp i spredt bebyggelse og tette flater. Spesielt utgjør avrenning fra landbruket en vesentlig forurensningskilde.

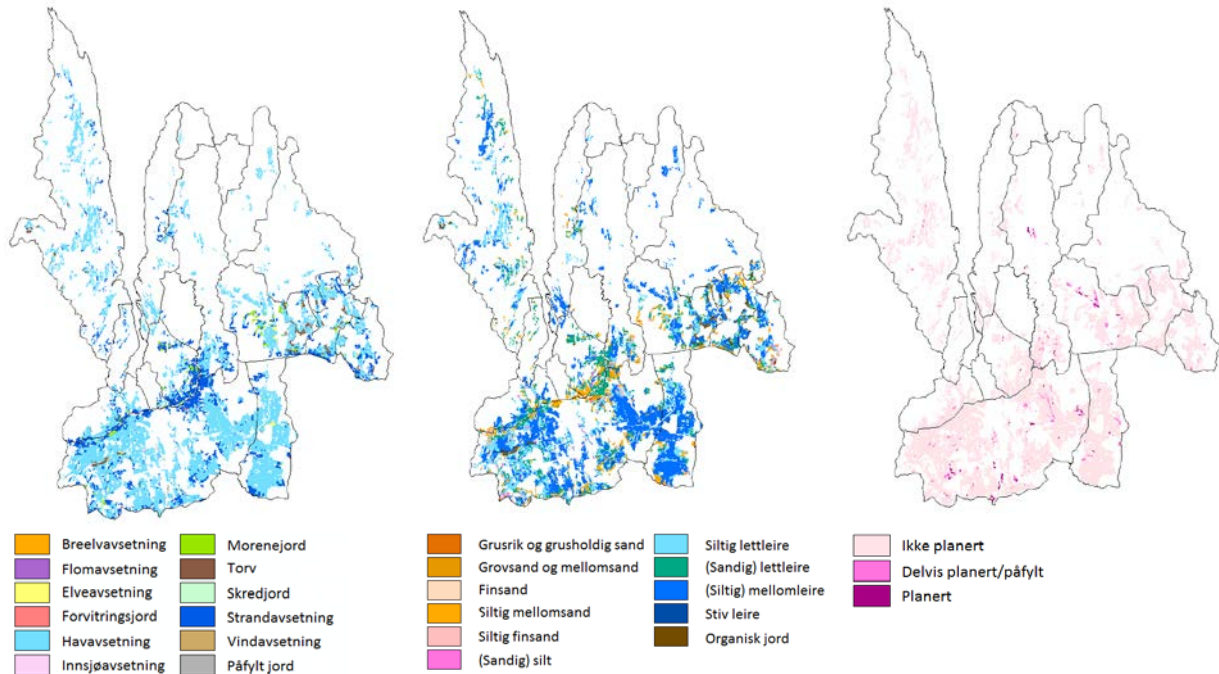


Figur 11. Vannområde PURA med delfelter.

Gjennomsnittlig årlig temperatur i området er 5,3°C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 786 mm (målt på Søråsjordet, Ås i perioden 1961-1990). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 475 mm.

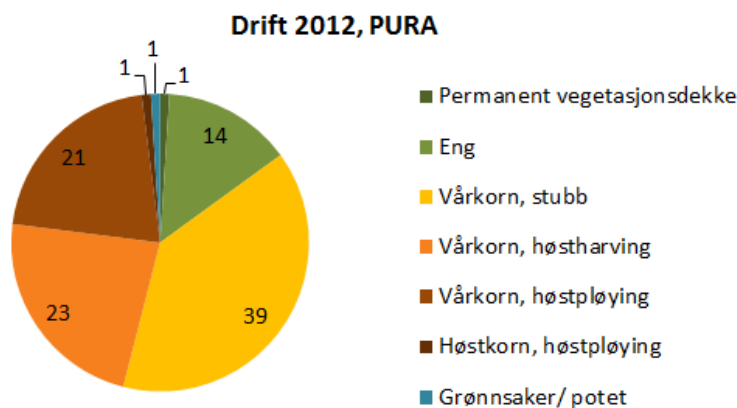
Havavsetninger dekker 74 % av dyrka mark i PURA. Havavsetningene har i hovedsak jordartene siltig mellomleire og siltig lettleire, noe lettleire forekommer også. Strandavsetninger dekker 21 % av dyrka areal, og her varierer jordarten fra svært grove sandmasser med høyt grusinnhold til lettleirer. Mest utbredt er strandavsetninger med jordartene siltig mellomleire, (sandig) lettleire og siltig finsand. Strandavsetninger og noe morene finner en særlig i forbindelse med de store moreneryggene som utgjør deler av «Raet», særlig langs nordgrensa til delfeltet Årungen. Fåleslora/kaksrudbe... skiller seg ut

med sterk dominans av sandig mellomleire til lettleire og lite av de finere leirene. I PURA ligger andelen planert areal på kun 3 %, og bare 15 % av arealet ligger i erosjonsrisikoklasse høy. Nesten 70 % av arealet ligger i erosjonsrisikoklasse middels. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 12.



Figur 12. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i PURA.

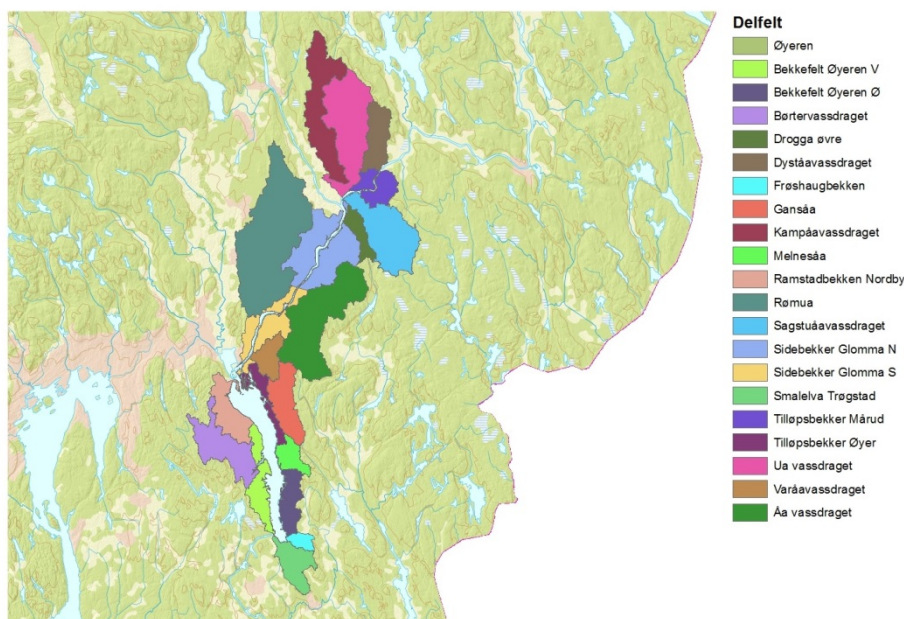
Dyrka mark utgjør om lag 22 % av totalarealet i vannområdet. Som vist i Figur 13 var vårkorn dominerende produksjon i vannområdet i 2012. Litt over halvparten (55 %) av dette arealet ble jordarbeidet om høsten, med om lag like store arealer høstpløying og høstharving, mens vårkorn med jordarbeiding om våren utgjorde resten. Det var 14 % eng i vannområdet, og bare små arealer med høstkorn, grønnsaker/potet, og permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng.



Figur 13. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i PURA.

2.1.5 Øyeren

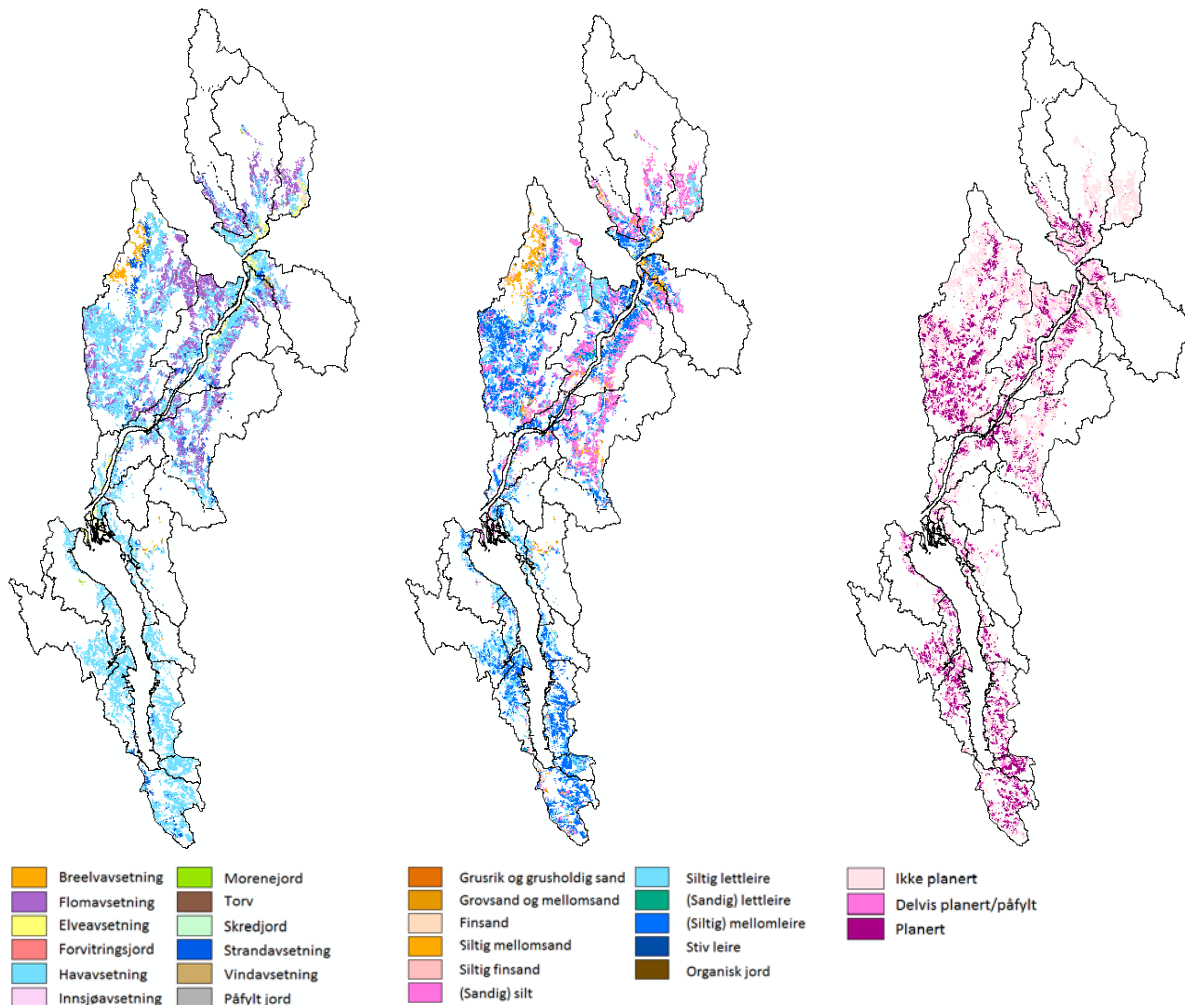
Vannområde Øyeren (1144 km²) består av Glommas hovedløp fra samløpet med Vorma, tilløpsbekker til Vorma og den store innsjøen Øyeren som Glomma munner ut i. Hovedutfordringene i vannområdet er tilførsler av næringsstoffer og eutrofiering. Vannområdet består av små bekker i ravinelandskap under marin grense, skogssjøer med kalkfattig fjellgrunn og store resipienter som Øyeren og Glomma. Området har et stort mangfold av dyreliv, blant annet fiskearter som kun finnes i denne delen av Norge. Nordre Øyeren er et naturreservat og et internasjonalt vernet RAMSAR-område. Vannområdet omfatter 7 store drikkevannskilder som forsyner ca 250.000 personer.



Figur 14. Vannområde Øyeren med delfelter.

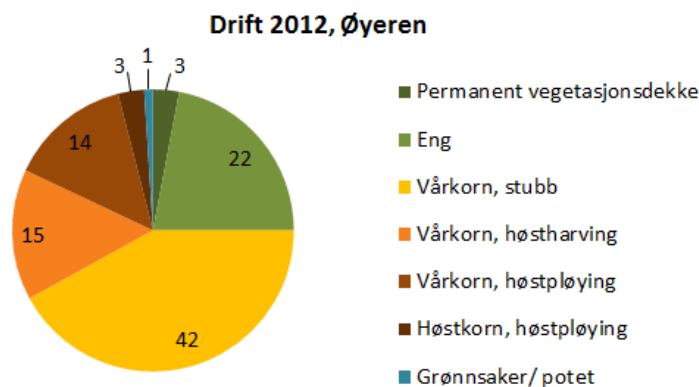
Gjennomsnittlig årlig temperatur i området er 4,2°C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 820 mm (målt på stasjon Enebakk i 1961-1990; klima.no). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 513 mm.

På dyrka mark i Øyeren er det 64 % havavsetninger, typisk siltig mellomleire og siltig lettleire, og 24 % flomavsetninger, typisk sandig silt, silt og siltig lettleire. I den sørlige halvparten av vassdraget er det nesten utelukkende havavsetninger og noe strandavsetninger, mens flomavsetningene er sterkt utbredt i den nordlige halvparten i tillegg til havavsetningene. I delfeltet Rømua er det hovedsakelig strand- og breelvavsetninger med jordart siltig sand. Elveavsetninger finner vi hele veien langs Glomma, og her kan jordarten variere fra finsand til siltig lettleire, med sandig silt og siltig sand som mest utbredte jordarter. I Øyeren er 34 % av dyrka areal planert. Disse arealene ligger ganske jevnt fordelt i vannområdet, og det er først og fremst havavsetningene som er planert. Dyståvassdraget i nordøst har lite planerte arealer fordi det her er mest breelv- og strandavsetninger, og det gjelder også nordligste del av Uavassdraget og nordvestligste del av Rømua der det er mye flomavsetninger. I Øyeren ligger ca 40 % av arealet i erosjonsrisikoklasse høy til svært høy, og like mye i klasse middels. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 15.



Figur 15. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Øyeren.

Jordbruk drives på 27 % av arealene i vannområde Øyeren. Som vist i Figur 16 var vårkorn med jordarbeiding om våren dominerende produksjon i vannområdet i 2012, og utgjorde 42 % av arealet. 29 % av arealet hadde vårkorn med jordarbeiding om høsten, om lag like mye høstharvet som høstpløyd. Det var 22 % eng og 3 % permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng i vannområdet. Det var bare små arealer med høstkorn og grønnsaker/potet.

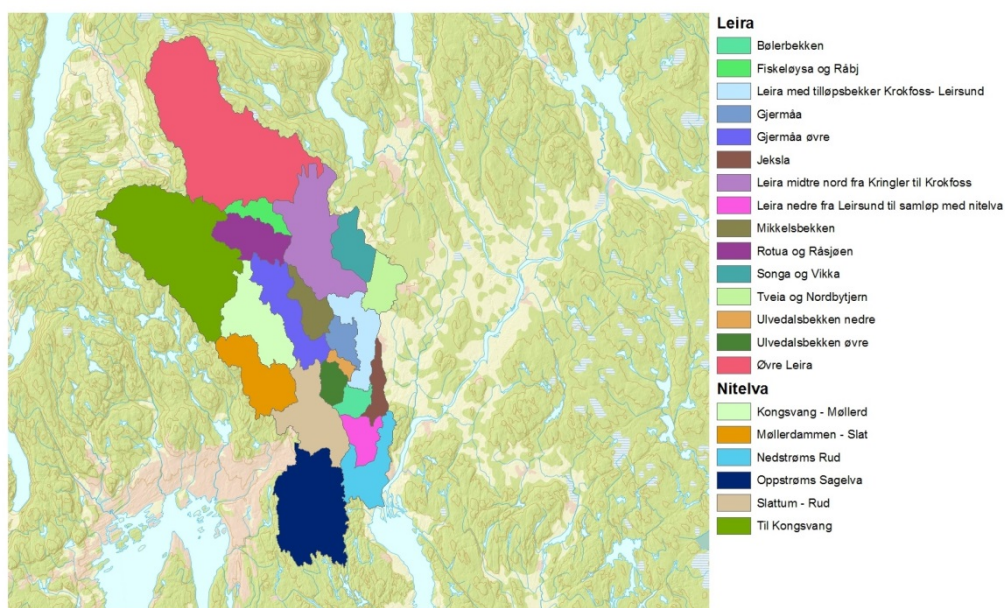


Figur 16. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Øyeren.

2.1.6 Leira-Nitelva

Vannområdene Leira og Nitelva består av elvene Leira og Nitelva som nederst i vannområdet går sammen og munner ut i Glomma og Øyeren. Nitelva er totalt 37 km lang og har sitt utspring i Harestuvannet. Øverst kan Nitelva beskrives som ei skogselv med fosser og stryk, men nedover i Nittedal går den over i en bred og rolig flod før den ender opp i Glomma og Øyeren. Leira et svært variert vassdrag, øverst er det klart, noe humøst skogsvann, og mange innsjøer, deretter er landskapet dominert av bratte ravinedaler og Leira blir her preget av partikulært materiale. I de nederste delene er Leira en sakteflytende meandrerende elv som drenerer flate jordbruksletter. Deler av både Leira og Nitelva er påvirket av for stor tilførsel av næringsstoffene fosfor og nitrogen, erosjonsmateriale og bakterier. Forurensningen kommer primært fra utslipp fra jordbruket, kommunale avløpssystemer og spredt bebyggelse. At det kommer for mye næringsstoffer ut i vassdragene forårsaker problemer med eutrofiering i deler av vannområdet.

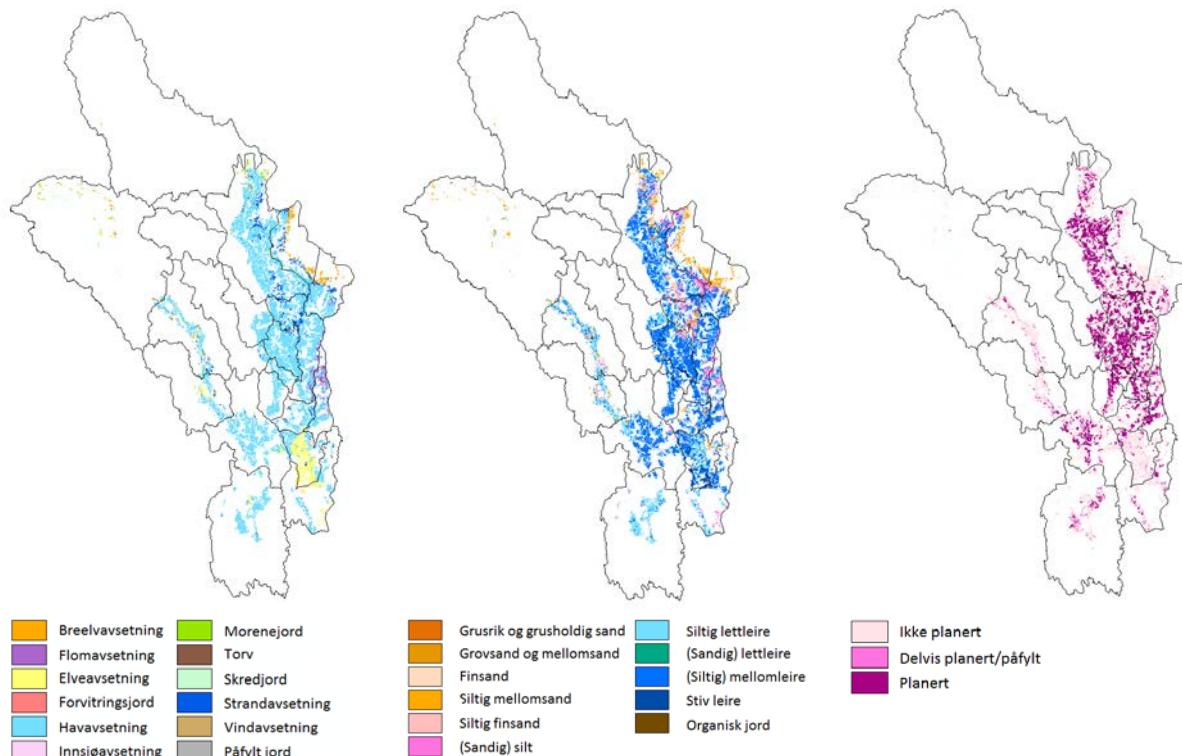
Gjennomsnittlig årlig temperatur i området er 3,8°C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 840 mm (målt ved stasjonen Gjerdrum-ask i perioden 1961-1990) (eklima.met.no). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 727 mm.



Figur 17. Vannområde Leira-Nitelva med delfelter.

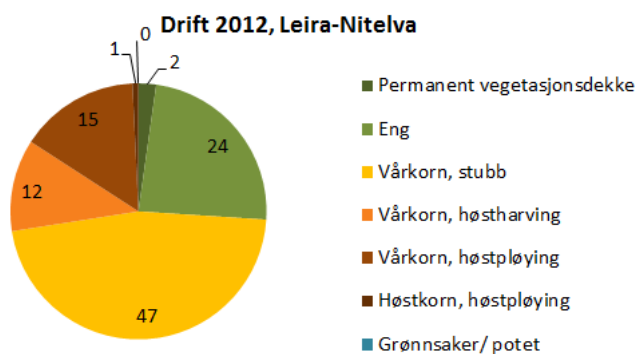
På dyrka mark i vannområde Leira-Nitelva utgjør havavsetninger omlag 80 % av arealet. Havavsetningene har oftest jordartene siltig mellomleire (særlig i Leira), siltig lettleire (særlig i Nitelva) og også en del silt (særlig Leira). Elveavsetninger utgjør ca 7 % på dyrka mark, i delområdet Nitelva noenlunde jevnt fordelt mellom delområder, mens i delområdet Leira hovedsakelig helt i sør (delfelt Leira nedre Leirsund til samløp med Nitelva). Elveavsetningene har et bredt spekter av jordarter, fra siltig mellomleire til stiv leire, oftest siltig lettleire til mellomleire i dette området. Strandavsetninger, dominert av jordarten siltig sand, utgjør ca 6 % for vannområdet totalt – mer i Leira (nordlige halvpart) enn i Nitelva. I tillegg er det i Leira også noe breelavsetninger (Songa og Vikka, Tveia og Nordbytjern) og flomavsetninger (Jeksla, Leira med tilløpsbekker Krokfoss-Leirsund). Breelavsetningene har jordarten siltig mellomleire, mens flomavsetningene består av silt til siltig lettleire. Andelen av de dyrka arealene som er bakkeplanert er betydelig høyere i Leira (45 %) enn i Nitelva (27 %). I Nitelva forekommer planerte arealer fortrinnsvis i

delfeltet Slattum-Rud og til dels oppstrøms Sagelva. I Leira er arealene ganske jevnt fordelt, men med lite planering helt i sør der elveavsetninger dominerer (delfelt Leira nedre Leirsund til samløp med Nitelva). Gjennomsnittlig erosjonsrisiko er høyere i Leira enn i Nitelva, noe som gjenspeiler forskjellen i planert areal i områdene. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 18.



Figur 18. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Leira-Nitelva.

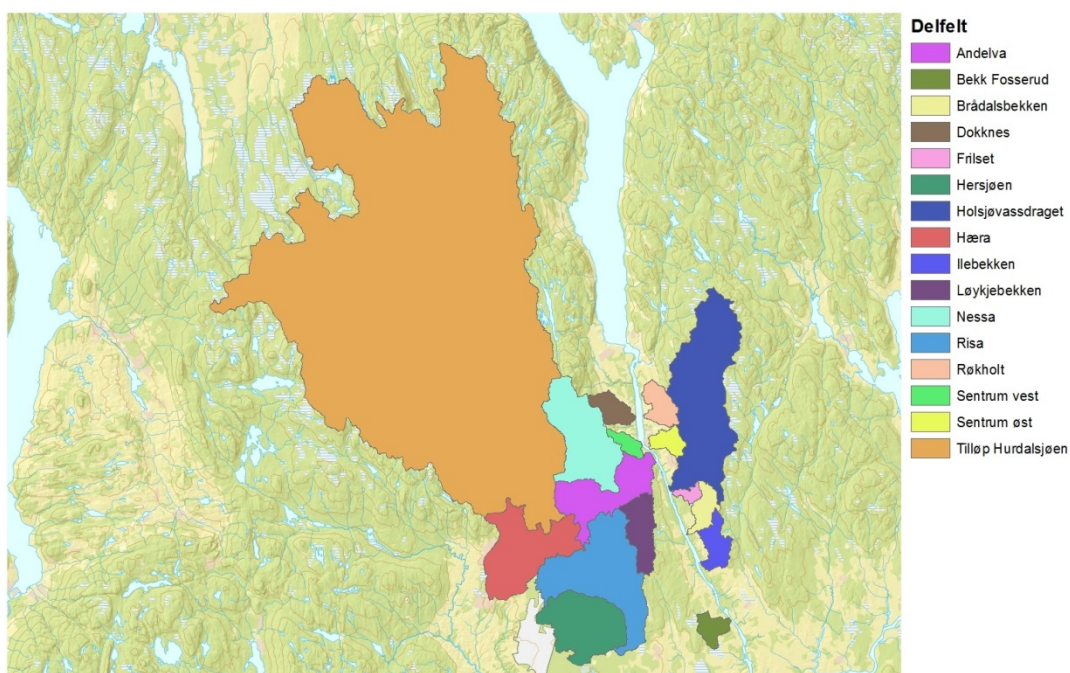
Jordbruk drives på om lag 14 % av arealet i vannområde Leira-Nitelva. Som vist i Figur 19 var det 25 % eng og permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng i vannområdet i 2012. Vårkorn med jordarbeiding om våren utgjorde drøyt 50 % av arealet, mens vårkorn med jordarbeiding om høsten utgjorde 24 %, med noe mer høstpløying enn høstharving. Høstkorn og grønnsaker/potet hadde minimal utbredelse.



Figur 19. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Leira-Nitelva.

2.1.7 Hurdalsvassdraget ned til Vorma og langs Vorma

Vannområde Hurdalsvassdraget (1460 km²) omfatter vassdrag som drenerer til Hurdalsjøen og Andelva og vassdrag som drenerer til Vorma fra både øst- og vestsiden i tillegg til deler av selve Vorma. Vannområdet omfatter i alt ca. 230 innsjøer og tjern, og Hurdalssjøen er den største med en flate på 33 km². Vorma er den største elva, dernest Andelva, i flomtider er Vorma landets mest vannrike elv. De nedre delene av de fleste vannforekomstene har betydelig menneskelig påvirkning. Om lag en tredel av arealene ligger under marin grense. Vassdrag over marin grense er i hovedsak humøse. I områdene over marin grense er det for det meste skog og spredt bebyggelse, mens områdene under marin grense i stor grad består av jordbruksområder og tettbebyggelse. Det bor ca. 30.000 innbyggere innen vannområdets grenser.



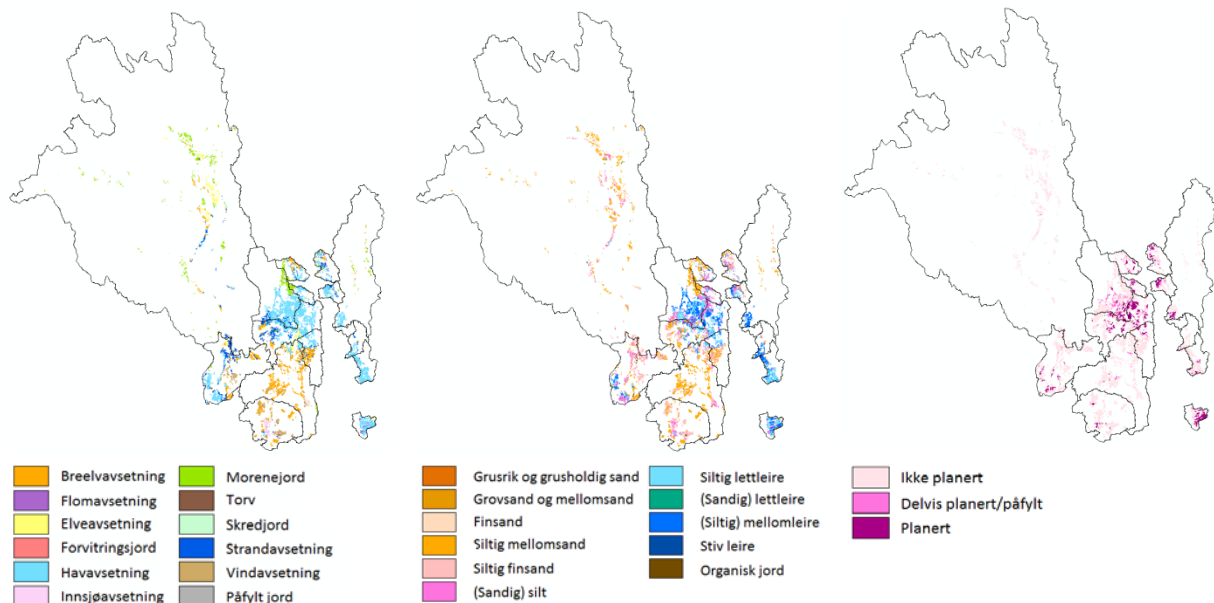
Figur 20. Vannområde Hurdalsvassdraget med delfelter.

Gjennomsnittlig årlig temperatur i området er 3,9°C og gjennomsnittlig årlig nedbør er 8785 mm (målt ved stasjonen Eidsvoll i perioden 1961-1990) (eklima.met.no). Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 475 mm.

Geologi og jordsmonn i Hurdalsvassdraget er meget variert. Vestre partier domineres av permiske dyp-, gang- og dagbergarter, mens østre deler domineres av prekambriske bergarter. I midtre deler er det innslag av noe mer kalkrike kambrosilurske sedimentære bergarter.

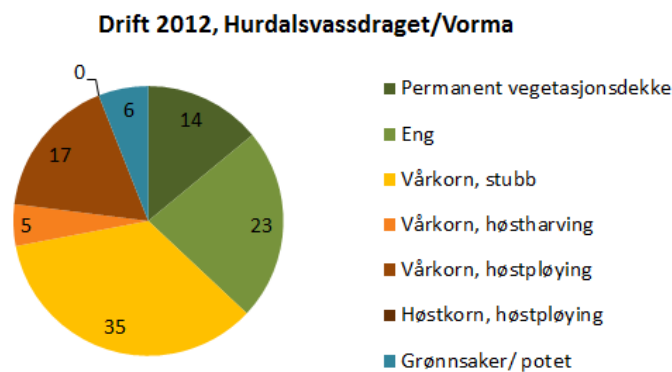
Det store delfeltet Tilløp til Hurdalssjøen har små arealer med dyrka mark i forhold til totalarealet, og her er det morene, breelv-, elve- og strandavsetninger som dominerer. Delfeltene Hersjøen og Risa har mye vind- og breelvvavsetninger, som er dominert av siltig sand. I den sørvestlige delen av vannområdet (Hersjøen, Risa og delvis Hæra) dominerer vind- og breelvvavsetninger med jordarten siltig sand. Her, særlig i Hersjøen, er også arealer med innsjøavsetninger med hovedsakelig siltrike jordarter. I nordlige del av Risa får man også innslag av elveavsetninger og havavsetninger. Hav- og strandavsetninger dekker vestlige og nordlige Hæra, nordlige Løykjebekken, og dominerer ellers i Andelva,

Nessa, Sentrum øst og sørlige Dokknes. De tre sistnevnte har også en del morene. De små feltene i øst (Bekk Fosserud, Ilebekken, Brådalsbekken, Frilset, Sentrum øst og Røkholt) har også hovedsakelig havavsetninger. Røkholt er mer variert enn de andre, med noe breelv- og elveavsetninger i tillegg til havavsetningene. Holsjøvassdraget har havavsetninger helt i sør, mens det ellers er morene og breelvvavsetninger. I Hurdalsvassdraget er 16 % av det dyrka arealet helt eller delvis planert. Det gjelder i størst grad i Bekk Fosserud og Andelva, som begge har mye havavsetninger. I Nessa er det også ganske store arealer som er delvis planert eller påfylt. Vannområdet har størst areal med erosjonsrisiko i klassene lav til middels. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 21.



Figur 21. Løsmasser på dyrka mark, teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark i Hurdalsvassdraget.

Jordbruk drives på bare 7 % av totalarealet i vannområdet. Som vist i Figur 22 var det nesten 40 % eng og permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng i vannområdet i 2012. Vårkorn med jordarbeiding om våren utgjorde 35 % av arealet, mens vårkorn med jordarbeiding om høsten utgjorde i overkant av 20 %, mesteparten av dette høstpløyd. Det var også en del grønnsaker/potet i området (6 %).



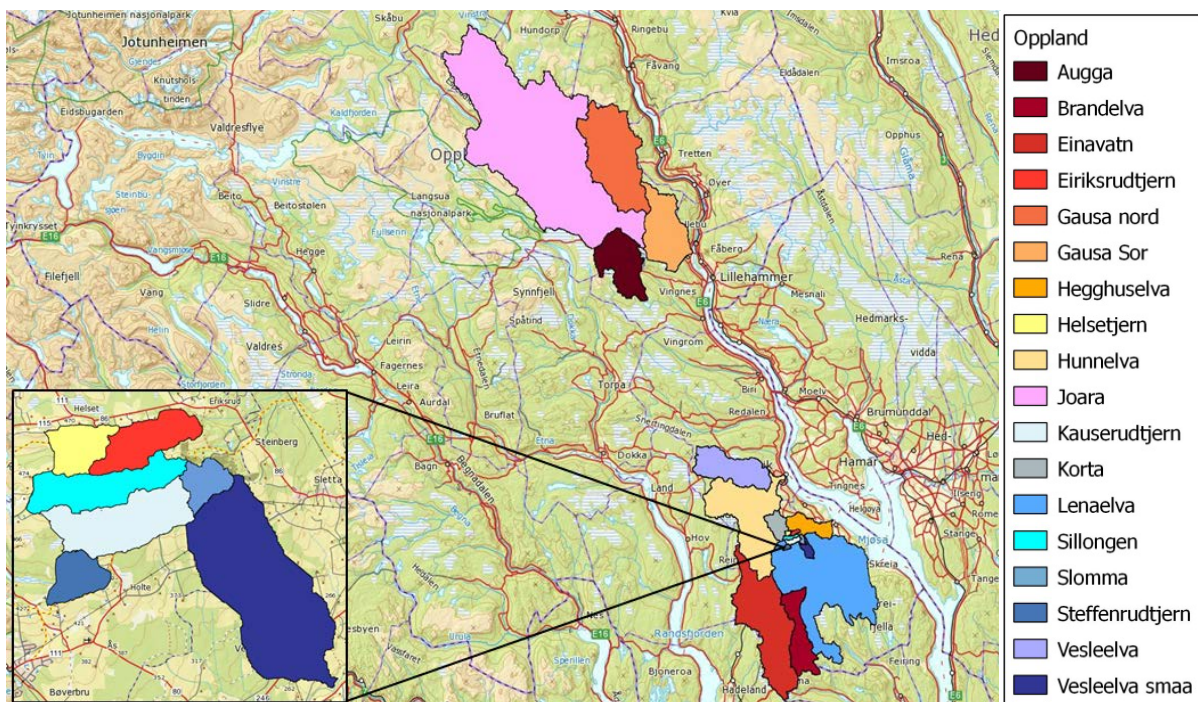
Figur 22. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i Hurdalsvassdraget/Vorma.

2.1.8 Delfelter i Oppland

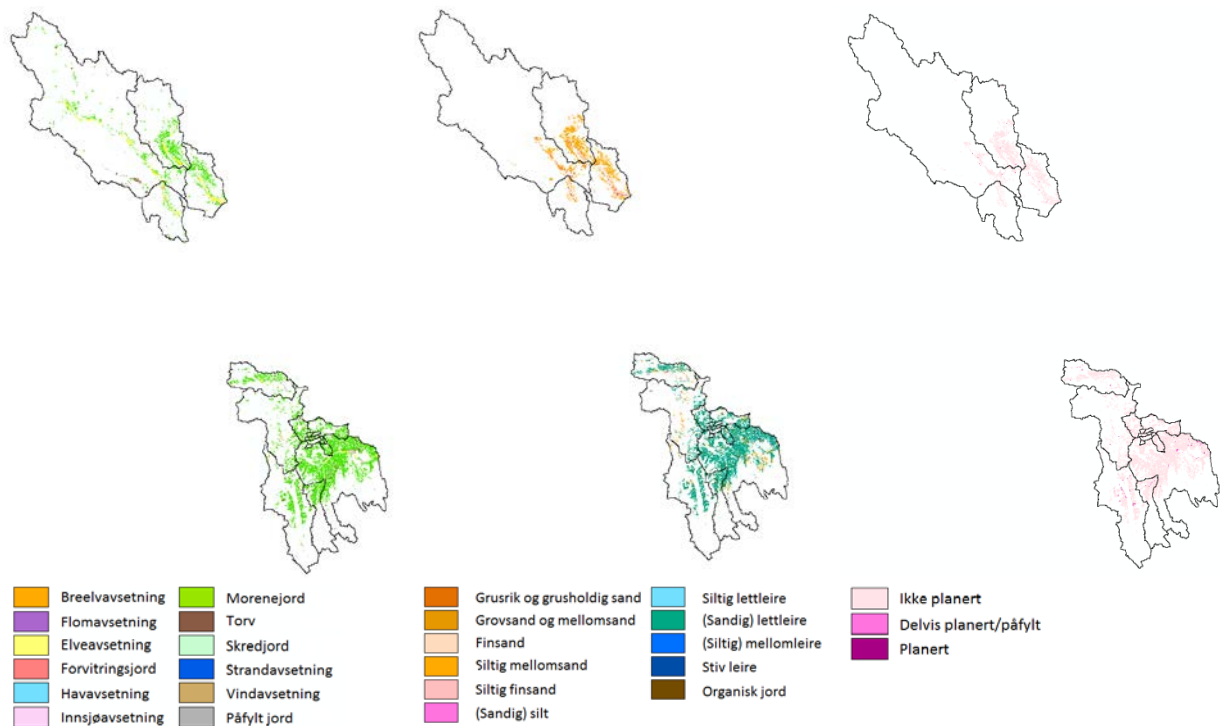
I Oppland er det valgt ut 18 delfelter, alle i vannområde Mjøsa, som representerer de viktigste/mest intensivt drevne jordbruksområdene i området. Gjennom bruk av regionalt miljøprogram (RMP) og spesielle miljøtiltak i landbruket (SMIL) er det også gjort tiltak i områdene. Toten har en meget stor grønnsaksproduksjon og store fulldyrkede arealer, og i deler av området har til dels mye husdyr med kjøttfe/ammeku/utegangere. Hunnselva, fra Grans grense og Einafjorden til Gjøvik, har viktige jordbruksområder særlig omkring fjorden (radkulturer som bær og potet, og en god del kornåker, samt en del husdyr). Det er også en god del jordbruk i delfeltet Vesleelva. Ellers er industri (ny og tidligere), vassdragsreguleringer, avfallsplasser og kloakkrenseanlegg utfordringer i dette området. Gausa er jordbrukspåvirket med mye fulldyrkete arealer, og en del korn i dalbunn og et betydelig husdyrhold. I et område i Lena- og Heggshuselva er det ekstra utfordringer i tillegg knyttet til kalksjøer med forekomster av viktige kransalger. Dette er innsjøer som er identifisert som en utvalgt naturtype etter naturmangfoldloven. Syv delfelt er valgt ut i dette området, og det er gjort en tilleggskartlegging av drift i disse områdene.

Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 473 mm.

Omkring 95 % av dyrka mark i de aktuelle delfeltene er jordmonnkartlagt. Kartleggingen tilsier at morenejord dominerer (82 %), hovedsakelig med jordartene lettleire og sandig lettleire i de sørlige delfeltene, og siltig sand i de nordlige delfeltene. Det er også noe elveavsetninger (5 %) og breelvaavsetninger (3 %) med overveiende grove jordarter, samt noe torvjord (4 %). Der det mangler jordsmonnkart, stort sett i delfeltet Jøra, viser løsmassekart for dyrka mark at det også er morenejord, elveavsetninger og torvjord. Kun 1 % av dyrka mark i de aktuelle delfeltene i vannområde Mjøsa er planert eller påfylt. Ifølge erosjonsrisikokartet har 14 % av arealet høy erosjonsrisiko, mens resten av arealet har lav til middels erosjonsrisiko. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 24.

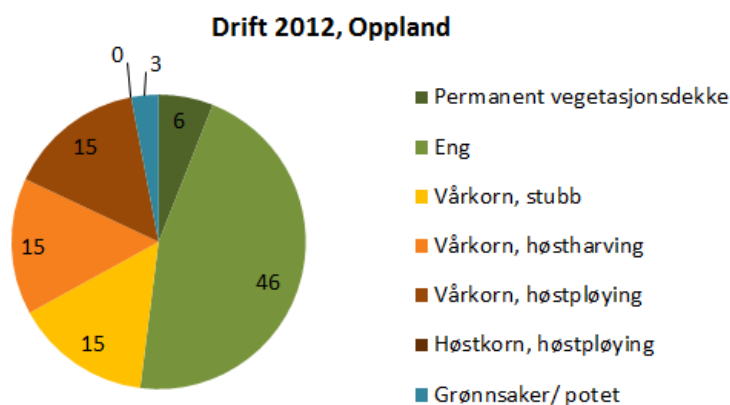


Figur 23. Delfelter i Oppland, vannområde Mjøsa.



Figur 24. Løsmasser på dyrka mark (basert på løsmassekart fra NGU og Arealressurskart AR5 fra Skog og landskap), teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark (basert på jordsmonnkart fra Skog og landskap) i delfelter i Oppland.

Jordbruk drives på om lag 12 % av arealet i de utvalgte delfeltene i Oppland. Som vist i Figur 25 var det i overkant av 50 % eng og permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng tilsammen i disse delfeltene i 2012. Resten av arealet hadde en jevn fordeling av vårkorn med høstpløying (til sammen 30 %) og jordarbeiding om våren (15 % hver), samt at det var noe grønnsaker/potet.



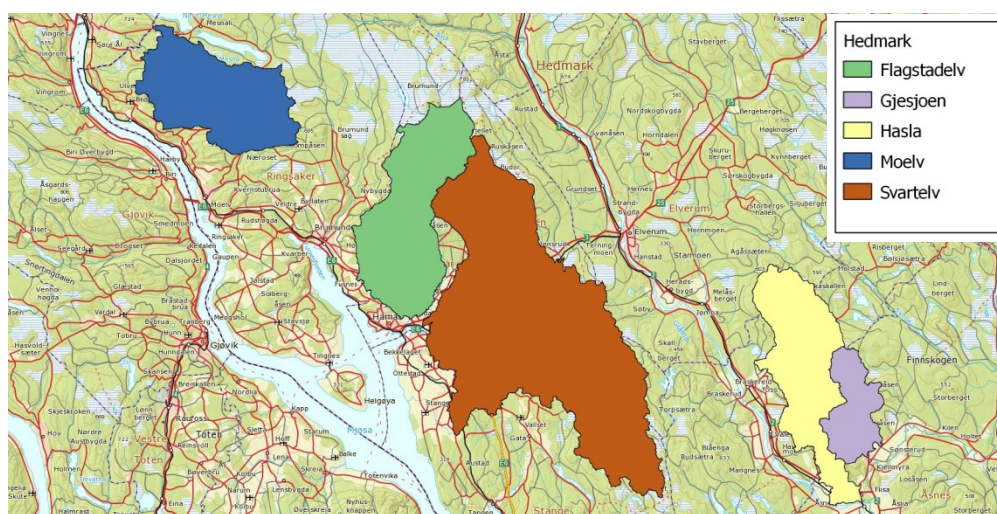
Figur 25. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i delfelter i Oppland.

2.1.9 Delfelter i Hedmark

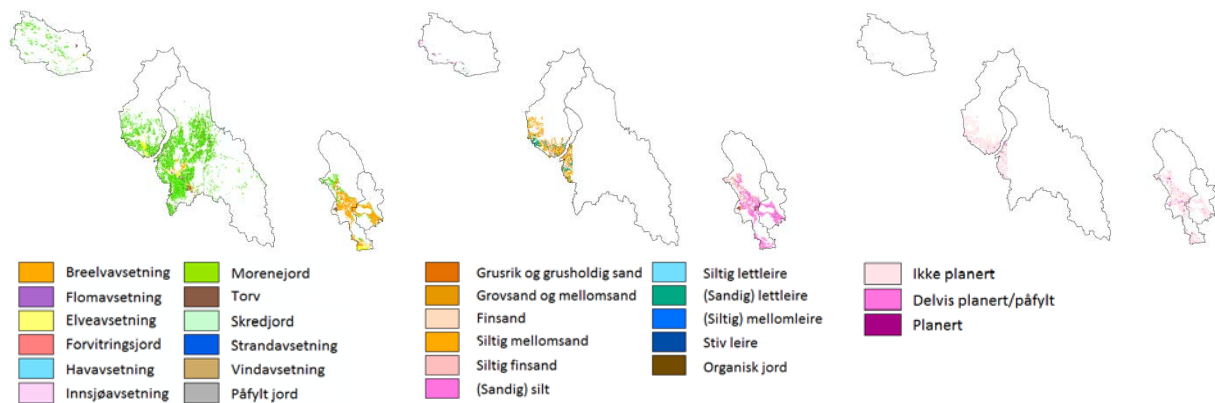
I Hedmark er det valgt ut 5 områder med stor grad av påvirkning fra jordbruk, Flagstadelva, Moelv og Svartelv i vannområde Mjøsa, og Gjesjøen og Hasla i vannområde Glomma. Flagstadelva er ei av de mellomstore tilløpselvene til Mjøsa som kommer inn fra øst. Nedbørfeltet er dominert av boreal barskog og myr. Jordbruksarealene utgjør ca. 10 % og ligger relativt spredt så vel i nærområdene langs innsjøen som i noe høyereliggende deler av nedbørfeltet. Svartelva er den tredje største tilløpselv til Mjøsa, etter Gudbrandsdalslågen og Gausa. Vassdraget munner ut i Mjøsa i Åkersvika (Svartelv-deltaet). De nordre, østre og sørøstre områdene er dominert av barskog, mens i de lavere, sentrale delene er det betydelige jordbruksarealer. De største innsjøene i vassdraget er Rokosjøen og Gjetholmsjøen. Gjesåssjøen er en ca 4 km² stor innsjø. Innsjøen ble fredet som naturreservat i 2002. Dyrket mark utgjør ca 19 % av nedbørfeltet med hoveddelen i innsjøens umiddelbare nærhet. Den viktigste produksjonen er korn og poteter. Gjesåssjøen har utløp til elva Hasla og nedbørfeltet til Gjesåssjøen er i så måte en del av nedbørfeltet Hasla.

Området har innlandsklima med moderate nedbørmengder og relativt store forskjeller i middeltemperaturene mellom sommer og vinter. Nedbørmengdene er betydelig større i de høyereliggende enn i de lavereliggende områdene, og vinteren er normalt relativt lang og snørrik i de høyereliggende områdene. Gjennomsnittlig avrenning basert på kart fra NVE for normalperioden (1960-1991) er 374 mm.

Kun 39 % av arealet på dyrka mark er jordsmonnkartlagt. Basert på opplysninger fra kartlagt areal, ser man at morene og flomavsetninger er dominerende løsmasser, med en utbredelse på henholdsvis 41 og 29 %. Morenejorda har vesentlig siltig sand og noe lettleire som jordart, mens flomavsetningene, som hovedsakelig er å finne i delfeltene Hasla og Gjesjøen, domineres av siltjord. I tillegg er det betydelige arealer med elveavsetninger (11 %) med jordartene silt og siltig finsand og litt grøvre breelavsetninger (8 %), samt torvjord (5 %). I områdene der det mangler jordsmonnkart (deler av Svartelv, Moelv og Flagstadelva), viser løsmassekartet at det stort sett er morenejord og noe breelv- og elveavsetninger på disse arealene, samt noe organisk jord. Ifølge jordsmonnkartet er kun 1 % av dyrka mark i delfeltene i vannområde Glomma er bakkeplanert, og på 70 % av det kartlagte arealet er det middels erosjonsrisiko, mens kun 4 % har høy erosjonsrisiko. Arealfordeling (på dyrka mark) av løsmasser, teksturklasse i ploglaget og planering/ikke planering er vist i Figur 27.

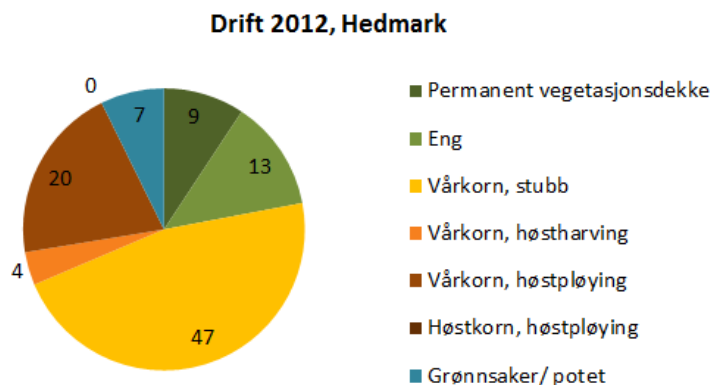


Figur 26. Delfelter i Hedmark, vannområder Mjøsa og Glomma.



Figur 27. Løsmasser på dyrka mark (basert på løsmassekart fra NGU og Arealressurskart AR5 fra Skog og landskap), teksturklasse i ploglaget på dyrka mark og planering på dyrka mark (basert på jordsmonnkart fra Skog og landskap) i delfelter i Hedmark.

Jordbruk drives på om lag 16 % av arealet i de utvalgte delfeltene i Hedmark. Som vist i Figur 28 var det 22 % eng og permanent vegetasjonsdekke/ beiteeng tilsammen i disse delfeltene i 2012. Nesten 50 % av arealet var vårkorn med overvintring i stubb, 20 % vårkorn med høstpløying og 4 % vårkorn med høstharving. Det var 7 % grønnsaker og potet (og en liten andel jordbær inkludert i dette).



Figur 28. Prosentfordeling av vekster og jordarbeiding i delfelter i Hedmark.

2.1.10 Felter for kalibrering og validering av Agricat

Som nevnt innledningsvis, må modeller valideres mot målte data. Slike data er blant annet tilgjengelig fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA; Bechmann og Deelstra, 2013), som startet i 1992. I programmet overvåkes vannføring og vannkvalitet i nedbørfelter som representerer de viktigste jordbruksområdene i landet med hensyn til klima, jordsmonn og driftspraksis og med vekt på områder med de største forurensningsproblemer. Vannføringen blir målt ved hjelp av et Crump-overløp og volumproporsjonale vannprøver tas ut ca. hver 14. dag og analyseres for partikler og næringsstoffene nitrogen og fosfor. Gårdsdata på skiftenivå innhentes årlig fra bøndene i feltet. Opplysningene omfatter blant annet jordarbeiding, gjødsling, husdyrtall, vekst, såing, sprøyting og høsting/avling. Flere av overvåkingsfeltene i JOVA ligger i vannregion Glomma. Av disse er tre egnet som valideringsfelter grunnet størrelse på felt, drift og

tilgang på data: Skuterudfeltet i Follo, Mørdrefeltet på Romerike og Kolstadfeltet ved Mjøsa. Disse beskrives i avsnittene under.

2.1.10.1 Skuterud

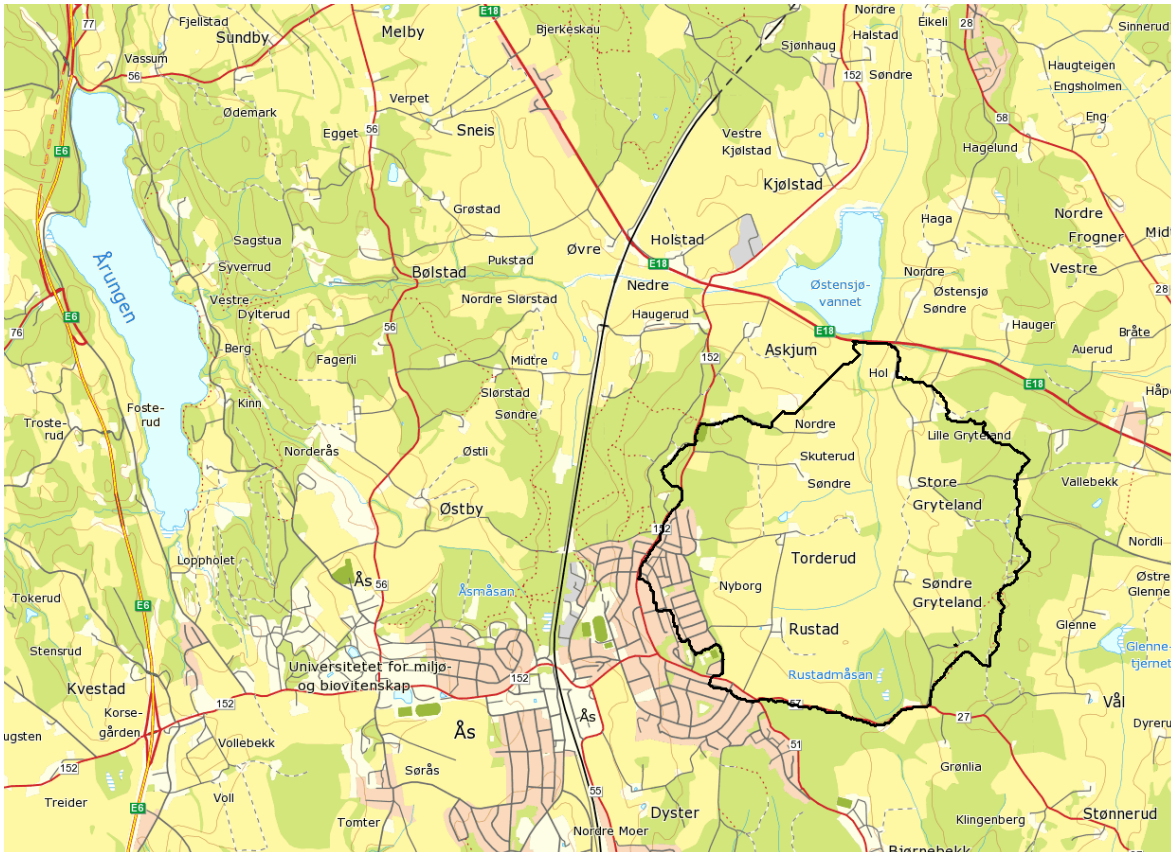
Skuterud er et nedbørfelt på 4500 daa som ligger i Follo, et typisk kornproduserende distrikt. Skuterud er en del av vannområdet PURA, og ligger delvis i Ås og delvis i Ski kommuner i Akershus (Figur 29). Feltet representerer et område med forholdsvis ustabilt vinterklima. Det kan være gjentatte fryse-tine perioder i løpet av vinteren, og i overvåkingsperioden har det sjelden forekommet at snødekket er sammenhengende hele vinteren. Normal årsnedbør (1961-1990) er 785 mm, med mye nedbør om høsten. Normal gjennomsnittlig årstemperatur er 5,3 °C.

Arealfordelingen i feltet er ca. 61 % dyrket mark (systematisk drenert), 27 % skog, 6 % bebyggelse og samferdsel og resten er utmark. Skuterudbekken har i hovedsak sitt utspring i en 95 dekar grøftet myr sør-øst i feltet der det tidligere har vært torvuttak. Myrområdet har åpne grøfter. Avrenning fra skog (ca. 20 daa) og noen dekar dyrka mark sør for feltet dreneres til feltet gjennom en stikkrenne. Skuterudbekken renner nordover og munner ut i Østensjøvannet. Avløpet fra Østensjøvannet renner ut i innsjøen Årungen. Målestasjonen i feltet ligger like ved E18 ved Østensjøvannet. I år 2000 ble det bygget en fangdam rett før prøvepunktet i Skuterudbekken. Fangdammen har et vannspeil på 2300 m², som tilsvarer omtrent 0,05 % av det totale nedbørfeltets areal.

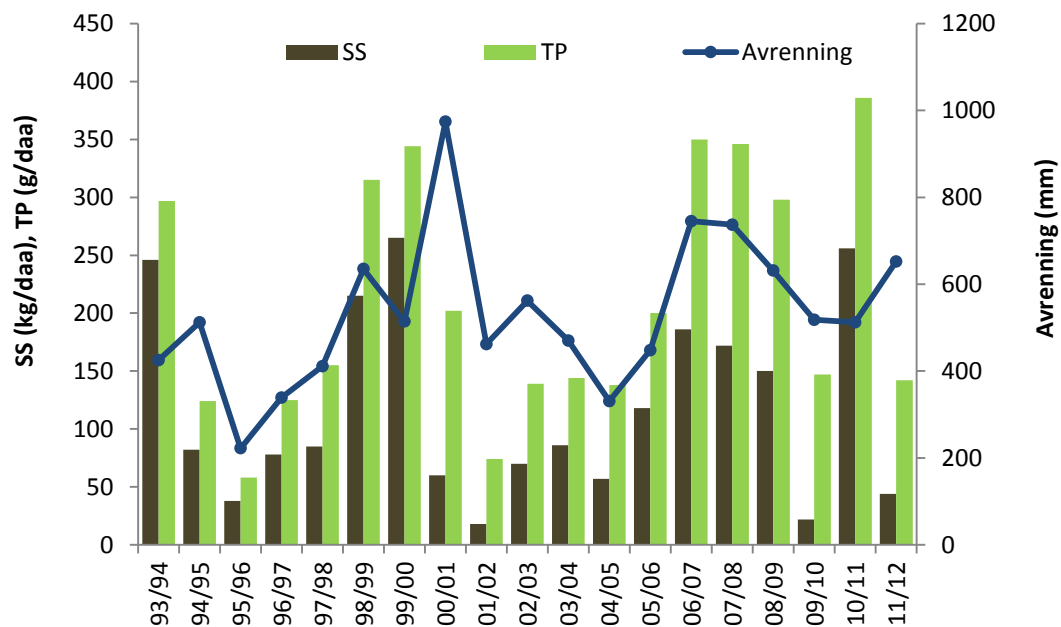
Jordsmonnet i feltet er utviklet på hav- og strandavsetninger, med moderat innhold av organisk materiale (3-6 %). Det er også noe morene i feltet. På dyrka mark er teksturen i matjordlaget hovedsakelig siltig mellomleire og siltig lettleire på havavsetningene og siltig sand på strandavsetningene. Skogarealet har en del fjell i dagen og stedvis tynt jordsmonndekke.

Området er sterkt dominert av korn og oljevekster, og disse vekstene har blitt dyrket på over 90 % av arealet stort sett alle år i overvåkingsperioden. Vårkorn er det mest vanlige i feltet, mens andelen høstkorn har variert fra ca. 10 til 30 % i overvåkingsperioden. Gjennomsnittlig antall gjødseldyrenheter i feltet er 0,03/daa.

Erosjonsrisikokart for feltet viser at om lag 70 % av de dyrka arealene har erosjonsrisiko i klasse 2 (50-200 kg/daa). Ved utløpet av feltet er gjennomsnittlig jordtap målt til 116 kg SS/daa dyrka mark/år, mens tilsvarende tall for hele feltet er 62 kg SS/daa. Som vist i Figur 30 er tap av næringsstoffer og SS nært knyttet til avrenning og dermed nedbørsmengder. Årene 1999 og 2000 var det mye nedbør, mye avrenning og dermed også stort tap av TP og SS. De tre første årene fangdammen var i drift var konsentrasjonen av fosfor høyere ved utløpet av fangdammen enn ved innløpet. Sannsynlige årsak er mye gravearbeid i forbindelse med etablering av fangdammen. Etter dette har dammen gitt en gjennomsnittlig reduksjon av P og SS tap på hhv. 18 % og 30 %.



Figur 29. Skuterudbekkens nedbørfelt.



Figur 30. Avrenning (mm) og tap av fosfor (TP kg) og suspendert stoff (SS, tonn) i perioden 1993 til 2012 i Skuterudfeltet. (Årstallene representerer jordbruksåret 1.mai -1.mai).

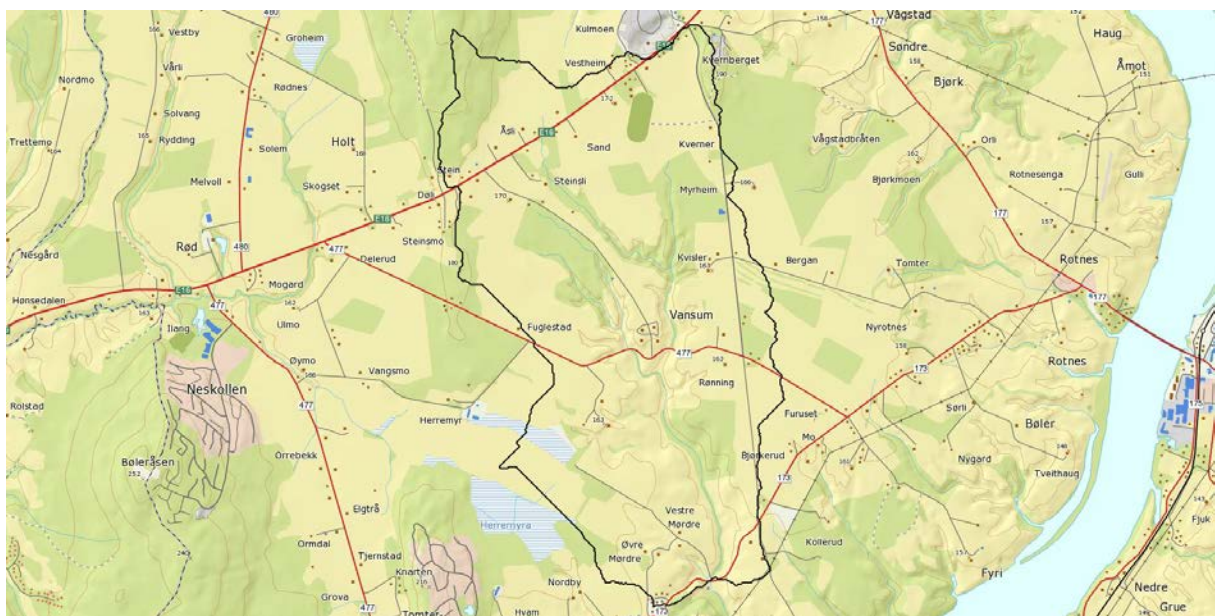
2.1.10.2 Mørdre

Mørdre (Figur 31) er et nedbørfelt på 6800 daa som ligger på Romerike, et typisk kornproduserende distrikt. Mørdre er en del av vannområde Øyeren, delfelt "Sidebekker Glomma nord". Klimaet er kontinentalt, med varme somre og kalde vintre. Veksts sesongen varer ca. 180 dager. Normal årsnedbør (1961-1990) er 665 mm, og normal gjennomsnittlig temperatur er 4,0 °C.

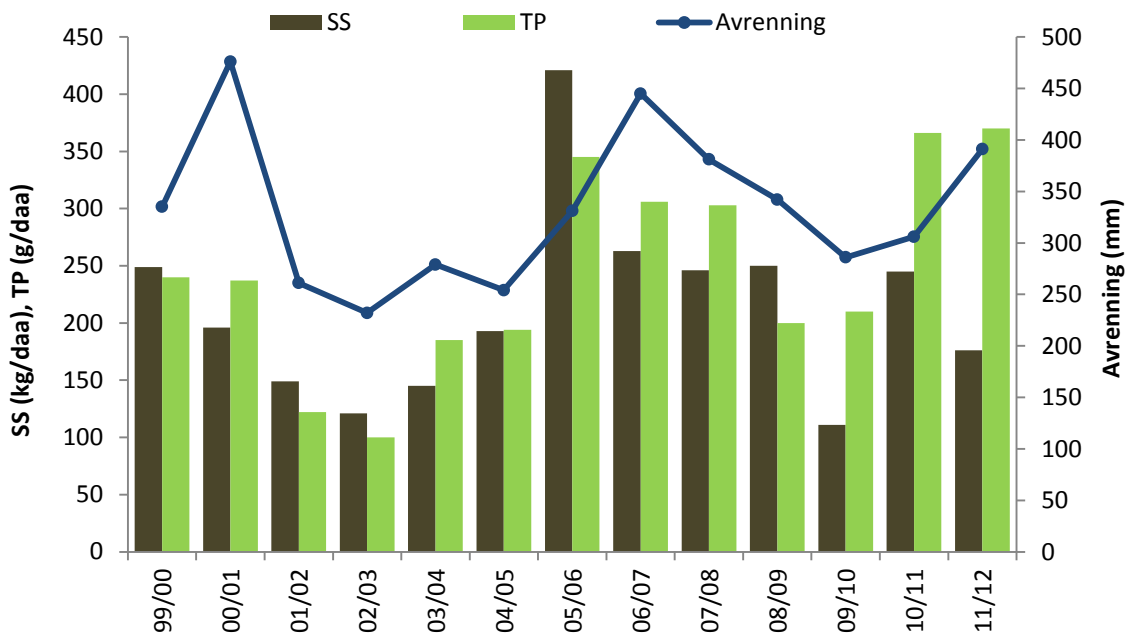
I Mørdre er det 65 % fulldyrka mark (systematisk drenert), 3 % innmarksbeite, 26 % skog og myr, og resten bebygd areal og veier. Korn er dominerende produksjon (85 %) med rug (40 %), havre (33 %) som de mest vanlige vekstene. I senere år har produksjon av potet økt og representerer ca 6 % av arealet i overvåkingsperioden. Det er også en lav produksjon av gress (ca 4 %). Antall gjødseldyrenheter i feltet har gjennomsnittlig vært 0,03/daa, og det er hovedsakelig griser og hester.

Landskapet i Mørdrefeltet er dominert av flate sletter som gjennomskjæres av 25-30 m dype raviner, med en høyde over havet på ca 130 - 230 m. Jordsmonnet i feltet er utviklet på flomavsetninger på de flate slettene og havavsetninger i ravinene. Flomavsetningene, kjent som «mjæle», har moderat innhold av organisk materiale (3-6 %), og tekturen er silt til siltig leittleire i øvre 50-90 cm med marin leire under. Havavsetningene har tekturen siltig leittleire og siltig mellomleire, og på dyrka mark er arealer med havavsetninger i stor grad bakkeplanert, og har derfor relativt lavt innhold av organisk materiale (1-3 %). Det er også noe organisk jord i feltet, noe av dette brukes som torvuttak.

Erosjonsrisikokart for feltet viser at 57 % av de dyrka arealene har erosjonsrisiko i klasse 1, 16 % i klasse 2 og 27 % i klasse 3 og 4. Ved utløpet av feltet er gjennomsnittlig jordtap målt til 213 kg SS/daa dyrka mark/år, mens tilsvarende tall for hele feltet er 132 kg SS/daa/år. Vannprøvene fra Mørdrefeltet har jevnt over høye konsentrasjoner av suspendert stoff og fosfor i forhold til andre JOVA-felt. De to siste årene i overvåkingsperioden skiller seg ut med høyt fosfortap og mye fosfortap i forhold til SS (Figur 32).



Figur 31. Mørdrebekkens nedbørfelt.



Figur 32. Avrenning (mm) og tap av fosfor (TP g/daa) og suspendert stoff (SS, kg/daa) i perioden 1999 til 2012 i Mjørdrefeltet. (Årstallene representerer jordbruksåret 1.mai -1.mai).

2.1.10.3 Kolstad

Kolstad (Figur 33) er et nedbørfelt på 3080 daa som ligger i sørøst-Norge i nærheten av Hamar, i vannområde Mjøsa. Kolstad har kontinentalt klima med forholdsvis varme, tørre somre og kalde vintre. Normal årsnedbør (1961-1990) er 735 mm, og normal gjennomsnittlig temperatur er 5,1 °C. Vekstsesongen er relativt kort (160 dager).

Landskapet er dominert av små høyder og nedbørfeltet er mellom 200 og 318 m over havet. I Kolstad er det 65 % fulldyrka mark (systematisk drenert), 8 % innmarksbeite, 21 % skog og 5 % gårdstun og veier. Vårkorn (hvete, bygg og havre) og oljefrø er de dominerende vekstene på dyrka mark, men det er også betydelig innslag av grovforproduksjon i feltet. Det er 14 gårdsbruk i feltet og 8 av disse har husdyrproduksjon. Vekstfordelingen i feltet har vært relativt stabil i overvåkingsperioden, men det har vært en økning i antall griser og høns. Antall gjødseldyrenheter i feltet er 0,07/daa.

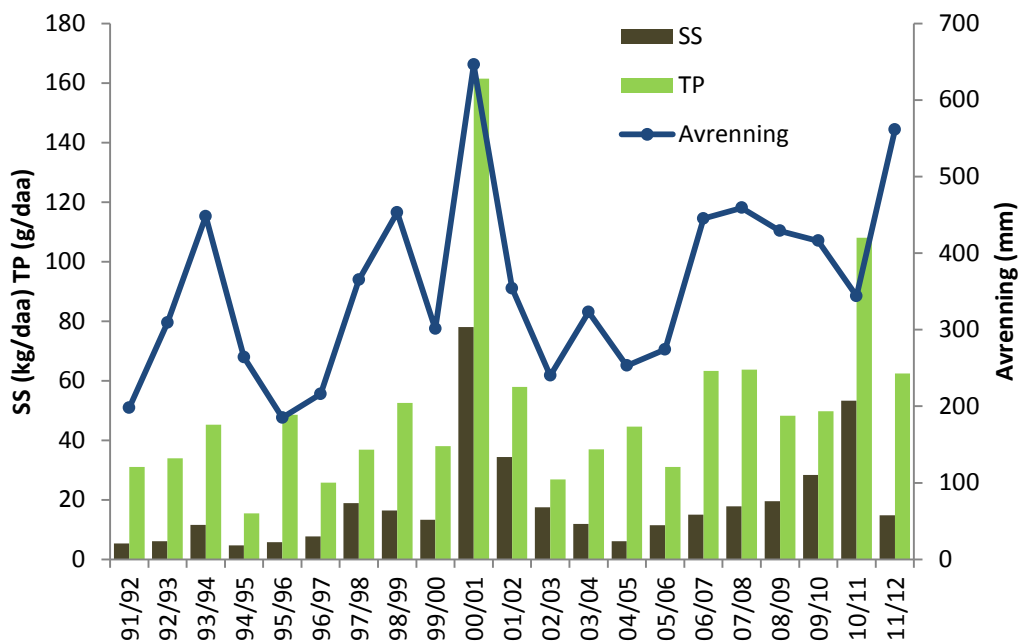
Jordsmonnet i feltet er utviklet på næringsrik morene, med moderat innhold av organisk materiale (3-6 %). Det er også små arealer med innsjøavsetninger, forvittringsjord og organisk jord. På dyrka mark er teksturen i matjordlaget er hovedsakelig lettleire, sandig lettleire og siltig sand (morenejorda), og noe innslag av siltig lettleire (innsjøavsetningene). Feltet har ikke noen bakkeplanerte arealer.

Erosjonsrisikokart for feltet viser at om lag 70 % av de dyrka arealene har erosjonsrisiko i klasse 2 (50-200 kg/daa). Ved utløpet av feltet er gjennomsnittlig jordtap målt til 19 kg SS/daa dyrka mark/år, mens tilsvarende tall for hele feltet er 11 kg SS/daa/år. Avrenningen i Kolstad inneholder vanligvis lite partikler og fosfor (Figur 34) sammenlignet med de andre feltene i JOVA-programmet. Det skyldes blant annet avsetningstypen

(morene) som er lite erosjonsutsatt og hvor det meste av vanntransporten skjer gjennom jordmassene og resulterer i lite overflateavrenning.



Figur 33. Kilstadbekkens nedbørfelt.



Figur 34. Avrenning (mm) og tap av fosfor (TP g/daa) og suspendert stoff (SS, kg/daa) i perioden 1991 til 2012 i Kilstadfeltet. (Årstallene representerer jordbruksåret 1.mai -1.mai).

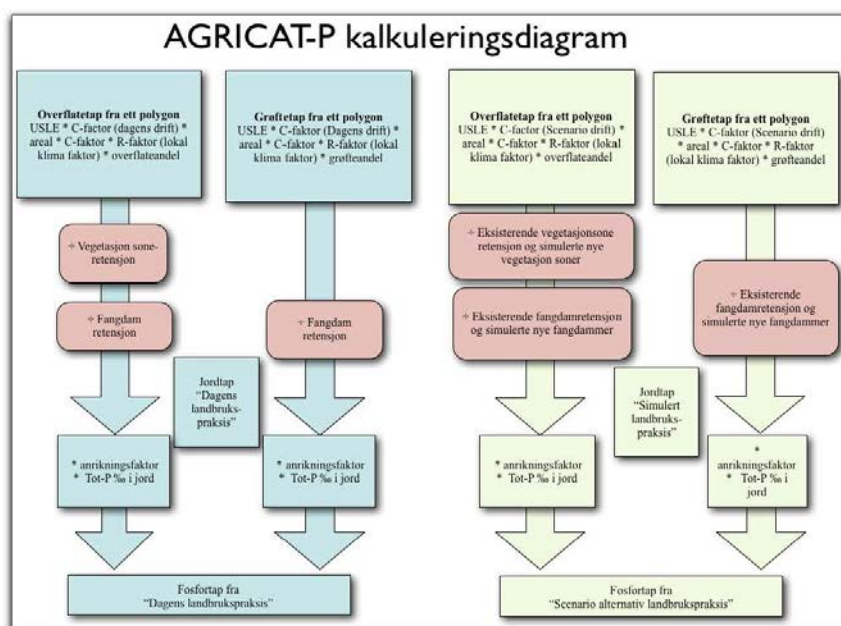
2.2 Beregningsmodeller

2.2.1 Agricat-modellen for beregning av jordbruksavrenning

Agricat (Borch *et al.*, 2010; 2014) er en enkel, empirisk modell som er utviklet ved Bioforsk. Modellen er mye brukt i tiltaksanalyser på bestilling fra forvaltningen. Agricat er en GIS-basert modell som har sitt grunnlag i jordsmonnkart (tekstur, bakkeplanering, helningsgrad, erosjonsrisiko) fra Skog og Landskap, jorddatabanken ved Bioforsk (P-AL-tall fra siste 7 år for hver landbruksenhet), digital terrengmodell for beregning av nedbørfeltgrenser og -areal, avrenningskart fra NVE (beregnet med HBV/GBV-modellen) og driftsdata på gårdsnivå fra SSB eller søknader om produksjonstilskudd.

Agricat kan beregne fosfortap ved gjennomføring av ulike tiltak og tiltakspakker, og kan brukes til å målrette og prioritere tiltak. I eventuelle scenarier tar modellen hensyn til evt. samspillseffekter av kombinasjoner av for eksempel fangdam, vegetasjonssoner, endret jordarbeiding og redusert fosforstatus i jorda (P-AL) som følge av redusert fosforgjødsling. Agricat er så langt brukt ved tiltaksanalyser i vannområdene Morsa, Lysakerelva, Haldenvassdraget, og Bunnefjorden (PURA), samt i Halden og Fredrikstad kommune (Borch og Hauge, 2008; Borch og Turtumøygard, 2008; Borch, 2009; Øygarden *et al.*, 2010; Borch *et al.*, 2011; Greipsland *et al.*, 2013).

Beregningsdiagrammet til Agricat er vist i Figur 35. Beregningsrekkefølgen er organisert slik at Agricat tar hensyn til samspillseffekter.



Figur 35. Beregningsdiagram for Agricat.

Forventet jordtap beregnes i Agricat for et normalår, og er angitt på de nasjonale erosjonsrisikokartene utviklet av Norsk institutt for skog og landskap. Disse kartene oppgir en verdi for erosjonsrisiko i kg jordtap per dekar per år, for hver jordsmonnpolygon i kartet. Jordtapedet i kartene er basert på feltkartlegging av jordtype og helling. Dessuten inngår en vurdering av planering i kartet. Erosjonsrisikokartene viser et langsiktig gjennomsnitt for jordtapedet ved vårkorn med høstpløying, og kartene er kalibrert på

grunnlag av målinger av avrenning og jordtap fra et felt på Romerike (Holt-feltet). Hellingsslengden er satt til en standardverdi på 100 m.

I noen områder mangler det erosjonsrisikokart. I dette prosjektet gjelder dette først og fremst Hedmarksfeltene. Der slike kart mangler, har vi brukt erosjonsrisikokart avledet med en empirisk likning beskrevet av Borch et al. (2004):

Erosjonsrisiko (kg/daa) = helningsfaktor \times 3,2 \times jordfaktor \times 250 \times kalibreringsfaktor (Formel 1)

der helningsfaktoren avledes fra en digital terrengmodell, og jordfaktoren fra jorddatabanken ved Bioforsk, og disse dataene kobles mot digitalt eiendomskart (gårds- og bruksnummer). Regionale kalibreringsfaktorer er avledet fra eksisterende erosjonsrisikokart fra Skog og landskap.

I Agricat fordeles det totale jordtapet fra erosjonsrisikokartet på overflate- og grøfteavrenning med en egen funksjon, basert på måledata fra norske feltforsøk.

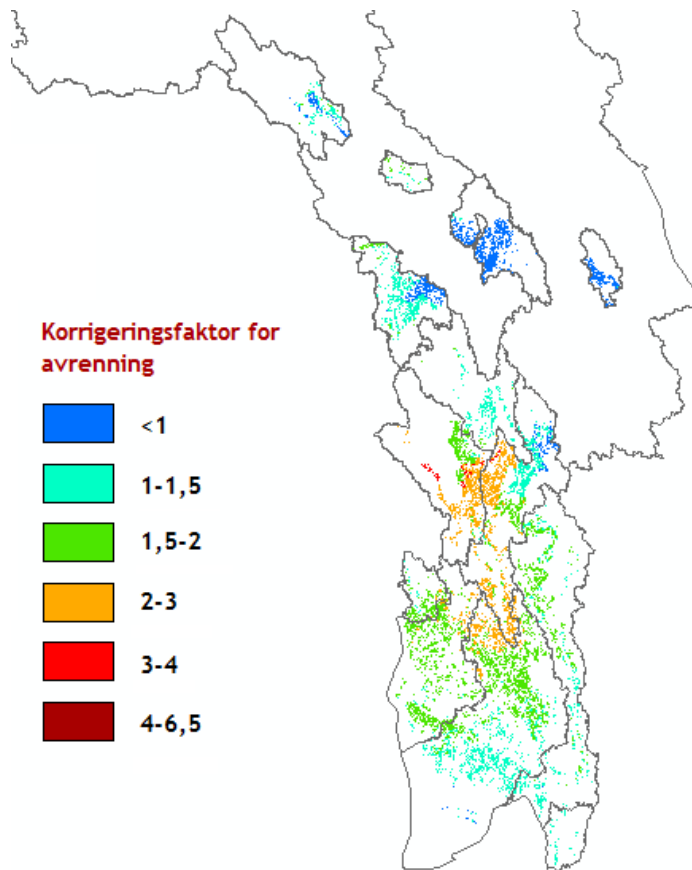
I Agricat beregnes effekter av ulike driftsløp/vekster gjennom å endre jordarbeidingsfaktorer for grøfte- og overflateavrenning. Disse jordarbeidingsfaktorene beregnes som en funksjon av erosjonsrisikoen. Funksjonene er basert på måledata fra en rekke norske, finske, svenske og danske jordarbeidingsforsøk (felte og data er presentert av Kværnø og Bechmann, 2010; Bechmann et al., 2011), og på jordarbeidingsfaktorer utviklet av Lundekvam (upubl.). Jordarbeidingsfaktoren for grøfteavrenning er en funksjon av jordarbeidingsfaktoren for overflateavrenning.

Informasjon om jordarbeiding og vekstfordeling finnes for hvert gårdsbruk (gårds- og bruks nr.) i SSB-databasen. Fordeling av disse driftsdataene på gårdens arealer er basert på en rutine i Agricat, der det først fordeles jordarbeiding om på våren på arealer med høyest erosjonsrisiko, deretter fordeles annen jordarbeiding på de resterende arealer. Dersom det mangler driftsdata på noen arealer, får disse arealene tildelt en driftsfordeling som er prosentfordelt i henhold til driften på de gårdene man har data for i nedbørfeltet.

Siden erosjonsrisikokartet opererer med en konstant klimafaktor for hele landet, basert på klimaet på Romerike (Holt-feltet), er jordtapet i Agricat korrigert på grunnlag av lokalt klima og avrenning. Dette er gjort ved å bruke koeffisienter avledet fra avrenningskart fra NVE generert med HBV/GBV-modellen (Figur 36), der avrenningskoeffisienten = lokal avrenning/avrenning Romerike. Avrenningen på Romerike er satt til 284 mm, og er basert på NVEs avrenningskart for det lokale område hvor Mørdrefeltet ligger.

For å beregne fosfortap, tar Agricat utgangspunkt i fosforstatus i jorda (P-AL) og tekstur. På bakgrunn av et stort datamateriale er det utviklet empiriske likninger for sammenhengen mellom totalfosfor og P-AL i jorda (Øgaard, upubl.). Det er 5 ulike likninger som representerer organisk jord, siltig sand, sandig silt, marin leire og mellomleire, og leire med moreneopphav. Fosfortapet beregnes som en funksjon av totalfosfor, jordtap og en anrikningsfaktor for fosfor i erodert sediment i forhold til opphavsmaterialet.

Beregningene av effekter av fangdammer og vegetasjonssoner er basert på norske studier (Turtumøygard et al., 2005, Syversen, upubl.). Ut fra disse studiene er det utviklet empiriske ligninger som for renseeffekt av fangdam inkluderer fangdamstørrelse i forhold til fangdamnedbørfelt, mens renseeffekt av vegetasjonssone inkluderer tall for vegetasjonssonebredde. Jo større fangdamareal i forhold til nedbørfeltareal, og jo bredere vegetasjonssone, dess høyere renseeffekt.



Figur 36. Korreksjonsfaktorer brukt for å korrigere jordtap for lokale variasjoner i avrenning, for de områdene Agricat er kjørt for. Korreksjonsfaktoren er lokal avrenning fra HBV/GBV-kart dividert med referanseverdien på 284 mm nedbør.

2.2.1.1 Modelloppsett for vannregion Glomma

Agricat er i dette prosjektet kjørt med drift slik den var i året 2012 (oppsummert i Tabell 1), og for seks scenarier i tillegg:

- SC1: 8 meter vegetasjonssone (legges inn som eng der det ikke er eng fr før) langs alle vann og bekker. Drift ellers tilsvarende faktisk drift 2012 (Tabell 1).
- SC2: 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 2, 3 og 4 samt 80 % av arealet i erosjonsrisikoklasse 1 høstpløyd (innebærer at høstpløyd areal kan øke der mindre enn 80 % av arealet i klasse 1 var høstpløyd ved faktisk drift). Drift ellers tilsvarende faktisk drift 2012.
- SC3: 60 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 2, samt 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 3 og 4 og 80 % av arealet i erosjonsklasse 1 høstpløyd. Drift ellers tilsvarende faktisk drift 2012.
- SC4: P-AL reduksjon ned til P-AL 7 og P-AL 9 på alt areal som har høyere P-AL verdi enn disse verdiene. Drift ellers tilsvarende faktisk drift 2012.
- SC5: Kombinasjonen 8 meter vegetasjonssoner langs vassdrag, 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 2,3,4, og P-AL-reduksjon ned til P-AL 7. Drift ellers tilsvarende faktisk drift 2012.
- SC6: 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 3 og 4, samt 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 2 hvis arealet er nærmere enn 100 meter fra åpent vann (bekk, elv innsjø). Drift ellers tilsvarende faktisk drift 2012.

I scenariene gjøres ikke endringer på andre produksjoner enn korn. For delfeltene i Oppland inkluderer faktisk drift og scenarier 3 eksisterende fangdammer, og alle scenarier utenom SC4 inneholder 5 fangdammer som er planlagt bygd. Flere andre vannområder har eksisterende fangdammer som er inkludert i faktisk drift og scenariene: 12 i PURA, 1 i Nitelva, 16 i Øyeren og 45 i Morsa. For Morsa er eksisterende vegetasjonssoner digitalisert og disse inngår i beregningene. For de øvrige nedbørfelt inngår ikke eksisterende vegetasjonssoner i beregningene.

Tabell 1. Prosentfordeling av drift i 2012 og gjennomsnittlig P-AL i vannområdene (navn er forkortet i en del tilfeller).

Vannområde	Eng	Permanent vegetasjon*	Vårkorn, stubb	Vårkorn, høstharving	Vårkorn, høstpløying	Høstkorn høstpløying	Potet/ grønnsakerer m. jordopptak	P-AL
Halden	20	1	59	9	11	1	0	9
Glomma Sør for Øyeren	13	6	39	1	38	2	1	11
Morsa	18	1	43	18	18	1	2	12
PURA	14	1	39	23	21	1	1	11
Øyeren	22	3	42	15	14	3	1	10
Leira	23	2	51	10	14	1	0	9
Nitelva	27	3	34	17	19	0	0	11
Hurdalsvassdraget	23	14	35	5	17	0	3	9
Oppland	46	6	15	15	15	0	3	11
Hedmark	13	9	47	4	20	0	7	10

*Permanent vegetasjonsdekke omfatter beiteeng og arealer ute av drift

Ved modellering med Agricat har følgende datagrunnlag inngått:

- Digitale jordsmonnkart med tekstur, helningsgrad, planering og erosjonsrisiko ved høstpløying (EHP-verdi).
- Digital terrengmodell.
- Digitale kart over nedbørfeltgrenser - vannområder og delnedbørfelter. Inndeling i delnedbørfelt er levert av vannområdene eller utarbeidet av Bioforsk i samarbeid med vannområdene.
- Digitale kart med fangdammer og nedbørfelt som drenerer til fangdammene.
- Digitale kart med vegetasjonssoner og nedbørfeltet eller influenssonen til hver vegetasjonssone. I Morsa er det nedbørfeltene til vegetasjonssonene som er brukt, mens i øvrige felter er det brukt en standard influensbredde fra vassdraget. Denne er 50 m.
- Digitalt eiendomskart.
- Tabell over leiejord.
- Oversikt over jordbruksdrift pr. landbruksnr. for 2012. Dersom eiendommer mangler informasjon om dette, tas det utgangspunkt i drift i resten av vannområdet.
- Oversikt over tilskudd til redusert jordarbeiding for 2012. Dersom eiendommer mangler informasjon om dette, tas det utgangspunkt i drift i resten av vannområdet.
- P-AL verdier fra jordprøver, fra Jorddatabanken ved Bioforsk. I utgangspunktet brukes P-AL på eiendomsnivå, men dersom eiendommer mangler data blir det brukt gjennomsnittsverdier for aktuelt delnedbørfelt, vannområde eller kommune.
- Digitale kart over faktisk drift i tilfeller der man har ønsket resultater for nedbørfelter med mindre enn 4000 daa dyrka mark. De aktuelle vannområdene har gjort detaljkartleggingen som ligger til grunn for kartet.

- Avrenningsberegning i et rutenett med 1 km² ruter, basert på beregninger med HBV-modellen til NVE.

2.2.1.2 Kalibrering og validering

Resultatene fra Agricat er validert mot målte data for jord- og fosfortap i tre JOVA-nedbørfelter for å få et mål på om nivå for jord- og fosfortap er realistisk. De tre JOVA-feltene (Skuterud, Mørdre og Kolstad) som er brukt for å validere Agricat ligger alle i Glommaregionen, og er beskrevet i avsnitt 2.1.10.

Måleperiodene som er brukt for validering av Agricat er for Kolstad 1994-2011, hvorav ett år er ekskludert grunnet manglende data, for Mørdre 1999-2011, og for Skuterud 1994-2000 og 2003-2011 (i første periode data for hele feltets utløp, i siste periode data ved innløp til fangdammen, og perioden imellom er utelatt fordi det i disse årene kun ble tatt stikkprøver).

For valideringsfeltene er Agricat kjørt for flere år, med faktisk drift de aktuelle årene. Informasjonen om drift er på skiftenivå, og er samlet inn gjennom JOVA-programmet. De tre feltene har både utmark, bebygde arealer og veier. Ettersom Agricat kun beregner jord- og fosfortap fra dyrka mark, må det gjøres anslag for utmarksavrenning og avrenning fra boligfelt og veier. Anslag for spredt avløp er ikke gjort. Jord- og fosfortap fra bebyggelse og veier er beregnet vha. koeffisienter (Simonsen og Bendixby, 2009). Fosfortap fra utmark er beregnet som beskrevet i avsnitt 0. Det fins få godt dokumenterte metoder for å beregne jordtap fra skogarealer, så her er et meget begrenset utvalg av eksisterende måledata fra Skuterudfeltet brukt. Ut fra disse data er jordtap fra skog anslått til 1,5 kg/daa (Kværnø et al., 2012). Denne verdien er brukt også for Mørdre og Kolstad, men korrigert for avrenning (1,5 kg/daa × avrenning Mørdre eller Kolstad dividert med avrenning Skuterud).

Ettersom Agricat er en statistisk modell som gjennomsnittlig årlig jord- og fosfortap, er de beregna jord- og fosfortapene ikke direkte sammenliknbare med måledataene. Dette er løst ved å normalisere måledataene mot vannføringen for å fjerne noe av variasjonen som skyldes ulik vannføring mellom år. Det er gjort ved å multiplisere jord- eller fosfortap i aktuelt år med gjennomsnittlig vannføring for alle år og dividere med vannføringen i aktuelt år.

Hvor godt Agricat treffer på årsbasis er vurdert ut fra de statistiske kriteriene determinasjonskoeffisient (R^2) og Nash-Sutcliffe-effektivitet (NSE) beregnet ut fra årlige data. R^2 beskriver andelen av variasjon i de observerte dataene som kan forklares av modellen. R^2 bør være minst 0,5 for å anses som akseptabel. Indikatoren er veldig sensitiv for ekstreme verdier og lite sensitiv for volum/mengdeforskjeller mellom simulerte og observerte data. NSE^1 sier noe om den relative betydningen av «støy» sammenliknet med variansen i de målte data. NSE-verdier under 0 er generelt uakseptable, $NSE > 0,5$ indikerer en noenlunde bra sammenheng mellom beregna og observerte data, og $NSE=1$ indikerer en perfekt sammenheng.

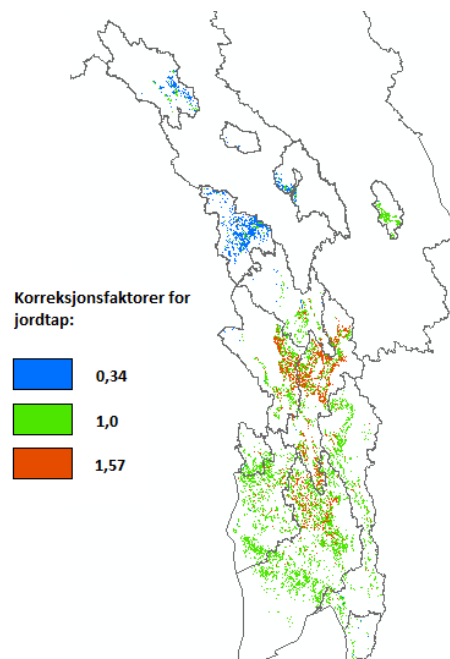
Etter validering har vi sett på forholdet mellom målt og beregnet jordtap i gjennomsnitt for hele perioden det er beregnet for, og ut fra dette laget regionale korreksjonsfaktorer for jordtap, da valideringen antyder at erosjonsrisikokartet ikke reflekterer faktisk erosjon i feltene. Denne faktoren kan anses å representere en kombinert effekt av prosesser/egenskaper ved klima og landskap som er utilfredsstillende representert i den

¹ $NSE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_{mean})^2} \right]$

norske USLE-likningen. Faktoren er satt til 1,0 i Skuterud, 1,6 i Mørdre og 0,34 i Kolstad (Tabell 2, Figur 37). Jordtapsfaktorene er brukt i de videre beregninger for vannområdene gjennom antakelser om at Mørdre representerer alle områder med planert jord og områder med flomavsetninger dersom disse forekommer i kombinasjon planert leirjord (typisk Leira-Nitelva, Øyeren og nordlige halvdel av Glomma sør for Øyeren), Skuterud representerer alle områder med ikke planerte hav- og strandavsetninger (typisk PURA, Morsa, Haldenvassdraget og sørlige halvdel av Glomma sør for Øyeren), og Kolstad representerer all morenejord og forvittringsjord (overveiende delfelter i Glomma, Mjøsa og Hurdalsvassdraget). For områder som ikke lar seg representere av de tre JOVA-feltene (for eksempel delfeltene Gjesjøen og Hasla i vannområde Glomma, og mer generelt breelv- og elveavsetninger, flomavsetninger i Hedmark, torvjord etc.) er det ikke brukt noen slik faktor (dvs. faktoren = 1).

Tabell 2. Korreksjonsfaktorer for jordtap, basert på resultater av validering.

Avsetningstype jf. jordsmonnkart	Jordtapskorreksjon
Breelvavsetning	Ingen
Flomavsetning (mjæle)	Mørdre (1,57) hvis flomavsetninger i Øyeren og Leira-Nitelva, ellers ingen
Flomskredavsetning	Ingen
Elveavsetning	Ingen
Forvittringsjord	Kolstad (0,34)
Havavsetning	Skuterud (1,0 = ingen) hvis ikke planert, Mørdre (1,57) hvis planert
Innsjøavsetning	Ingen
Morenejord	Kolstad (0,34)
Organisk materiale	Ingen
Skredjord	Ingen
Strandavsetning	Skuterud (1,0 = ingen)
Vindavsetning	Ingen
Påfyllt/påkjørt jord	Ingen
Bresjøavsetning	Ingen
Ikke klassifisert	Ingen



Figur 37. Fordeling av korreksjonsfaktorer for jordtap i vannområdene.

2.2.2 Beregning av fosfortap fra andre kilder enn jordbruk

Agricat beregner kun tilførsler fra dyrka mark. I dette prosjektet er det i tillegg beregnet fosfortilførsler fra kildene våtavsetning, bebyggelse, samferdsel, utmark, beite og overflatedyrka jord. Disse tallene representerer summen av antropogene og naturlige tilførsler. Fosforavrenningen fra hver kilde beregnes ved å multiplisere en koeffisient med arealet av den aktuelle arealtypen. Koeffisientene er basert på standard koeffisienter fra SFT/KLIF. Arealet avledes fra arealressurskart AR5 fra Norsk institutt for skog og landskap. De ulike kildene omfatter:

- «Våtavsetning»: Deposisjon av fosfor fra regnvær og støvavsetninger direkte på vannflater.
- «Bebyggelse» er diffus avrenning fra bebygde arealer (bebygd areal og tunarealer). Denne er av marginal betydning i de fleste nedbørfelt uten større urbanområder. Avrenning fra spredt og kommunalt avløp er *ikke* beregnet.

- «Beite og overflatedyrka jord» er avrenning fra beite og overflatedyrka jord. Denne kategorien beregnes også i Agricat, men da er grunnlaget erosjonsrisiko og partikkelbundet fosfor, mens tilførsler fra husdyra på beite ikke er tatt hensyn til.
- «Samferdsel» er avrenning fra veier.
- «Utmark» er avrenning fra skog og annen utmark som isbre og myr. For skog er det differensiert mellom enheter med ulik bonitet.

2.2.3 Beregning av naturlig bakgrunnsavrenning

Naturlig bakgrunnsavrenning sier noe om hva tilførslene kunne vært uten antropogen påvirkning (under naturlig vegetasjon), og gir en slags «referansetilstand» for nedbørfeltet. Denne er beregnet med to ulike metoder:

Koeffisientmetoden: Alle areal typer blir gitt koeffisienter som om de var utmark (Tabell 3). Det anslås at i nedbørfelter dominert av marine leiravsetninger vil denne metoden underestimere fosfortapet. I slike tilfeller kan beregninger basert på andelen marine avsetninger (se under) erstatte denne beregningen.

Tabell 3. Koeffisienter brukt til å beregne bakgrunnsavrenning av fosfor.

Arealtype	Koeffisient	Kilde
Vannflater	variabel	Oredalen og Aas (2000)
Isbre	15 g/daa	Faglig vurdering
Åpen fastmark	5 g/daa	SFT (1995); Solheim et al. (2008)
Myr	8 g/daa	Faglig vurdering av resultater fra myr på Smøla
Skog, impediment	4 g/daa	Faglig vurdering
Skog, lav bonitet	5 g/daa	Faglig vurdering
Skog, middels bonitet	6 g/daa	Faglig vurdering
Skog, høy bonitet	7 g/daa	Faglig vurdering
Skog, særs høy bonitet	8 g/da	Faglig vurdering
Skog, bonitet ikke angitt	7 g/daa	SFT (1995)
Fulldyrka mark	20 g/daa	Solheim et al. (2008); Faglig vurdering av resultater fra skogsnedbørfelt på Østlandet
Gjødslet beite og overflatedyrking*	15 g/daa	Solheim et al. (2008); Faglig vurdering av resultater fra skogsnedbørfelt på Østlandet
Bebyggelse	7,5 g/daa	SFT (1995)
Samferdsel	7,5 g/daa	SFT (1995)

Leirvassdragsmetoden: Denne er basert på en forutsetning om at for leirdominerte vassdrag under marin grense er bakgrunnsverdien for totalfosfor relatert til dekningsgraden av leirsedimenter i nedbørfeltet. Metoden baserer seg på bakgrunnsavrenning målt i ulike nedbørfelt i Norge (Vandsemb, 2006). Det er denne metoden som er siste anbefalte metode for bruk i forbindelse med vannforskriften. Likningen er som følger (Solheim et al., 2008):

$$\text{Bakgrunnskonsentrasjon av P } (\mu\text{g/l}) = 8,647532 + 0,66821 \cdot \text{dekningsgrad} \quad (\text{Formel 2})$$

der dekningsgraden av marine leirsedimenter er avledet fra løsmassekart fra NGU. Beregningen er gjort for hvert delnedbørfelt uten å ta hensyn til vassdragshierarkier, dvs. at tilførsler fra nedbørfelt oppstrøms ikke er tatt med.

2.3 Resultater og diskusjon

2.3.1 Resultater av validering av Agricat i JOVA-felter

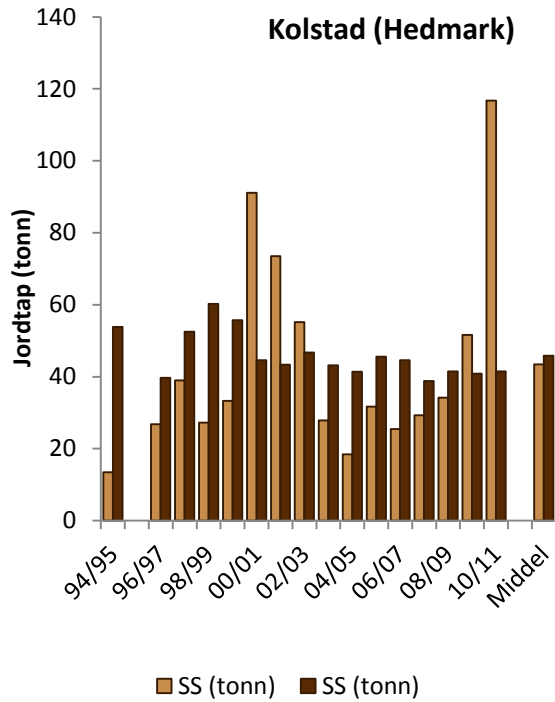
Tabell 4 viser de statistiske indikatorene som sier noe om hvor bra sammenheng det er mellom målte og beregna jord- og fosfortap i de tre valideringsfeltene Kolstad, Mørdre og Skuterud. Beregnet jordtap er korrigert med en faktor som beskrevet i avsnitt 2.2.1. Jord- og fosfortap fra utmark, beite, samferdsel og bebyggelse, men ikke avløp, er også med i regnskapet. De statistiske indikatorene viser at det er dårlig sammenheng mellom målte og beregna verdier på årsbasis, både for jord- og fosfortap. Dette er ikke særlig overraskende, da Agricat er en statisk modell som ikke klarer å fange opp effekter av ulikt avrenningsmønster mellom år, både mht. total avrenning og mht. episoder. Årlige verdier er vist i Figur 38 til Figur 43.

Tallene i tabellen viser også at i middel over alle år som det er beregnet for, er jordtapet godt estimert i alle tre feltene. Faktoren for jordtapskorreksjon er årsaken til dette. Faktorene som er brukt virker som nevnt å være noenlunde realistiske: Lav faktor for Kolstad - fordi måledata fra slike moreneområder tyder på at erosjonsrisikokartet overestimerer jordtap på slik jord; høy faktor for Mørdre med mye erosjonsutsatt jord i form av raviner med planering - kanskje underestimert i erosjonsrisikokart pga. betydelig erosjon i dråg o.l.; ingen faktor i Skuterud med uplanert marin leir- og sandjord - erosjonsrisikokartet kan representere slike arealer godt, eller det skyldes motvirkende faktorer som at drågerosjon underestimeres mens sedimentasjon kan være betydelig pga. utflating av landskapet mot bekken.

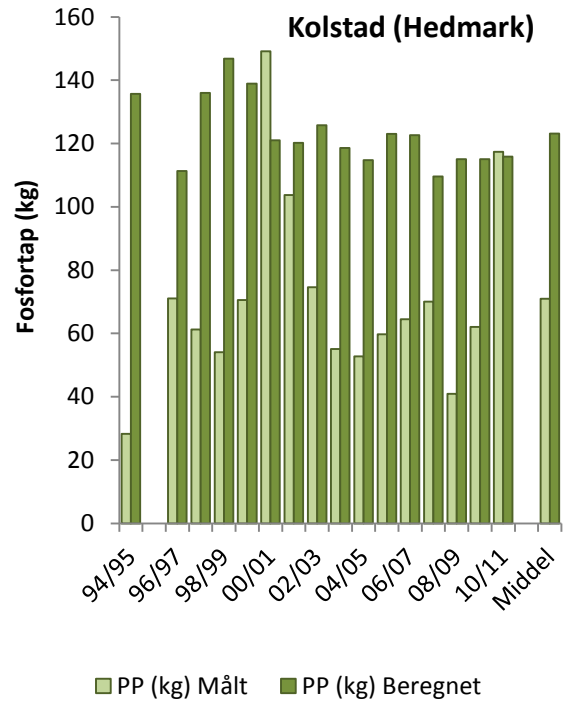
Tabell 4. Statistiske indikatorer for validering av Agricat for de tre nedbørfeltene Kolstad, Mørdre og Skuterud.

Indikator	Kolstad		Mørdre		Skuterud	
	SS	PP	SS	PP	SS	PP
R ²	0,06	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00
N-S	-0,17	-3,58	-0,90	-3,55	-0,17	-0,84
Middel målt (kg)	43440	71	925602	893	360333	495
Middel beregna (kg)	45886	123	875114	1290	357975	632
Middel beregna/Middel målt	1,1	1,7	0,95	1,4	1,0	1,3
Min-max avvik i %	-64 - +299	-19 - 381	-60 - +86	-30 - +130	-59 - +323	-36 - +150
Median-avvik i %	39	93	-7	54	15	32
PP/SS-forhold målt	1,6		1,0		1,4	
PP/SS-forhold beregna	2,7		1,5		1,8	

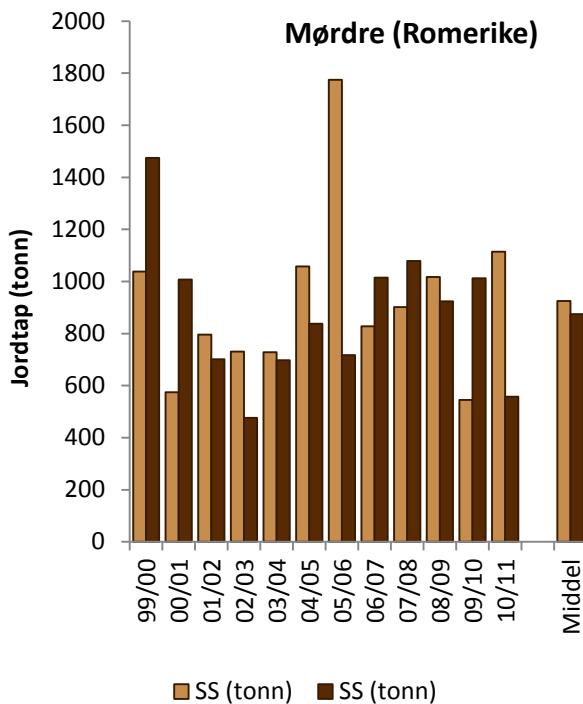
Fosfortapet ikke er like bra estimert som jordtapet. I Kolstad (morenefelt ved Mjøsa) er beregna fosfortap nesten dobbelt så høyt som målt fosfortap i mange tilfeller. Også i Mørdre (mjæle/planert leirjord på Romerike) og i Skuterud (ikke planerte marine avsetninger i Follo) er fosfortapene noe overestimert, men ikke like mye som i Kolstad. Det er mange mulige forklaringer på overestimeringen, bl.a. usikkerheter mht. beregning av total-P på partiklene og anrikningsfaktoren.



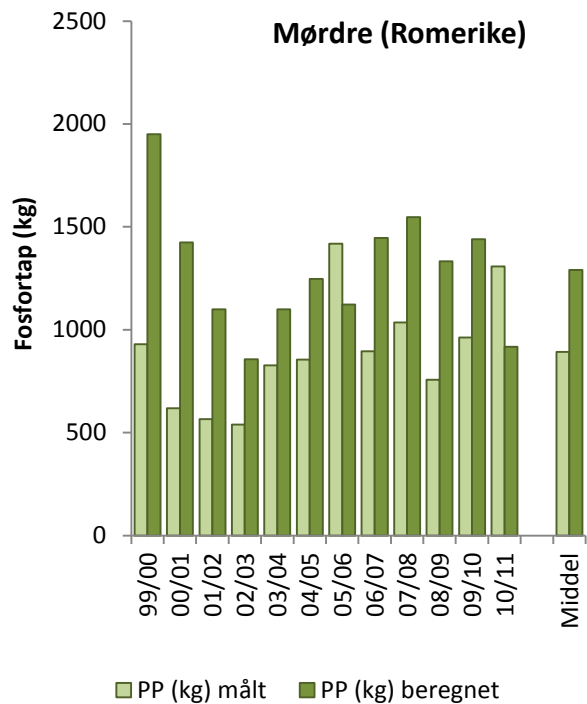
Figur 38. Målt og beregnet jordtap fra nedbørfeltet Kolstad.



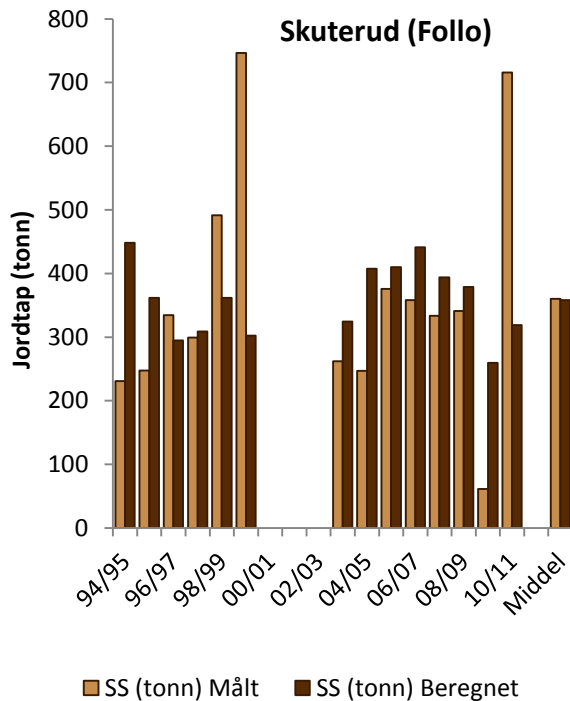
Figur 39. Målt og beregnet tap av partikulært fosfor fra nedbørfeltet Kolstad.



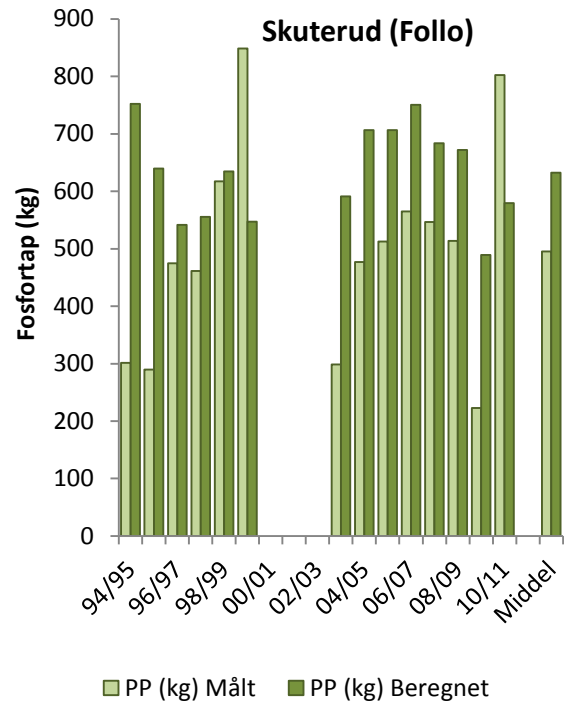
Figur 40. Målt og beregnet jordtap fra nedbørfeltet Mørdre.



Figur 41. Målt og beregnet tap av partikulært fosfor fra nedbørfeltet Mørdre.



Figur 42. Målt og beregnet jordtap fra nedbørfeltet Skuterud.



Figur 43. Målt og beregnet tap av partikulært fosfor fra nedbørfeltet Skuterud.

2.3.2 Resultater av beregninger for vannområdene

2.3.2.1 Jord- og fosfortap fra jordbruksarealene - faktisk drift

Tabell 5 viser totalt jord- og fosfortap for de ulike vannområdene ved faktisk drift i 2012, samt jord- og fosfortap i kg/daa jordbruksareal. Totalt var det høyest jord- og fosfortap i vannområdene Leira-Nitelva, Øyeren og Glomma sør for Øyeren. Per arealenhet dyrka mark var tapene langt høyest i Leira-Nitelva og Øyeren, med om lag 300 kg SS/daa og om lag 400 g P/daa. Dette er vannområder med gjennomsnittlig erosjonsrisiko ved høstpløying i erosjonsrisikoklasse 3, mye grunnet stor andel bakkeplanering (ca 40 %), og disse vannområdene har dessuten i gjennomsnitt høy gjennomsnittlig årlig avrenning (henholdsvis ca 500 og 700 mm). Andel areal som var jordarbeidet høsten 2012 var ca 30 % i Øyeren og Leira-Nitelva. Glomma sør for Øyeren hadde også relativt høye tap per arealenhet, ca 150 kg SS/daa og ca 250 g P/daa. I Glomma sør for Øyeren er det også relativt høy andel planerte arealer (ca 20 %), erosjonsrisiko ved høstpløying ligger på grensa mellom erosjonsrisikoklasse 2 og 3, og over 40 % av arealene var jordarbeidet om høsten i 2012.

PURA og Morsa hadde tap per arealenhet på ca 100 kg SS/daa og ca 200 g P/daa. I PURA er det kun 3 % bakkeplanerte arealer, mens det i Morsa er ca 10 %. Begge vannområdene har erosjonsrisiko ved høstpløying i midtre del av erosjonsrisikoklasse 2. Andel jordarbeiding om høsten lå på rundt 40 % i Morsa og 46 % i PURA. Dette er i samme størrelsesorden som i Glomma sør for Øyeren, og også noenlunde sammenliknbar avrenning, men grunnet lavere andel planerte arealer/lavere gjennomsnittlig erosjonsrisiko i Morsa og PURA var altså tapene noe lavere her enn i Glomma sør.

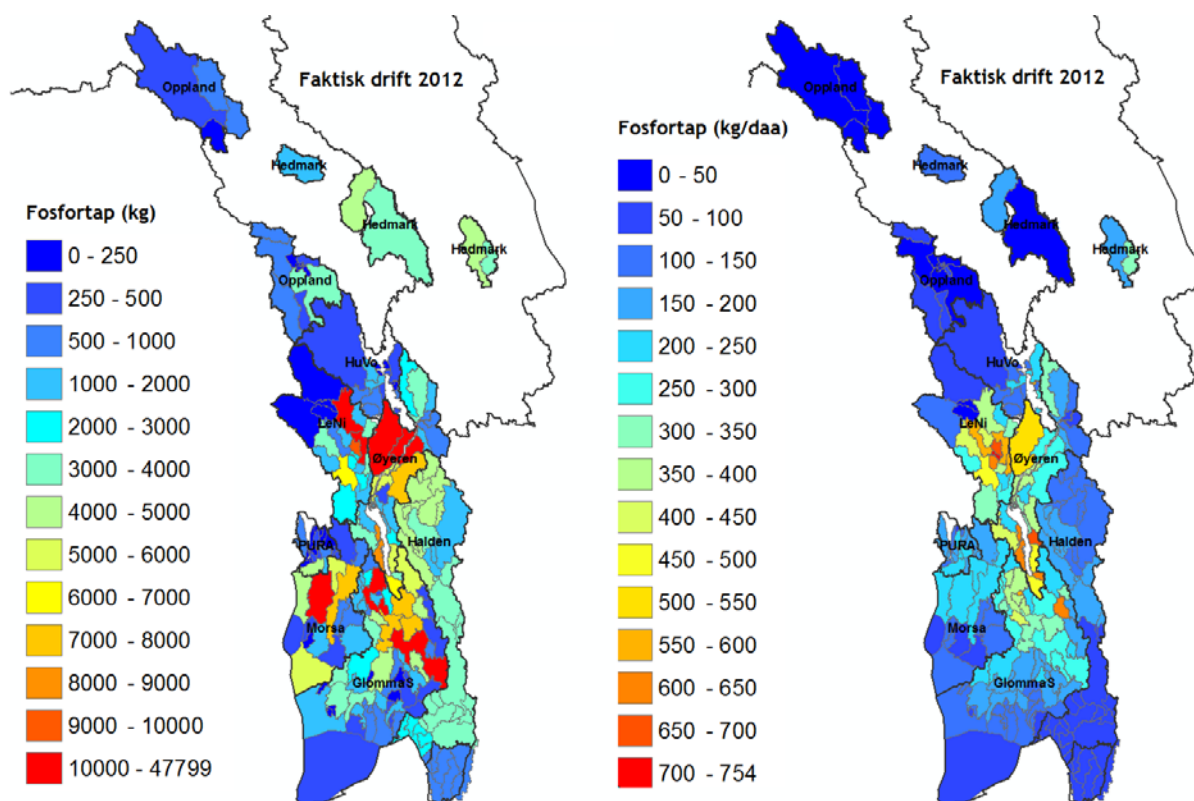
Tabell 5. Totalt jordtap og fosfortap og tap per dekar jordbruksareal ved faktisk drift (2012) i vannområdene, samt avrenning fra NVE-kart, gjennomsnittlig erosjonsrisiko ved høstpløying (EHP, ikke korrigert for avrenning), andel planert areal og andel areal som er jordarbeidet om høsten (omfatter høstpløying og høstharving, høstkorn med høstpløying, poteter og grønnsaker med jordopptak).

	Areal jordbruk (daa)	Avrenning (mm)	EHP (kg/daa)	Planert areal (%)	Jordarb. høst (%)	Jordtap (tonn)	Fosfortap (kg)	Jordtap (kg/daa)	Fosfortap (g/daa)
Haldenvassdraget med Enningdalselva	196 467	441	128	9	21	13 050	24 334	67	124
Glomma sør for Øyeren	491 713	454	197	19	42	74 073	120 041	151	244
Morsa	215 022	520	140	11	39	21 281	39 939	99	186
PURA	46 138	475	122	3	46	5 157	9 477	112	205
Øyeren	308 700	513	322	40	33	86 120	117 672	279	381
Leira-Nitelva	167 400	727	429	41	28	127 875	173 814	314	429
Hurdalsvassdraget/Vorma	56 563	475	271	16	28	5 364	8 373	95	148
Opplandsfelter	199 900	473	122	1	33	3 593	8 990	18	45
Hedmarksfelter	160 674	374	205	1	31	4 579	10 210	28	64

Haldenvassdraget med Enningdalselva har som Morsa om lag 10 % planerte arealer og i gjennomsnitt ligger erosjonsrisiko i klasse 2, men vannområdet har lavere estimert avrenning og hadde lavere andel jordarbeiding om høsten i 2012 (ca 20 %). Her lå tapene på ca 70 kg SS/daa og ca 120 g P/daa. Hurdalsvassdraget/Vorma hadde tap i noenlunde samme størrelsesorden som Haldenvassdraget, en årsak til at tapene i Hurdalsvassdraget var noe høyere kan skyldes litt høyere andel planerte arealer (16 %) og følgelig høyere erosjonsrisiko (erosjonsrisikoklasse 3) og noe mer jordarbeiding om høsten i 2012 (ca 30 %).

De laveste jord- og fosfortapene er beregnet for delfeltene i Oppland og Hedmark. Her er det i hovedsak lav erosjonsrisiko på morenejorda som er årsaken til lave tap. Erosjonsrisiko ved høstpløying ligger i klasse 2 i Oppland og så vidt inn i klasse 3 i Hedmark, men ved bruk av en jordtapsfaktor på 0,34 jf. kalibreringen omtalt i avsnitt 2.2.1, blir erosjonsrisikoen betydelig lavere.

Fosfortap ved faktisk drift 2012 per delnedbørfelt er vist i Figur 44.



Figur 44. Kart over fosfortap per delnedbørfelt, beregnet med Agricat, for faktisk drift i 2012. Totale tap i kg (til venstre) og per arealenhet (til høyre).

2.3.2.2 Jord- og fosfortap fra jordbruksarealene - scenarier

Som beskrevet i avsnitt 2.2.1, er det beregnet jord- og fosfortap for seks scenarier. Forventede resultater for de ulike scenariene er at scenario 5 gir den største reduksjonen i jord- og fosfortap, da dette scenariet går lengst i å gjennomføre tiltak, med 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 2, 3 og 4, 8 meter vegetasjonssoner langs vassdrag og reduksjon i jordas fosforstatus ned til P-AL = 7 mg/100 g i områder der denne verdien overskrides. I alle vannområdene ga scenario 5 den største reduksjonen i jord- og fosfortap sammenliknet med faktisk drift i 2012, og denne reduksjonen var på mer enn 30 % for både jord- og fosfortap (for de fleste områder litt mindre effekt på fosfortap enn på jordtap) i de fleste vannområdene. Gjennomsnittlig reduksjon av fosfortapet var på 45 % ved dette scenariet. **Feil! Fant ikke referanseilden.** viser beregnet fosfortap for alle delnedbørfeltene ved scenario 5.

Scenario 2, som innebærer 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 2, 3 og 4, mens 80 % av arealet i erosjonsrisikoklasse 1 er høstpløyd (dvs. økt areal dersom høstpløyd areal ved faktisk drift utgjorde mindre enn 80 %), var også et effektivt tiltak, med gjennomsnittlig reduksjon av fosfortap på 32 %. I forhold til scenario 5 er det ingen reduksjon av P-AL og heller ikke vegetasjonssoner i dette scenariet. Samtidig kan det være mindre enn 80 % høstpløying i erosjonsrisikoklasse 1 i scenario 2, hvilket i teorien kan innebære at scenario 5 kan gi noe større tap i erosjonsrisikoklasse 1 enn scenario 2. Likevel gir altså scenario 5 større reduksjon enn scenario 2. Scenario 3 likner på scenario 2, men andelen stubb i erosjonsrisikoklasse 2 er 60 %, mot 100 % i scenario 2. Dette gjenspeiles i mindre effekt av dette scenariet enn av scenario 2. Gjennomsnittlig reduksjon i fosfortap ved scenario 3 var 20 %. Sammenliknet med andre områder var disse to rene jordarbeidingsscenariene mest effektive i Øyeren, Glomma sør for Øyeren og Leira-Nitelva,

som alle hadde høye jordtap ved faktisk drift og relativt høy andel jordarbeiding om høsten, samt i PURA, som hadde høy andel jordarbeiding om høsten.

Tabell 6. Prosentvis reduksjon i jordtap ved scenarier 1-6 i forhold til faktisk drift 2012.

Vannområde	Reduksjon i jordtap (%)						
	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Haldenvassdraget	12	26	14	0	0	38	25
Glomma sør for Øyeren	10	52	44	0	0	53	36
Morsa	11	38	18	0	0	46	30
PURA	15	44	19	0	0	53	31
Øyeren	20	54	48	0	0	61	51
Leira-Nitelva	19	46	40	0	0	54	43
Hurdalsvassdraget/Vorma	22	34	24	0	0	48	28
Opplandsfelter	19	36	9	0	0	47	20
Hedmarksfelter	6	33	29	0	0	34	6

Tabell 7. Prosentvis reduksjon i fosfortap ved scenarier 1-6 i forhold til faktisk drift 2012.

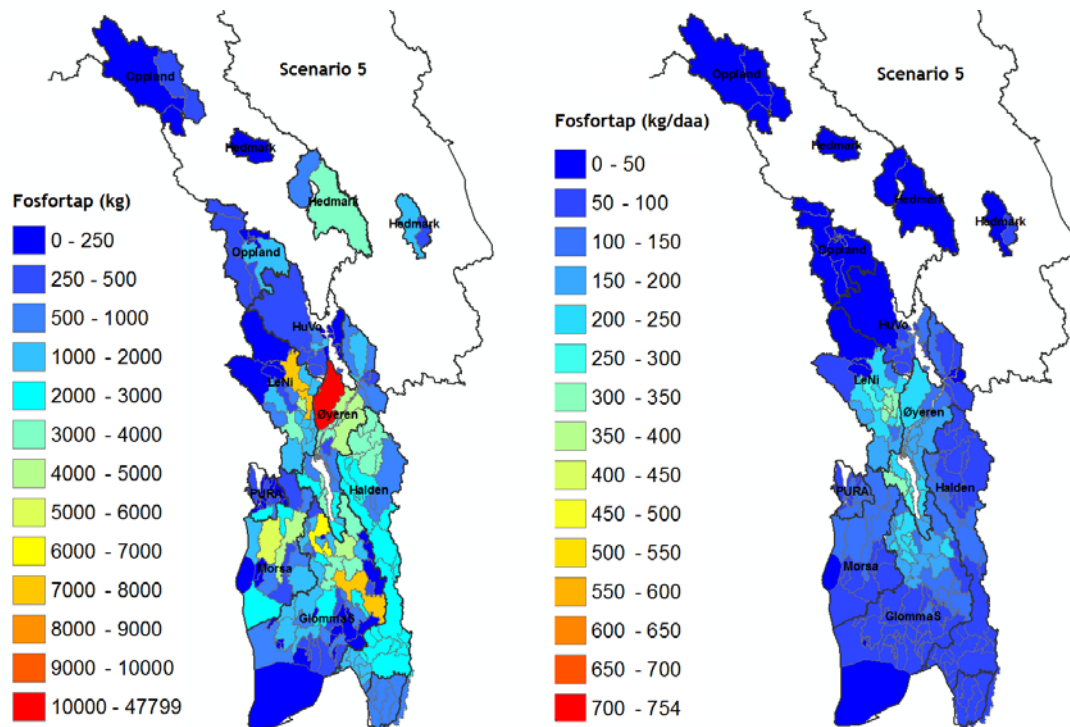
Vannområde	Reduksjon i fosfortap (%)						
	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Haldenvassdraget	10	18	7	7	3	34	17
Glomma sør for Øyeren	8	43	34	9	4	48	33
Morsa	9	29	11	12	7	44	22
PURA	12	36	14	10	5	49	24
Øyeren	15	42	35	8	3	53	38
Leira-Nitelva	15	35	29	7	2	47	32
Hurdalsvassdraget/Vorma	17	26	16	7	2	43	20
Opplandsfelter	15	28	6	13	6	46	15
Hedmarksfelter	5	27	24	13	6	37	5

Scenario 6 innebærer som de ovennevnte scenariene 100 % overvintring i stubb i erosjonsrisikoklasse 3 og 4, men i klasse 2 er det bare vassdragsnære arealer (100 m fra åpent vann) som ligger i stubb. Dette scenariet resulterte i en gjennomsnittlig reduksjon i fosfortap på 23 %, dvs. litt mer effektivt enn scenario 3, men mindre effektivt enn scenario 2 og 5. I praksis vil effekten av dette scenariet kanskje være større enn det som kommer fram ved bruk av denne modellen, hvis man anslår at det i områder lenger unna bekker og vann er større sannsynlighet for at partikler sedimenterer før de når bekken. Agricat beregner ikke sedimentasjon. På den annen side vil også arealer langt unna kunne bidra hvis overflateavrenning ledes inn i kummer før nevneverdig sedimentasjon rekker å forekomme.

I scenario 4, som er todelt og innebærer reduksjon av fosforstatus i jord til 7 eller 9 mg P-AL/100g på alt areal som har høyere fosforstatus enn disse verdiene, er jordtapet naturlig nok ikke påvirket og dermed det samme som ved faktisk drift i 2012. Reduksjon i fosfortap var i gjennomsnitt ca 10 % for reduksjon til 7 mg P-AL/100g og kun 4 % ved reduksjon til 9 mg P-AL/100g. Morsa og delfeltene i Oppland hadde best effekt av P-AL-reduksjon sammenliknet med de andre vannområdene, da disse feltene i middel hadde høyest P-AL-verdier.

Scenario 1 innebærer kun vegetasjonssoner langs vassdrag, og effekten på fosfortapet er en reduksjon på i gjennomsnitt 12 %, som er en mindre effekt enn alle nevnte scenarier

med redusert jordarbeiding, mens effekten er større enn scenariet med reduksjon av fosforstatus i jord.



Figur 45. Kart over fosfortap per delnedbørfelt, beregnet med Agricat, for scenario 5 (kombinasjon av redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og redusert fosforstatus i jorda). Totale tap i kg (til venstre) og per arealenhet (til høyre).

Det minnes her om at for delfeltene i Oppland er det også planlagte fangdammer med i alle scenarier unntatt scenario 4. Effekten av selve fangdammene som tiltak her kan derfor ikke tallfestes.

Endring av jordarbeiding fra høstpløying til overvintring i stubb gir stor effekt, og effekten forventes samme år som tiltaket er gjennomført. På den andre siden har tiltaket betydning for jordbruksdriften, og i en del tilfeller er det ulemper forbundet med endring av jordarbeidingen, bl. a. på grunn av reduserte avlinger og økt bruk av plantevernmidler.

Redusert fosforstatus oppnås ved å redusere mengden av tilført fosfor i gjødsel, men det er usikkert hvor lang tid det vil ta å redusere fosforstatus til de ønskede verdier. Kostnadene ved redusert fosforstatus er små dersom tiltaket gjennomføres over tid ved å gjødsle med fosfor etter anbefalte normer (Refsgaard et al., 2013) i forhold til fosforstatus i jord, men til gjengjeld kan det ta lang tid å oppnå endringer som gir effekt på fosfortapet.

Vegetasjonssoner er her definert som grasdekte arealer langs vassdrag, der det ikke gjødsles med fosfor og ikke beites. Spesielt for vegetasjonssoner er at de har en etableringskostnad, og de vil for det meste ha kostnader i form av redusert avlingsinntekt (eventuelt inntekt ved salg av høy). Til gjengjeld vil vegetasjonssonene ha effekt med en gang de er etablert.

De foreslåtte tiltakene vil også ha ulik virkning på avrenning av algetilgjengelig fosfor. Redusert fosforstatus vil bidra til å redusere avrenning av algetilgjengelig fosfor, mens redusert jordarbeiding og vegetasjonssoner i hovedsak fører til reduksjon i avrenning av partikkelbundet fosfor, som umiddelbart er mindre algetilgjengelig.

Her skal også nevnes at det beregnede jordtapet og effekten av jordarbeiding er basert på effekter («C-faktorene») som er målt på rutefelt. Det vil si at andre erosjonsformer (rille- og fureerosjon, erosjon i dråg) ikke er med i beregningene. I enkelte felt kan denne type erosjon være betydelig og tiltak som f.eks. grasdekte vannveier og hydrotekniske tiltak kan bidra til betydelige reduksjoner i jord- og fosfortapet og bør derfor vurderes i tillegg til tiltakene som inngår i denne analysen.

2.3.2.3 Fosfortap fra andre kilder

Fosfortap fra andre kilder enn jordbruk (spredt og kommunalt avløp inngår ikke), er beregnet med koeffisienter. Disse tallene er vist i Tabell 8. Utmark er generelt den største bidragsyteren til fosforavrenning (opptil ca. 8000 kg fosfor) på grunn av stor arealutbredelse av denne arealtypen. Samferdsel kan også bidra vesentlig (opptil ca. 3000 kg fosfor). Tallene må brukes med varsomhet pga. store usikkerheter i den enkle, koeffisientbaserte beregningsmetoden (se avsnitt 4.5).

Tabell 8. Fosfortap i kg fra ulike kilder i vannområdene.

Nedbørfeltnavn	Beite,					
	Sum Areal, daa	Utmark	overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Haldenvassdraget	1 930 535	8 478	144	181	2 277	2 755
Glomma sør for Øyeren	1 975 964	7 274	393	708	4 211	834
Morsa	1 033 674	4 159	134	295	2 124	787
PURA	208 269	770	24	106	803	113
Øyeren	1 173 788	4 696	412	184	1 856	329
Leira-Nitelva	1 175 146	5 232	314	325	2 428	901
Hurdalsvassdraget	794 573	3 959	161	92	1 100	952
Opplandsfelter	1 634 917	6 753	706	722	2 210	821
Hedmarksfelter	1 023 671	4 574	316	131	1 636	403

2.3.2.4 Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor

Naturlig bakgrunnsavrenning sier noe om fosfortilførsler under naturlige forhold, uten antropogen innvirkning. Denne er her beregnet på to måter: med koeffisienter, og basert på leirvassdragsmetoden.

Resultater på vannområdenivå, beregnet med koeffisientmetoden, er presentert i Tabell 9. Utfra disse tallene ser vi at total naturlig bakgrunnsavrenning varierer fra ca. 2000 kg P i PURA til 18 000 kg P i Glomma sør for Øyeren. Naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene utgjør ca. 20 % av total naturlig bakgrunnsavrenning for Hurdalsvassdraget/Vorma, ca. 30 % for Haldenvassdraget og Opplandsfeltene, ca. 40 % for Hedmarksfeltene og Leira-Nitelva, ca. 50 % for Morsa og PURA, og ca. 55 % for Glomma sør for Øyeren og Øyeren. I sum for vannområdene varierer naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene fra ca. 900 kg i PURA og 10 000 kg P i Glomma sør for Øyeren, jf. forskjellene i jordbruksareal.

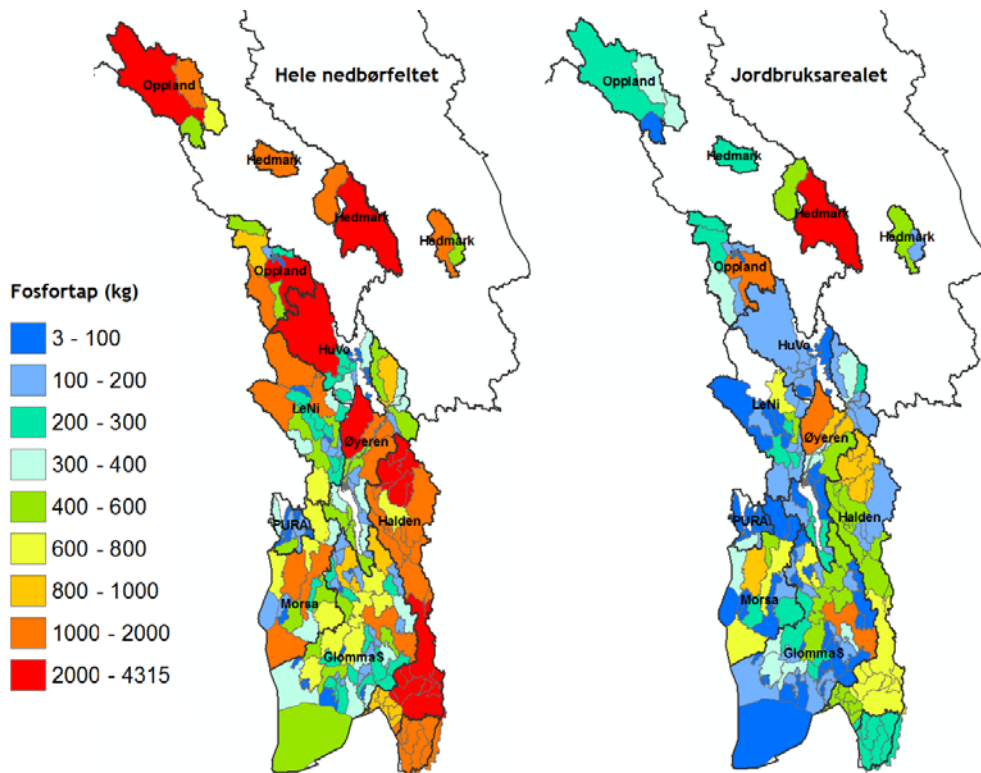
Tabell 9. Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor i alle vannområder, for hele vannområdearealet og for jordbruksarealet alene, beregnet med koeffisienter.

Vannområde	Vannområde			Dyrka mark		
	Areal (daa)	Naturlig bakgrunnsavrenning (kg P)	Naturlig (g P/daa)	Areal (daa)	Naturlig bakgrunnsavrenning (kg P)	Naturlig (g P/daa)
Haldenvassdraget	1 930 535	12 664	7	195 467	3 909	20
Glomma sør for Øyeren	1 975 964	17 706	9	491 713	9 834	20
Morsa	1 033 674	8 787	9	215 022	4 300	20
PURA	208 269	1 876	9	46 138	923	20
Øyeren	1 173 788	11 128	9	308 700	6 174	20
Leira-Nitelva	1 175 146	8 976	8	167 400	3 348	20
Hurdalsvassdraget/Vorma	794 573	5 286	7	56 563	1 131	20
Opplandsfelter	1 634 917	11 670	7	199 900	3 998	20
Hedmarksfelter	1 023 671	8 563	8	175 378	3 508	20

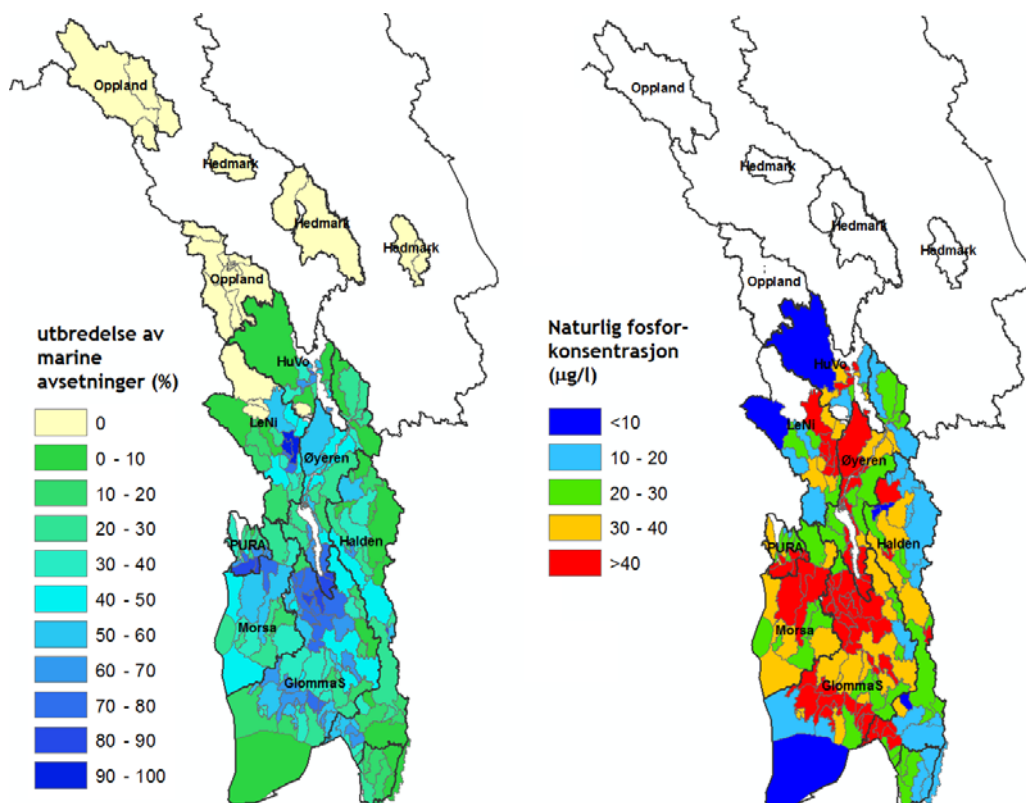
I denne rapporten presenteres bakgrunnsavrenning med leirvassdragsmetoden kun som fosforkonsentrasjoner (kan regnes om til tilførsler i kg hvis man har tall for avrenning), og kun for det totale nedbørfeltarealet. Metoden er anbefalt brukt der leirdekningsgraden i nedbørfeltet er mellom 3 og 29 %. Metoden er ikke egnet til å bruke på jordbruksarealene alene.

Dekningsgraden av marine avsetninger varierer mellom de ulike vannområdene og delfeltene. For delfeltene i Oppland og Hedmark er dekningsgraden av marine avsetninger 0 %. Det gjelder også enkelte delfelter i andre vannområder. Derfor er leirvassdragsmetoden ikke brukt til å beregne naturlige fosforkonsentrasjoner her. I de andre vannområdene er det stor variasjon mellom delfelter, en del har nesten ikke marine sedimenter, mens andre har nesten 100 % marine sedimenter. Med leirvassdragsmetoden beregnes naturlig fosforkonsentrasjon fra ca. 10 µg/l i vassdrag med lav leirdekningsgrad til over 70 µg/l i vassdrag med svært høy leirdekningsgrad. Av Figur 47 framgår at det er betydelige områder med naturlige fosforkonsentrasjoner som overstiger 40 µg/l - disse områdene fins i hovedsak i Leira, Øyeren, Glomma sør for Øyeren, Morsa og PURA.

Både koeffisientmetoden og leirvassdragsmetoden er forbundet med store usikkerheter (se avsnitt 4.5).



Figur 46. Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor (kg), for hvert delnedbørfelts totale areal (til venstre) og for hvert delnedbørfelts jordbruksareal (til høyre).

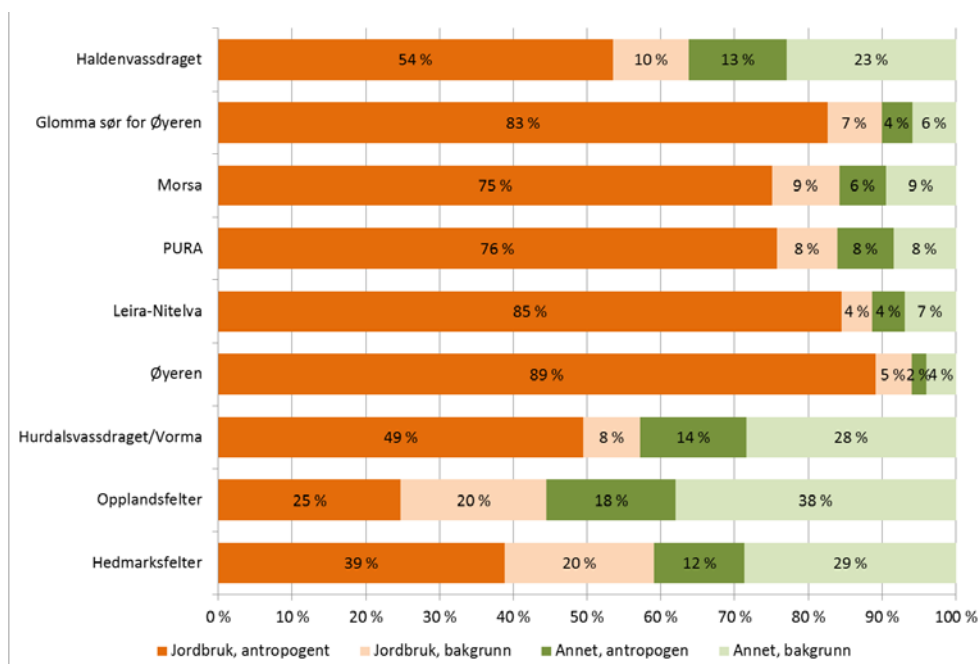


Figur 47. Dekningsgrad av marine avsetninger (til venstre) og naturlig nivå av totalfosfor (µg/l) for alle delfelter.

2.3.2.5 Forenklet kilderegnskap

Noe komplett kilderegnskap er ikke mulig i denne studien, da tilførsler fra flere kilder ikke er beregnet. Vi presenterer her likevel et forenklet kilderegnskap basert på jordbruksavrenning beregnet i Agricat (faktisk drift 2012), avrenning fra andre kilder som beskrevet i avsnitt 0 og naturlig bakgrunnsavrenning beregnet med koeffisienter, som beskrevet i avsnitt 2.2.3. Prosentvis fordeling av de ulike kildene er vist i Figur 48. Denne indikerer at jordbruket (naturlig bakgrunnsavrenning fratrukket) bidrar med over 70 % av forsfertilførslene i områder med mye jordbruksareal i forhold til annet areal og/eller hvis jorda på disse arealene er særlig utsatt for erosjon og fosforavrenning (Glomma sør for Øyeren, Øyeren, Leira-Nitelva). Naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene utgjør for det meste litt mindre enn 10 % av totaltilførslene, mens i felter med lave tilførsler fra jordbruket (felter i Hedmark og Oppland) utgjør naturlig bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene noe mer av totalen (20 %). For de andre kildene er naturlig bakgrunnsavrenning stort sett høyere enn det antropogene bidraget fra disse kildene.

Det må igjen presiseres at tallene er forbundet med usikkerheter (se avsnitt 4.5), i tillegg til at ikke alle kilder er med i regnskapet.

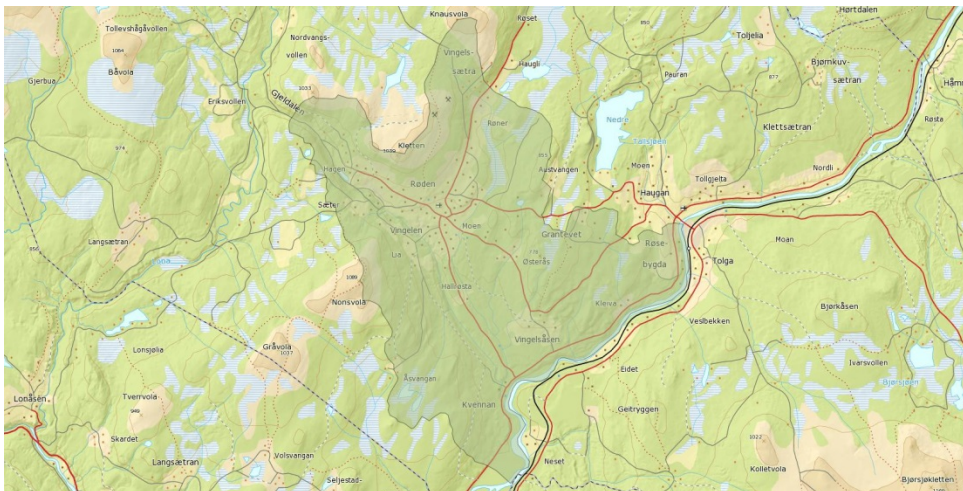


Figur 48. Forenklet kilderegnskap for vannområdene, som viser prosentandel avrenning fra jordbruk og andre kilder, med bakgrunnsavrenning fra jordbruk og andre kilder skilt ut som egne kilder.

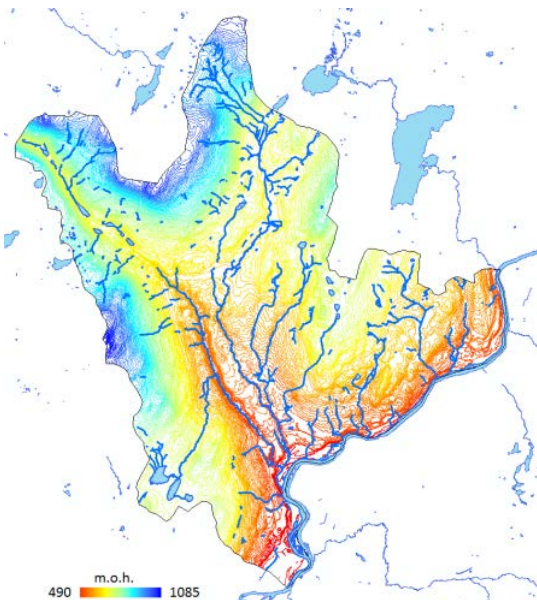
3. Delprosjekt 2: Vingelen i Tolga

3.1 Feltbeskrivelse

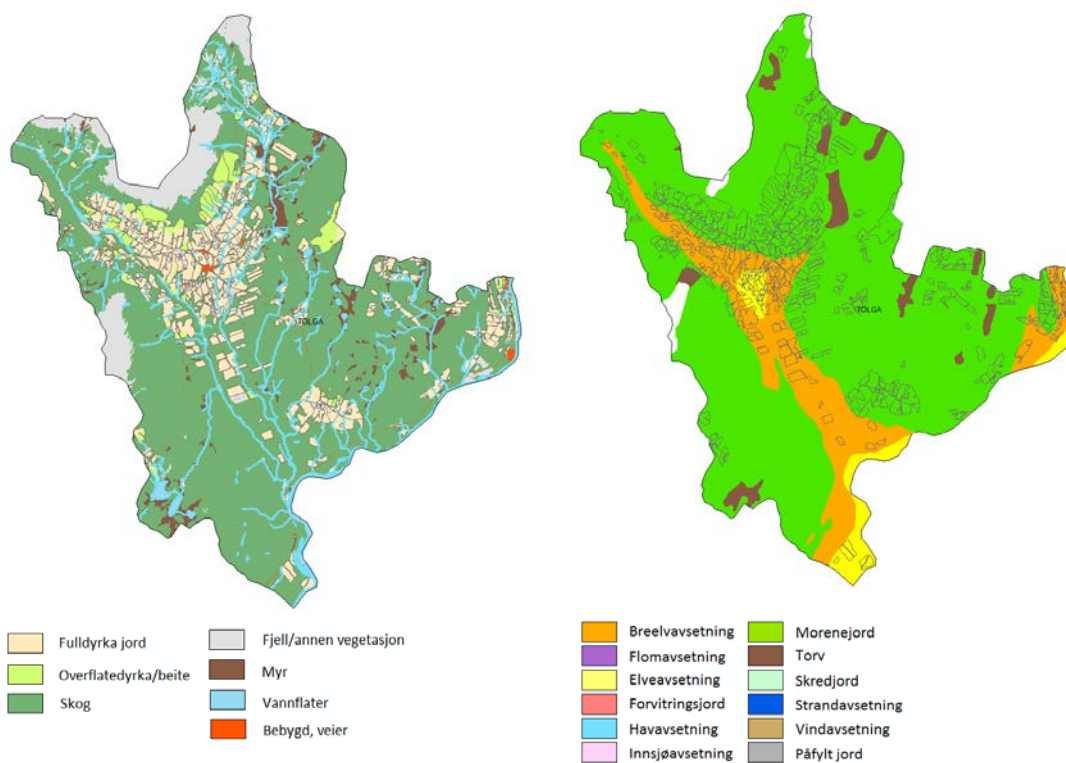
Vingelen (58 km²) er et nedbørfelt i Tolga kommune i Østerdalen i den nordligste delen av Hedmark fylke, og ligger i vannområde Glomma. Feltet strekker seg fra 490-1085 m.o.h., og bekkene i feltet renner ut i Glomma i sørøst. Området har innlandsklima med kalde vintre og kjølige somre. Normal årsnedbør på nærmeste nedbørstasjon i Dalsbygda i Os (788 m.o.h.) ligger på 501 mm, mens normal årstemperatur er 0,3 °C.



Figur 49. Nedbørfeltet Vingelen i Tolga i vannregion Glomma.



Figur 50. Topografisk kart (5 m høydekoter) for Vingelen i Tolga.



Figur 51. Kart over arealbruk (Arealressurskart AR5, midten) og løsmasser (NGU løsmassekart, høyre) for Vingelen i Tolga.

Mesteparten av feltet er dekket av skog (66 %) og bart fjell (10 %), mens fulldyrka jord dekker 15 % av arealet og innmarksbeite og overflatedyrka jord 4 %. I tillegg er det noe myrområder (4 %), åpent vann (1 %), bebyggelse og veier (1 %). Det skal ha forekommet noe nydyrking i senere tid (2008-2012), og dette arealet utgjør omlag 400 daa. Det er usikkert hvor stor del av dette arealet som allerede ligger inne i kartgrunnlaget AR5.

Løsmassekart for feltet viser at det er overveiende morenejord og breelvavsetninger der, samt noe elveavsetninger og organisk jord. På jordbruksarealene (inklusive fulldyrka og overflatedyrka jord og beite) er det ca 70 % morenejord, ca 25 % breelvavsetninger, 4 % elveavsetninger og 1 % organisk jord.

3.2 Beregningsmodeller

Agricat egner seg ikke for beregninger i områder med høy husdyrtetthet. Derfor har vi brukt en annen tilnærming for nedbørfeltet Vingelen i Tolga, som er dominert av grasproduksjon og husdyrproduksjon. Tap av næringsstoffer fra husdyrproduksjon er knyttet til tap fra gjødsellagre, tap ved spredning av husdyrgjødsel og tap via avrenning fra jordbruksarealer. For øyeblikket eksisterer ingen enkel modell som kan gjøre alle disse beregningene. Vi har basert våre estimater på summen av to beregninger: 1) diffus avrenning fra områder dominert av husdyrproduksjon og 2) tap fra husdyrgjødsel på lager og ved spredning.

Beregning av tap fra gjødsellagre og tap ved spredning av husdyrgjødsel er gjort vha. regnearkbasert modell, som er nærmere dokumentert i Simonsen og Bendixby (2009). Her beregnes mengde produsert husdyrgjødsel og fosfortap ut fra opplysninger om:

- Data for husdyr (art og antall) fra landbruksproduksjonsregisteret/søknad om produksjonstilskudd (SLF).
- Gjødseilagertilstand på hver eiendom, klassifisert etter skjønn. Kommunen informerer at det er svært god tilstand på gjødseilkjellere i nedbørfeltet. På bakgrunn av denne informasjonen er det foretatt beregninger med en forutsetning om at 95 % av gjødseilagrene i nedbørfeltene har høy standard og 5 % har middels standard.
- Anslag for hvor stor del av husdyrgjødsla som spres om høsten: Kapasiteten på lagring av husdyrgjødseil er også oppgitt å være svært god. Beregningene er gjennomført under to forutsetninger: 1. at det ikke spres noe husdyrgjødseil om høsten (dvs. at det ikke blir noe tap), og 2. at 5 % av gjødsla spres om høsten.

Beregning av diffus avrenning fra jordbruksarealene er gjort i to trinn: først beregnes jordtapet på arealene med USLE, så beregnes fosfortapet ut fra avrenning, PAL og jordtap via en regresjonslikning basert på data fra JOVA-felter. Beregningene er basert på følgende datagrunnlag:

- Digitalt kart over Vingelens nedbørfeltgrense.
- Digital terrengmodell.
- Digitalt eiendomskart.
- Digitalt arealressurskart (AR5).
- Digitalt løsmassekart (i mangel av jordsmonnkart/erosjonsriskokart i området).
- Informasjon om nedbør og avrenning i området, basert på nedbørdata og JOVA-data.
- P-AL-tall fra Jorddatabanken ved Bioforsk.
- Vekstfordeling fra søknad om produksjonstilskudd (SLF).
- Evt. randssoner og renseparker (SLF).

Jordtapet er beregnet med den USLE-likningen på formen:

$$A = R \times LS \times K \times C$$

(Formel 3)

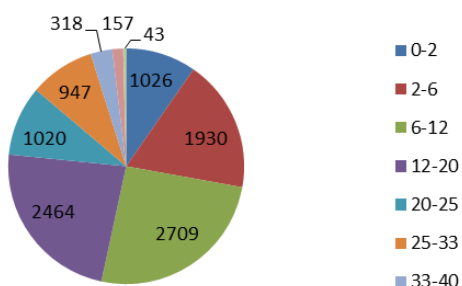
der A er langsiktig gjennomsnittlig jordtap i kg/daa, R er en faktor for nedbør og avrenning, K er en faktor for jordas eroderbarhet, LS er en faktor for helningslengde og helningsgrad, og C er en faktor for vekst og jordarbeiding.

R-faktoren er beregnet utfra målt jordtap i JOVA-felter dividert med gjennomsnittlige verdier for LS, K og C i feltene (Eggestad, upubl.). Disse er regionalisert, og for Tolga kommune gjelder en R-faktor på 115.

Hellingsgrad er beregnet på grunnlag av terrengmodell fra Statens kartverk (10x10 m grid).

Figur 52 viser arealfordeling i helningsklassene for dyrka marka. Det er noe areal med mer enn 33 % helning, 84 daa fulldyrka (1 %) og 434 daa beite (21 %). For disse arealene er helningen korrigert slik at beite har maks helningsgrad på 33 % og fulldyrka på 25 %. Det var også en del arealer med elve- og bekkeavsetninger i de høyere helningsklasser, hvilket ikke er en sannsynlig sammenheng. Denne avsetningstypen er derfor konsekvent gitt helningsklasse 1 (0-2 %). Helningslengde er satt til 100 m som er standard i Skog og landskap sine erosjonskart. Imidlertid er den justert for brattere arealer: 60 m for klassen 25-33 % og 80 m for 20-25 %.

Arealfordeling hellingsklasser



Figur 52. Arealfordeling av hellingsklasser på dyrka mark, overflatedyrka jord og innmarksbeite, basert på AR5-kart (Skog og landskap) og digital terrengmodell (Statens kartverk). Tallene er i dekar.

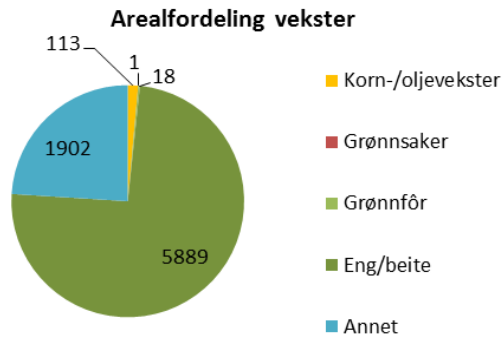
Jordarter er det lite opplysninger om, men det antas at morene består av lettleire i disse områdene. Pga. manglende data er K-faktoren i USLE satt etter skjønn (Tabell 10).

Tabell 10. Arealfordeling av avsetningstyper på dyrka mark (kilde: Løsmassekart fra NGU).

Avsetningstype	Innmarks-			Sum	K-faktor
	Fulldyrka	Overflatedyrka	beite		
Morene, sammenhengende dekke	5758	15	1465	7239	0,1
Morene, tynt eller usammenhengende	188	0	198	386	0,15
Breelavsetning	2183	7	291	2481	0,05
Elv- og bekkeavsetning	344	0	49	393	0,35
Torv og myr	90	0	0	90	0,02
Tynt humusdekke over berr grunn	1	1	22	24	0,02
Sum	8565	23	2025	10613	

Vekstfordelingen i Vingelen (Figur 53) er basert på søknader om produksjonstilskudd (SLF) for 2011. Alt omsøkt areal trenger ikke nødvendigvis å ligge innenfor nedbørfeltet, for eksempel hvis det er snakk om leiejord, men dette kommer ikke fram av datagrunnlaget. Det er en differanse på nesten 2700 daa (10613 - 7924 daa) mellom arealet funnet i AR5-kartet (10613 daa) og oppgitt jordbruksareal i søknadene om produksjonstilskudd for de gårds- og bruksnummer som AR5 kartet inneholder innenfor nedbørfeltet (7924 daa). Dette kan være fordi det meste av differansen er bortleid areal. Kategorien "Annet" i Figur 53 omfatter vekster som ikke er spesifisert, og er dermed differansen mellom oppgitt jordbruksareal og summen av areal oppgitt for de spesifiserte vekstene. Korn-/oljevekstareal utgjør 113 daa. Vekstfordelingen på hvert bruk blir skalert slik at arealsummen av vekstene blir lik det arealet som er innenfor feltet. Figur 53 viser at grasdyrking dominerer med 75 % av arealet. Det er også søkt om tilskudd til «ingen jordarbeiding om høsten» for 42 daa i 2011.

C-faktorer er satt til 0,12 for eng. Det er da forutsatt gjenlegg på engarealene hvert fjerde år. På beitearealene er det forutsatt at de ligger i permanent gras, og de har fått C-faktor lik 0,03.



Figur 53. Vekstfordeling i Vingelen i 2011, fra søknad om produksjonstilskudd (SLF). Tallene er i daa.

Likningen for beregning av fosfortap er som følger:

$$P\text{-tap} = 0,006475 \times Q \times \text{PAL} + 0,1401 \times \text{SS} \times \text{PAL} + 2,89084 \quad (R^2=0,92) \quad (\text{Formel 4})$$

der Q er avrenning (mm/år), PAL er fosfortilstanden i jorda (mg/100 g) og SS er jordtapet (kg/år), som beregnet i trinn 1. Formel 3 er utviklet i dette prosjektet. De to JOVA-feltene likningen er basert på, er Volbubekken i Valdres og Timebekken på Jæren. Volbubekken ligger 440-860 m.o.h. og består av morenejord. Feltet er svært bratt. Timebekken ligger 35-100 moh og består også av morenejord. Volbubekken har i snitt ca. 580 mm i årsnedbør og ca. 290 mm avrenning. Timebekken har ca. 1300 mm årsnedbør og ca. 820 mm avrenning i snitt.

Avrenning på jordbruksarealene i Vingelen er satt til 210 mm/år basert på differanse mellom årsnedbør (501 mm) og fordampning. Fordampningen er anslått å være i samme størrelsesorden som i Volbubekken i Valdres, dvs. ca. 290 mm (differanse mellom målt nedbør og avrenning).

Data om fosfortilstanden er hentet fra Jordatabanken ved Bioforsk. Det ble funnet 2064 analyseresultater knyttet til de gårds- og bruksnummer som er registrert i feltet. Det har ikke vært mulig å ekskludere prøver som er tatt utenfor feltet. For hvert bruk er det regnet ut ett middel som er brukt i beregningene. For hele feltet er middelverdien for PAL = 9,3 g/100 g.

Ifølge arealressurskart fra Skog og landskap er det 10 613 daa med dyrka mark i Vingelen. Arealet som det fins driftsdata for er betydelig mindre (5602 daa for vekstfordeling, 5994 daa for husdyr), noe som kanskje kan ha sammenheng med at driftsenheter utenfor feltet leier jorda. Vi har valgt å oppskalere de endelige tallene for jord- og fosfortap til det totale arealet (kg/daa funnet for areal med driftsdata \times totalt areal), og forutsetter da at drift på de manglende arealene kan representeres ved drift på resten av arealene.

Beregningsverktøy som brukes for Vingelen er ikke validert.

3.3 Resultater og diskusjon

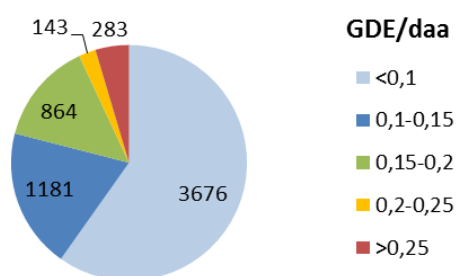
3.3.1 Husdyrbesetning og dyretetthet

Data om husdyrbesetning er hentet fra landbruksproduksjonsregisteret (SLF). Tabell 11 viser en oversikt over produksjonstallene og gjødseldyr-enheter (GDE) i nedbørfeltet.

Tabell 11. Oversikt over husdyr og gjødseldyr-enheter (GDE) i Vingelen, 2011.

Dyreslag	Antall (registrert)	GDE
Melkekyr	219	219
Ammeku	21	14
Andre storfe	384	128
Sau, vinterføra	1 907	273
Høns	8 201	103
Slaktekylling	3 131	2,2
Sum	13 863	738

Gjennomsnittlig dyretetthet i Vingelen er 0,11 GDE/daa. Dette tallet ligger under det som er grensen i norsk regelverk, dvs. 0,25 GDE/daa (4 dekar spredeareal per gjødseldyreenhet). Data på gårdsnivå viser at kun fire bruk overskrider denne terskelen. Disse fire brukene kan ha avtaler med andre gårdbrukere om spredning av husdyrgjødsel. Figur 54 viser arealfordeling av klasser for dyretetthet. Mer enn 75 % av arealet har en dyretetthet på mindre enn 0,15 GDA/daa. Totalt sett betyr det at det er tilstrekkelig areal for spredning av husdyrgjødsel.



Figur 54. Dyretetthet i Vingelen. Sektorene representerer areal i daa av ulike klasser for dyretetthet i GDA/daa.

3.3.2 Tap av jord og fosfor

Som nevnt i avsnitt 3.2, skal tilstanden på gjødselkjellere i Vingelen være stort sett svært god. Tapet fra gjødsellagrene i Vingelen er beregnet til å være 6,3 kg total-P/år (Tabell 12). Kapasiteten på lagring av husdyrgjødsel er også oppgitt å være svært god. Om det forutsettes at det ikke spres noe husdyrgjødsel om høsten vil det heller ikke være noe tap, men om det forutsettes at 5 % av gjødsla spres om høsten er tap fra høstspredning beregnet til å være 6,5 kg total P/år (Tabell 13).

Tabell 12. Oversikt over lekkasjer fra gjødsellager i Vingelen, beregnet etter standard koeffisienter i Simonsen og Bendixby (2009)*.

Standard	Andel (%)	Gjødselproduksjon (kg/år)	Tot-P (kg/år)	Bio-P (kg/år)
Høy	95	6 870	5,2	4,1
Middels	5	362	1,2	0,9
Sum		7 231	6,3	5,0

*Standard koeffisienter: Tot-P: Høy = 0,075 %, middels = 0,33 %; Bio-P: 79 % av tot-P.

Tabell 13. Oversikt over beregning av tap fra spredning av husdyrgjødsel i nedbørfeltet Vingelen, forutsatt 5 % høstspredning, beregnet etter standard koeffisienter i Simonsen og Bendixby (2009).

Andel høstspredt	Mengde (g/år)	Tot-P (kg/år)	Bio-P (kg/år)
5 %	361	6,5	5,1

*Standard koeffisienter: Tot-P: 1,8 %; Bio-P: 79 % av tot-P.

Tabell 14. Tap av jord og fosfor fra nedbørfeltet Vingelen (oppskalert til hele arealet).

Kilde	SS (kg/daa/år)	SS (tonn/år)	P-tap (g/daa)	P-tap (kg)
Diffus ¹	2,4	25	18	191
Lekkasje ²			1	11
Spredning ²			1	12 ³
Sum			20	214

¹ Beregnet for et areal på 5602 daa, ² Beregnet for et areal på 5994 daa, ³ Ved antakelse om at det ikke spres noe husdyrgjødsel om høsten, utgår dette tallet fra totalsummen.

Jordtapet i Vingelen er beregnet til 2,4 kg/daa, eller 13 tonn/år (Tabell 14). Dette gjelder for arealbruken i 2011 men ikke for det aktuelle været i 2011. Avrenningen er estimert ut fra normalen for perioden 1961-1990 (NVE). I Volbufeltet i Valdres, et grasdominert felt på morenejord, var målt jordtap ca. 11 kg/daa/år (1993-2010), men det er et brattere felt med noe graving også i bekken. Tallene for Vingelen ligger svært nært opptil målte tall fra dyrkingssystemforsøket på Apelsvoll, som også ligger på morenejord i innlandet - her har det i middel vært målt jordtap på rundt 2 kg/daa (Eltun *et al.*, 1996; Korsæth, pers.medd.).

Diffust fosfortap fra dyrka mark i Vingelen er beregnet til 18 g/daa (Tabell 14), eller om lag 190 kg/år. Man skal her være klar over at fosfortapslikningen som er brukt er utviklet basert på måledata fra bekkestasjonene til Volbu- og Timefeltene, og ettersom fosfortap fra spredt avløp ikke er kjent i disse feltene, kunne dette ikke trekkes fra datamaterialet. Men det anslås at bidraget fra disse kildene er lite. Dette bidrar til usikkerhet i beregningene av diffust fosfortap fra Vingelen.

Legger man til fosfor fra punktkildene (lekkasje fra gjødsellager og tap ved høstspredning), får vi 214 kg/år, eller 20 g/daa, altså ikke store økningen ettersom gjødsellagertilstanden er rapportert som overveiende god, og vi forutsetter at lite husdyrgjødsel spres om høsten. Volbu-feltet i Valdres har til sammenligning et gjennomsnittlig fosfortap på 33 g/daa i perioden 1993-2010, dvs. noe høyere enn beregnet for Vingelen, noe som blant annet har sammenheng med noe høyere jordtap i Volbu og evt. bidrag fra spredt avløp. Tilsvarende viser målinger fra Apelsvoll at fosfortap fra systemer med gras/grovfôr og tilførsel av husdyrgjødsel ligger rundt 20 g/daa/år.

3.3.3 Nydyrking

I perioden 2008-2012 er det nydyrket vel 400 daa. Hvor stort fosfortap det er fra slike arealer finnes det ikke målinger av. Nydyrket jord har normalt lavt moldinnhold og dermed større eroderbarhet. Jord med 1 % moldinnhold vil ha ca 20-30 % større eroderbarhet (K-faktor i USLE) enn jord med 4 % mold. På den annen side vil fosfortilstanden normalt være lav på nydyrka arealer. Hvis vi antar at PAL er 2 og at jordtapet er 25 % større enn snittet, blir estimert fosfortap 6-7 g/daa fra slike arealer. Det er litt over nivået som er målt på målestasjonen i utmarka i Volbubekken. Under selve oppdyringsarbeidet kan det oppstå episoder med store jordtap. Stubbranker kan også være kilde til økte jordtap i en periode

etter oppdyrkingen. Risikoen for jordtap fra disse er imidlertid betydelig mindre enn fra jordet under dyrkingsarbeidet og fram til en vekst er etablert, og vil avta etterhvert som det gror til under og evt. på stubbranken. Erosjonsrisikoen under dyrkingsarbeidet kan være opp til 10-15 ganger større enn ved vanlig engdyrking. Særlig kan det være uheldig om jorda ikke blir sådd til før vinteren.

4. Betraktninger rundt usikkerheter i beregningene

Alle ledd i en modellberegning vil være beheftet med en rekke usikkerheter, forbundet både med dataene som brukes i modellen og med hvordan modellen beregner (formlene). I det følgende vil vi diskutere mange av disse usikkerhetene.

4.1 Beregninger av jordtap

Jordtapsberegningene er forbundet med blant annet følgende usikkerheter:

Klimafaktoren i erosjonsrisikokartet (X-faktor) - Klimafaktoren i den norske versjonen av USLE er avledet fra erosjonsmålinger på Romerike. Denne X-faktoren brukes i dagens erosjonsrisikokart for hele landet, bortsett fra at X er satt til ulike verdier på planert og uplanert jord (henholdsvis 700 og 224, Lundekvam, 1990; Klakegg, pers.medd.). Dette medfører usikkerhet, for det første fordi klimaet varierer mye i det langstrakte landet, og for det andre fordi X-faktoren er beregnet ut fra en kort måleserie (5 år) der eventuelle "unormale" år kan få uforholdsmessig stor innflytelse på den endelige verdien.

Jordas eroderbarhet i erosjonsrisikokartet (K-faktor) - K-faktor beregnes etter en likning som er funksjon av tekstur, organisk materiale, struktur og permeabilitet. Likningen er utviklet i USA, og er dermed ikke nødvendigvis gyldig under norske forhold. Likningen er noe justert for norske forhold (Lundekvam, 1990). I Norge brukes kartlagt naturlig dreneringsgrad til å representere permeabiliteten (Klakegg, pers.medd.). Naturlige dreneringsgrad behøver ikke nødvendigvis å reflektere permeabiliteten, da årsaken til dårlig drenering kan være høyt grunnvannsspeil heller en lav permeabilitet. På kunstig drenert jord vil vann kunne tas unna raskere enn naturlig dreneringsgrad tilsier. Strukturvariablen er i erosjonsrisikokartet kun avhengig av jordarten (Klakegg, pers.med.), mens vi vet at organisk materiale er en viktig faktor for jordstruktur. Dette kan også bidra til overestimert erosjonsrisiko på for eksempel morenejord. Det kan ligge en feilkilde i at for eksempel morene og sedimentær jord med samme leir- og sandinnhold under ellers like forhold har samme K-faktor, til tross for at morene trolig er mindre erosjonsutsatt på grunn av blant annet høyere stein- og grusinnhold, og kanskje også pga. ulikheter i type leirminerale.

Hellingsfaktoren i erosjonsrisikokartet (LS) - LS-faktoren representerer effekt av hellingsgrad og hellingslengde. I erosjonsrisikokartet opereres det med en hellingslengde som er konstant 100 m. På korte hellinger vil erosjonen antakelig overestimeres, mens den på lengre hellinger vil underestimeres. Det tas ikke hensyn til hellings form (konkav eller konveks helling, og «dråg»). Det er ingen «konnektivitet» mellom landskapsenhetene det beregnes for, dvs. at det ikke tas høyde for at erosjonsrisiko på en enhet kan være påvirket av hydrologiske forhold, kanteffekter og erosjonsrisiko på en annen enhet. Sedimentasjon av eroderte partikler er også en naturlig del av erosjonsprosessen. Sedimentasjonen er ikke beregnet, hvilket kan medføre at en overestimerer hvor mye partikler som faktisk når bekken. Dette vil antakelig være et signifikant problem i områder der landskapet flater ut mot bekken.

Avrenningskorreksjon i Agricat - Koeffisientene basert på lokal avrenning representerer en forenklet sammenheng mellom jordtap og avrenning/klima, der feltene Holt og Mørdre på Romerike gir referanseverdiene. Gyldigheten av disse tilnærmingene er ikke verifisert. Videre er avrenningskart fra HBV-/GBV-beregninger usikre i seg selv, blant annet fordi HBV ikke er en modell som er beregnet på jordbruksarealer, og fordi den opererer på en større skala enn Agricatberegningene.

Jordtapskorreksjon i Agricat - I Agricatberegningene har man «kalibrert» jordtaptet med korreksjonsfaktorer utledet fra resultater av sammenlikning av beregna verdier mot målte verdier i nedbørfeltene Kolstad, Mørdre og Skuterud. Dette er en enkel tilnærming til et komplekst problem, og er en metodikk som er beheftet med mye usikkerhet og må brukes med stor varsomhet. Det blir i praksis en kombinert korrigeringsfaktor for jord-, landskaps-, klima- og helningsforhold, så man har ikke helt oversikt over hva det er man korrigerer for. Det vil være mye usikkerhet knyttet til å overføre faktorene til områder med egenskaper som avviker fra egenskapene til feltene som er brukt til å utlede faktoren. Faktorer basert på nedbørfeltdata vil gi en relativt «flat» korrigeringsfaktor, mens det kan tenkes at korrigeringsfaktoren vil variere for ulike jordtyper og topografiske forhold.

Jordtap via drenggrøfter i Agricat - Agricat-funksjonen for fordeling av jordtap på grøft- og overflateavrenning er svakt dokumentert. Utfra rapporterte måledata (oppsummert i Kværnø og Bechmann, 2010) kan vi konstatere følgende: Jordtap via grøftene er lave på morenejord (< 5 kg/daa/år) og på uplanert marin leirjord med høyt moldinnhold og lavt leirinnhold (< 20 kg/daa/år). På marin leirjord er tap via grøftene høyere (50 - 150 kg/daa), med de høyeste verdiene på planert jord som er nylig og intensivt drenert. Særlig på de nylig drenerte feltene dominerer jordtap via grøftene over jordtap via overflateavrenning.

Effekter av ulik drift i Agricat (CP-faktor) - CP-faktorene for jordtap via overflateavrenning er basert på et datamateriale som i stor grad stammer fra jordarbeidingsforsøk i områder med høy erosjonsrisiko, dvs. på planert leirjord med 12-13 % hellingsgrad og ofte 20-30 m hellingslengde. Informasjon om jordarbeidings effekter på flatere arealer (og evt. brattere) med andre jordtyper, er mer sparsom, og effekten av endret jordarbeiding på slike arealer vil derfor være mer usikker enn på arealene som CP-faktorene i utgangspunktet er basert på. I Agricat brukes CP-faktorer også for å korrigere jordtap via grøftene. Dokumentasjon på effekter av endret jordarbeiding på jordtap via grøfter er meget begrenset. Resultatene spriker fra svært positiv effekt til svakt negativ effekt av jordarbeiding om våren sammenliknet med jordarbeiding om høsten. Det er derfor enda større usikkerheter forbundet med CP-faktorene for tap via grøftene enn for CP-faktorene for tap via overflateavrenning. Med i betraktning kommer her også usikkerhetene knyttet til fordeling av driftsdata. Dette vil være basert på en del skjønn, det kan være usikkerheter i innrapporterte data, og det kan mangle data. Leiejord utgjør en særlig usikkerhet fordi man ikke vet hvordan drift fordeler seg på eid og leid jord. For en del eiendommer finnes det ikke tilgjengelige driftsdata. Da fordeles drift prosentvis som for de eiendommene det finnes data for.

Skala og avstand fra vassdrag - Beregninger av jordtap skjer i Agricat for små kartenheter (polygoner). Jordtaptet fra et helt nedbørfelt er summen av jordtaptet fra hver enhet, eventuelt korrigert for retensjon i fangdammer og vegetasjonssoner. Andre prosesser som skjer på større skala er ikke inkludert, så som «kanterosjon» (erosjon og utrasninger i bekke- og elveløp), effekter av flom, og retensjon av partikler i vann og vassdrag. Her kommer også de allerede nevnte faktorene konnektivitet og sedimentasjon inn.

Manglende erosjonsrisikokart - I enkelte områder mangler erosjonsrisikokart fordi området ikke er jordsmonnkartlagt. I denne studien er det særlig noen av feltene i

Hedmark som hadde dårlig dekning med erosjonsrisikokart. Det er valgt å oppskalere resultatet fra områder med erosjonsrisikokart til områder der dette mangler, og en slik oppskalering medfører usikkerhet. Man skal også være klar over at jordmonnkartet/erosjonsrisikokartet inneholder usikkerheter knyttet til jordvariasjon innenfor kartenheter og grenser mellom enheter.

4.2 Beregninger av fosfortap

Fosfortapsberegningene er forbundet med blant annet følgende usikkerheter:

Jordtapsberegning - den direkte sammenhengen mellom beregnet jordtap og beregnet fosfortap gjør at alle usikkerheter forbundet med beregning av jordtap (som følge av aktuell drift, vegetasjonssoner og fangdammer) bidrar til usikkerheter i fosforberegningene.

Partikulært versus løst fosfor - Agricat beregner stort sett kun tap av partikulært fosfor, noe som kan gi underestimerte tap i områder der nivåene av løst fosfor kan være betydelige. Dette gjelder særlig der det er mye grasproduksjon og høy husdyrtetthet. Ulik jordarbeiding kan potensielt virke forskjellig på jord- og fosfortap, skjønt CP-faktoren kun virker på jordtapet. I en sammenstilling av resultater fra ruteforsøk i Norge, Sverige, Danmark og Finland, fant man indikasjoner på at tap av løst fosfor kan øke ved redusert jordarbeiding, og at effekt av redusert jordarbeiding ofte er noe større for jordtap enn for tap av total-P (Bechmann et al., 2011). Dette har vært forklart med at det over flere år med direktesåing eller redusert jordarbeiding kan hope seg opp fosfor i det øverste jordlaget. Hvis dette er tilfelle, vil beregningene kun delvis fange det opp fordi prosessen for løst P ikke er med i beregningene.

Totalfosfor (P_{tot}) - Estimering av P_{tot} i jord kan være en kilde til usikkerhet, spesielt i organisk jord. Sammenhengen mellom P-AL og P_{tot} beregnes basert på store datasett for 4 jordtyper (siltig sand, sandig silt, marin leittleire og mellomleire, leittleire med moreneopphav). Men for organisk jord finnes ikke data for sammenhengen mellom P_{tot} og P-AL. Fosfortap fra organisk jord er isteden basert på ekspertkunnskap.

P-AL-data - P-AL-nivået i et nedbørfelt er vurdert på bakgrunn av et begrenset antall prøver som ikke nødvendigvis representerer hele feltet. For en del arealer mangler det jordanalyser. Prøvene er tatt i ploglaget. Dersom erosjon av undergrunnsjord forekommer, blir det ikke tatt høyde for at P-AL kan ha andre verdier (oftest lavere) i undergrunnsjord.

Anrikningsfaktor (EF) - Anrikningsfaktoren er basert på en studie i USA med simulert nedbør. Om resultatet fra dette kan utvides til å gjelde norske forhold, er usikkert. Anrikningen forventes å være knyttet til hvor stor del av året som kan anses å ha frossen jord (Bechmann et al., 2005), og dette vil variere fra sted til sted, og fra år til år. Med bakgrunn i det er det sannsynlig at anrikningen er noe overestimert med gjeldende likning.

4.3 Effekt av fangdammer og vegetasjonssoner

Beregninger av effekter av fangdammer og vegetasjonssoner i Agricat har usikkerheter knyttet til blant annet:

Renseeffekter - Formlene for renseeffekter av vegetasjonssoner og fangdammer er basert på målinger i norske feltforsøk, som stort sett er gjennomført i Sør-øst Norge. Formlene som ligger til grunn for disse beregningene er svakt dokumentert. Det er usikkert om formelene kan overføres til alle jord- og klimaforhold, og til andre vegetasjonssonebredder og fangdamstørrelser. Formlene for både vegetasjonssoner og fangdammer angir at renseeffekten er en funksjon av om arealet er planert eller ikke, og for fangdammer kommer også hellingslengden inn. Disse faktorene er inkludert fordi planering og lengre hellinger øker jordtapet. Imidlertid er disse faktorene allerede inkludert i erosjonsrisiko kart som er grunnlaget for beregning av jordtapet.

Influensbredden - Slik Agricat har vært brukt, beregnes tilførsler til en vegetasjonssone fra områder som ligger innenfor en fast influensbredde (her 50 m for en vegetasjonssone med 8 meter bredde). Dette er en forenklet tilnærming som medfører at områder utenfor influenssonen, dvs. områder som ligger *lenger unna* resipienten, drenerer rett ut i vassdraget. I noen tilfeller kan dette være realistisk, hvis man forutsetter at overflateavrenning fra arealene utenom influenssonen fanges opp av kummer og ledes ned i drencsystemet og ut i bekken sammen med grøfteavrenningen.

Retensjon av fosfor versus partikler - Faktorer som brukes for å ta høyde for lavere retensjon av fosfor enn av partikler, er satt til 70 % for fangdammer og 90 % for vegetasjonssoner. Disse empiriske verdiene kommer fra norske forsøk, som stort sett er gjennomført i Sør-øst Norge, og verdiene er da ikke nødvendigvis overførbare til andre jord- og klimaforhold.

Manglende informasjon om eksisterende vegetasjonssoner o.l. - I Agricat er det under faktisk drift kun regnet med eksisterende vegetasjonssoner der disse allerede var digitalisert, altså i Morsa. Det betyr at jordtapene (og dermed fosfortapene) kan være overestimert der det eksisterer naturlige eller menneskeskapt vegetasjonssoner, forutsatt at disse er effektive buffere mot jord- og fosfortap. Det samme kan gjelde hvis det i utsatte områder har vært for eksempel grasdekte vannveier. Kummer og andre hydrotekniske løsninger som skal hjelpe mot erosjon er heller ikke tatt høyde for i Agricat-beregningene.

4.4 Kalibrering og validering

Modeller valideres for få greie på hvor nær «sannheten» man kommer med modellen slik at man kan si noe om nivået på usikkerhetene, og kalibreres for å endre på parametre slik at resultatet stemmer bedre med det som måles. Også kalibrering og validering er forbundet med usikkerheter:

Statisk versus dynamisk - Agricat er en statisk modell, den drives ikke av tidsserier med meteorologiske data som nedbør og lufttemperatur, og kan derfor ikke fange opp variasjoner mellom år som skyldes værforholdene de enkelte år. Årlig jordtap domineres som kjent av større enkeltepisoder som avhenger av værforholdene (snøsmelting, intens nedbør), jordas tilstand (tele, plantedekke) og andre mer spesielle forhold (flom, skred, tørke). For årlig fosfortap kommer det til noen tilleggsfaktorer relatert til drift. Avrenning fra husdyrgjødsel er for eksempel ikke med i Agricat, og i enkelte år kan dette ha betydning for det totale fosfortapet. Videre er utgangspunktet for Agricat erosjonsrisikokartet, som framstiller et langsiktig gjennomsnittlig jordtap som fortrinnsvis sier noe om relativ erosjonsrisiko, ikke absolutte verdier. Derfor er det helt avgjørende at validering av en slik modell gjøres mot en tidsserie som er så lang som mulig, men på liten tidsoppløsning. Man kan ikke forvente gode resultater på årlig basis, mens gjennomsnittlig

tendens kan forventes å bli rimelig bra reflektert. Hvis man oppnår dette i en rekke områder med ulik jord, ulik drift og ulikt klima, kan man ha rimelig tiltro til beregningene. Dersom man er så heldig at jordtapet viser tydelig sammenheng med årlig nedbør eller avrenningsmengde i feltet, vil man også være noenlunde i stand til å vurdere om endringer i drift blir realistisk representert i modellen. Vi kan konkludere med at det er meget vanskelig å validere denne typen modell.

Romlig skala - Agricat er så langt kun validert på nedbørfeltskala. Dette er ikke ideelt ettersom det man måler ved utløpet av et nedbørfelt er summen av alle faktorer, både menneskeskapte og naturlige, i hele nedbørfeltet. Det er da meget vanskelig å skille ut effekter av enkeltfaktorer. I tillegg er det mange prosesser på denne skalaen som Agricat ikke beskriver. Ideelt sett burde Agricat kalibreres med data på rutefelt- eller skifteskala, da det egentlig er denne skalaen Agricat opererer på hva angår effekter av jordarbeiding og for en stor del også effekter av vegetasjonssoner. For fangdammer er imidlertid nedbørfeltskala det eneste relevante.

«Kalibrering» av jordtapet - se avsnitt 4.1, om jordtapskorreksjon.

Måledataene beregningene sammenliknes med - Man skal også ha i bakhodet at også måling av vannføring, innsamling av prøver, lagring av prøver og analysing av prøver er beheftet med usikkerhet. Usikkerhet øker kraftig ved dårlige måleforhold og lite kvalitetskontroll. Det er også vanskelig å måle hvor mye av totalfosfor i en prøve som er partikulært bundet og hvor mye som er løst. Beregningene viser hvor mye partikulært fosfor det er der erosjonsprosessen starter, men gjennom hele erosjonsprosessen løses fosfor ut fra partiklene og noe av det som er rapportert som løst fosfor kan derfor være løst ut fra partikler på arealene, i bekken eller i vannprøven.

4.5 Bakgrunnsavrenning og fosfortap fra andre kilder

Beregning av bakgrunnsavrenning av fosfor og fosfortap fra andre kilder er beheftet med mye usikkerhet:

Gyldighet av koeffisienter - Koeffisienter er brukt for beregning av tilførsler fra andre kilder enn landbruk, og til beregning av bakgrunnsavrenning. Koeffisientene er faste tall basert på et begrenset utvalg måledata og/eller faglig skjønn. Det blir i liten grad skilt mellom viktige faktorer som jordtype, hellingsklasse, avsetningstyper og klima. Koeffisientene som er brukt her er tall oppgitt i g/daa. Dermed får en ikke inn eventuelle effekter av ulikt nivå på avrenningen. Det anslås at denne metoden kan underestimere fosfortilførsler fra områder med stor dekningsgrad av marin leire.

Gylighet av leirvassdragmetoden - Regresjonen er utviklet utfra måledata fra felter med lav leirdekningsgrad (0 % til 29 %). Det er derfor særlig usikkerhet knyttet til beregninger med denne metoden der leirdekningsgraden er større enn 29 %. Metoden resulterer i at bakgrunnskonsentrasjonen av fosfor i vassdrag med 100 % leirdekningsgrad er 75 µg/l. Empiriske data fra såkalte leirvassdrag tilsier derimot at bakgrunnskonsentrasjonen av fosfor sjelden overstiger 30 µg/l. I følge Solheim *et al.* (2008) vil miljømål for Tot-P som tilsier god/moderat tilstand i leirvassdrag som regel ligge mellom 40 µg/L og 60 µg/L.

Vassdragshierarki - Beregningene av bakgrunnsavrenning er gjort innenfor hvert delfelt, og det er ikke gjort en vurdering av vassdragshierarkier. Hvis delfeltet ikke er avgrenset hydrologisk vil beregningen være usikker siden bidrag fra areal oppstrøms delfeltet vil kunne påvirke konsentrasjonen betydelig. En del av delfeltene er heterogene samlinger av

flere småbekker. Dette gjelder spesielt langs kysten der delfelt kan bestå av flere småbekker på en viss kyststrekning. Estimert naturlig fosforkonsentrasjon vil da beregnes som et gjennomsnitt i området. Variasjonen mellom småbekker kan være stor og resultatet er derfor usikkerhet. Ideelt sett burde beregningene gjøres per enkeltbekk, men inndeling i vannforekomster og beregningsmetoden til Agricat gjorde dette lite hensiktsmessig.

Retensjon - Konsentrasjon av fosfor ved et punkt påvirkes også av retensjon i nedbørsfeltet. Flere små eller store vann i nedbørfeltene vil fungere som sedimentasjonsfeller. De høye konsentrasjonene som måles naturlig i leirvassdrag er i stor grad partikulært bundet fosfor som vil sedimentere i stillestående vann. Graden av sedimentasjon avhenger av størrelsen på partiklene, større partikler vil sedimentere raskere. Om en stor andel av partikler sedimenterer i sjøer i vassdraget vil de beregnede konsentrasjonene nederst i vassdraget være overestimert. Dette gjelder også tilførselene fra jordbruksarealer og andre kilder.

5. Konklusjoner

I denne rapporten er det fremstilt resultater fra beregninger av fosforavrenning fra jordbruksarealer i en rekke vannområder dominert av kornproduksjon, og ett nedbørfelt dominert av grasproduksjon og høy husdyrtetthet. Vi konkluderer med følgende:

Enkle, empiriske modeller er brukt for å framskaffe estimater for tilførsler under dagens drift (2012) og for kornområdene for ulike tiltakspakker. Slike resultater er forbundet med en rekke usikkerheter, og det anbefales at man fokuserer på relative forskjeller mellom områder og ulike driftsformer, heller enn på absolutte nivåer for fosfortap.

Gjeldende modeller beregner at fosfortap under dagens drift varierer mye mellom vannområdene (og mellom individuelle delnedbørfelter). De høyeste fosfortapene (over 100 tonn/år) er beregnet for Leira-Nitelva, Øyeren og Glomma sør for Øyeren i 2012. De er forbundet med høy erosjonsrisiko (mye bakkeplanert areal, bratt, leir- eller siltjord) og/eller høy avrenning, og/eller stor andel areal med jordarbeiding om høsten, samt stort areal av dyrka mark. De laveste fosfortapene er beregnet for Hurdalsvassdraget/Vorma, PURA, Opplandsfeltene og Hedmarksfeltene (ca. 10 tonn/år). Lave tap er særlig forbundet med morenejord i innlandsklima, og med lite dyrka areal.

For gras- og husdyrfeltet Vingelen er fosfortapet beregnet til rundt 200 kg/år. Her er det stor andel grasdekt mark, det er god tilstand og kapasitet på gjødsellagre, lite husdyrgjødsel spres om høsten, stort nok spredeareal, og det er hovedsakelig morenejord i feltet, som er motstandsdyktig mot erosjon.

Beregnet effekt av tiltakspakker varierer fra nedbørfelt til nedbørfelt, avhengig av feltets egenskaper og hvordan driften i feltet var i utgangspunktet (dagens drift 2012 er referansepunktet). I gjennomsnitt for vannområdene varierte tiltakseffektene fra mindre enn 10 % til om lag 50 %, og tiltakspakker med redusert jordarbeiding var mer effektive enn tiltak med vegetasjonssoner eller reduksjon av jordas fosforstatus. Mest effektivt var tiltakspakken som kombinerte både redusert jordarbeiding, vegetasjonssoner og redusert fosforstatus i jord. Redusert jordarbeiding var særlig effektivt i områder med høye jord- og fosfortap ved dagens drift og/eller stor andel areal med jordarbeiding om høsten.

Naturlig bakgrunnsavrenning ble beregnet med to metoder. Beregnet med koeffisientmetoden lå naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor på 2-18 tonn for vannområdenes totalareal, hvorav 20-50 % av dette kom fra jordbruksarealene. Naturlige fosforkonsentrasjoner beregnet utfra dekningsgrad av marine avsetninger lå fra 10 µg/l i nedbørfelt med lav leirdekning til over 70 µg/l i nedbørfelt med høy leirdekning (delfelt i Leira-Nitelva, Øyeren, Glomma sør for Øyeren, Morsa og PURA). Det er også presentert noen tall for fosforavrenning fra andre kilder (utmark, beite/overflatedyrka mark, samferdsel, bebyggelse eksklusive spredt og kommunalt avløp, og våtavsetning), beregnet med koeffisienter. Resultatene antyder at utmark er den største bidragsyteren til fosforavrenning i tillegg til landbruket, pga. stor arealutbredelse av denne arealtypen.

6. Referanser - må oppdateres

- Bechmann, M., Kværnø, S., Skøien, S., Øygarden, L., Riley, H., Børresen, T. & Krogstad, T. 2011. Effekter av jordarbeiding på fosfortap - Sammenstilling av resultater fra nordiske forsøk. Bioforsk RAPPORT 6(61), 73 s.
- Bechmann, M., Deelstra, J., 2013. Long Term Monitoring in Norway. Akademika publishing, Trondheim. ISBN 978-82-321-0014-9. 292 pp.
- Borch, H., Grønlund, A., Turtumøygard, S. & Øygarden, L., 2004. Optimering av kostnadseffektivitet av tilskuddsordningen. Tilskudd til endret jordarbeiding i Hedmark. Jordforsk-rapport 19/04, 35 s.
- Borch, H., Hauge, A. 2008. Avrenning av næringsstoff fra landbruk og spredt avløp i Fredrikstad kommune. Bioforsk Rapport 136 (Vol 3).
- Borch, H., Turtumøygard, S. 2008. Tilførselsberegninger fra bakgrunnsavrenning, landbruk og spredt avløp. Tiltak for landbruksforurensingen i Haldenvassdraget. Bioforsk Rapport 121 (Vol 3).
- Borch, H. 2009. Avrenning av næringsstoff fra landbruk i Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget. Bioforsk Rapport 11 (Vol 4), 25 s.
- Borch, H., Farkas, C., Øgaard, A. & Bechmann, M. 2010. The AGRICAT-P Model - a tool for modelling the mitigation effects of agricultural runoff in Norwegian catchments. Bioforsk Rapport 9 (Vol 5), 56 s.
- Borch, H., Turtumøygard, S. & Eggestad, H.O. 2011. Modellering av næringsstofftilførsler i et vassdragsavsnitt på Hadeland. Bioforsk Rapport 132 (Vol 6), 55 s.
- Borch, H., Kværnø, S., Bechmann, M., 2014. Verktøy for beregning av fosfortilførsler fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av modellen Agricat. Bioforsk rapport *in press*.
- SFT, 1995. Miljømål for vannforekomstene - tilførselsberegninger. SFT TA-1139/1995, SFT-veiledning 95:02, 70 s.
- Eltun, R., Fugleberg, O., Nordheim O., 1996. The Apelsvoll Cropping System Experiment VII. Runoff losses of soil particles, phosphorus, potassium, magnesium, calcium and sulphur. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 10: 371-384.
- Greipsland, I., Borch, H., Engebretsen, A. M., Farkas, Cs., Eggestad, H.O., Krogstad, T., 2013. Test av modeller for næringsstoffavrenning på Skuterudfeltet. Bioforsk Rapport 57(8), 36 s.
- Lundekvam, H., 1990. Open åker og erosjonsproblem. Sammendrag. Foredrag ved konferansen om landbrukspolitikk og miljøforvaltning i Drammen 30.-31. Januar, 1990.
- Kværnø, S.H., Bechmann, 2010. Strømningsveier for vann, partikler og næringsstoffer i jord. VANN 45(2), s. 177-190.

- Kværnø, S.H., Bechmann, M. & Farkas, Cs., 2012. Miljøeffekter av jordbruksdrift. Modellering av erosjon og næringsstofftap. Bioforsk RAPPORT 7(145), 57 s.
- Oredalen, T.J., Aas, W., 2000. Vurdering av atmosfærisk fosforavsetning i Sørøst-Norge. NIVA rapport 4310, 33 s.
- Refsgaard, K., Bechmann, M., Blankenberg, A.-G.B., Kvakkestad, V., Kristoffersen, A.Ø., Veidal, A., 2013. Evaluering av tiltak mot fosfortap fra jordbruksarealer i Norge. Kost-effekt vurderinger. NILF-rapport 2013-3.
- Simonsen, L, & Bendixby, L, (2009), Nytt forurensningsregnskap for Vestfold - Fase 1: Metode, 09-145-1, Oslo: Ask Rådgivning.
- Solheim, A.L., Berge, D., Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H., Skarbøvik, E., Eggestad, H.O., Engebretsen, A., 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering. NIVA rapport 5708, 79 s.
- Turtumøygard, S., Syversen, N., Braskerud, B., 2005. GIS-basert modell for beregning av retensjon i fangdammer og vegetasjonssoner. Jordforsk rapport 54/05, 7 s.
- Vandsemb, S.M., 2006. Kvantifisering av tap av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer i JOVA-programmet (Jord og vannovervåking i landbruket). Fokus på utmarksavrenning. Bioforsk rapport 1(56), 50 s.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting the Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning. Agricultural Handbook No. 537, US Department of Agriculture.
- Øygarden, L., Borch, H., Skarbøvik, E., Bechmann, M. & Øgaard, A.F. 2010. Fornytt tiltaksanalyse for jordbrukstiltak i Morsa. Bioforsk Rapport 99 (Vol 5), 67 s.

7. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Vedlegg 1	Arealfordeling av løsmasser og teksturklasse på dyrka mark i alle vannområder.
Vedlegg 2	Modellresultater for Haldenvassdraget med Enningdalselva
Vedlegg 3	Modellresultater for Glomma sør for Øyeren
Vedlegg 4	Modellresultater for Morsa
Vedlegg 5	Modellresultater for PURA
Vedlegg 6	Modellresultater for Øyeren
Vedlegg 7	Modellresultater for Leira-Nitelva
Vedlegg 8	Modellresultater for Hurdalsvassdraget/Vorma
Vedlegg 9	Modellresultater for delfelter i Oppland (vannområdet Mjøsa)
Vedlegg 10	Modellresultater for delfelter i Hedmark (vannområder Mjøsa/Glomma)
Vedlegg 11	Dyretetthet i Vingelen

Vedlegg 1. Arealfordeling av løsmasser og teksturklasse på dyrka mark i alle vannområder.

Tabell V1.1. Opphavsmateriale (løsmasser) og teksturklasser i vannområdene, i % av totalt areal av dyrka mark. Tall basert på jordsmonnkart fra Norsk Institutt for skog og landskap.

Løsmasse	Teksturklasse*										T	Sum
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Haldenvassdraget												
1,Breelavsetning		0,1		1,4	0,4							1,9
2,Flomavsetning (mælje)												0
4,Elveavsetning			0,4	0,6	0,5	1,7	0,4	0,3				4,0
5,Forvittringsjord												0
6,Havavsetning						2,9	15,1	0,1	50,9	1,7		71,0
7,Innsjøavsetning							1,0			0,1		1,1
8,Morenejord				0,7								0,7
9,Torv											2,8	2,8
11, Skredjord												0
12,Strandavsetning	0,1	2,3		2,8	11,6	0,7		0,9				18,5
13,Vindavsetning												0,0
14,Påfylt jord				0,1	0,1							0,1
Sum	0,1	2,4	0,4	5,6	12,6	5,3	16,6	1,4	50,9	1,8	2,8	100
Morsa												
1,Breelavsetning												0
2,Flomavsetning (mælje)												0
4,Elveavsetning				0,1	0,2	0,5	0,7	0,1				1,6
5,Forvittringsjord												0
6,Havavsetning						2,0	32,7	3,0	38,4	0,2		76,3
7,Innsjøavsetning							0,2		0,1			0,3
8,Morenejord				0,2				0,1				0,3
9,Torv											1,2	1,2
11, Skredjord												0
12,Strandavsetning	0,7	2,5	0,3	7,4	4,7	2,3	0,1	2,0				20,0
13,Vindavsetning												0
14,Påfylt jord												0
Sum	0,7	2,5	0,3	7,6	4,9	4,8	33,8	5,2	38,5	0,2	1,2	100
PURA												
1,Breelavsetning												0
2,Flomavsetning (mælje)												0
4,Elveavsetning				0,1		0,1	0,4		0,1			0,6
5,Forvittringsjord												0
6,Havavsetning						0,6	21,0	6,6	45,0	0,8		74,0
7,Innsjøavsetning				0,1		0,1	0,2		0,1			0,4
8,Morenejord				0,3				1,3				1,6
9,Torv											2,2	2,2
11, Skredjord												0
12,Strandavsetning	0,3	0,6		9,1	2,8	0,6	0,1	7,1	0,1			20,7
13,Vindavsetning												0
14,Påfylt jord				0,1			0,1		0,1			0,2
Sum	0,3	0,6	0	9,6	2,8	1,3	21,8	15,0	45,3	0,8	2,2	100

*Teksturklasse: 0 = grus, grusholdig og grusrik (siltig) mellomsand og (siltig) grovsand; 1 = mellomsand og grovsand; 2 = finsand; 3 = siltig mellomsand, siltig grovsand, grusholdig siltig sand; 4 = siltig finsand; 5 = (grusholdig) sandig silt, silt; 6 = siltig lettleire; 7 = (grusholdig) lettleire og sandig lettleire, grusholdig siltig lettleire; 8 = siltig mellomleire, mellomleire, sandig mellomleire; 9 = stiv leire og svært stiv leire; T = organisk jord.

Tabell V1.1. forts.

Løsmasse	Teksturklasse*										Sum	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		T
Glomma sør for Øyeren												
1,Breelavsetning				0,1								0,1
2,Flomavsetning (mjæle)												0,0
4,Elveavsetning			0,1	0,1	0,1	0,4	0,4					1,1
5,Forvittringsjord												0,0
6,Havavsetning						4,0	28,3	1,6	49,5	0,4		83,7
7,Innsjøavsetning							0,1					0,1
8,Morenejord												0,0
9,Torv											1,1	1,1
11,Skredjord												0,0
12,Strandavsetning	0,1	1,7		3,4	6,0	1,4	0,1	0,8				13,5
13,Vindavsetning												0,0
14,Påfylt jord												0,0
Sum	0,1	1,7	0,1	3,6	6,1	5,8	28,8	2,4	49,5	0,4	1,1	100
Øyeren												
1,Breelavsetning				1,7	0,3							1,9
2,Flomavsetning (mjæle)					0,6	18,4	5,1					24,1
4,Elveavsetning			0,1	0,4	1,2	0,8	0,3	0,1				2,9
5,Forvittringsjord												0,0
6,Havavsetning						5,6	22,1	0,1	35,7	0,2		63,7
7,Innsjøavsetning							0,3					0,3
8,Morenejord				0,1								0,1
9,Torv											0,5	0,5
11,Skredjord							0,1					0,1
12,Strandavsetning		0,2		2,5	1,8	0,8		0,4				5,7
13,Vindavsetning				0,3								0,3
14,Påfylt jord				0,1								0,1
Sum	0	0,2	0,1	5,0	3,8	25,7	27,8	0,6	35,7	0,2	0,5	100
Leira-Nitelva												
1,Breelavsetning	0,1			2,7	0,3							3,0
2,Flomavsetning (mjæle)						1,5	0,9					2,3
4,Elveavsetning				0,1	0,2	0,8	1,9	0,1	2,5	1,3		6,9
5,Forvittringsjord												0,0
6,Havavsetning						6,9	22,4	0,3	49,2	0,4		79,2
7,Innsjøavsetning							0,1					0,1
8,Morenejord				0,8				0,1				0,9
9,Torv											0,4	0,4
11,Skredjord							0,4					0,4
12,Strandavsetning				3,6	1,8	0,6		0,4				6,4
13,Vindavsetning												0,0
14,Påfylt jord												0,0
Sum	0,1	0	0	7,2	2,3	9,7	25,6	0,9	51,7	1,7	0,4	100
Hurdalsvassdraget/Vorma												
1,Breelavsetning		0,2		15,8	3,3	0,4						19,6
2,Flomavsetning (mjæle)						0,5						0,5
4,Elveavsetning			0,5	1,9	2,1	1,5	0,1	0,2				6,4
5,Forvittringsjord				0,1								0,1
6,Havavsetning						9,9	16,8	0,2	15,1	0,2		42,2
7,Innsjøavsetning					0,5	1,7	0,2					2,4
8,Morenejord				8,9		0,9		0,1				10,0
9,Torv											0,8	0,8
11,Skredjord												0
12,Strandavsetning		0,6	0,7	2,7	4,9	2,3		0,4				11,6
13,Vindavsetning		0,1		0,3	5,8							6,2
14,Påfylt jord				0,1								0,1
Sum	0	0,9	1,3	29,8	16,5	17,1	17,1	0,9	15,1	0,2	0,8	100

*Teksturklasse: 0 = grus, grusholdig og grusrik (siltig) mellomsand og (siltig) grovsand; 1 = mellomsand og grovsand; 2 = finsand; 3 = siltig mellomsand, siltig grovsand, grusholdig siltig sand; 4 = siltig finsand; 5 = (grusholdig) sandig silt, silt; 6 = siltig lettleire; 7 = (grusholdig) lettleire og sandig lettleire, grusholdig siltig lettleire; 8 = siltig mellomleire, mellomleire, sandig mellomleire; 9 = stiv leire og svært stiv leire; T = organisk jord.

Tabell V1.1. forts.

Løsmasse	Teksturklasse*										Sum	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		T
Delfelter i Oppland**												
1,Breelvavsetning				2,5	0,1			0,2				2,8
2,Flomavsetning (mjæle)												0,0
4,Elveavsetning	1,1			0,8	1,9	0,5	0,3	0,8				5,4
5,Forvittringsjord								2,3				2,3
6,Havavsetning								0,1				0,1
7,Innsjøavsetning						0,8	1,1	0,4	0,3			2,6
8,Morenejord				23,9		0,3		57,9	0,3			82,3
9,Torv											4,0	4,0
11,Skredjord												0,0
12,Strandavsetning												0,0
13,Vindavsetning												0,0
14,Påfylt jord								0,1				0,1
Annet						0,1						0,1
Sum	1,1	0,0	0,0	27,1	2,0	1,8	1,4	61,8	0,6	0,0	4,0	100
Delfelter i Hedmark***												
1,Breelvavsetning				1,0	5,9	0,9						7,8
2,Flomavsetning (mjæle)					0,3	28,4						28,7
4,Elveavsetning	0,1			1,2	4,1	5,6						11,0
5,Forvittringsjord												0,0
6,Havavsetning												0,0
7,Innsjøavsetning					0,2	1,4	0,8					2,3
8,Morenejord				29,9	0,1	2,0		8,8				40,8
9,Torv											5,1	5,1
11,Skredjord												0,0
12,Strandavsetning												0,0
13,Vindavsetning					1,9							1,9
14,Påfylt jord				0,4	0,3	0,2						0,9
Annet				0,1	0,4	0,9						1,4
Sum	0,1	0,0	0,0	32,6	13,0	39,4	0,8	8,8	0,0	0,0	5,1	100

*Teksturklasse: 0 = grus, grusholdig og grusrik (siltig) mellomsand og (siltig) grovsand; 1 = mellomsand og grovsand; 2 = finsand; 3 = siltig mellomsand, siltig grovsand, grusholdig siltig sand; 4 = siltig finsand; 5 = (grusholdig) sandig silt, silt; 6 = siltig lettleire; 7 = (grusholdig) lettleire og sandig lettleire, grusholdig siltig lettleire; 8 = siltig mellomleire, mellomleire, sandig mellomleire; 9 = stiv leire og svært stiv leire; T = organisk jord.

** Jordsmonnkartlagt areal utgjør ca 95 % av totalt dyrka areal

*** Jordsmonnkartlagt areal utgjør ca 40 % av totalt dyrka areal

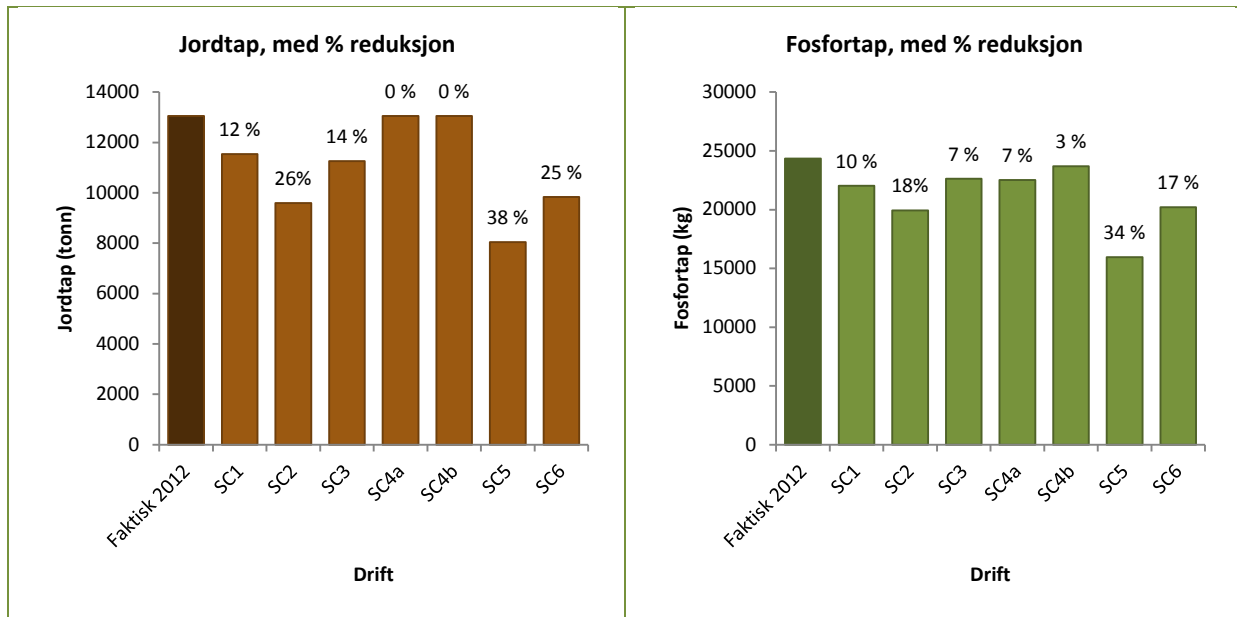
Vedlegg 2. Modellresultater for Haldenvassdraget med Enningdalselva

Tabell V2.1. Haldenvassdraget med Enningdalselva: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

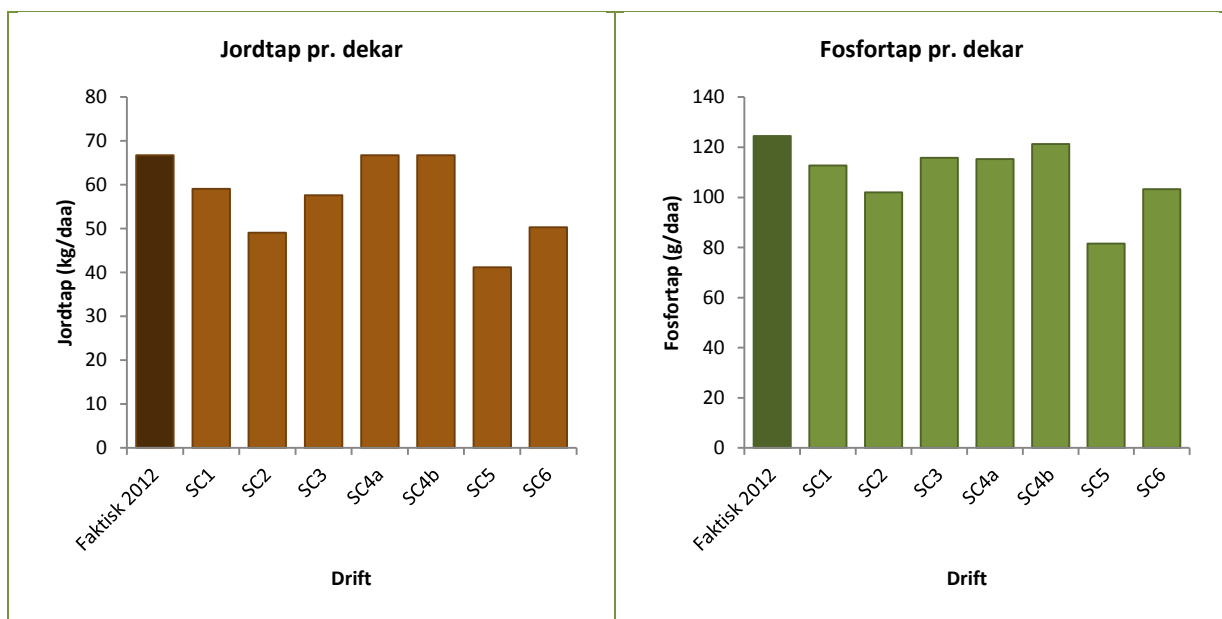
RESNR1	Delfelt	Drift 2012	SC1	SC2	Jordtap (tonn)				
					SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Halden1	Alt oppstrøms utløp av Bjørkelangsjøen	2 602	2 310	1 948	2 356	2 602	2 602	1 629	2 053
Halden2	Utløp Bjørkelangsjøen til samløp med Hemneselv	1 688	1 484	1 197	1 424	1 688	1 688	1 009	1 253
Halden3	Hemneselva	2 597	2 315	1 803	2 099	2 597	2 597	1 579	1 874
Halden4	Samløp Bjørkelangselv og Hemneselv til Fylkesgrense	572	521	367	504	572	572	323	400
Halden5	Fylkesgrense til Ørje	2 244	1 969	1 462	1 664	2 244	2 244	1 258	1 547
Halden6	Ørje til Femsjøutløp	1 755	1 556	1 509	1 727	1 755	1 755	1 229	1 462
Halden7	Iddefjorden	1 118	971	935	1 025	1 118	1 118	720	870
Halden8	Enningdalselva	474	415	375	461	474	474	299	372
Haldenvassdraget		13 050	11 542	9 596	11 260	13 050	13 050	8 048	9 830

Tabell V2.2. Haldenvassdraget med Enningdalselva: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Delfelt	Drift 2012	SC1	SC2	Fosfortap (kg)				
					SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Halden1	Alt oppstrøms utløp av Bjørkelangsjøen	4 978	4 517	4 087	4 735	4 755	4 949	3 361	4 212
Halden2	Utløp Bjørkelangsjøen til samløp med Hemneselv	3 128	2 811	2 497	2 865	2 945	3 104	2 042	2 569
Halden3	Hemneselva	4 613	4 210	3 639	4 130	4 185	4 435	2 949	3 738
Halden4	Samløp Bjørkelangselv og Hemneselv til Fylkesgrense	1 031	954	755	959	1 010	1 023	669	803
Halden5	Fylkesgrense til Ørje	3 929	3 527	2 943	3 286	3 552	3 765	2 356	3 084
Halden6	Ørje til Femsjøutløp	3 599	3 269	3 280	3 647	3 316	3 511	2 573	3 198
Halden7	Iddefjorden	2 175	1 937	1 984	2 138	1 904	2 037	1 389	1 853
Halden8	Enningdalselva	882	793	747	877	857	879	607	739
Haldenvassdraget		24 334	22 020	19 931	22 638	22 524	23 704	15 946	20 194



Figur V2.1 Haldenvassdraget med Enningdalselva: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V2.2. Haldenvassdraget med Enningdalselva: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V2.3. Haldenvassdraget med Enningdalselva: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavssetning
Halden1	Alt oppstrøms utløp av Bjørkelangsjøen	1 270	20	36	374	195
Halden2	Utløp Bjørkelangsjøen til samløp med Hemneselv	356	15	13	121	28
Halden3	Hemneselva	695	27	15	177	263
Halden4	Samløp Bjørkelangselv og Hemneselv til Fylkesgrense	1 406	12	9	255	493
Halden5	Fylkesgrense til Ørje	807	22	12	233	341
Halden6	Ørje til Femsjøutløp	2 335	28	28	519	1 017
Halden7	Iddefjorden	372	10	56	381	9
Halden8	Enningdalselva	1 238	8	12	216	409
Haldenvassdraget		8 478	144	181	2 277	2 755

Tabell V2.4. Haldenvassdraget med Enningdalselva: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Halden1	Alt oppstrøms utløp av Bjørkelangsjøen	278 966	41 165	2 115	823
Halden2	Utløp Bjørkelangsjøen til samløp med Hemneselv	86 496	20 616	776	412
Halden3	Hemneselva	171 627	27 235	1 257	545
Halden4	Samløp Bjørkelangselv og Hemneselv til Fylkesgrense	293 879	8 738	1 599	175
Halden5	Fylkesgrense til Ørje	189 682	22 884	1 286	458
Halden6	Ørje til Femsjøutløp	537 015	38 155	3 163	763
Halden7	Iddefjorden	105 118	24 916	968	498
Halden8	Enningdalselva	267 752	11 757	1 500	235
Haldenvassdraget		1 930 535	195 467	12 664	3 909

Tabell V2.5. Haldenvassdraget med Enningdalselva: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter (nivå RESNR 2), beregnet med leirvassdragsmetoden.

RESNR2	Nedbørfeltnavn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (µg/l)
Halden1	Bekkefelt Floen	46	6 %	12 (11 - 14)
Halden2	Bekkefelt Svensjøen	9	12 %	17 (14 - 19)
Halden3	Bekkefelt ved Aurskog	70	54 %	44 (38 - 51)
Halden4	EIDSBEKKEN	18	5 %	12 (10 - 14)
Halden5	Bekkefelt Bussen	47	14 %	18 (15 - 21)
Halden6	Bekkefelt Tævsjøen	15	0 %	9 (7 - 10)
Halden7	Bekkefelt Bjørkelangen	74	34 %	31 (27 - 36)
Halden8	Bekkefelt Bjørkelangen	87	38 %	34 (29 - 39)
Halden9	Hemneselva	13	65 %	52 (44 - 60)
Halden10	Bekkefelt Tunsjøen	11	2 %	10 (8 - 11)
Halden11	HAFSTEINELVA	57	21 %	23 (19 - 26)
Halden12	Bekkefelt Øgdern	90	42 %	37 (31 - 42)
Halden13	Mermåa	15	23 %	24 (21 - 28)
Halden14	Bekkefelt Setten	248	6 %	12 (11 - 14)
Halden15	Rødnessjøen øvre	31	29 %	28 (24 - 32)
Halden16	Elv fra Gjølssjøen	12	26 %	26 (22 - 30)
Halden17	Ubestasta bekker ved Rødnessjøen	3	20 %	22 (19 - 25)
Halden18	Bekkefelt ved store	45	9 %	15 (13 - 17)
Halden19	Rødnessjøen nedre	130	43 %	38 (32 - 43)
Halden20	Bekker til Gjølssjøen	16	60 %	48 (41 - 56)
Halden21	Elv fra Gjølssjøen	2	81 %	63 (53 - 72)
Halden22	Rødselva/Fismåa med flere	66	13 %	17 (15 - 20)

Halden23	Asakbekken	9	57 %	47 (40 - 54)
Halden24	Sm bekker til Asper	18	13 %	17 (15 - 20)
Halden25	Del av Aspern, Stens	143	6 %	13 (11 - 15)
Halden26	Melbyelva	15	22 %	23 (20 - 27)
Halden27	Øvre del av Røjr	20	2 %	10 (8 - 11)
Halden28	Rjørelva	25	36 %	33 (28 - 37)
Halden29	Meieribekken	24	18 %	20 (17 - 23)
Halden30	Bekkefelt Ara og Øymarksjøen	203	25 %	25 (21 - 29)
Halden31	Iddebekkene	22	63 %	51 (43 - 59)
Halden32	Unnebergbekken	29	54 %	45 (38 - 52)
Halden33	Remmenbekken	21	60 %	49 (41 - 56)
Halden34	Bekkefelt til Iddefjord	26	32 %	30 (25 - 34)
Halden35	Tista	15	69 %	55 (46 - 63)
Halden36	Folkåa	27	19 %	21 (18 - 24)
Halden37	Bekkefelt Kornsjø	116	9 %	15 (13 - 17)
Halden38	Bekkefelt indre Iddefjord	18	29 %	28 (24 - 32)
Halden39	Ørsjøen	56	19 %	21 (18 - 24)
Halden40	Elgåa	61	12 %	17 (14 - 19)
Halden41	Sidevassdrag Enning	40	21 %	22 (19 - 26)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

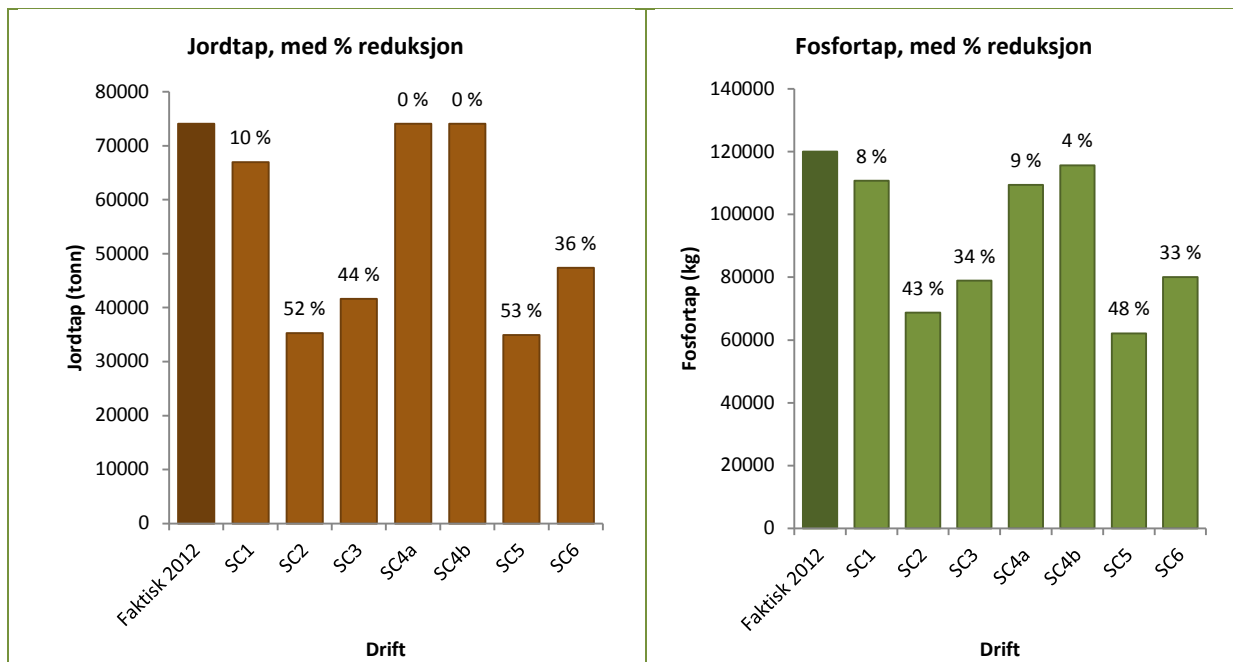
Vedlegg 3. Modellresultater for Glomma sør for Øyeren

Tabell V3.1. Glomma sør for Øyeren: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

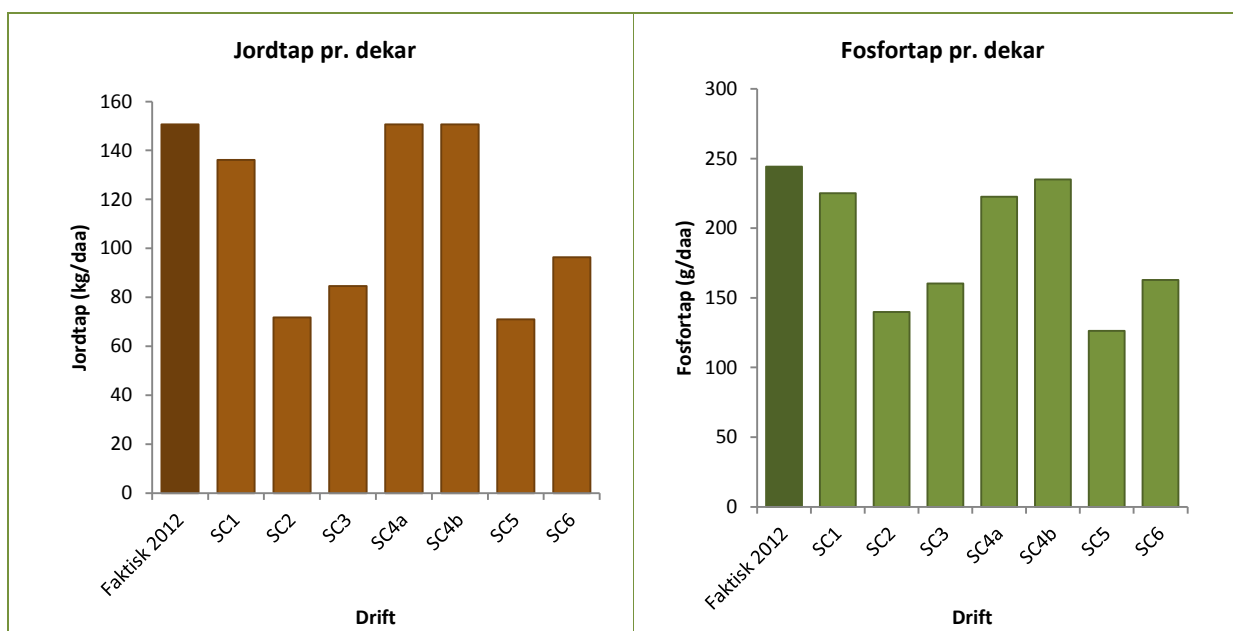
RESNR2		Jordtap (tonn)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
GS1a	Lysern	315	263	145	206	315	315	143	193
GS1b	Smalelva	1555	1 444	926	992	1 555	1 555	920	1 109
GS2	Hyllibekken	627	571	379	428	627	627	377	490
GS3	Kjosbekken	1138	1 023	668	760	1 138	1 138	664	809
GS4	Skarnesbekken	762	704	443	478	762	762	440	532
GS5	Mjelkebekken	317	285	177	202	317	317	176	240
GS6	Engerbekken	1332	1 206	636	719	1 332	1 332	630	810
GS7	Kolstadbekken	371	351	137	150	371	371	137	167
GS8	Glomma fra Øyeren	9096	8 582	4 315	4 786	9 096	9 096	4 291	5 323
GS9	Hera Sør	4412	4 070	2 730	2 953	4 412	4 412	2 711	3 259
GS9b	Moenbekken	1803	1 654	1 023	1 135	1 803	1 803	1 016	1 257
GS9a	Isejjoen	364	311	163	223	364	364	160	236
GS10	Dugla	3972	3 485	981	1 204	3 972	3 972	971	1 333
GS11	Hera nord	2922	2 551	1 585	1 848	2 922	2 922	1 559	2 041
GS12a	Lundebyvann	195	174	84	136	195	195	83	138
GS12b	Øvre Dalsvelva	201	175	91	111	201	201	90	111
GS13	Glomma Øvre Østfold	4712	4 373	2 285	2 700	4 712	4 712	2 273	3 020
GS14	Hoelsbekken	1872	1 670	1 071	1 237	1 872	1 872	1 059	1 360
GS15	Haugen/Libru bekken	3280	2 951	1 456	1 572	3 280	3 280	1 445	1 805
GS16	Dorja	4988	4 458	2 396	2 720	4 988	4 988	2 373	3 167
GS17	Rakkestadelva	8858	8 151	4 358	5 050	8 858	8 858	4 327	5 754
GS18	Fjellomrader Rakke	135	113	56	90	135	135	55	86
GS19	Øverbekken	619	585	289	392	619	619	287	479
GS20	Skisvassdraget	2691	2 433	1 149	1 475	2 691	2 691	1 137	1 853
GS21	Tjerna	314	272	142	201	314	314	140	200
GS22	Ertevann	974	885	415	594	974	974	411	663
GS23	Skjeklesjøen	233	203	99	162	233	233	96	144
GS24	Glomma østfold S	2654	2 285	1 209	1 449	2 654	2 654	1 195	1 619
GS25	Bekkefelt nipa N	477	418	191	279	477	477	188	296
GS26	Obybekken	115	86	46	58	115	115	43	61
GS27a	Rokkevann	220	191	109	145	220	220	106	157
GS27b	Børtevann	170	150	78	122	170	170	76	124
GS28	Tveterbekk	91	82	47	63	91	91	46	67
GS30	Aagaardselva pluss	1472	1 295	647	791	1 472	1 472	638	901
GS31	Visterfloa pluss	572	503	314	368	572	572	309	412
GS32	Ingedalsbekken	581	481	281	344	581	581	275	390
GS33	kentpobekken	182	152	80	110	182	182	78	122
GS34	Kystbekker Onsøy	483	427	243	311	483	483	238	365
GS35	Slevikbekken	17	13	9	14	17	17	8	11
GS36	Guslundbekken	188	156	96	121	188	188	94	125
GS37	Fjelle_dale bekken	77	57	31	46	77	77	30	42
GS38	Skjebergbekken	795	732	369	469	795	795	365	638
GS39	Østerelva	516	450	220	305	516	516	216	353
GS40	Kallerødbekken	122	97	55	81	122	122	53	72
GS41	Glommas utløp	1656	1 496	644	846	1 656	1 656	636	1 196
GS42a	Skinnerflo	2052	1 823	810	1 059	2 052	2 052	798	1 363
GS42b	Setuelva	1848	1 592	711	938	1 848	1 848	701	1 146
GS43	Hjelmungsbekken	352	307	237	270	352	352	231	294
GS44	Hvaler	139	112	69	102	139	139	66	93
GS45	Hunnebunn	328	303	164	214	328	328	161	267
GS46	Kysten Tosekilen	292	272	134	181	292	292	133	223
GS47	Kysten Skjebergkilen	446	408	205	290	446	446	202	330
GS50	Kysten GS 3	115	92	56	73	115	115	53	73
GS51	Tunevann	55	50	20	32	55	55	20	43
Glomma sør for Øyeren		74073	66 974	35 277	41 603	74 073	74 073	34 929	47 365

Tabell V.3.2. Glomma sør for Øyeren: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR2	Delfelt	Fosfortap (kg)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
GS1a	Lysern	524	453	292	376	498	520	273	344
GS1b	Smalelva	2 468	2 322	1 690	1 792	2 271	2 409	1 542	1 801
GS2	Hyllibekken	1 071	994	732	808	983	1 038	669	828
GS3	Kjosbekken	1 882	1 729	1 252	1 393	1 772	1 860	1 173	1 382
GS4	Skarnesbekken	1 179	1 106	787	839	1 105	1 158	733	860
GS5	Mjelkebekken	536	494	341	378	504	533	318	408
GS6	Engerbekken	1 844	1 708	1 063	1 183	1 784	1 837	1 021	1 264
GS7	Kolstadbekken	460	439	218	237	442	456	209	248
GS8	Glomma fra Øyeren	12 383	11 802	7 059	7 740	11 942	12 272	6 782	8 221
GS9	Hera Sør	7 175	6 751	5 043	5 395	6 270	6 651	4 375	5 124
GS9b	Moenbekken	2 802	2 612	1 881	2 047	2 563	2 721	1 711	2 027
GS9a	Isesjoen	740	656	410	514	663	707	362	485
GS10	Dugla	5 000	4 499	1 744	2 082	4 646	4 874	1 613	2 128
GS11	Hera nord	5 410	4 871	3 433	3 867	4 800	5 100	3 006	3 720
GS12a	Lundebyvann	334	303	176	251	307	324	160	233
GS12b	Øvre Dalsvelva	315	276	181	212	290	305	163	195
GS13	Glomma Øvre Østfold	7 260	6 846	4 251	4 881	6 661	7 056	3 881	4 916
GS14	Hoelsbekken	3 191	2 916	2 122	2 380	2 898	3 065	1 904	2 331
GS15	Haugen/Libru bekken	4 470	4 124	2 419	2 597	4 189	4 424	2 249	2 732
GS16	Dorja	7 355	6 772	4 275	4 774	6 686	7 075	3 855	4 891
GS17	Rakkestadelva	13 802	12 927	8 057	9 156	12 821	13 594	7 440	9 484
GS18	Fjellomrader Rakke	250	216	128	180	236	249	118	165
GS19	Øverbybekken	1 230	1 175	690	864	1 086	1 149	607	895
GS20	Skisvassdraget	4 623	4 292	2 412	2 947	4 222	4 490	2 187	3 233
GS21	Tjerna	530	475	293	385	502	524	274	361
GS22	Ertevann	1 818	1 685	955	1 250	1 649	1 748	859	1 236
GS23	Skjeklesjøen	436	391	228	330	398	420	204	276
GS24	Glomma østfold S	4 629	4 124	2 562	2 963	4 196	4 438	2 308	2 948
GS25	Bekkefelt nipa N	833	754	424	561	777	822	390	547
GS26	Obybekken	174	139	88	107	163	174	79	104
GS27a	Rokkevann	406	362	238	292	363	390	208	280
GS27b	Børtevann	350	316	189	266	312	331	166	242
GS28	Tveterbekk	175	161	106	132	164	173	98	129
GS30	Aagaardselva pluss	2 658	2 398	1 436	1 679	2 249	2 403	1 199	1 574
GS31	Visterfloa pluss	1 183	1 072	766	860	993	1 055	635	791
GS32	Ingedalsbekken	1 140	992	658	771	972	1 040	551	723
GS33	Kentpobekken	374	325	197	250	320	343	165	235
GS34	Kystbekker Onsøy	1 021	922	604	723	874	930	506	697
GS35	Slevikbekken	36	29	23	30	33	34	19	24
GS36	Guslundbekken	409	355	247	291	350	375	207	258
GS37	Fjelle_dale bekken	161	127	79	106	136	146	65	84
GS38	Skjebergbekken	1 700	1 589	952	1 126	1 469	1 569	815	1 234
GS39	Østerelva	1 080	967	556	704	969	1 031	490	713
GS40	Kallerødbekken	244	203	134	177	205	222	109	137
GS41	Glommas utløp	3 262	3 007	1 548	1 897	2 895	3 083	1 359	2 234
GS42a	Skinnerflo	3 935	3 576	1 899	2 318	3 460	3 692	1 645	2 496
GS42b	Setuelva	3 533	3 134	1 710	2 090	3 152	3 364	1 508	2 178
GS43	Hjelmungsbekken	740	672	556	613	639	684	470	563
GS44	Hvaler	310	260	181	242	270	288	152	198
GS45	Hunnebunn	709	664	420	506	608	652	356	518
GS46	Kysten Tosekilen	619	584	346	427	553	591	307	451
GS47	Kysten Skjebergkilen	905	838	501	644	800	856	438	632
GS50	Kysten GS 3	256	213	144	178	229	245	123	158
GS51	Tunevann	114	106	54	74	102	108	48	84
Glomma sør for Øyeren		120 041	110 723	68 754	78 884	109 437	115 597	62 105	80 021



Figur V3.1. Glomma sør for Øyeren: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V3.2. Glomma sør for Øyeren: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V3.3. Glomma sør for Øyeren: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR2	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
GS1a	Lysern	114	3	2	27	122
GS1b	Smalnelva	48	8	3	29	1
GS2	Hyllibekken	28	2	3	28	0
GS3	Kjosbekken	110	12	3	38	1
GS4	Skarnesbekken	56	4	1	16	1
GS5	Mjelkebekken	21	3	1	7	0
GS6	Engerbekken	29	2	15	113	0
GS7	Kolstadbekken	7	1	7	40	0
GS8	Glomma fra Øyeren	258	42	18	161	10
GS9	Hera Sør	229	39	24	188	6
GS9a	Isesjøen	76	2	7	46	103
GS9b	Moenbekken	79	11	5	60	1
GS10	Dugla	131	9	3	39	6
GS11	Hera nord	391	10	11	115	30
GS12a	Lundebyvann	104	2	2	34	26
GS12b	Øuvre Dalsvelva	83	3	1	11	10
GS13	Glomma Øvre Øst	230	28	9	107	3
GS14	Hoelsbekken	193	8	7	70	5
GS15	Haugen/Libru bekken	66	4	3	37	1
GS16	Dorja	154	14	7	79	16
GS17	Rakkestadelva	694	23	24	241	68
GS18	Fjellomrader Rakke	352	0	1	33	60
GS19	Øverbybekken	51	1	2	18	0
GS20	Skisvassdraget	102	4	6	62	3
GS21	Tjerna	84	0	1	18	2
GS22	Ertevang	141	5	4	43	24
GS23	Skjeklesjøen	183	1	1	36	41
GS24	Glomma Østfold S	340	27	49	340	30
GS25	Bekkefelt nipa N	119	1	2	34	2
GS26	Obybekken	85	2	0	6	0
GS27a	Rokkevann	138	1	1	33	24
GS27b	Børtevann	234	2	2	34	40
GS28	Tveterbekk	75	1	1	11	25
GS30	Aagaardselva pluss	378	18	15	159	7
GS31	Visterfloa pluss	85	7	30	207	4
GS32	Ingedalsbekken	85	10	3	46	2
GS33	kentpobekken	25	1	1	21	0
GS34	Kystbekker Onsøy	208	6	48	135	26
GS35	Slevikbekken	19	0	4	15	0
GS36	Guslundbekken	34	2	2	27	0
GS37	Fjelle_dale bekken	26	0	5	12	0
GS38	Skjebergbekken	51	7	14	103	0
GS39	Østerelva	73	2	16	87	0
GS40	Kallerødbekken	29	0	4	23	0
GS41	Glommas utløp	103	14	58	340	7
GS42a	Skinnerflo	115	4	13	108	24
GS42b	Setuelva	234	10	57	337	9
GS43	Hjelmungsbekken	117	3	5	60	1
GS44	Hvaler	341	13	160	160	31
GS45	Hunnebunn	26	2	2	21	0
GS46	Kysten Tosekilen	104	3	8	47	6
GS47	Kysten Skjebergkilen	150	9	18	97	3
GS50	Kysten GS 3	47	6	15	38	12
GS51	Tunevang	18	0	2	13	37
Total	Glomma sør for Øyeren	7274	393	708	4211	834

Tabell V3.4. Glomma sør for Øyeren: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR2	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
GS1a	Lysern	29 756	2 497	169	50
GS1b	Smalelva	15 762	6 963	197	139
GS2	Hyllibekken	9 122	3 847	109	77
GS3	Kjosbekken	26 311	6 702	260	134
GS4	Skarnesbekken	13 431	3 532	130	71
GS5	Mjelkebekken	5 727	2 022	65	40
GS6	Engerbekken	12 887	4 826	145	97
GS7	Kolstadbekken	3 613	830	32	17
GS8	Glomma fra Øyeren	79 044	32 310	948	646
GS9	Hera Sør	67 239	25 256	773	505
GS9a	Isesjoen	25 807	5 874	144	117
GS9b	Moenbekken	25 411	11 620	325	232
GS10	Dugla	32 622	7 937	295	159
GS11	Hera nord	95 444	24 614	895	492
GS12a	Lundebyvann	23 452	2 146	149	43
GS12b	Øvre Dalselva	16 177	1 049	106	21
GS13	Glomma Øvre Østfold	63 343	24 116	733	482
GS14	Hoelsbekken	48 003	11 783	440	236
GS15	Haugen/Libru bekken	21 074	9 976	268	200
GS16	Dorja	54 311	23 487	646	470
GS17	Rakkestadelva	184 578	50 524	1 739	1 010
GS18	Fjellomrader Rakke	74 406	1 521	385	30
GS19	Øverbybekken	15 394	6 327	178	127
GS20	Skisvassdraget	37 174	18 227	469	365
GS21	Tjerna	18 638	2 357	132	47
GS22	Ertevang	38 354	9 840	341	197
GS23	Skjeklesjøen	40 766	2 589	236	52
GS24	Glomma østfold S	94 326	23 177	771	464
GS25	Bekkefelt nipa N	26 633	4 285	207	86
GS26	Obybekken	17 081	785	102	16
GS27a	Rokkevann	32 904	3 979	219	80
GS27b	Børtevang	49 514	2 106	283	42
GS28	Tveterbekk	17 192	1 531	105	31
GS30	Aagaardselva pluss	82 643	12 123	630	242
GS31	Visterfloa pluss	30 388	7 810	291	156
GS32	Ingedalsbekken	24 203	8 057	249	161
GS33	kentpobekken	7 598	2 810	82	56
GS34	Kystbekker Onsøy	56 288	8 328	400	167
GS35	Slevikbekken	5 040	524	33	10
GS36	Guslundbekken	9 479	3 408	102	68
GS37	Fjelle_dale bekken	6 649	1 108	49	22
GS38	Skjebergbekken	23 899	11 307	295	226
GS39	Østerelva	24 198	7 372	230	147
GS40	Kallerødbekken	8 107	2 108	75	42
GS41	Glommas utløp	50 327	17 004	530	340
GS42a	Skinnerflo	41 836	17 944	483	359
GS42b	Setuelva	75 791	19 724	717	394
GS43	Hjelmungsbekken	30 916	9 278	308	186
GS44	Hvaler	86 779	3 838	452	77
GS45	Hunnebunn	9 578	5 478	118	110
GS46	Kysten Tosekilen	27 341	4 976	230	100
GS47	Kysten Skjebergkilen	38 212	7 140	306	143
GS50	Kysten GS 3	14 492	2 006	99	40
GS51	Tunevang	6 703	735	35	15
Glomma sør for Øyeren		1 975 964	491 713	17 706	9 834

Tabell V3.5. Glomma sør for Øyeren: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter, beregnet med leirvassdragsmetoden.

RESNR2	Nedbørfeltnavn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (µg/l)
GS1a	Lysern	29	18 %	21 (17 - 24)
GS1b	Smalelva	16	73 %	57 (49 - 66)
GS2	Hyllibekken	9	73 %	57 (49 - 66)
GS3	Kjosbekken	26	55 %	46 (39 - 52)
GS4	Skarnesbekken	14	48 %	41 (35 - 47)
GS5	Mjelkebekken	6	62 %	50 (42 - 57)
GS6	Engerbekken	13	84 %	65 (55 - 75)
GS7	Kolstadbekken	4	79 %	61 (52 - 71)
GS8	Glomma fra Øyeren	87	76 %	59 (50 - 68)
GS9	Hera Sør	68	76 %	60 (51 - 69)
GS9a	Isesjøen	26	31 %	30 (25 - 34)
GS9b	Moenbekken	25	89 %	68 (58 - 78)
GS10	Dugla	33	39 %	34 (29 - 40)
GS11	Hera nord	95	46 %	39 (33 - 45)
GS12a	Lundebyvann	23	27 %	26 (22 - 30)
GS12b	Øvre Dalsvelva	16	19 %	22 (18 - 25)
GS13	Glomma Øvre Øst	78	72 %	57 (49 - 66)
GS14	Hoelsbekken	46	58 %	47 (40 - 54)
GS15	Haugen/Libru bekken	21	78 %	60 (51 - 70)
GS16	Dorja	54	61 %	49 (42 - 57)
GS17	Rakkestadelva	185	46 %	39 (33 - 45)
GS18	Fjellomrader Rakke	74	3 %	11 (9 - 12)
GS19	Øverbybekken	15	57 %	47 (40 - 54)
GS20	Skisvassdraget	37	64 %	51 (44 - 59)
GS21	Tjerna	19	18 %	21 (17 - 24)
GS22	Ertevang	38	41 %	36 (31 - 41)
GS23	Skjeklesjøen	41	18 %	21 (18 - 24)
GS24	Glomma østfold S	101	37 %	33 (28 - 38)
GS25	Bekkefelt nipa N	27	34 %	31 (27 - 36)
GS26	Obybekken	17	18 %	21 (18 - 24)
GS27a	Rokkevann	33	28 %	27 (23 - 32)
GS27b	Børtevann	50	20 %	22 (19 - 26)
GS28	Tveterbekk	17	33 %	31 (26 - 36)
GS30	Aagaardselva pluss	94	34 %	31 (27 - 36)
GS31	Visterfloa pluss	34	61 %	49 (42 - 57)
GS32	Ingedalsbekken	24	60 %	49 (41 - 56)
GS33	kentpobekken	8	63 %	51 (43 - 58)
GS34	Kystbekker Onsøy	214	11 %	16 (14 - 19)
GS35	Slevikbekken	5	33 %	31 (26 - 35)
GS36	Guslundbekken	9	76 %	59 (51 - 68)
GS37	Fjelle_dale bekken	7	33 %	31 (26 - 35)
GS38	Skjebergbekken	24	72 %	57 (48 - 65)
GS39	Østerelva	24	58 %	47 (40 - 55)
GS40	Kallerødbekken	8	60 %	48 (41 - 56)
GS41	Glommas utløp	54	66 %	53 (45 - 61)
GS42a	Skinnerflo	41	65 %	52 (44 - 60)
GS42b	Setuelva	78	53 %	44 (37 - 50)
GS43	Hjelmungsbekken	30	56 %	46 (39 - 53)
GS44	Hvaler	586	2 %	10 (9 - 12)
GS45	Hunnebunn	10	66 %	53 (45 - 61)
GS46	Kysten Tosekilen	45	33 %	31 (26 - 36)
GS47	Kysten Skjebergkilen	75	28 %	28 (24 - 32)
GS50	Kysten GS 3	44	11 %	16 (13 - 18)
GS51	Tunevann	7	44 %	38 (32 - 44)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

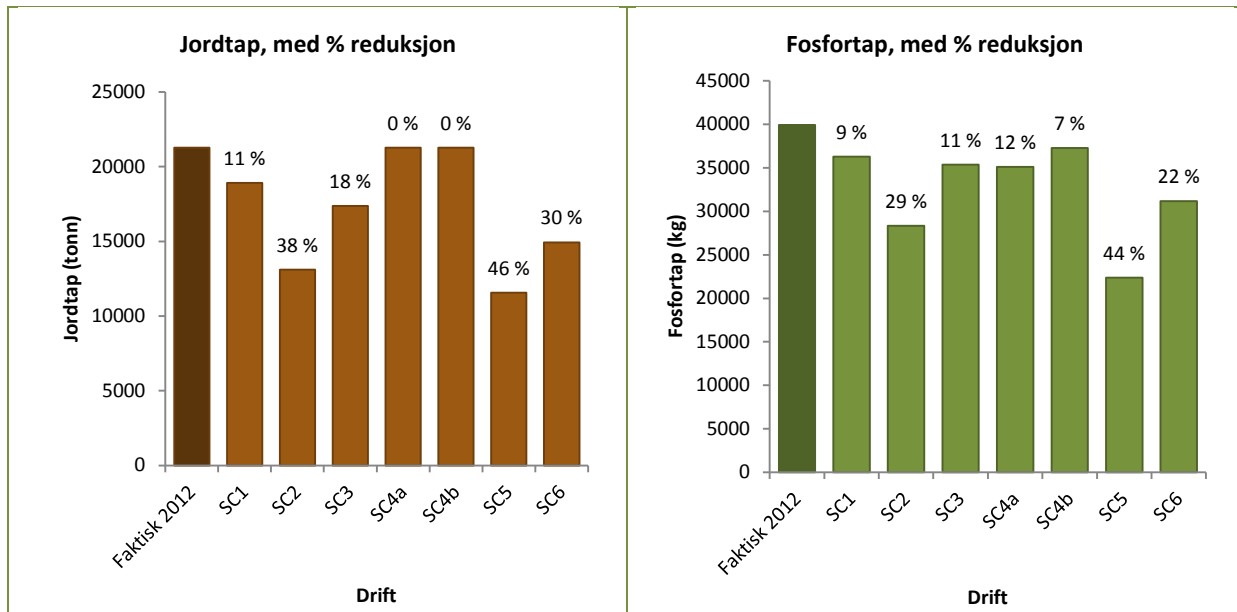
Vedlegg 4. Modellresultater for Morsa

Tabell V4.1. Morsa: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

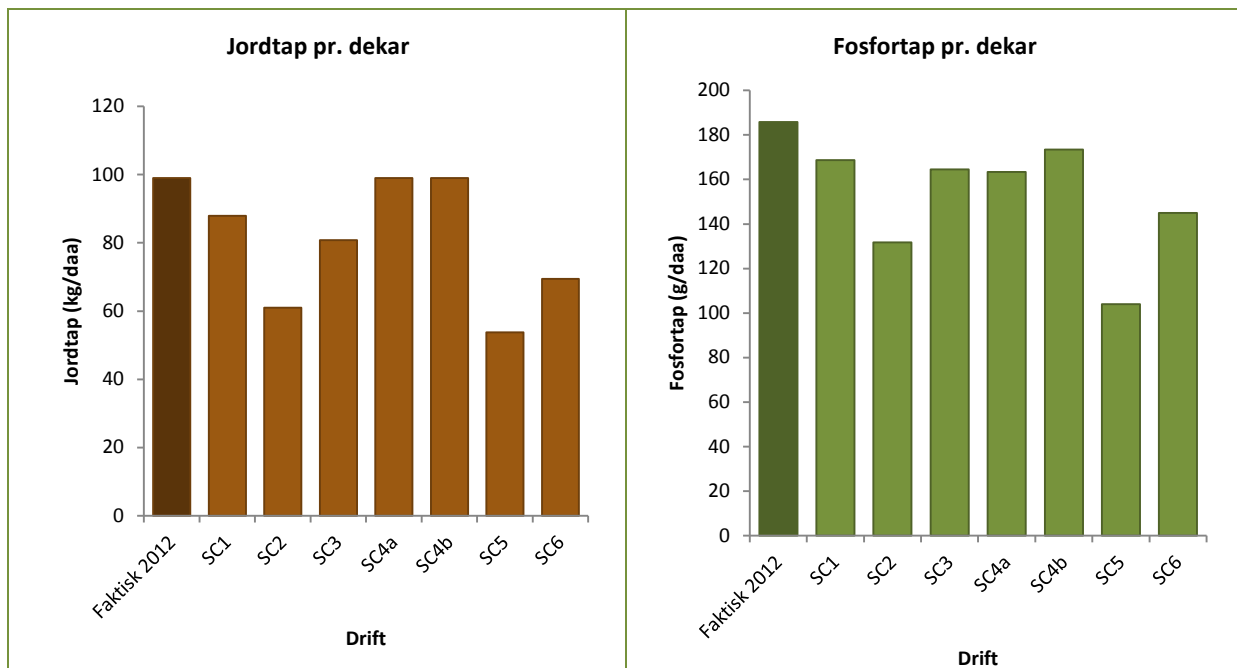
RESNR1	Delfelt	Jordtap (tonn)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Morsa1	Langen	247	226	162	203	247	247	149	175
Morsa2	Våg og Mjær	621	568	356	443	621	621	325	392
Morsa3	Kråkstadelva	2 682	2 496	1 579	2 078	2 682	2 682	1 452	1 787
Morsa4	Hobøelva	4 551	4 022	3 012	3 443	4 551	4 551	2 647	3 150
Morsa5	Veidalselva	248	230	238	267	248	248	198	224
Morsa6	Mørkelva	424	385	287	350	424	424	251	307
Morsa7	Svinna	873	791	624	760	873	873	561	687
Morsa8	Storefjorden	217	195	185	227	217	217	150	176
Morsa9	Nedre Vansjø	482	440	485	535	482	482	396	445
Morsa10	Mosseelva	26,06	24	18	23	26	26	16	18
Morsa11	Hølenelva	6 037	5 320	3 062	4 637	6 037	6 037	2 777	3 826
Morsa12	Jeløya	115	102	107	117	115	115	88	101
Morsa 13	Kystbekker Morsa N	2 177	1 892	1 085	1 725	2 177	2 177	960	1 448
Morsa14	Kystbekker rygge	2 404	2 061	1 783	2 391	2 404	2 404	1 480	2 061
Morsa 15	Kambobekken	175	154	136	179	175	175	112	134
Morsa		21 281	18 907	13 118	17 378	21 281	21 281	11 562	14 931

Tabell V4.2. Morsa: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Delfelt	Fosfortap (kg)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Morsa1	Langen	456	424	337	398	421	447	291	357
Morsa2	Våg og Mjær	987	918	675	786	947	985	600	717
Morsa3	Kråkstadelva	5 104	4 827	3 451	4 324	4 479	4 769	2 826	3 804
Morsa4	Hobøelva	7 798	7 070	6 008	6 705	6 989	7 384	4 840	6 201
Morsa5	Veidalselva	552	519	544	595	500	529	422	514
Morsa6	Mørkelva	750	694	574	666	738	746	508	597
Morsa7	Svinna	1 746	1 615	1 382	1 602	1 635	1 727	1 187	1 474
Morsa8	Storefjorden	486	447	439	509	396	424	302	415
Morsa9	Nedre Vansjø	1 119	1 042	1 138	1 229	939	1 004	808	1 052
Morsa10	Mosseelva	57	53	44	53	52	56	37	45
Morsa11	Hølenelva	10 752	9 684	6 455	8 968	9 640	10 241	5 325	7 659
Morsa12	Jeløya	275	250	265	282	199	216	165	252
Morsa 13	Kystbekker Morsa N	4 045	3 599	2 385	3 425	3 540	3 775	1 881	2 970
Morsa14	Kystbekker rygge	5 482	4 840	4 353	5 479	4 350	4 669	2 959	4 851
Morsa 15	Kambobekken	329	296	279	342	305	323	219	270
Morsa		39 939	36 277	28 328	35 365	35 131	37 297	22 368	31 176



Figur V4.1. Morsa: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V4.2. Morsa: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V4.3. Morsa: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Morsa1	Langen	537	6	21	145	78
Morsa2	Våg og Mjær	206	11	6	49	36
Morsa3	Kråkstadelva	161	7	15	96	2
Morsa4	Hobøelva	577	39	23	215	16
Morsa5	Veidalselva	163	2	2	34	5
Morsa6	Mørkelva	316	3	3	51	8
Morsa7	Sæbyvannet og Svinna	497	7	8	105	35
Morsa8	Storefjorden	229	3	16	103	380
Morsa9	Nedre Vansjø	241	8	12	118	189
Morsa10	Mosseelva	53	0	16	101	16
Morsa11	Hølenelva	532	14	50	343	9
Morsa12	Jeløya	71	8	16	92	1
Morsa13	Kystbekker Morsa N	233	6	34	203	4
Morsa14	Kystbekker Rygge	243	19	61	352	8
Morsa15	Kambobekken	101	2	13	118	1
	Morsa	4159	134	295	2124	787

Tabell V4.4. Morsa: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Morsa1	Langen	105 363	2 569	632	51
Morsa2	Våg og Mjær	41 262	4 720	307	94
Morsa3	Kråkstadelva	51 051	25 234	625	505
Morsa4	Hobøelva	135 202	35 892	1 319	718
Morsa5	Veidalselva	33 325	4 567	253	91
Morsa6	Mørkelva	63 266	5 586	432	112
Morsa7	Svinna	103 711	12 286	750	246
Morsa8	Storefjorden	74 133	4 895	341	98
Morsa9	Nedre Vansjø	68 454	11 328	474	227
Morsa10	Mosseelva	15 624	510	93	10
Morsa11	Hølenelva	139 721	43 317	1 460	866
Morsa12	Jeløya	20 023	3 998	182	80
Morsa 13	Kystbekker Morsa N	64 729	18 339	647	367
Morsa14	Kystbekker rygge	94 089	39 398	1 098	788
Morsa 15	Kambobekken	23 720	2 383	173	48
	Morsa	1 033 674	215 022	8 787	4 300

Tabell V4.5. Morsa: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter, beregnet med leirvassdragsmetoden.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (µg/l)
Morsa1	Langen	105	20 %	22 (19 - 26)
Morsa2	Våg og Mjær	41	32 %	30 (26 - 35)
Morsa3	Kråkstadelva	51	74 %	58 (49 - 67)
Morsa4	Høbøelva	135	51 %	42 (36 - 49)
Morsa5	Veidalselva	33	27 %	27 (23 - 31)
Morsa6	Mørkelva	61	19 %	21 (18 - 24)
Morsa7	Svinna	103	33 %	31 (26 - 35)
Morsa8	Storefjorden	74	22 %	23 (20 - 27)
Morsa9	Nedre vansjø	68	35 %	32 (27 - 37)
Morsa10	Mosseelva	16	21 %	23 (19 - 26)
Morsa11	Hølenelva	139	57 %	47 (40 - 53)
Morsa12	Jeløya	80	24 %	24 (21 - 28)
Morsa13	Kystbekker Morsa N	90	46 %	39 (33 - 45)
Morsa14	Kystbekker Rygge	181	42 %	36 (31 - 42)
Morsa15	Kambobekken	26	34 %	31 (27 - 36)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

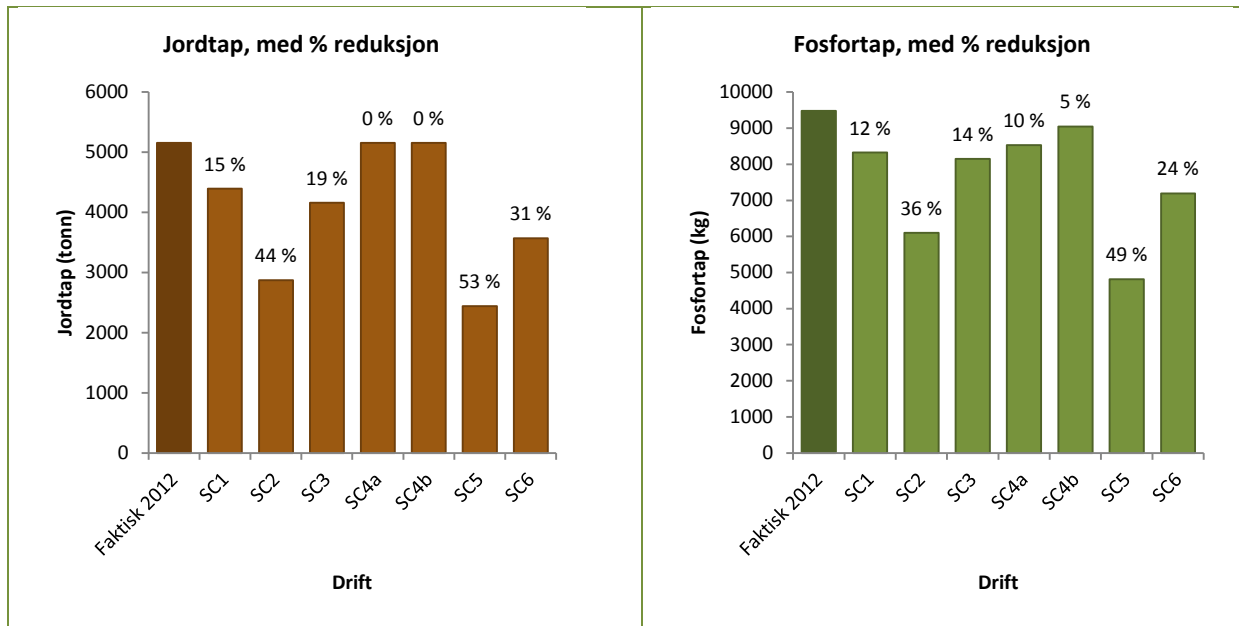
Vedlegg 5. Modellresultater for PURA

Tabell V5.1. PURA: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

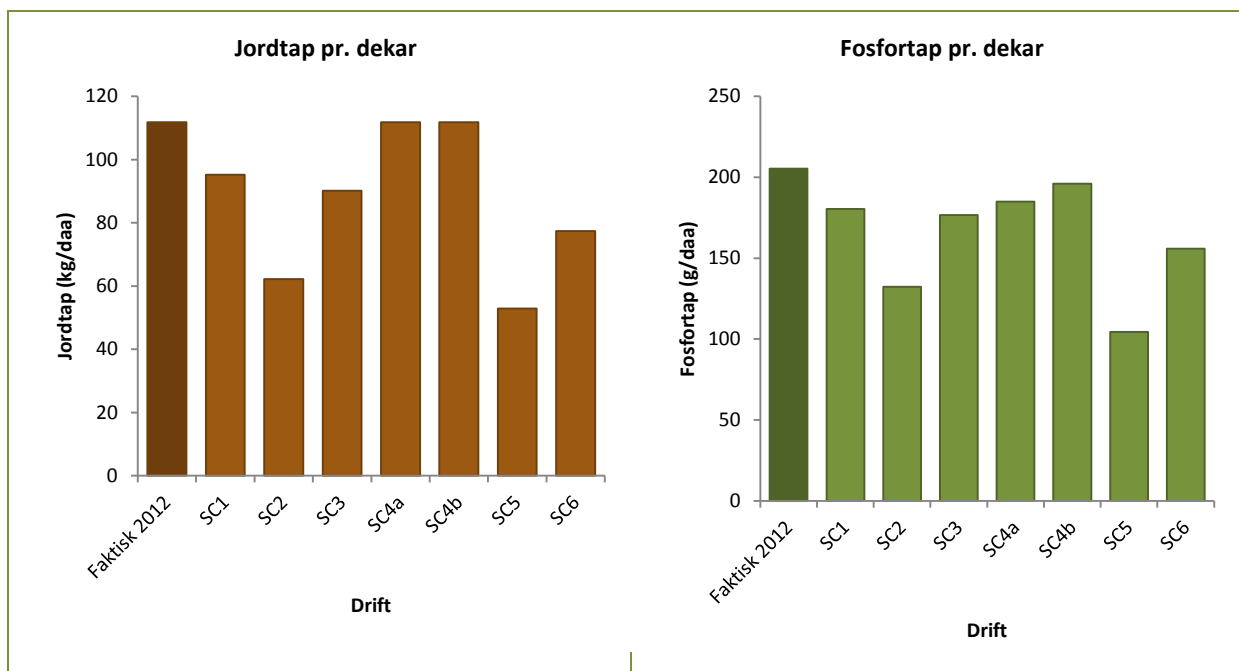
RESNR1	Delfelt	Jordtap (tonn)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
PURA1	Frogn/Nesodden til B	463	388	286	387	463	463	242	353
PURA2	Ås/Oppegård til Bu	50	41	33	46	50	50	27	43
PURA3	Gjersjøen	261	209	172	198	261	261	142	193
PURA4	Dalsbekken	467	392	251	342	467	467	221	303
PURA5	Årungen	2 450	2 088	1 243	1 860	2 450	2 450	1 056	1 594
PURA6	Bonnbekken	110	94	53	94	110	110	44	92
PURA7	Fåleslora/Kaksrudbe	182	155	102	180	182	182	83	133
PURA8	Tussekammen	112	99	65	91	112	112	57	78
PURA9	Greverudbekken	39	34	16	34	39	39	14	26
PURA10	Midtsjøvann	231	209	135	214	231	231	117	155
PURA11	Nærevann	181	162	118	167	181	181	101	132
PURA12	Årungselva	23	22	16	17	23	23	14	16
PURA13	Østensjøvann	549	470	354	493	549	549	298	423
PURA14	Kolbotnvann	0,2	0	0	0	0	0	0	0
PURA15	Pollevann	9,2	8	5	9	9	9	4	7
PURA16	Frogn til Bunnebotn	24	21	19	21	24	24	17	21
PURA17	Ås til Bunnebotn	2,8	3	3	3	3	3	3	3
PURA18	Gjersjøelva	1,7	1	2	2	2	2	1	2
	PURA	5 157	4 395	2 871	4 160	5 157	5 157	2 440	3 571

Tabell V5.2. PURA: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Delfelt	Fosfortap (kg)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
PURA1	Frogn/Nesodden til B	852	738	581	742	802	845	483	684
PURA2	Ås/Oppegård til Bu	107	92	81	102	96	101	61	95
PURA3	Gjersjøen	495	419	363	407	407	436	257	397
PURA4	Dalsbekken	789	688	505	636	752	779	432	577
PURA5	Årungen	4 447	3 898	2 659	3 657	3 950	4 220	2 066	3 212
PURA6	Bonnbekken	202	176	118	182	189	198	95	183
PURA7	Fåleslora/Kaksrudbe	354	311	227	353	313	335	170	275
PURA8	Tussekammen	218	197	146	188	194	208	115	165
PURA9	Greverudbekken	69	61	35	61	67	69	30	52
PURA10	Midtsjøvann	447	412	299	425	387	412	230	329
PURA11	Nærevann	350	320	259	335	302	322	195	277
PURA12	Årungselva	39	37	28	30	34	36	22	28
PURA13	Østensjøvann	1 036	912	743	965	974	1 016	611	852
PURA14	Kolbotnvann	0,6	1	1	1	1	1	0	1
PURA15	Pollevann	16	14	10	15	15	16	7	12
PURA16	Frogn til Bunnebotn	46	40	37	42	40	43	30	40
PURA17	Ås til Bunnebotn	7,3	7	7	8	7	7	6	7
PURA18	Gjersjøelva	3,9	3	4	4	4	4	3	4
	PURA	9 477	8 324	6 104	8 151	8 531	9 048	4 815	7 190



Figur V5.1. PURA: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V5.2. PURA: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V5.3. PURA: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
PURA1	Frogn/Nesodden til B	171	5	16	129	5
PURA2	Ås/Oppegård til Bunnefjorden	61	3	2	22	1
PURA3	Gjersjøen	74	2	10	96	43
PURA4	Dalsbekken	49	1	9	56	1
PURA5	Årungen	98	7	13	132	20
PURA6	Bonnbecken	27	0	1	8	4
PURA7	Fåleslora/Kaksrudbekken	21	3	3	25	1
PURA8	Tussebekken	96	0	13	85	5
PURA9	Greverudbekken	42	0	12	67	1
PURA10	Midtsjøvann	19	0	1	11	5
PURA11	Nærevann	22	0	1	8	11
PURA12	Årungselva	9	1	1	12	0
PURA13	Østensjøvann	20	1	9	57	5
PURA14	Kolbotnvann	5	0	7	35	5
PURA15	Pollevann	23	0	4	18	5
PURA16	Frogn til Bunnebotn	19	0	0	8	0
PURA17	Ås til Bunnebotn	2	0	0	1	0
PURA18	Gjersjøelva	13	0	3	33	1
	PURA	770	24	106	803	113

Tabell V5.4. PURA: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
PURA1	Frogn/Nesodden til B	40340	4 875	303	98
PURA2	Ås/Oppegård til Bu	11778	813	81	16
PURA3	Gjersjøen	19476	2 112	129	42
PURA4	Dalsbekken	14146	3 914	145	78
PURA5	Årungen	38068	18 715	486	374
PURA6	Bonnbecken	6345	1 659	62	33
PURA7	Fåleslora/Kaksrudbekken	6517	2 077	68	42
PURA8	Tussebekken	20239	1 107	143	22
PURA9	Greverudbekken	10322	357	71	7
PURA10	Midtsjøvann	5912	2 283	65	46
PURA11	Nærevann	6036	1 856	56	37
PURA12	Årungselva	1839	196	14	4
PURA13	Østensjøvann	11664	5 664	152	113
PURA14	Kolbotnvann	3190	6	20	0
PURA15	Pollevann	5119	95	31	2
PURA16	Frogn til Bunnebotn	3692	275	26	5
PURA17	Ås til Bunnebotn	434	81	3	2
PURA18	Gjersjøelva	3151	52	20	1
	PURA	208 269	46 138	1 876	923

Tabell V5.5. PURA: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter, beregnet med leirvassdragsmetoden.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (µg/l)
PURA1	Frogn/Nesodden til B	40	32 %	30 (26 - 35)
PURA2	Ås/Oppegård til Bunnefjorden	12	21 %	23 (19 - 26)
PURA3	Gjersjøen	19	29 %	28 (24 - 32)
PURA4	Dalsbekken	14	66 %	53 (45 - 61)
PURA5	Årungen	38	85 %	66 (56 - 75)
PURA6	Bonnbekken	6	61 %	49 (42 - 57)
PURA7	Fåleslora/Kaksrudbekken	7	72 %	57 (48 - 65)
PURA8	Tussebekken	20	26 %	26 (22 - 30)
PURA9	Greverudbekken	10	29 %	28 (24 - 32)
PURA10	Midtsjøvann	6	66 %	53 (45 - 61)
PURA11	Nærevann	6	61 %	49 (42 - 57)
PURA12	Årungselva	2	35 %	32 (27 - 37)
PURA13	Østensjøvann	12	88 %	67 (57 - 78)
PURA14	Kolbotnvann	3	8 %	14 (12 - 16)
PURA15	Pollevann	5	41 %	36 (31 - 41)
PURA16	Frogn til Bunnebotn	4	30 %	29 (24 - 33)
PURA17	Ås til Bunnebotn	0	54 %	45 (38 - 52)
PURA18	Gjersjøelva	3	13 %	17 (15 - 20)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

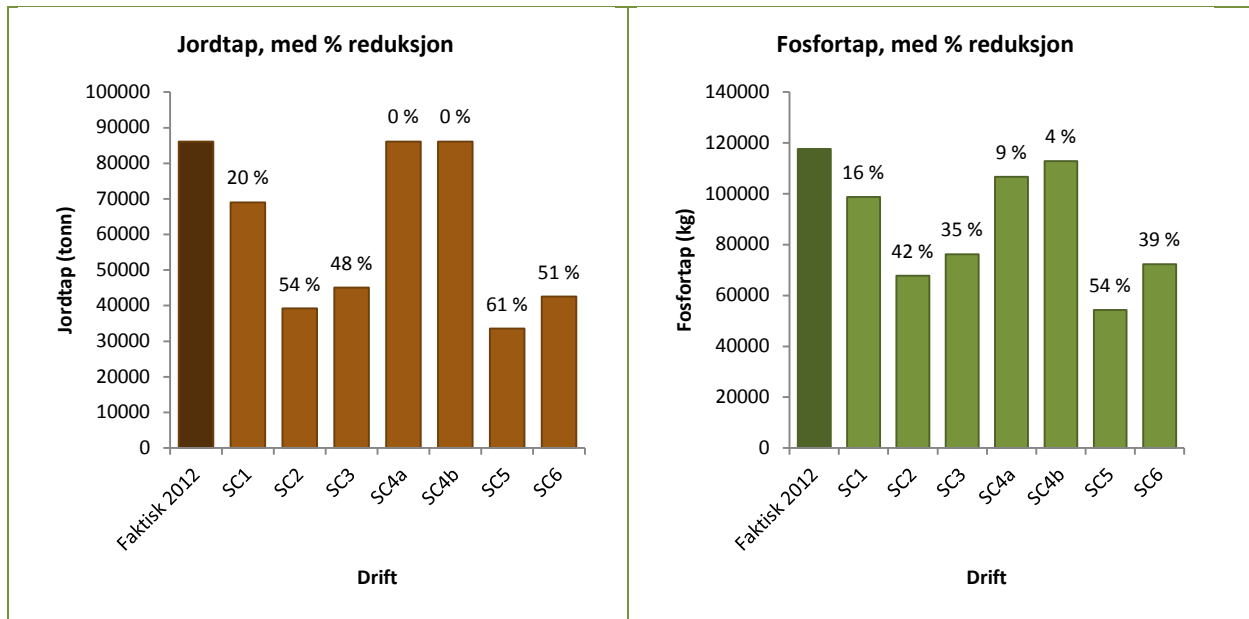
Vedlegg 6. Modellresultater for Øyeren

Tabell V6.1. Øyeren: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

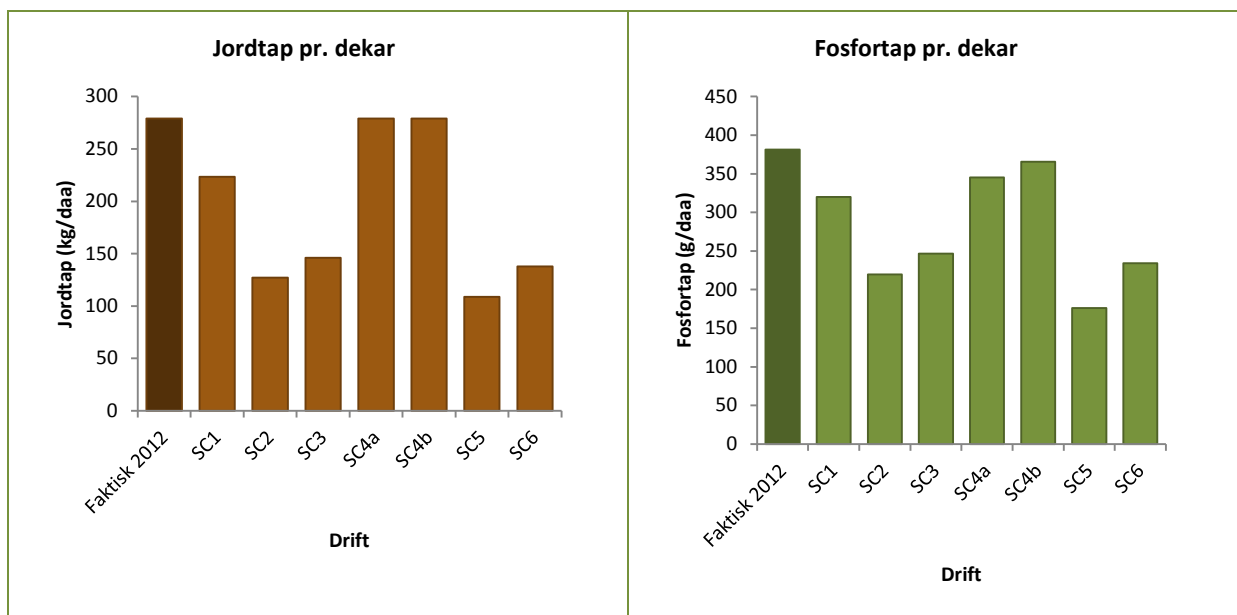
RESNR1	Delfelt	Drift 2012	Jordtap (tonn)						
			SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Øyeren1	Bekkefelt Øyeren V	6930	5 721	2 689	2 943	6 930	6 930	2 364	2 857
Øyeren2	Bekkefelt Øyeren Ø	3885	3 284	1 780	1 903	3 885	3 885	1 573	1 824
Øyeren3	Børtervassdraget	2128	1 877	1 635	1 671	2 128	2 128	1 482	1 653
Øyeren4	Drogga øvre	669	550	367	421	669	669	309	395
Øyeren5	Dyståavassdraget	714	585	329	626	714	714	286	535
Øyeren6	Frøshaugbekken	2342	1 743	683	773	2 342	2 342	587	737
Øyeren7	Gansåa	1012	907	387	484	1 012	1 012	361	442
Øyeren8	Kampåavassdraget	1891	1 421	684	882	1 891	1 891	548	836
Øyeren9	Melnesåa	1924	1 545	560	675	1 924	1 924	505	618
Øyeren10	Ramstadbekken Nordby	644	585	612	612	644	644	558	608
Øyeren11	Rømua	36157	28 634	15 940	18 289	36 157	36 157	13 515	17 091
Øyeren12	Sagstuåavassdraget	489	407	434	444	489	489	372	421
Øyeren13	Sidebekker Glomma S	4348	3 452	2 363	2 727	4 348	4 348	1 961	2 583
Øyeren14	Sidebekker Glomma N	8260	6 665	3 181	3 640	8 260	8 260	2 746	3 326
Øyeren15	Smalelva Trøgstad	5042	3 937	2 081	2 296	5 042	5 042	1 762	2 196
Øyeren16	Tilløpsbekker Øyer	1023	895	478	609	1 023	1 023	439	535
Øyeren17	Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss	432	219	219	326	432	432	189	432
Øyeren18	Ua vassdraget	2190	1 645	1 037	1 373	2 190	2 190	843	1 279
Øyeren19	Varåavassdraget	276	246	203	239	276	276	185	224
Øyeren20	Åa vassdraget	5762	4 666	3 533	4 129	5 762	5 762	2 948	3 932
	Øyeren	86120	68 984	39 195	45 063	86 120	86 120	33 532	42 523

Tabell V6.2. Øyeren: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Delfelt	Drift 2012	Fosfortap (kg)						
			SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Øyeren1	Bekkefelt Øyeren V	8852	7 554	4 515	4 886	8 109	8 555	3 726	4 760
Øyeren2	Bekkefelt Øyeren Ø	5338	4 655	3 098	3 294	4 861	5 151	2 549	3 161
Øyeren3	Børtervassdraget	3280	2 977	2 774	2 828	2 956	3 126	2 310	2 798
Øyeren4	Drogga øvre	1097	932	713	798	983	1 034	560	753
Øyeren5	Dyståavassdraget	1286	1 097	722	1 172	1 164	1 240	582	1 025
Øyeren6	Frøshaugbekken	3174	2 519	1 291	1 433	2 853	3 035	1 026	1 378
Øyeren7	Gansåa	1365	1 242	680	818	1 283	1 338	607	758
Øyeren8	Kampåavassdraget	2508	1 992	1 173	1 449	2 267	2 407	897	1 386
Øyeren9	Melnesåa	2677	2 254	1 101	1 289	2 286	2 436	860	1 197
Øyeren10	Ramstadbekken Nordby	1139	1 056	1 108	1 108	1 032	1 096	934	1 103
Øyeren11	Rømua	47800	39 686	27 045	30 271	43 161	45 741	21 364	28 498
Øyeren12	Sagstuåavassdraget	948	823	880	897	881	924	719	857
Øyeren13	Sidebekker Glomma S	5820	4 899	3 807	4 286	5 297	5 620	3 030	4 094
Øyeren14	Sidebekker Glomma N	11579	9 781	5 942	6 658	10 574	11 180	4 849	6 140
Øyeren15	Smalelva Trøgstad	6848	5 647	3 733	4 061	6 124	6 512	2 914	3 901
Øyeren16	Tilløpsbekker Øyer	1555	1 402	898	1 096	1 437	1 510	781	983
Øyeren17	Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss	822	502	502	675	751	790	404	822
Øyeren18	Ua vassdraget	3319	2 676	1 939	2 448	3 062	3 209	1 521	2 302
Øyeren19	Varåavassdraget	477	436	375	428	444	463	325	407
Øyeren20	Åa vassdraget	7790	6 602	5 519	6 287	7 103	7 518	4 370	6 016
	Øyeren	117672	98 730	67 815	76 182	106 627	112 885	54 328	72 338



Figur V6.1. Øyeren: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V6.2. Øyeren: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V6.3. Øyeren: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Øyeren1	Bekkefelt Øyeren V	137	36	6	56	0
Øyeren2	Bekkefelt Øyeren Ø	106	42	5	54	0
Øyeren3	Børtervassdraget	300	26	5	66	73
Øyeren4	Drogga øvre	58	1	8	52	11
Øyeren5	Dyståavassdraget	159	2	3	48	4
Øyeren6	Frøshaugbekken	22	5	4	33	0
Øyeren7	Gansåa	226	9	5	63	21
Øyeren8	Kampåavassdraget	422	4	3	83	39
Øyeren9	Melnesåa	83	18	2	25	15
Øyeren10	Ramstadbekken Nordby	203	20	10	63	23
Øyeren11	Rømua	644	84	43	396	13
Øyeren12	Sagstuåavassdraget	398	9	3	81	36
Øyeren13	Sidebekker Glomma S	166	20	21	140	2
Øyeren14	Sidebekker Glomma N	303	51	25	212	1
Øyeren15	Smalelva Trøgstad	124	19	6	60	1
Øyeren16	Tilløpsbekker Øyer	85	34	6	29	1
Øyeren17	Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss	480	10	7	122	20
Øyeren18	Ua vassdraget	109	3	5	41	24
Øyeren19	Varåavassdraget	544	13	11	163	42
Øyeren20	Åa vassdraget	124	6	6	69	1
	Øyeren	4696	412	184	1856	329

Tabell V6.4. Øyeren: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Øyeren1	Bekkefelt Øyeren V	37 373	13 959	425	279
Øyeren2	Bekkefelt Øyeren Ø	31 290	11 751	374	235
Øyeren3	Børtervassdraget	62 422	7 618	460	152
Øyeren4	Drogga øvre	19 515	6 281	199	126
Øyeren5	Dyståavassdraget	38 509	10 130	364	203
Øyeren6	Frøshaugbekken	9 795	5 159	134	103
Øyeren7	Gansåa	46 422	3 834	306	77
Øyeren8	Kampåavassdraget	86 591	7 858	581	157
Øyeren9	Melnesåa	20 465	4 010	167	80
Øyeren10	Ramstadbekken Nordby	41 522	4 661	319	93
Øyeren11	Rømua	204 730	95 117	2 551	1 902
Øyeren12	Sagstuåavassdraget	84 864	7 954	574	159
Øyeren13	Sidebekker Glomma S	48 453	15 258	503	305
Øyeren14	Sidebekker Glomma N	96 610	41 467	1 143	829
Øyeren15	Smalelva Trøgstad	35 458	14 731	439	295
Øyeren16	Tilløpsbekker Øyer	21 049	4 902	196	98
Øyeren17	Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss	30 825	8 490	306	170
Øyeren18	Ua vassdraget	106 229	16 981	836	340
Øyeren19	Varåavassdraget	24 116	1 978	153	40
Øyeren20	Åa vassdraget	127 550	26 560	1 097	531
	Øyeren	1 173 788	308 700	11 128	6 174

Tabell V6.5. Øyeren: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter, beregnet med leirvassdragsmetoden.

RESNR1	Nedbørfelt navn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (µg/l)
Øyeren1	Bekkefelt Øyeren V	37	69 %	55 (46 - 63)
Øyeren2	Bekkefelt Øyeren Ø	31	77 %	60 (51 - 69)
Øyeren3	Børtervassdraget	62	24 %	25 (21 - 29)
Øyeren4	Drogga øvre	20	35 %	32 (27 - 37)
Øyeren5	Dyståavassdraget	39	24 %	25 (21 - 28)
Øyeren6	Frøshaugbekken	10	82 %	63 (54 - 73)
Øyeren7	Gansåa	46	18 %	21 (18 - 24)
Øyeren8	Kampåavassdraget	87	9 %	14 (12 - 17)
Øyeren9	Melnesåa	20	43 %	37 (32 - 43)
Øyeren10	Ramstadbekken Nordby	42	22 %	23 (20 - 27)
Øyeren11	Rømua	205	54 %	45 (38 - 52)
Øyeren12	Sagstuåavassdraget	85	9 %	15 (12 - 17)
Øyeren13	Sidebekker Glomma S	49	47 %	40 (34 - 46)
Øyeren14	Sidebekker Glomma N	97	43 %	37 (32 - 43)
Øyeren15	Smalelva Trøgstad	35	88 %	67 (57 - 78)
Øyeren16	Tilløpsbekker Øyer	21	55 %	45 (38 - 52)
Øyeren17	Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss	31	29 %	28 (24 - 32)
Øyeren18	Ua vassdraget	106	27 %	26 (22 - 30)
Øyeren19	Varåavassdraget	24	29 %	28 (24 - 32)
Øyeren20	Åa vassdraget	128	27 %	26 (22 - 30)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

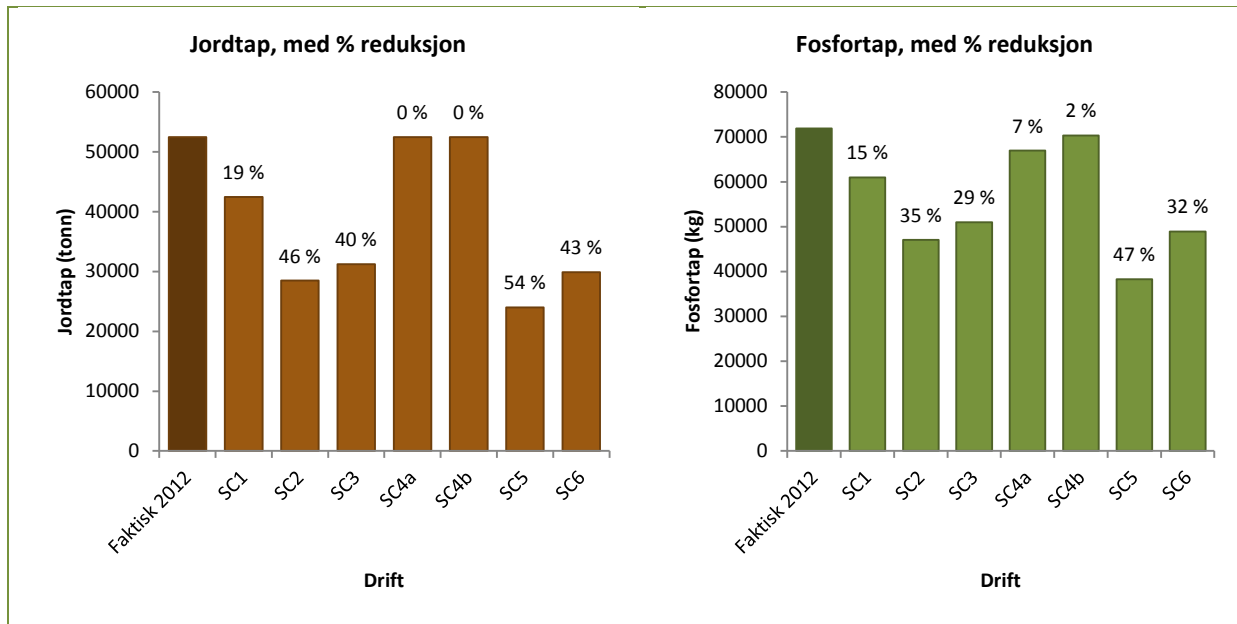
Vedlegg 7. Modellresultater for Leira-Nitelva

Tabell V7.1. Leira-Nitelva: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

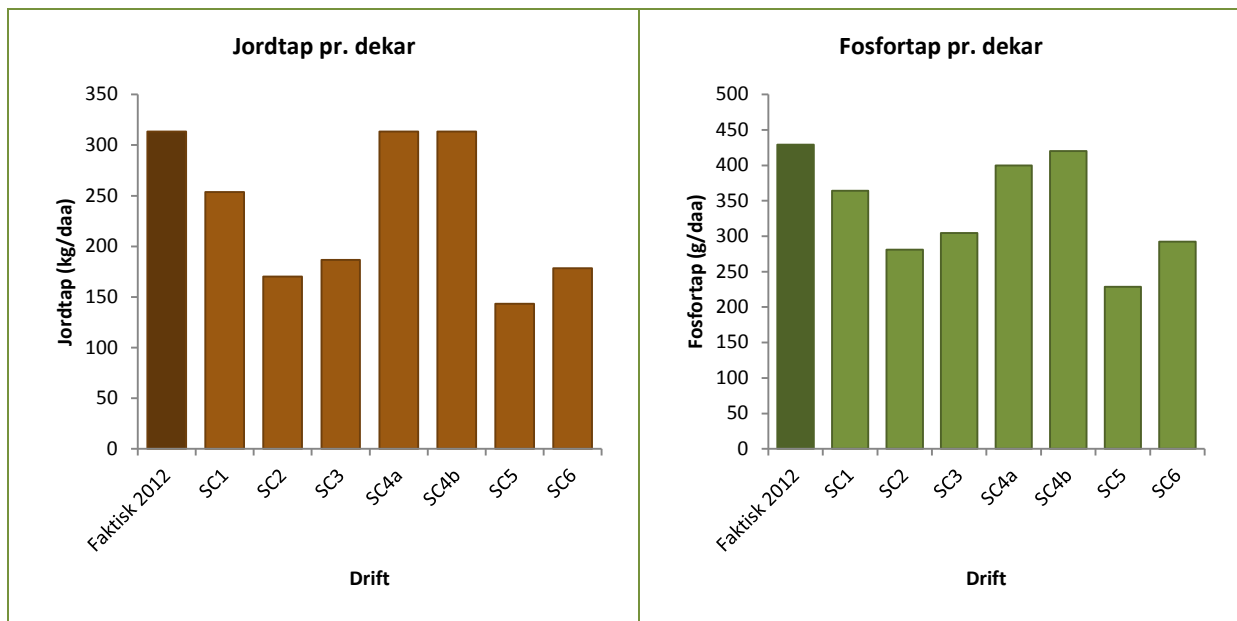
RESNR1	Delfelt	Jordtap (tonn)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Leira1	Mikkelsbekken	1 232	975	698	752	1 232	1 232	595	732
Leira2	Jeksla	3 171	2 383	1 573	1 640	3 171	3 171	1 206	1 583
Leira3	Gjermåa øvre	558	481	243	251	558	558	223	247
Leira4	Øvre Leira	1,1	1,0	0,9	0,9	1,1	1,1	0,8	1,0
Leira5	Gjermåa	7 168	5 297	3 689	3 892	7 168	7 168	2 879	3 867
Leira6	Ulvedalsbekken øvre	1 854	1 562	909	965	1 854	1 854	814	935
Leira9	Songa og Vikka	1 380	1 072	742	823	1 380	1 380	620	778
Leira10	Tveia og Nordbytjern	2 215	1 855	1 344	1 594	2 215	2 215	1 116	1 440
Leira11	Leira midtre fra Kri	9 422	7 814	5 320	5 588	9 422	9 422	4 622	5 457
Leira12	Leira nedre fra Leir	1 533,92	1 307	1 007	1 148	1 534	1 534	849	1 021
Leira13	Ulvedalsbekken nedre	1 520	1 268	880	921	1 520	1 520	775	919
Leira14	Bølerbekken	1 363	1 021	778	879	1 363	1 363	646	847
Leira15	Leira med tilløpsbækker Krokfoss-Leirsund	10 336	8 151	6 017	6 318	10 336	10 336	4 958	6 190
Nitelva1	Nedstrøms Rud	1 287	1 114	775	873	1 287	1 287	676	823
Nitelva2	Møllerdammen - Slat	761	690	443	591	761	761	406	519
Nitelva3	Til Kongsvang	117	107	88	98	117	117	76	92
Nitelva4	Kongsvang - Møllerdammen	2 480	2 209	1 018	1 380	2 480	2 480	929	1 209
Nitelva5	Oppstrøms Sagelva	1 530	1 307	860	1 095	1 530	1 530	765	950
Nitelva6	Slattum - Rud	4 549	3 857	2 082	2 430	4 549	4 549	1 852	2 260
	Leira-Nitelva	50 943	42 470	28 466	31 238	52 477	52 477	24 007	29 869

Tabell V7.2. Leira-Nitelva: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Delfelt	Fosfortap (kg)							
		Drift 2012	SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Leira1	Mikkelsbekken	1 766	1 480	1 192	1 276	1 676	1 757	999	1 245
Leira2	Jeksla	3 906	3 121	2 423	2 510	3 679	3 884	1 849	2 428
Leira3	Gjermåa øvre	722	642	404	416	686	720	357	410
Leira4	Øvre Leira	2	2,2	2,1	2,2	2,0	2,1	1,6	2,3
Leira5	Gjermåa	9 150	7 209	5 682	5 980	8 451	8 954	4 327	5 940
Leira6	Ulvedalsbekken øvre	2 434	2 134	1 479	1 562	2 250	2 378	1 252	1 515
Leira9	Songa og Vikka	1 901	1 567	1 245	1 362	1 799	1 884	1 010	1 292
Leira10	Tveia og Nordbytjern	3 070	2 664	2 174	2 491	2 920	3 047	1 779	2 287
Leira11	Leira midtre fra Kri	13 237	11 438	9 014	9 396	12 644	13 188	7 684	9 198
Leira12	Leira nedre fra Leir	2 738	2 433	2 111	2 337	2 406	2 562	1 616	2 111
Leira13	Ulvedalsbekken nedre	2 040	1 758	1 360	1 421	1 791	1 897	1 070	1 419
Leira14	Bølerbekken	1 979	1 605	1 354	1 504	1 843	1 953	1 088	1 453
Leira15	Leira med tilløpsbækker Krokfoss-Leirsund	13 197	10 957	9 125	9 512	12 461	13 078	7 396	9 344
Nitelva1	Nedstrøms Rud	1 882	1 654	1 313	1 458	1 706	1 792	1 072	1 377
Nitelva2	Møllerdammen - Slat	1 255	1 160	838	1 049	1 148	1 216	714	942
Nitelva3	Til Kongsvang	200	186	164	178	173	187	127	169
Nitelva4	Kongsvang - Møllerdammen	3 374	3 078	1 790	2 268	3 171	3 308	1 558	2 032
Nitelva5	Oppstrøms Sagelva	2 264	1 997	1 483	1 816	2 214	2 258	1 321	1 605
Nitelva6	Slattum - Rud	6 744	5 895	3 886	4 434	5 910	6 270	3 088	4 164
	Leira-Nitelva	71 861	60 980	47 039	50 972	66 930	70 335	38 309	48 933



Figur V7.1. Leira-Nitelva: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele Leira ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V7.2. Leira-Nitelva: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele Leira ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V7.3. Leira-Nitelva: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Leira1	Mikkelsbekken	123	6	2	26	5
Leira2	Jeksla	46	7	11	71	0
Leira3	Gjermåa øvre	264	2	3	52	41
Leira4	Øvre Leira	1319	7	3	204	244
Leira5	Gjermåa	26	9	4	38	1
Leira6	Ulvedalsbekken øvre	60	7	4	26	1
Leira7	Rotua og Råsjøen	215	0	0	31	37
Leira8	Fiskeløysa og Råbjørn	88	0	0	13	11
Leira9	Songa og Vikka	102	10	38	140	0
Leira10	Tveia og Nordbytjern	82	13	22	158	6
Leira11	Leira midtre fra Kri	333	104	23	198	10
Leira12	Leira nedre fra Leir	42	7	8	49	18
Leira13	Ulvedalsbekken nedre	16	5	2	14	0
Leira14	Bølerbekken	36	10	14	80	2
Leira15	Leira med tilløpsbekker Krokfoss-Leirsund	79	43	8	74	4
Nitelva1	Nedstrøms Rud	117	13	25	131	118
Nitelva2	Møllerdammen - Slattum	282	7	13	96	28
Nitelva3	Til Kongsvang	1004	13	15	238	244
Nitelva4	Kongsvang - Møllerdammen	298	9	14	99	21
Nitelva5	Oppstrøms Sagelva	487	8	59	373	88
Nitelva6	Slattum - Rud	211	31	56	317	22
	Leira-Nitelva	5 230	311	324	2 428	901

Tabell V7.4. Leira-Nitelva: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Leira1	Mikkelsbekken	25 309	4 242	209	85
Leira2	Jeksla	16 352	6 876	190	138
Leira3	Gjermåa øvre	50 785	1 243	292	25
Leira4	Øvre Leira	243 294	40	1 336	1
Leira5	Gjermåa	17 434	13 273	283	265
Leira6	Ulvedalsbekken øvre	15 010	3 863	140	77
Leira7	Rotua og Råsjøen	39 389	0	217	0
Leira8	Fiskeløysa og Råbjørn	16 610	0	90	0
Leira9	Songa og Vikka	31 396	8 195	314	164
Leira10	Tveia og Nordbytjern	26 339	8 849	283	177
Leira11	Leira midtre fra Kri	96 257	36 832	1 071	737
Leira12	Leira nedre fra Leir	21 171	11 814	272	236
Leira13	Ulvedalsbekken nedre	5 558	2 703	69	54
Leira14	Bølerbekken	13 388	5 272	147	105
Leira15	Germeribekken	37 424	23 329	550	467
Nitelva1	Nedstrøms Rud	39 563	6 316	279	126
Nitelva2	Møllerdammen - Slattum	55 074	4 489	397	90
Nitelva3	Til Kongsvang	191 695	1 693	1 070	34
Nitelva4	Kongsvang - Møllerdammen	60 851	7 662	470	153
Nitelva5	Oppstrøms Sagelva	108 669	7 107	731	142
Nitelva6	Slattum - Åros	63 579	13 600	565	272
	Leira-Nitelva	1 175 146	167 400	8 976	3 348

Tabell V7.5. Leira-Nitelva: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter, beregnet med leirvassdragsmetoden. Tall oppgis ikke for delfelter uten marine avsetninger.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (<input type="checkbox"/>)
Leira1	Mikkelsbekken	25	26 %	26 (22 - 30)
Leira2	Jeksla	16	48 %	41 (34 - 47)
Leira3	Gjermåa øvre	51	4 %	11 (10 - 13)
Leira4	Øvre Leira	-	-	-
Leira5	Gjermåa	17	100 %	75 (64 - 87)
Leira6	Ulvedalsbekken øvre	15	38 %	34 (29 - 39)
Leira7	Rotua og Råsjøen	-	-	-
Leira8	Fiskeløysa og Råbjørn	-	-	-
Leira9	Songa og Vikka	31	43 %	37 (32 - 43)
Leira10	Tveia og Nordbytjern	26	46 %	39 (34 - 45)
Leira11	Leira midtre fra Kri	96	55 %	46 (39 - 52)
Leira12	Leira nedre fra Leir	21	32 %	30 (26 - 35)
Leira13	Ulvedalsbekken nedre	6	77 %	60 (51 - 69)
Leira14	Bølerbekken	13	80 %	62 (53 - 71)
Leira15	Leira med tilløpsbekker Krokfoss-Leirsund	37	91 %	69 (59 - 80)
Nitelva1	Nedstrøms Rud	41	25 %	25 (21 - 29)
Nitelva2	Møllerdammen - Slattum	55	13 %	18 (15 - 20)
Nitelva3	Til Kongsvang	192	0 %	9 (7 - 10)
Nitelva4	Kongsvang - Møllerdammen	61	19 %	22 (18 - 25)
Nitelva5	Oppstrøms Sagelva	109	14 %	18 (15 - 21)
Nitelva6	Slattum - Rud	64	45 %	39 (33 - 45)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

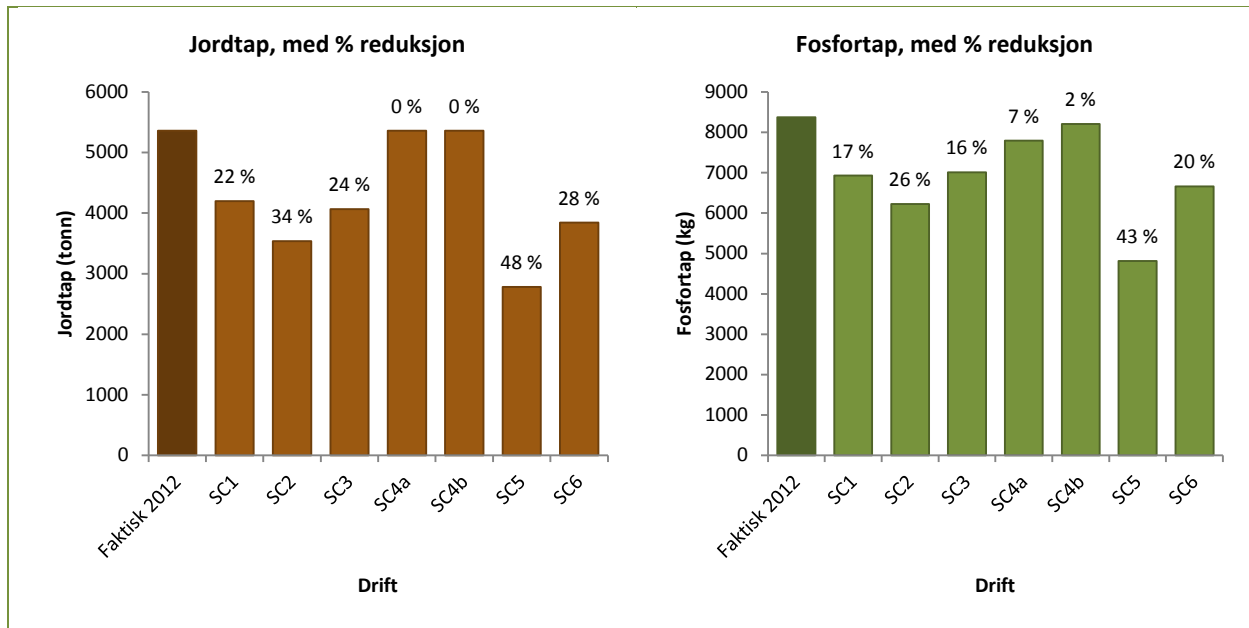
Vedlegg 8. Modellresultater for Hurdalsvassdraget/Vorma

Tabell V8.1. Hurdalsvassdraget/Vorma: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

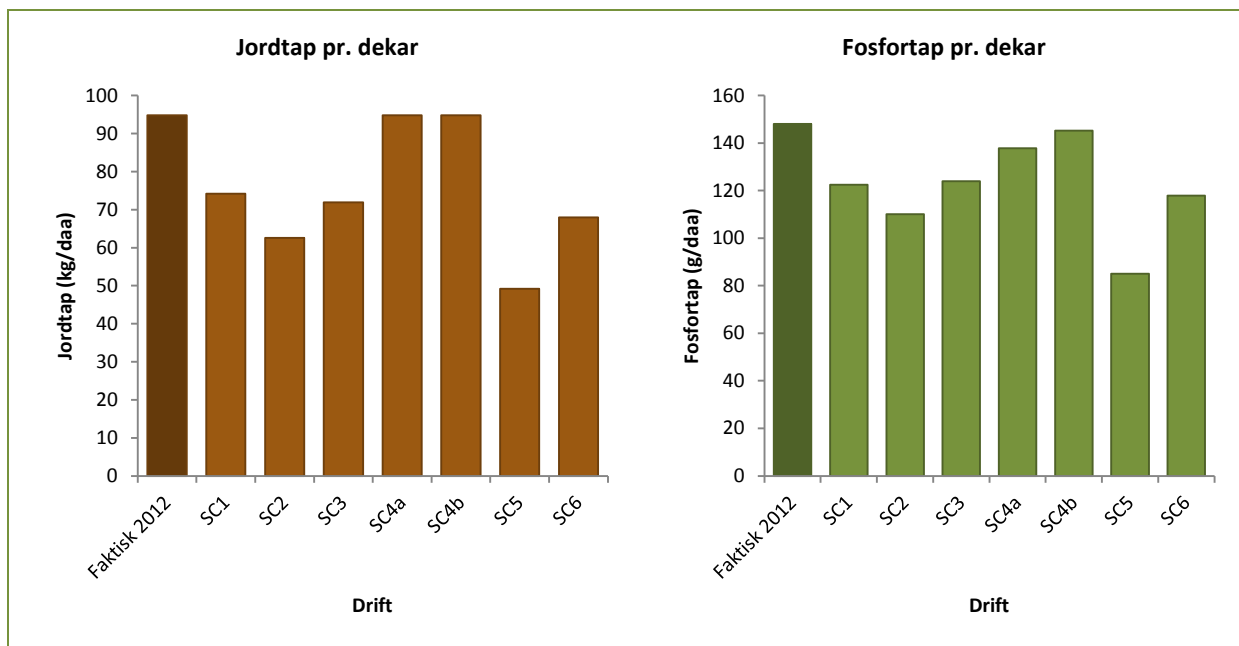
RESNR1	Delfelt	Drift 2012	Jordtap (tonn)						
			SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Hurdal1	Andelva	1 338	953	1 018	1 062	1 338	1 338	735	1 043
Hurdal2	Bekk Fosserud	232	189	185	212	232	232	149	201
Hurdal3	Brådalsbekken	57	50	32	44	57	57	29	40
Hurdal4	Dokknes	105	83	84	93	105	105	69	81
Hurdal5	Frilset	33	25	7	10	33	33	6	11
Hurdal6	Hersjøen	345	239	234	296	345	345	165	279
Hurdal7	Holsjøvassdraget	194	166	108	128	194	194	95	123
Hurdal8	Hæra	666	552	338	392	666	666	292	353
Hurdal9	Ilebekken	391	312	122	191	391	391	103	157
Hurdal10	Nessa	618	517	407	483	618	618	342	465
Hurdal11	Risa	523	405	357	426	523	523	271	410
Hurdal12	Røkholt	153	127	117	121	153	153	89	117
Hurdal13	Sentrum vest	109	95	89	100	109	109	77	90
Hurdal14	Sentrum øst	190	143	121	126	190	190	95	124
Hurdal15	Løykjebekken	156	123	130	156	156	156	103	144
Hurdal16	Tilløp Hurdalsjøen	255	221	190	226	255	255	165	206
Hurdalsvassdraget/ Vorma		5 364	4 199	3 539	4 066	5 364	5 364	2 782	3 842

Tabell V8.2. Hurdalsvassdraget/Vorma: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Delfelt	Drift 2012	Fosfortap (kg)						
			SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Hurdal1	Andelva	1 884	1 457	1 533	1 600	1 786	1 883	1 139	1 568
Hurdal2	Bekk Fosserud	437	371	368	414	386	408	273	394
Hurdal3	Brådalsbekken	109	98	73	93	104	108	63	85
Hurdal4	Dokknes	181	151	156	169	164	175	120	154
Hurdal5	Frilset	48	38	14	19	43	46	11	21
Hurdal6	Hersjøen	573	438	433	523	476	515	278	497
Hurdal7	Holsjøvassdraget	314	275	204	237	286	305	166	228
Hurdal8	Hæra	899	779	570	644	874	898	490	587
Hurdal9	Ilebekken	587	490	255	364	563	575	211	311
Hurdal10	Nessa	1099	949	818	939	1 040	1 096	675	909
Hurdal11	Risa	803	647	610	702	738	791	442	676
Hurdal12	Røkholt	247	210	211	217	227	243	155	210
Hurdal13	Sentrum vest	171	155	147	162	165	169	127	149
Hurdal14	Sentrum øst	295	239	222	230	263	279	162	226
Hurdal15	Løykjebekken	291	244	256	295	272	291	200	275
Hurdal16	Tilløp Hurdalsjøen	435	389	357	404	412	432	300	376
Hurdalsvassdraget/ Vorma		8 373	6 930	6 227	7 012	7 799	8 211	4 812	6 665



Figur V8.1. Hurdalsvassdraget/Vorma: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V8.2. Hurdalsvassdraget/Vorma: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V8.3. Hurdalsvassdraget/Vorma: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Hurdal1	Andelva	60	29	14	100	14
Hurdal2	Bekk Fosserud	12	0	1	10	0
Hurdal3	Bærdalsbekken	24	0	1	5	0
Hurdal4	Dokknes	21	7	1	18	0
Hurdal5	Frilset	10	0	0	2	0
Hurdal6	Hersjøen	126	6	8	67	15
Hurdal7	Holsjøvassdraget	288	5	3	55	24
Hurdal8	Hæra	149	5	7	65	1
Hurdal9	Ilebekken	25	1	1	9	1
Hurdal10	Nessa	117	16	7	72	8
Hurdal11	Risa	196	16	21	152	8
Hurdal12	Røkholt	24	14	1	10	0
Hurdal13	Sentrum vest	8	3	2	16	1
Hurdal14	Sentrum øst	11	5	3	21	0
Hurdal15	Løykjebekken	49	4	1	13	0
Hurdal16	Tilløp Hurdalsjøen	2838	50	20	484	878
Hurdalsvassdraget/Vorma		3959	161	92	1100	952

Tabell V8.4. Hurdalsvassdraget/Vorma: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Hurdal1	Andelva	21 892	8 111	242	162
Hurdal2	Bekk Fosserud	4 315	1 966	55	39
Hurdal3	Brådalsbekken	5 322	830	41	17
Hurdal4	Dokknes	5 484	1 912	62	38
Hurdal5	Frilset	1 858	86	12	2
Hurdal6	Hersjøen	25 424	4 217	218	84
Hurdal7	Holsjøvassdraget	55 898	1 508	327	30
Hurdal8	Hæra	30 581	6 604	287	132
Hurdal9	Ilebekken	6 606	2 141	71	43
Hurdal10	Nessa	29 620	7 720	278	154
Hurdal11	Risa	41 782	6 908	368	138
Hurdal12	Røkholt	6 308	1 869	67	37
Hurdal13	Sentrum vest	3 032	1 262	36	25
Hurdal14	Sentrum øst	4 040	1 295	43	26
Hurdal15	Løykjebekken	10 628	2 857	107	57
Hurdal16	Tilløp Hurdalsjøen	541 782	7 277	3 073	146
Hurdalsvassdraget/Vorma		794 573	56 563	5 286	1 131

Tabell V8.5. Hurdalsvassdraget/Vorma: Leirdekningsgrad (andel av nedbørfelt som har marine avsetninger) og naturlig bakgrunnskonsentrasjon av fosfor for hele delnedbørfelter, beregnet med leirvassdragsmetoden. Tall oppgis ikke for delfelter uten marine avsetninger.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Nedbørfeltareal (km ²)	Leirdekningsgrad (%)	Naturlig tot-P nivå (<input type="checkbox"/>)
Hurdal1	Andelva	22	70 %	55 (47 - 64)
Hurdal2	Bekk Fosserud	4	62 %	50 (43 - 58)
Hurdal3	Bærdalsbekken	5	26 %	26 (22 - 30)
Hurdal4	Dokknes	5	52 %	43 (37 - 50)
Hurdal5	Frilset	2	26 %	26 (22 - 30)
Hurdal6	Hersjøen	-	-	-
Hurdal7	Holsjøvassdraget	56	3 %	11 (9 - 13)
Hurdal8	Hæra	31	39 %	35 (30 - 40)
Hurdal9	Ilebekken	7	46 %	40 (34 - 46)
Hurdal10	Nessa	30	33 %	30 (26 - 35)
Hurdal11	Risa	42	5 %	12 (10 - 14)
Hurdal12	Røkholt	6	57 %	47 (40 - 54)
Hurdal13	Sentrum vest	3	78 %	61 (52 - 70)
Hurdal14	Sentrum øst	4	47 %	40 (34 - 46)
Hurdal15	Løyjebekken	11	25 %	25 (22 - 29)
Hurdal16	Tilløp Hurdalsjøen	542	1 %	9 (8 - 11)

Klassegrenser for naturlig tot-P-nivå:

Klasse 1 - 20% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 20µgP/l og god moderatgrense på 40µgP/l;

Klasse 2 - 30% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 25µgP/l og god moderatgrense på 50µgP/l;

Klasse 3 - 40% leirdekningsgrad med forventet naturtilstand omtrent på 30µgP/l og god moderatgrense på 60µgP/l;

Klasse 4 - Faller utenfor definerte klassegrenser.

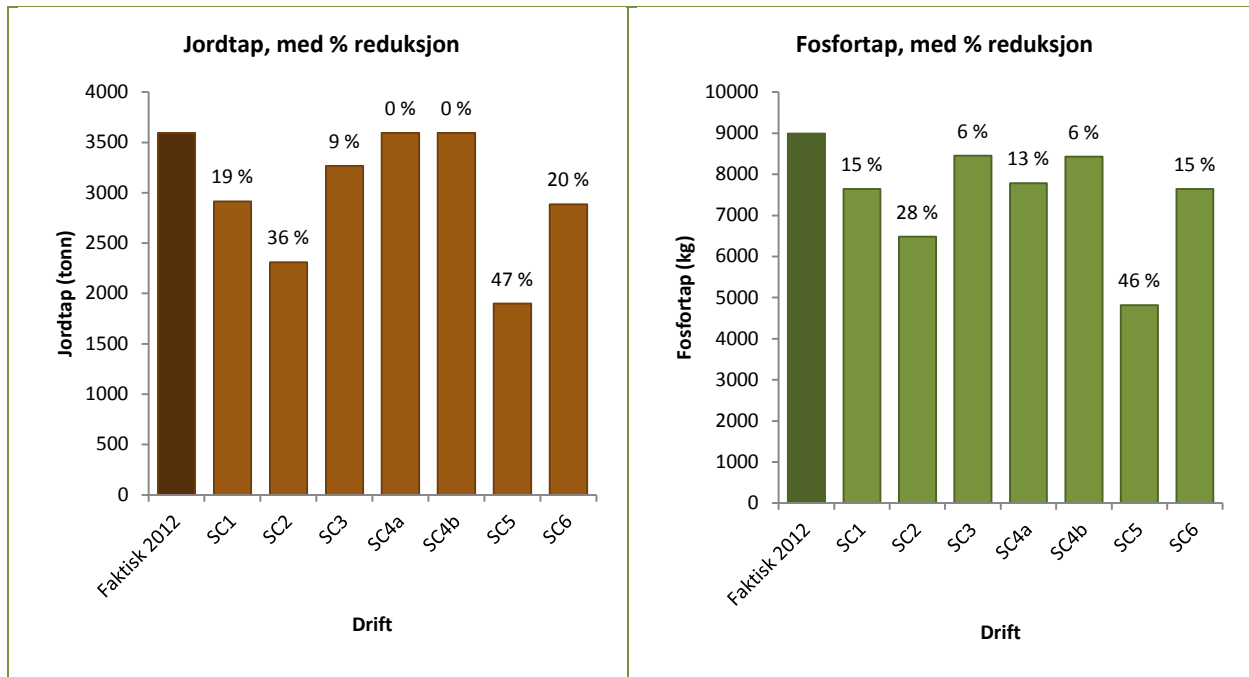
Vedlegg 9. Modellresultater for delfelter i Oppland (vannområdet Mjøsa)

Tabell V9.1. Delfelter i Oppland: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

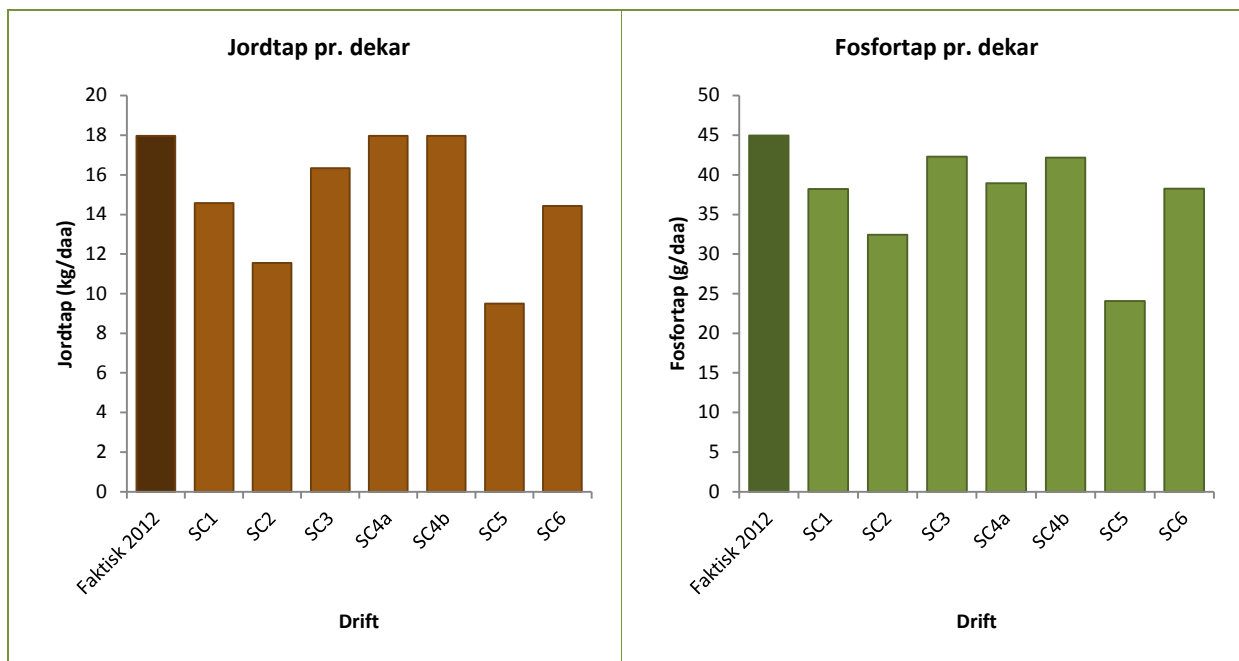
RESNR1	Delfelt	Drift 2012	Jordtap (tonn)						
			SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Oppland1	Augga	74	48	54	59	74	74	38	60
Oppland2	Brandelva	191	163	121	180	191	191	104	155
Oppland3	Eiriksrudtjern	9	8	5	9	9	9	5	7
Oppland4	Gausa nord	247	162	199	222	247	247	138	224
Oppland5	Gausa Sor	302	236	226	278	302	302	184	266
Oppland6	Hegghuselva	140	115	97	133	140	140	78	120
Oppland7	Helsetjern	7	6	5	6	7	7	4	6
Oppland8	Joara	237	152	165	192	237	237	116	194
Oppland9	Kauserudtjern	6	5	5	5	6	6	4	6
Oppland10	Lenaelva	1 389	1 166	821	1 309	1 389	1 389	695	1 111
Oppland11	Sillongen	11	6	5	8	11	11	5	10
Oppland12	Steffenrudtjern	3	2	3	3	3	3	2	3
Oppland13	Vesleelva	278	240	182	232	278	278	161	204
Oppland14	Einavatn	351	314	206	328	351	351	185	253
Oppland15	Hunnelva	208	170	135	181	208	208	111	166
Oppland16	Korta	62	52	44	57	62	62	37	52
Oppland17	sломma	1	1	1	2	1	1	1	1
Oppland18	Vesleelva smaa	75	68	35	63	75	75	31	46
Delfelter i Oppland		3 593	2 914	2 309	3 267	3 593	3 593	1 899	2 884

Tabell V9.2. Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier, for delfelter i Oppland.

RESNR1	Delfelt	Drift 2012	Fosfortap (kg)						
			SC1	SC2	SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Oppland1	Augga	136	100	112	120	130	136	81	120
Oppland2	Brandelva	481	421	340	461	417	452	261	412
Oppland3	Eiriksrudtjern	26	23	17	25	21	23	12	21
Oppland4	Gausa nord	626	457	543	586	498	540	326	590
Oppland5	Gausa Sor	694	576	567	660	568	616	395	638
Oppland6	Hegghuselva	406	345	307	392	328	356	209	360
Oppland7	Helsetjern	20	17	16	18	17	19	12	18
Oppland8	Joara	486	351	380	425	412	446	248	429
Oppland9	Kauserudtjern	24	19	21	21	17	18	12	23
Oppland10	Lenaelva	3 582	3 105	2 408	3 435	3 193	3 455	1 876	3 013
Oppland11	Sillongen	31	21	19	25	26	29	14	30
Oppland12	Steffenrudtjern	9	8	9	10	7	8	6	9
Oppland13	Vesleelva	648	578	480	573	571	618	383	521
Oppland14	Einavatn	899	820	602	859	785	851	483	700
Oppland15	Hunnelva	536	458	399	493	462	500	295	460
Oppland16	Korta	184	159	146	173	157	171	107	162
Oppland17	sломma	5	4	5	5	4	5	4	5
Oppland18	Vesleelva smaa	196	179	109	170	173	187	88	133
Delfelter i Oppland		8 990	7 642	6 482	8 453	7 785	8 428	4 813	7 645



Figur V9.1. Delfelter i Oppland: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V9.2. Delfelter i Oppland: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V9.3. Delfelter i Oppland: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Utmark	Fosfortap (kg)			
			Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Oppland1	Augga	368	38	11	73	9
Oppland2	Brandelva	227	11	3	47	6
Oppland3	Eiriksrudtjern	4	0	1	3	3
Oppland4	Gausa nord	619	134	112	261	58
Oppland5	Gausa Sør	407	86	12	190	17
Oppland6	Hegghuselva	90	3	5	46	1
Oppland7	Helsetjern	2	1	0	1	2
Oppland8	Joara	2 553	246	458	408	328
Oppland9	Kauserudtjern	7	4	0	3	4
Oppland10	Lenaelva	815	81	49	440	59
Oppland11	Sillongen	3	1	0	4	3
Oppland12	Steffenrudtjern	3	0	0	0	2
Oppland13	Vesleelva	312	35	13	160	2
Oppland14	Einavatn	654	23	10	170	277
Oppland15	Hunnelva	631	28	40	352	49
Oppland16	Kortåa	41	12	6	38	0
Oppland17	slomma	1	2	0	1	1
Oppland18	Vesleelva smaa	14	2	1	12	0
Delfelter i Oppland		6 753	706	722	2 210	821

Tabell V9.4. Delfelter i Oppland: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Oppland1	Augga	75 289	3 266	496	65
Oppland2	Brandelva	51 727	8 878	412	178
Oppland3	Eiriksrudtjern	1 330	463	14	9
Oppland4	Gausa nord	159 289	19 719	1 113	394
Oppland5	Gausa Sør	90 762	16 610	783	332
Oppland6	Hegghuselva	23 520	8 699	270	174
Oppland7	Helsetjern	922	446	11	9
Oppland8	Joara	615 185	10 092	3 140	202
Oppland9	Kauserudtjern	2 327	723	25	14
Oppland10	Lenaelva	234 867	78 403	2 504	1 568
Oppland11	Sillongen	1 740	776	21	16
Oppland12	Steffenrudtjern	800	232	8	5
Oppland13	Vesleelva	67 123	11 812	584	236
Oppland14	Einavatn	152 543	17 241	1 047	345
Oppland15	Hunnelva	136 680	13 066	977	261
Oppland16	Korta	14 228	5 433	171	109
Oppland17	slomma	624	206	7	4
Oppland18	Vesleelva smaa	5 962	3 836	87	77
Delfelter i Oppland		1 634 917	199 900	11 670	3 998

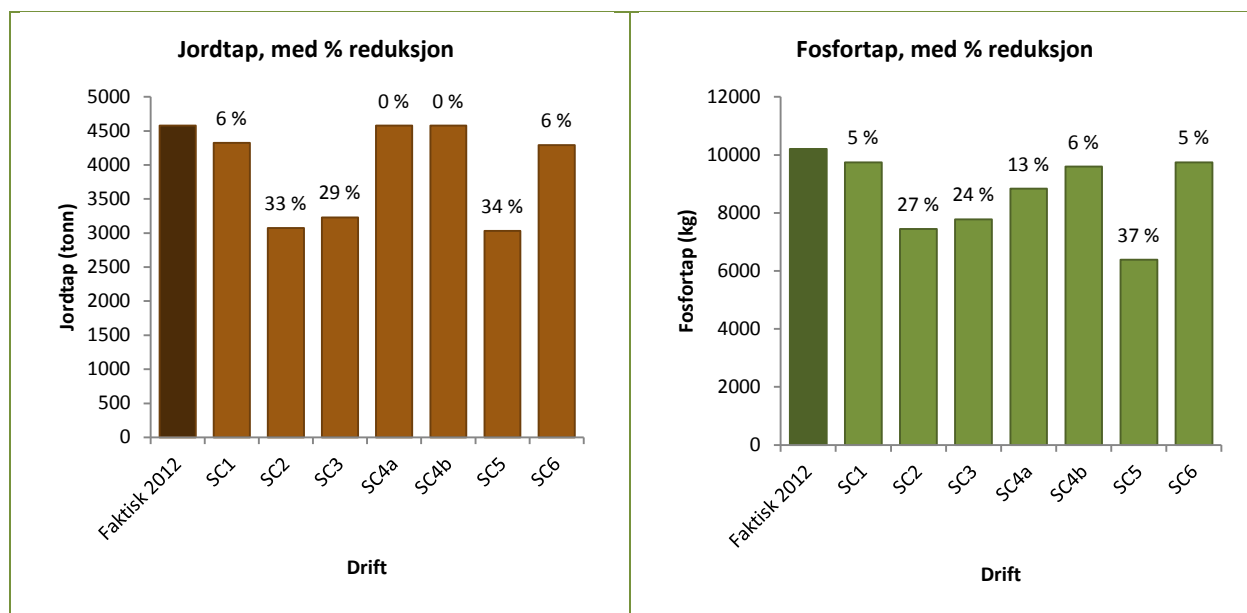
Vedlegg 10. Modellresultater for delfelter i Hedmark (vannområder Mjøsa/Glomma)

Tabell V10.1. Delfelter i Hedmark: Jordtap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

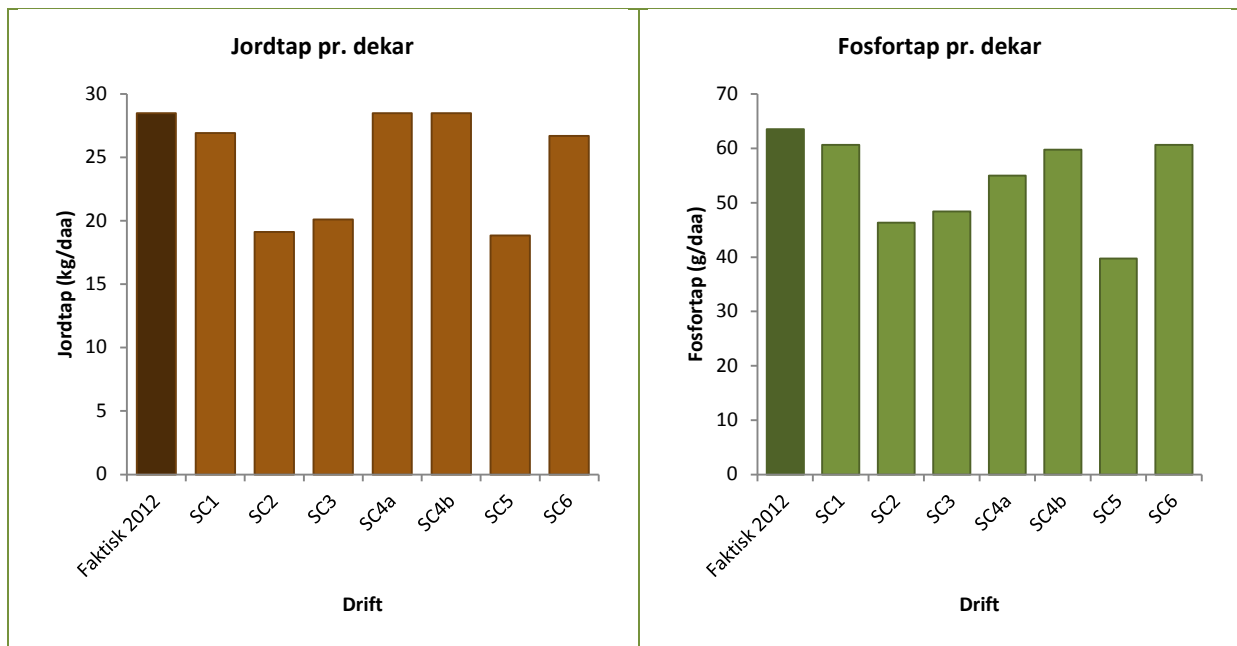
RESNR1	Delfelt	Drift 2012	SC1	SC2	Jordtap (tonn)				
					SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Hedmark1	Flagstadelv	2 602	427	307	332	460	460	306	478
Hedmark2	Gjesjoen	1 688	355	261	281	374	374	269	452
Hedmark3	Hasla	2 597	863	686	722	925	925	679	1 120
Hedmark4	Moelv	572	94	66	67	98	98	63	84
Hedmark5	Svartelv	2 244	2 585	1 754	1 830	2 723	2 723	1 713	2 155
Delfelter i Hedmark		13 050	4 325	3 074	3 231	4 579	4 579	3 030	4 290

Tabell V10.2. Delfelter i Hedmark: Fosfortap ved faktisk drift i 2012 og ved ulike scenarier.

RESNR1	Nedbørfelt navn	Drift 2012	SC1	SC2	Fosfortap (kg)				
					SC3	SC4 PAL7	SC4 PAL9	SC5	SC6
Hedmark1	Flagstadelv	4 978	1 103	847	904	947	1 029	692	1 220
Hedmark2	Gjesjoen	3 128	692	548	585	635	684	499	859
Hedmark3	Hasla	4 613	1 665	1 401	1 468	1 547	1 671	1 230	2 092
Hedmark4	Moelv	1 031	272	223	225	239	261	183	261
Hedmark5	Svartelv	3 929	6 013	4 429	4 596	5 465	5 956	3 778	5 310
Delfelter i Hedmark		24 334	9 745	7 449	7 778	8 833	9 601	6 382	9 741



Figur V10.1. Delfelter i Hedmark: Beregnet jordtap i tonn og fosfortap i kg for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier, samt prosent reduksjon i jord- og fosfortap ved scenarier sammenliknet med faktisk drift.



Figur V10.2. Delfelter i Hedmark: Beregnet jord- og fosfortap pr. dekar for hele vannområdet ved faktisk drift i 2012 og for ulike scenarier.

Tabell V10.3. Delfelter i Hedmark: Fosfortap (antropogent + naturlig bakgrunnsavrenning) fra andre kilder enn jordbruk, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Fosfortap (kg)				
		Utmark	Beite, overflatedyrka	Bebyggelse	Samferdsel	Våtavsetning
Hedmark1	Flagstadelv	753	89	30	295	20
Hedmark2	Gjesjøen	247	1	4	71	73
Hedmark3	Hasla	715	12	10	220	26
Hedmark4	Moelv	766	85	9	216	169
Hedmark5	Svartelv	2 093	129	78	834	116
Delfelter i Hedmark		4 574	316	131	1 636	403

Tabell V10.4. Delfelter i Hedmark: Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor for hele delnedbørfelter og for dyrka mark alene, beregnet med koeffisienter.

RESNR1	Nedbørfeltnavn	Areal (daa)		Fosfortap (kg)	
		Nedbørfelt	Dyrka mark	Nedbørfelt	Dyrka mark
Hedmark1	Flagstadelv	176 683	27 004	1 394	540
Hedmark2	Gjesjøen	55 881	9 899	449	198
Hedmark3	Hasla	146 856	25 586	1 249	512
Hedmark4	Moelv	152 710	10 706	1 056	214
Hedmark5	Svartelv	491 540	102 183	4 315	2 044
Delfelter i Hedmark		1 023 671	175 378	8 463	3 508

Vedlegg 11. Dyretetthet i Vingelen

Tabell V11.1 GDE pr gård basert på husdyrantall og skaleringsfaktor (areal i feltet/areal i SSB-basen), og GDE basert på spredt husdyrgjødsel. Tall for GDE med hensyn på dyreslag og produksjon pr år. Areal og husdyrantall fra 2011.

Gård	Areal (daa)	Husdyrantall (GDE/daa)	Gård	Areal (daa)	Husdyrantall (GDE/daa)
X	158	0,101	X	150	0,117
X	70	0,201	X	248	0,085
X	291	0,055	X	162	0,166
X	128	0,068	X	54	0,097
X	40	0,083	X	157	0,070
X	120	0,069	X	5	0,226
X	174	0,093	X	107	0,078
X	80	0,108	X	140	0,060
X	100	0,272	X	134	0,090
X	105	0,099	X	201	0,180
X	264	0,137	X	50	0,109
X	190	0,066	X	94	0,106
X	34	0,111	X	123	0,254
X	35	0,120	X	53	0,367
X	122	0,106	X	167	0,074
X	18	0,068	X	97	0,084
X	56	0,061	X	223	0,074
X	60	0,090	X	263	0,080
X	158	0,068	X	171	0,155
X	44	0,114	X	90	0,056
X	149	0,093	X	181	0,078
X	7	0,337	X	88	0,049
X	257	0,180	X	4	0,097
X	26	0,056	X	68	0,201
X	73	0,168	X	58	0,082
X	150	0,071	X	150	0,117
SUM				6 147	
Snitt					0,12