

## Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 10 Nr. 10 2015

# Agricat2-beregninger av jord- og fosfortap i vannområde Øyeren, basert på arealbruk i 2013

Sigrun H. Kværnø, Stein Turtumøygard

Bioforsk Jord og miljø Ås

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





|  |
|--|
| <i>Tittel/Title:</i><br>Agricat2-beregninger av jord- og fosfortap i vannområde Øyeren, basert på arealbruk i 2013 |
| <i>Forfatter(e)/Author(s):</i><br>Sigrun H. Kværnø, Stein Turtumøygard   |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <i>Dato/Date:</i><br>26.01.2015               | <i>Tilgjengelighet/Availability:</i><br>Åpen | <i>Prosjekt nr./Project No.:</i><br>8838   | <i>Saksnr./Archive No.:</i><br>2014/1093         |
| <i>Rapport nr./Report No.:</i><br>10(10) 2015 | <i>ISBN-13- nr.:</i><br>978-82-17-01392-1    | <i>Antall sider/Number of pages:</i><br>17 | <i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i><br>3 |

|  |   |
|--|---|
| <i>Oppdragsgiver/Employer:</i><br>Vannområdet Øyeren | <i>Kontaktperson/Contact person:</i><br>Kristian Moseby |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| <i>Stikkord/Keywords:</i><br>Fosforavrenning, modell, Agricat 2, landbruk, vannkvalitet, scenarier, tiltak, vannområdet Øyeren | <i>Fagområde/Field of work:</i><br>Vannkvalitet, arealbruk, tiltak |
|--|--|

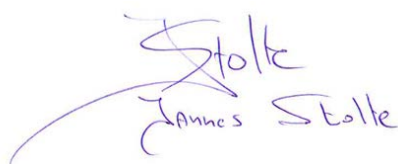
**Sammendrag:**

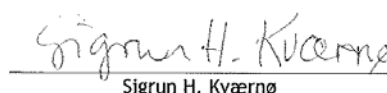
På oppdrag fra vannområde Øyeren er det brukt en empirisk modell, Agricat 2, til å beregne avrenning av partikler og totalfosfor fra nedbørfeltene i vannområdet ved faktisk drift i 2013 og for 10 ulike scenarier. Scenariene inkluderer tiltakspakker med redusert jordarbeiding, redusert fosforstatus i jord og/eller grasdekte buffersoner. Beregningen for faktisk drift 2013 er også gjennomført uten å kalibrere og korrigere erosjonsrisiko. I tillegg er det utviklet og prøvd ut en metode for å beregne retensjon av fosfor i naturlige buffersoner i to av vannforekomstene. Resultatene viste at beregnet jord- og fosfortap var noe lavere i 2013 enn i 2012, til tross for mindre utbredelse av stubb og gras i 2013. Det tyder bl.a. på at de nye arealfordelingsrutinene i modellen og tilgang til kartfestet informasjon om RMP-tiltak (inklusive grasdekte buffersoner og grasdekte vannveier), samt endringer i formelverket i modellen, kan ha hatt en del å si for resultatet. Effekter av de 10 scenariene varierte mellom nedbørfeltene, med fosfortapsreduksjoner fra 0 til 80 %. Modellen beregnet best effekt av de tiltakspakkene som innebærer en omlegging av kornareal fra høstploying til overvintring i stubb, særlig hvis kombinert med grasdekte buffersoner og PAL-reduksjon. Scenarier med tiltak kun på vassdragsnære arealer (stubb eller grasdekte vannveier) og særlig med reduksjon av PAL ga betydelig mindre reduksjoner i fosfortapet. Beregning av retensjon i naturlige buffersoner (skogsarealer) ga 5-10 % reduksjon av fosfortapet sammenliknet med ikke å inkludere denne retensjonen.

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| <i>Land/Country:</i>   | Norge              |
| <i>Fylke/County:</i>   | Akershus, Østfold  |
| <i>Sted/Lokalitet:</i> | Vannområdet Øyeren |

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

  
 James Stolte

  
 Sigrun H. Kværnø

## Forord

---

Dette prosjektet, med navnet «Beregning av jord- og fosfortap fra vannforekomster i vannområdet Øyeren, tilstand 2013, med modellen Agricat 2», er gjennomført på oppdrag for vannområdet Øyeren.

Det er gjort beregninger av jord- og fosfortap fra jordbruksområder i delnedbørfeltene i vannområdet Øyeren, ved faktisk drift i 2013 og for ti ulike scenarier, de fleste av dem såkalte tiltakspakker. Scenariene omfatter endret jordarbeiding, endret fosforstatus i jord og grasdekte buffersoner. Det er også gjort forsøk på å beregne retensjon av fosfor i naturlige buffersoner med metodikk utviklet i prosjektet, for to delnedbørfelter.

Prosjektgruppa i Bioforsk har bestått av Sigrun H. Kværnø (prosjektleder, rapportering), Stein Turtumøygard (datatilrettelegging, modellkjøring, rapportering), Thor Endre Nytrø (datatilrettelegging) og Eva Skarbøvik (kvalitetssikring).

Oppdraget er gjennomført i samarbeid med daglig leder for vannområdet Øyeren, Kristian Moseby.

Ås 26.01.2015

Sigrun H. Kværnø,  
prosjektleder

# Innhold

|  |    |
|--|----|
| Forord .....   | 2  |
| 1. Innledning .....  | 4  |
| 2. Materialer og metoder .....   | 5  |
| 2.1 Feltbeskrivelse .....  | 5  |
| 2.2 Beskrivelse av Agricat 2 .....   | 6  |
| 2.3 Metode for beregning av retensjon i naturlige buffersoner .....  | 7  |
| 2.4 Modelloppsett for Øyeren .....   | 8  |
| 3. Resultater og diskusjon .....   | 10 |
| 3.1 Resultater av beregninger med Agricat 2 .....  | 10 |
| 3.1.1 Arealfordeling av drift i 2012 og 2013 .....   | 10 |
| 3.1.2 Jord- og fosfortap ved faktisk drift 2013 .....  | 11 |
| 3.1.3 Jord- og fosfortap for scenarier .....   | 11 |
| 3.1.4 Effekt av å inkludere naturlige buffersoner .....  | 13 |
| 3.1.5 Betragtninger rundt usikkerheter og begrensninger i beregningene .....   | 14 |
| 4. Konklusjon/sammendrag .....   | 15 |
| 5. Referanser .....  | 16 |
| 6. Vedlegg .....   | 17 |
| Vedlegg 1. Resultater for vannområdet Øyeren, faktisk drift 2013 og 10 scenarier .....   | 1  |
| Vedlegg 2. Resultater for to nedbørfelter, faktisk drift 2013 og 10 scenarier, inkludert retensjon i naturlige buffersoner ..... | 9  |
| Vedlegg 3. Betragtninger rundt usikkerheter og begrensninger i beregningene .....  | 1  |

# 1. Innledning

---

I 2013 ble det beregnet jord- og fosfortap fra en rekke vannområder i vannregion Glomma, inklusive vannområdet Øyeren, ved faktisk drift/arealbruk i 2012. Modellen som ble brukt, var Agricat (Borch et al., 2014), og resultatene av beregningene ble publisert av Kværnø et al. (2014a).

Vannområdet Øyeren har stilt seg noe kritisk overfor resultatene fra dette prosjektet, det pekes på at de beregnede fosfortapene var svært høye sammenliknet med det man har registrert i måledata. Dette kan dels forklares ved at resultater fra denne typen empirisk modell aldri vil være helt sammenliknbare med det man måler i en bekk. Modellen er beregnet på å estimere relative forskjeller i effekter av scenarier (tiltaks pakker). Selve grunnlaget for beregningene er langsiktig erosjonsrisiko ved høstpløying, som framstilt i erosjonsrisikokartet, og modellen kan ikke beregne avrenning og erosjon som representerer enkeltår. Dessuten er det slik at selv om resultatene summeres opp på nedbørfeltskala, er det en rekke nedbørfeltprosesser som ikke er representert i modellen, blant annet sedimentasjon og retensjon.

Det er likevel noen interessante aspekter som kan undersøkes nærmere. Det ene er hva driften det enkelte år kan bety – rent klimamessig var 2012 et litt spesielt år og hadde kanskje derfor noe avvikende fordeling av vekster og jordarbeiding enn i «normalår». Det andre er betydningen av naturlige buffersoner langs vassdragene, noe som så langt ikke har vært inkludert i modellberegningene.

Med bakgrunn i dette, er målsettingen i dette prosjektet å levere estimater for jord- og fosfortap i vannområde Øyeren, som beregnet med Agricat 2 (Kværnø et al., 2014b), med de oppdateringer i formler og arealfordelingsrutiner som ligger inne i modellen. Beregningene er basert på faktisk drift i 2013, og modellen er også kjørt for 10 ulike scenarier inklusive tiltaks pakker med redusert jordarbeiding, redusert fosforstatus i jord og/eller grasdekte buffersoner. For to av vannforekomstene er det også inkludert retensjon i naturlige buffersoner, beregnet med metodikk som er utviklet og testet i dette prosjektet.

## 2. Materialer og metoder

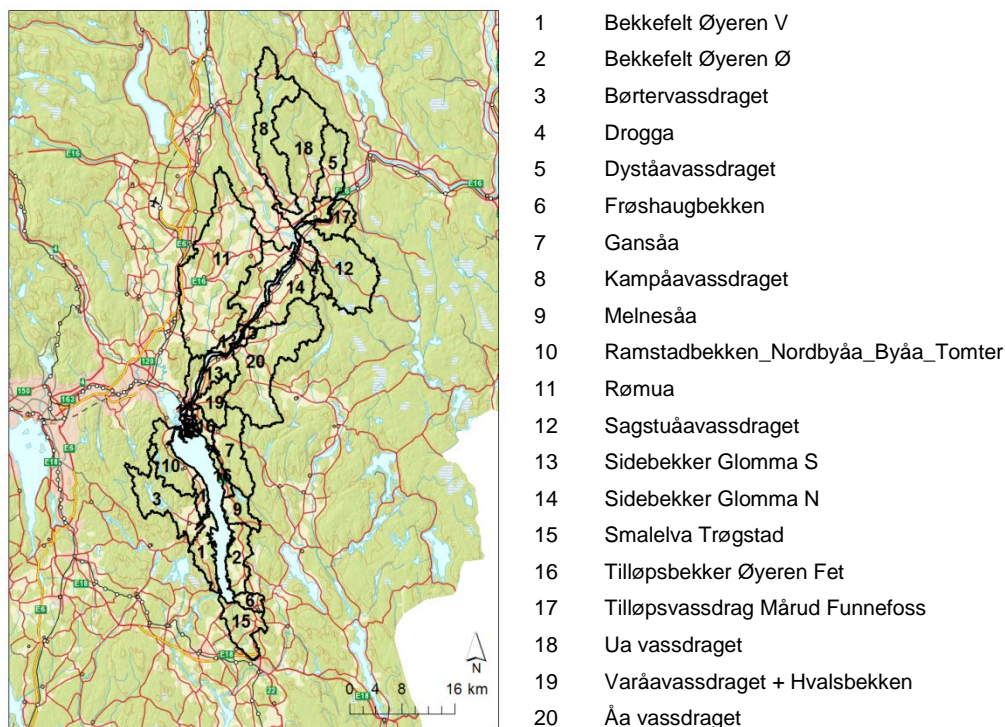
### 2.1 Feltbeskrivelse

Vannområde Øyeren (1.144 km<sup>2</sup>) består av Glommas hovedløp fra samløpet med Vorma, tilløpsbekker til Vorma og den store innsjøen Øyeren (Figur 1). 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.

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.

Jordsmonnet på dyrka mark i vannområdet domineres av havavsetninger (64 %), typisk siltig mellomleire og siltig lettleire, og flomavsetninger (24 %), typisk sandig silt, silt og siltig lettleire. I feltet fins også innslag av sandige jordarter utviklet på elve-, breelv- og strandavsetninger. Om lag en tredjedel av det dyrka arealet, først og fremst havavsetningene, er bakkeplanert. Ca. 40 % av arealet har høy til svært høy erosjonsrisiko.

Jordbruk drives på 27 % av arealene i vannområdet Øyeren, og korndyrking er dominerende produksjon.



Figur 1. Vannområdet Øyeren inndelt i delnedbørfelter.



## 2.2 Beskrivelse av Agricat 2

Agricat 2, utførlig beskrevet av Kværnø et al. (2014b), er en enkel, empirisk modell som er utviklet ved Bioforsk. Det er en oppdatert versjon av Agricat-versjonen fra 2013 (Borch et al., 2014), som har vært mye brukt i tiltaksanalyser på bestilling fra forvaltningen. Modellen beregner jord- og fosfortap fra jordbruksarealer, under faktisk drift i spesifiserte år og/eller for ulike scenarier og tiltakspakker. Resultatene kan derfor brukes som støtte i målretting og prioritering av tiltak.

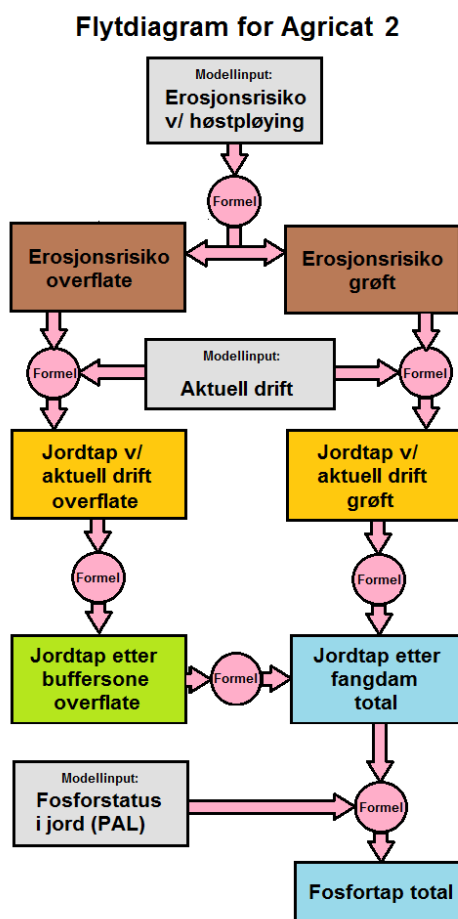
Et forenklet flytdiagram for de ulike beregningsstegene i Agricat 2 er vist i Figur 5. Modellen tar hensyn til samspillseffekter.

Først beregnes jordtaptet med utgangspunkt i erosjonsrisiko ved høstpløying, modifisert gjennom empiriske formler («jordarbeidingsfaktorer») for å representere aktuell drift (vekst og jordarbeiding). Verken erosjonsrisiko-kart eller jordarbeidings-faktorer tar høyde for andre erosjonsformer enn flateerosjon, f.eks. erosjon i dråg. Det «aktuelle» jordtaptet modifiseres så ved retensjon i en eventuell grasdekt buffersone, og deretter ved retensjon i en eventuell fangdam. Grasdekte vannveier behandles i modellen ikke som et tiltak som sådan, disse behandles kun som et grasdekt areal. Jordarbeidingsfaktorene og retensjonsprosentene beregnes utfra empiriske formler basert på målinger i norske feltforsøk.

Deretter beregnes fosfortapet basert på jordtaptet og fosforinnhold på jordpartiklene. Fosforinnholdet beregnes vha. empiriske formler basert på fosforstatus i jord (PAL) og jordart, og tar hensyn til at fosforinnholdet er høyere på de minste jordpartiklene. Jord- og fosfortap fordeles på henholdsvis overflate- og grøfteavrenning.

Beregningene gjøres for små enheter (polygoner kalt GID) med unike egenskaper, og resultatene summeres deretter for å representere større enheter som f.eks. nedbørfelter. I tiltaksanalyser kjøres først Agricat 2 for en referansesituasjon, som vanligvis er faktisk/aktuell drift for et gitt år, og deretter for utvalgte «scenarier», som kan representere f.eks. ulike tiltakspakker.

Hovedforskjellene mellom Agricat 2 og forløperen Agricat er brukergrensesnittet og forbedrede rutiner for fordeling av drift på arealene, samt at noen formler er modifisert:



Figur 2. Flytdiagram for beregninger i Agricat 2. Diagrammet gjelder for beregninger som skjer på enkeltenheter. Aktuell drift betegner her både faktisk drift og drift definert i scenario. Modellinput kommer fra offentlige kart og registre.



formlene for jordarbeidingsfaktorer og formelene for beregning av totalfosfor i jord utfra fosforstatus i jord (PAL).

Agricat-versjonen fra 2013 er kalibrert og validert mot målte data for jord- og fosfortap i tre JOVA-nedbørfelter (Follo, Romerike, Hedmarken) for å få et mål på om nivå for jord- og fosfortap er realistisk (Kværnø et al., 2014a). Fosfortapsberegningene i Agricat 2 er validert mot måledata på rutefelt- og skifteskala (Kværnø et al., 2014b).

Agricat 2 bruker en rekke kart og tabeller som grunnlag (inputdata) for beregningene, og det er et viktig prinsipp at disse datakildene skal være allment og lett tilgjengelige. For dette prosjektet har vi brukt følgende datakilder som input til Agricat 2:

- Kart over nedbørfeltgrenser - fra NVE (REGINE), modifisert av Bioforsk i samråd med vannområdet Øyeren. Det er samme kart som ble brukt av Kværnø et al. (2014a).
- Eiendomskart med gårds- og bruksnummer - fra Kartverket (Matrikkeldata).
- Jordsmonnkart med informasjon jordart og bakkeplanering, og kart med kontinuerlige verdier for erosjonsrisiko («EHP») - fra Norsk institutt for skog og landskap. EHP er korrigert som beskrevet av Kværnø et al. (2014a).
- Informasjon om/kart over jordbruksdrift (vekst, jordarbeiding) og grasdekte buffersoner i 2013 - fra Landbruksdirektoratet gjennom søknad om produksjonstilskudd og RMP-tilskudd (via e-stil). På eiendommer der slik informasjon mangler, tas det utgangspunkt i gjennomsnittlig fordeling av drift i resten av delnedbørfeltet, evt. vannområdet.
- Informasjon om jordleie - fra Landbruksdirektoratets Jordleieregister.
- Kart over fangdammer og deres nedbørfeltgrenser - samme kart som ble brukt av Kværnø et al. (2014a).
- Kart over vannlinjer og vannflater - fra kartverket (FKB Geovekst). Brukt til å bufre opp 6 m grasdekt buffersoner og 50 m influenssone til buffersonene, samt vassdragsnært areal.
- Informasjon om fosforstatus i jord (PAL) - fra Jordatabanken ved Bioforsk, samme datasett som brukt av Kværnø et al. (2014a). Der data mangler, brukes gjennomsnitt for delnedbørfeltet, evt. vannområdet. Dette er tilfelle for hele delnedbørfelt 19, arealveid gjennomsnitt for vannområdet er derfor brukt i dette delnedbørfeltet.

Hvordan disse dataene brukes inn i beregningene er beskrevet i større detalj av Kværnø et al. (2014b).

## 2.3 Metode for beregning av retensjon i naturlige buffersoner

I dette prosjektet er det også gjort forsøk på å beregne retensjonseffekten av «naturlige buffersoner» (skogområder) som ligger mellom jordet og bekken, for to nedbørfelter: Melnesåa (Øyeren 9) og Smalelva Trøgstad (Øyeren 15). Det eksisterte i utgangspunktet ingen metodikk for slike beregninger i Agricat 2. Vi beregner kun retensjon av partikler og fosfor i overflateavrenning.

Datagrunnlaget er digitale kart over vannlinjer/resipienter, jordsmonnkart fra Skog og landskap, skog fra AR50 og 10-meters høydegrid. Under er metoden for å identifisere buffersonene, arealene som påvirkes av buffersonene og retensjonsberegningen beskrevet.

- **Kartgrunnlag:** Det etableres tre digitale kartlag: vannlinjer, jordsmonnkart, og høydepunkter. Fra AR50-kartet lages et skog-tema, som GIS-kobles mot vannlinjene

og høydepunktene. For hvert skogspolygon beregnes gjennomsnittlig høydeverdi (skoghøyde) og korteste avstand til vannlinje (skog-vannavstand).

- **Identifisere nedbørfelt til skogarealet:** Vi kjenner ikke nedbørfeltet til den enkelte skogteig. Derfor velger vi en forenklet metode: Høyereliggende areal innenfor en avstand på 50 meter antas å drenere til skogen. Dette er samme metodikk som er benyttet for grasdekte buffersoner. Først legges et 50-meters buffer rundt hvert skogspolygon, og dette «skog-bufferet» kobles mot jordsmonnskartet. Alle jordsmonnsarealer som ligger innenfor skog-bufferet, samles i et nytt kartlag, «teiger».
- **Klargjøre jordsmonn i nedbørfeltet:** Teig-kartet kobles mot vannlinje-temaet og høydepunktene, og for hver teig beregnes gjennomsnittlig høydeverdi (teighøyde) og korteste avstand til vannlinje (teig-vannavstand). For hver teig kjenner vi altså teighøyde og teig-vannavstand og tilhørende skoghøyde og skog-vannavstand.
- **Velge ut jordsmonn med mulig retensjon:** Vi utelukker teiger som har teig-vannavstand *mindre enn* skog-vannavstand, fordi disse ikke har skog mellom teigen og bekken. Vi utelukker også teiger som har teighøyde *mindre enn* skoghøyde, fordi disse ligger lavere enn skogen, og altså ikke har avrenning dit. De gjenværende teigene er antatt å ha skog-retensjon, og for disse er det beregnet redusert tilførsel av partikler og fosfor fra overflateavrenning.
- **Beregne retensjon:** Det fins svært lite dokumentasjon på hvor stor retensjonen i naturlige buffersoner/skog er. Retensjonsberegningen er i denne omgang utført på enkleste måte, ved å anta samme retensjonsprosent som i en 6-meters grasdekt bufferson utfra formel angitt av Kværnø et al (2014b), dvs. 65 % for partikler og 59 % for fosfor. Dette vil kunne utvikles videre, f.eks. ved å beregne retensjonsprosenten avhengig av avstanden fra jordet til bekken, evt. bredden på skogen, type skog, type landskap (f.eks. ravineområder).

## 2.4 Modelloppsett for Øyeren

Tabell 1. Prosentfordeling av vekst/jordarbeiding i referanseåret 2013, og arealveid gjennomsnitt av P-AL (mg/100 g) i delnedbørfeltene i vannområdet Øyeren. Merk at stubb inkluderer vårkorn med vårpløying, vårkorn med vårharving, og direktesådd vår- og høstkorn.

| Delnedbørfelt | Grønnsaker og potet | Høstpløyd vårkorn | Høstpløyd høstkorn | Høstharving | Stubb       | Gras        | Grasdekt vannvei | Grasdekt buffersoner | PAL       |
|---------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------------------|-----------|
| Øyeren1       | 0,1                 | 35,7              | 6,8                | 0,8         | 32,8        | 23,4        | 0,1              | 0,2                  | 10        |
| Øyeren2       | 1,6                 | 39,4              | 10,2               | 0,0         | 14,7        | 33,8        | 0,0              | 0,2                  | 10        |
| Øyeren3       | 0,6                 | 35,9              | 6,0                | 2,3         | 28,8        | 25,2        | 0,3              | 0,8                  | 10        |
| Øyeren4       | 3,9                 | 30,5              | 0,4                | 6,4         | 41,5        | 15,9        | 0,2              | 1,2                  | 10        |
| Øyeren5       | 9,0                 | 50,1              | 4,3                | 2,7         | 23,1        | 10,7        | 0,0              | 0,1                  | 10        |
| Øyeren6       | 1,4                 | 41,3              | 20,1               | 0,0         | 7,3         | 28,2        | 0,1              | 1,5                  | 11        |
| Øyeren7       | 2,8                 | 42,3              | 1,6                | 0,0         | 11,5        | 41,7        | 0,1              | 0,0                  | 9         |
| Øyeren8       | 0,4                 | 36,4              | 2,6                | 10,9        | 44,9        | 4,6         | 0,1              | 0,2                  | 10        |
| Øyeren9       | 0,0                 | 49,1              | 13,0               | 0,0         | 14,4        | 22,9        | 0,0              | 0,6                  | 13        |
| Øyeren10      | 0,0                 | 14,4              | 2,6                | 0,0         | 16,7        | 65,6        | 0,0              | 0,5                  | 10        |
| Øyeren11      | 1,5                 | 43,3              | 4,2                | 3,2         | 33,0        | 14,3        | 0,0              | 0,5                  | 10        |
| Øyeren12      | 0,4                 | 44,0              | 2,0                | 3,9         | 26,3        | 22,4        | 0,2              | 0,8                  | 9         |
| Øyeren13      | 0,7                 | 27,9              | 5,1                | 3,1         | 37,0        | 25,7        | 0,0              | 0,6                  | 10        |
| Øyeren14      | 4,5                 | 47,1              | 2,5                | 3,6         | 26,9        | 14,9        | 0,1              | 0,3                  | 8         |
| Øyeren15      | 0,2                 | 33,7              | 9,3                | 0,2         | 23,0        | 33,2        | 0,2              | 0,2                  | 11        |
| Øyeren16      | 0,0                 | 29,6              | 3,3                | 0,0         | 14,5        | 52,6        | 0,0              | 0,0                  | 8         |
| Øyeren17      | 8,9                 | 45,6              | 4,1                | 9,9         | 16,0        | 14,8        | 0,4              | 0,2                  | 14        |
| Øyeren18      | 0,0                 | 49,4              | 1,2                | 12,4        | 21,6        | 14,9        | 0,0              | 0,5                  | 9         |
| Øyeren19      | 2,3                 | 45,3              | 9,3                | 0,5         | 40,4        | 2,2         | 0,0              | 0,0                  | 10        |
| Øyeren20      | 2,9                 | 31,7              | 4,9                | 1,6         | 39,9        | 18,5        | 0,0              | 0,4                  | 11        |
| <b>Øyeren</b> | <b>2,2</b>          | <b>40,5</b>       | <b>4,7</b>         | <b>3,4</b>  | <b>29,2</b> | <b>19,5</b> | <b>0,1</b>       | <b>0,4</b>           | <b>10</b> |

Agricat 2 er i dette prosjektet kjørt for drift slik den var i året 2013 (oppsummert i Tabell 1), og for 10 scenarier i tillegg, som oppsummert i Tabell 3. I scenariene gjøres ikke endringer i jordarbeiding på andre produksjoner enn korn. Faktisk drift og scenarier inkluderer 16 eksisterende fangdammer. Eksisterende grasdekte buffersoner (bufret til 8 m bredde, jf. krav i RMP om 6 m bredde i tillegg til de obligatoriske 2 m) og grasdekte vannveier (bufret til 6 m bredde, jf. krav i RMP) er tatt med i henhold til RMP-kart fra e-stil (Landbruksdirektoratet). Det presiseres igjen at grasdekte vannveier i modellen kun behandles som et hvilket som helst annet grasdekt areal. I scenarier med grasdekte buffersoner er det også brukt en totalbredde på 8 m. For Melnesåa og Smalelva Trøgstad er det kjørt både med og uten naturlige buffersoner.

Tabell 2. Scenarier beregnet for Øyeren i Agricat 2. Utgangspunktet for alle scenarier er drift som registrert for 2013, avvik i forhold til dette er beskrevet i tabellen.

| Scenario nr. | Beskrivelse  |
|--------------|--|
| Sc0          | Faktisk drift 2013 (referansedrift)  |
| Sc1          | Alt kornareal høstpløyd.   |
| Sc2          | Alt kornareal i klasse 3 og 4 i stubb.   |
| Sc3          | Alt kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb.  |
| Sc4          | Alt kornareal i stubb.   |
| Sc5          | Alle vassdragsnære kornarealer i stubb - innenfor 30 meter.  |
| Sc6          | Alt areal med P-AL over 10 reduseres til 10.   |
| Sc7          | Alt areal med P-AL over 7 reduseres til 7.   |
| Sc8          | 6 m grasdekte buffersoner langs alle bekker og elver.  |
| Sc9          | Alt kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, 6 m grasdekte buffersoner langs alle bekker og elver, og P-AL redusert til 7. |
| Sc10         | Alt kornareal i stubb, 6 m grasdekte buffersoner langs alle bekker og elver, og P-AL redusert til 7.                 |

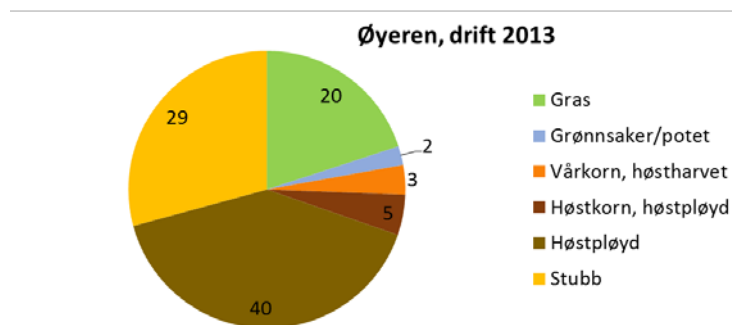
## 3. Resultater og diskusjon

### 3.1 Resultater av beregninger med Agricat 2

#### 3.1.1 Arealfordeling av drift i 2012 og 2013

I 2012 var vårkorn med jordarbeiding om våren den dominerende driften i vannområdet (42 %), mens jordarbeiding om høsten utgjorde 29 % og gras (eng, beite) utgjorde 25 %. Det var registrert bare små arealer med høstkorn og grønnsaker/potet i 2012.

I 2013, basert på ny fordelingsrutine i Agricat 2, var vårkorn med høstpløying den dominerende driften (40 %) i Øyeren. Høstkorn med høstpløying utgjorde 5 %. Stubb (jordarbeiding om våren og direktesåing) utgjorde 29 %, mens det var kun 3 % vårkorn med høstharving. Gras utgjorde 21 % og poteter og grønnsaker bare 2 %, og det er svært likt som i 2012. Den største forskjellen ligger dermed i at det var mindre stubbareal og mer høstpløyd areal i 2013 enn i 2012.



Figur 3. Arealfordeling ved faktisk drift 2013, basert på data fra offentlige registre, inklusive e-stil-data, og arealfordelingsrutiner i Agricat 2.

Forskjeller i fordeling av drift må forventes fra år til år, men kanskje var forskjellen ekstra stor mellom disse to årene pga. svært ulike forutsetninger mht. værforholdene. I 2012 var det svært mye nedbør sensommer/høst. For mange var det da vanskelig å få pløyd om høsten. Det er derfor sannsynlig at arealet i stubb kan ha vært noe høyere enn normalt i 2012.

Romlig fordeling av drift var forbundet med noe større usikkerhet i 2012 enn i 2013. Da var opplysningene i registeret for søknad om RMP-tilskudd ikke kartfestet. Så kom e-stil, og det innebærer at fra 2013 er det tilgjengelig kartfestet informasjon om drift det har blitt søkt RMP-tilskudd for. I forhold til Agricat har Agricat 2 også noe forbedrete rutiner for fordeling av den driften som ikke framgår av RMP-kartet. Mens Agricat fordelte drift på de *minst* erosjonsutsatte arealene først, fordeler Agricat 2 først de *minst* erosjonsutsatte driftsformene på de *mest* erosjonsutsatte arealene, og deretter de mest erosjonsutsatte driftsformene på de *minst* erosjonsutsatte arealene.

I 2012 ble drift på arealer uten informasjon fordelt basert på gjennomsnittsfordeling i nedbørfelt/vannområde, *inklusive* de arealene det var søkt RMP-tilskudd til. Andelen stubb og annen tilskuddsberettiget drift på arealene uten informasjon kan derfor være noe

overestimert i 2012, hvis det er lavere forekomst av disse driftsformene der det ikke er søkt om tilskudd. I Agricat 2 ble drift på arealer uten informasjon basert på drift *eksklusive* de arealene det var søkt RMP-tilskudd til. Dette fordi det etter gjennomgang av e-stil- og registerdata ble konkludert med at e-stildataene synes å være relativt komplette. Det vil gi en høyere andel høstpløying for arealene med manglende informasjon enn antakelsen som lå til grunn for 2012. Dette bidrar også til å forklare at beregnet andel høstpløying i 2012 var lavere enn i 2013.

### 3.1.2 Jord- og fosfortap ved faktisk drift 2013

Tabell 3 viser totalt jord- og fosfortap ved faktisk drift i både 2013 og i 2012. Her framgår for det første at tapene er noe lavere for 2013 sammenliknet med 2012, til tross for at det var mindre utbredelse av stubb og gras i 2013. Per arealenhet var det 65 kg/daa mindre jordtap og 72 g/daa mindre fosfortap i 2013. Noen enkeltfelter har større avvik enn andre.

Forskjeller mellom 2013 og 2012 var forventet, men at stubbarealet skulle reduseres og samtidig gi lavere jord- og fosfortap, var mer uventet. Mulige forklaringer kan blant annet være at enkelte formler i Agricat 2 er endret (jordarbeidingsfaktorer og fosfortapsberegninger), arealfordelingsrutinen er endret og forbedret (stedfestet informasjon om RMP-tiltak), samt at i beregningene fra 2012 var eksisterende grasdekte buffersoner og grasdekte vannveier ikke tatt med, mens det er de i kjøringene fra 2013.

Tabell 3. Tap av partikler (SS) og totalfosfor (TP) ved faktisk drift i 2013 (denne rapportens beregninger) og 2012 (Kværnø et al., 2014a) for delnedbørfeltene i vannområdet Øyeren.

| Nedbørfelt    | Faktisk drift 2013 (Agricat 2) |                 |                |            | Faktisk drift 2012 (Agricat) |                 |                |            |
|---------------|--------------------------------|-----------------|----------------|------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------|
|               | SS<br>(kilotonn/<br>år)        | TP<br>(tonn/år) | SS<br>(kg/daa) | TP (g/daa) | SS<br>(kilotonn/<br>år)      | TP<br>(tonn/år) | SS<br>(kg/daa) | TP (g/daa) |
| Øyeren 1      | 3,9                            | 5,8             | 268            | 397        | 6,9                          | 8,9             | 496            | 638        |
| Øyeren 2      | 3,4                            | 4,7             | 278            | 389        | 3,9                          | 5,3             | 331            | 451        |
| Øyeren 3      | 2,2                            | 3,2             | 292            | 426        | 2,1                          | 3,3             | 279            | 433        |
| Øyeren 4      | 0,5                            | 0,9             | 74             | 125        | 0,7                          | 1,1             | 107            | 175        |
| Øyeren 5      | 0,8                            | 1,4             | 76             | 128        | 0,7                          | 1,3             | 70             | 128        |
| Øyeren 6      | 2,1                            | 3,3             | 390            | 613        | 2,3                          | 3,2             | 454            | 620        |
| Øyeren 7      | 0,6                            | 0,9             | 153            | 225        | 1,0                          | 1,4             | 264            | 365        |
| Øyeren 8      | 1,4                            | 2,0             | 152            | 224        | 1,9                          | 2,5             | 241            | 318        |
| Øyeren 9      | 1,9                            | 2,6             | 480            | 652        | 1,9                          | 2,7             | 480            | 673        |
| Øyeren 10     | 0,5                            | 0,8             | 98             | 169        | 0,6                          | 1,1             | 138            | 236        |
| Øyeren 11     | 31                             | 42              | 318            | 437        | 36                           | 48              | 380            | 503        |
| Øyeren 12     | 0,9                            | 1,5             | 126            | 199        | 0,5                          | 0,9             | 61             | 113        |
| Øyeren 13     | 3,7                            | 5,0             | 238            | 320        | 4,3                          | 5,8             | 285            | 380        |
| Øyeren 14     | 6,5                            | 9,1             | 156            | 218        | 8,3                          | 12              | 199            | 280        |
| Øyeren 15     | 2,7                            | 4,1             | 181            | 279        | 5,0                          | 6,9             | 342            | 468        |
| Øyeren 16     | 0,8                            | 1,2             | 181            | 265        | 1,0                          | 1,6             | 209            | 326        |
| Øyeren 17     | 0,6                            | 1,1             | 67             | 125        | 0,4                          | 0,8             | 51             | 94         |
| Øyeren 18     | 2,1                            | 3,2             | 129            | 195        | 2,2                          | 3,3             | 129            | 194        |
| Øyeren 19     | 0,6                            | 0,9             | 329            | 477        | 0,3                          | 0,5             | 140            | 253        |
| Øyeren 20     | 5,0                            | 7,2             | 185            | 269        | 5,8                          | 7,8             | 217            | 294        |
| <b>Øyeren</b> | <b>71</b>                      | <b>101</b>      | <b>226</b>     | <b>322</b> | <b>86</b>                    | <b>118</b>      | <b>279</b>     | <b>382</b> |

### 3.1.3 Jord- og fosfortap for scenarier

Det ble beregnet jord- og fosfortap for 10 scenarier, som beskrevet i Tabell 2. Prosentvise endringer i fosfortap sammenliknet med referansetilstanden (faktisk drift) er vist i Tabell 4. Mer detaljerte resultater (inklusive jordtap) er gitt i vedlegg 1.

Tabell 4. Prosentvis reduksjon i fosfortap ved ulike scenarier sammenliknet med faktisk drift 2013.

| Nedbørfelt    | Sc1        | Sc2       | Sc3       | Sc4       | Sc5       | Sc6      | Sc7      | Sc8      | Sc9       | Sc10      |
|---------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Øyeren 1      | -55        | 31        | 52        | 52        | 12        | 2        | 9        | 9        | 41        | 59        |
| Øyeren 2      | -36        | 43        | 53        | 57        | 11        | 2        | 9        | 6        | 49        | 62        |
| Øyeren 3      | -53        | 28        | 53        | 53        | 16        | 3        | 9        | 9        | 41        | 63        |
| Øyeren 4      | -67        | 11        | 22        | 22        | 0         | 0        | 11       | 0        | 22        | 33        |
| Øyeren 5      | -14        | 0         | 29        | 36        | 7         | 0        | 7        | 7        | 21        | 43        |
| Øyeren 6      | -9         | 64        | 70        | 73        | 9         | 3        | 12       | 3        | 70        | 76        |
| Øyeren 7      | -33        | 22        | 44        | 44        | 11        | 0        | 0        | 11       | 33        | 56        |
| Øyeren 8      | -50        | 25        | 45        | 45        | 15        | 5        | 10       | 10       | 40        | 55        |
| Øyeren 9      | -23        | 50        | 65        | 65        | 19        | 4        | 12       | 12       | 62        | 73        |
| Øyeren 10     | -63        | 25        | 38        | 38        | 13        | 0        | 13       | 13       | 38        | 50        |
| Øyeren 11     | -56        | 36        | 51        | 54        | 13        | 2        | 10       | 8        | 45        | 61        |
| Øyeren 12     | -27        | 33        | 47        | 47        | 7         | 0        | 7        | 7        | 40        | 53        |
| Øyeren 13     | -60        | 30        | 48        | 48        | 10        | 0        | 6        | 6        | 38        | 54        |
| Øyeren 14     | -25        | 32        | 45        | 47        | 10        | 0        | 0        | 7        | 35        | 49        |
| Øyeren 15     | -73        | 24        | 39        | 44        | 5         | 0        | 10       | 5        | 34        | 49        |
| Øyeren 16     | -17        | 33        | 50        | 50        | 17        | 0        | 8        | 17       | 42        | 58        |
| Øyeren 17     | -9         | 9         | 36        | 36        | 9         | 9        | 18       | 9        | 27        | 45        |
| Øyeren 18     | -22        | 25        | 47        | 47        | 13        | 0        | 6        | 6        | 38        | 53        |
| Øyeren 19     | -33        | 44        | 56        | 56        | 22        | 0        | 11       | 22       | 56        | 67        |
| Øyeren 20     | -63        | 18        | 42        | 42        | 10        | 0        | 10       | 7        | 31        | 50        |
| <b>Øyeren</b> | <b>-48</b> | <b>33</b> | <b>49</b> | <b>51</b> | <b>12</b> | <b>2</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>42</b> | <b>58</b> |
| Minimum       | -73        | 0         | 22        | 22        | 0         | 0        | 0        | 0        | 21        | 33        |
| Maksimum      | -9         | 64        | 70        | 73        | 22        | 9        | 18       | 22       | 70        | 76        |

Se tabell 2 for forklaring på scenario-kodene.

Vi ser av tabellen at scenario 1, som innebærer at alt kornareal høstpløyes, som forventet ga økt fosfortap. Det varierer endel mellom enkeltfelter hvor stort utslag dette hadde, noe som henger sammen med arealfordelingen i utgangspunktet.

Alle de andre scenariene hadde positiv eller ingen effekt på fosfortapet. Også her var det store forskjeller mellom enkeltfelter, med alt fra null til nærmere 80 % reduksjon i fosfortap.

De mest effektive scenariene er de som innebærer en omlegging av kornareal fra høstpløying til overvintring i stubb, særlig hvis kombinert med grasdekte buffersoner og PAL-reduksjon. Dermed kom scenario 10 (alt kornareal i stubb, grasdekte buffersoner, og PAL-reduksjon) best ut, med 58 % reduksjon i fosfortap for Øyeren sett under ett. Scenario 3 (alt kornareal i stubb) og scenario 4 (alt kornareal i erosjonsrisikoklasse 2,3 og 4 i stubb) kom også svært godt ut, med rundt 50 % reduksjon. Heretter følger scenariene 2 og 9, som begge har omlegging av kornareal i erosjonsrisikoklasse 3 og 4. Effekten av scenario 9 var litt bedre enn for scenario 2, fordi førstnevnte også inkluderer grasdekte buffersoner og PAL-reduksjon. 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.

Scenarier med tiltak kun på vassdragsnære arealer, enten i form av omlegging til stubb (scenario 5) eller i form av grasdekte buffersoner (scenario 8), hadde betydelig lavere effekt enn scenariene som til nå er nevnt, med reduksjoner i fosfortap på ca. 10 %. 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 2 beregner ikke sedimentasjon. På den annen side vil også arealer langt unna kunne bidra hvis overflateavrenning ledes inn i kummer før nevneverdig sedimentasjon rekkes å forekomme. Spesielt for grasdekte buffersoner 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 en grasdekt bufferson ha effekt med en gang de er etablert.

De to scenariene som innebærer reduksjon av fosforstatus i jord hadde begrenset effekt på fosfortapene. Med reduksjon til PAL = 7 mg/100 g på arealer der dette nivået var overskredet (scenario 7), var fosfortapsreduksjonen tilsvarende som i scenariene 5 og 8 med tiltak på vassdragsnære arealer. Reduksjon til PAL = 10 mg/100 g (scenario 6) hadde svært liten effekt, hvilket samsvarer med at arealveid gjennomsnitt for PAL var 10 mg/100 g i Øyeren. 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.

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

Som nevnt i modellbeskrivelsen i avsnitt 2.2, er det beregnede jordtapet og effekten av jordarbeiding basert på effekter («jordarbeidingsfaktorer») 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. For mer omfattende oversikt over usikkerheter knyttet til beregningene, se avsnitt 3.2.

### *3.1.4 Effekt av å inkludere naturlige buffersoner*

Resultater av beregninger av retensjon i naturlige buffersoner er presentert i Tabell 5 (mer detaljerte resultater i vedlegg 2). Tabellen viser at det ble noe lavere tap fra nedbørfeltene det var beregnet for, under de forutsetningene som er lagt til grunn i beregningene. Ved faktisk drift 2013 var reduksjonen i jordtap ca. 15 % for Melnesåa og ca. 10 % for Smalelva, og reduksjonen i tap av totalfosfor ca. 10 % for Melnesåa og ca. 5 % for Smalelva. For de enkelte scenariene er det naturlig nok også en effekt, men denne blir som regel noe lavere fordi mengden jord og partikler som kommer inn i den naturlige buffersonen i utgangspunktet er litt mindre pga. tiltakene som er gjennomført.

Det påpekes at metodikken inneholder en rekke forenklinger. Vi får nok derfor med en del arealer som i virkeligheten ikke har skogretensjon. På den annen side overser vi andre arealer som burde vært fanget opp. Hovedinntrykket etter en manuell gjennomgang er likevel at metoden i stor grad identifiserer de mest aktuelle arealene for skogretensjon. I en senere utviklingsfase vil det være naturlig å videreutvikle analysen, blant annet vurdere muligheten for digitalt å beregne nedbørfelt til de enkelte buffersonene.

Selve retensjonsprosenten i slike naturlige buffersoner er meget usikker, da det empiriske datagrunnlaget er tilnærmet ikke-eksisterende. Vi forventer at det antakelig vil være ulik



grad av retensjon avhengig av vegetasjonstype, jordtype, topografi og bredde av den naturlige buffersonen, men det kreves nærmere undersøkelser for å vurdere dette og kvantifisere effektene.

Tabell 5. Tap av partikler (SS) og totalfosfor (TP) fra nedbørfeltene Melnesåa (Øyeren9) og Smalelva Trøgstad (Øyeren15) ved faktisk drift 2013 og alle 10 scenarier, inkludert retensjon i naturlige buffersoner. Reduksjon og prosentvis reduksjon i SS og TP er i forhold til resultater uten at naturlige buffersoner er inkludert.

| Nedbørfelt | Scenario | Tap          |            | Reduksjon |         | Prosentvis reduksjon |        |
|------------|----------|--------------|------------|-----------|---------|----------------------|--------|
|            |          | SS (tonn/år) | TP (kg/år) | SS (tonn) | TP (kg) | SS (%)               | TP (%) |
| Øyeren9    | Faktisk  | 1650         | 2405       | 266       | 261     | 14                   | 10     |
| Øyeren 9   | Sc1      | 2083         | 2980       | 322       | 319     | 13                   | 10     |
| Øyeren 9   | Sc2      | 628          | 1228       | 85        | 112     | 12                   | 8      |
| Øyeren 9   | Sc3      | 416          | 883        | 43        | 61      | 9                    | 6      |
| Øyeren 9   | Sc4      | 411          | 875        | 43        | 60      | 9                    | 6      |
| Øyeren 9   | Sc5      | 1346         | 2011       | 148       | 164     | 10                   | 8      |
| Øyeren 9   | Sc6      | 1650         | 2300       | 266       | 250     | 14                   | 10     |
| Øyeren 9   | Sc7      | 1650         | 2103       | 266       | 229     | 14                   | 10     |
| Øyeren 9   | Sc8      | 1515         | 2253       | 112       | 112     | 7                    | 5      |
| Øyeren 9   | Sc9      | 583          | 1003       | 51        | 54      | 8                    | 5      |
| Øyeren 9   | Sc10     | 385          | 715        | 20        | 23      | 5                    | 3      |
| Øyeren 15  | Faktisk  | 2426         | 3861       | 234       | 261     | 9                    | 6      |
| Øyeren 15  | Sc1      | 5006         | 6686       | 495       | 478     | 9                    | 7      |
| Øyeren 15  | Sc2      | 1587         | 2965       | 136       | 181     | 8                    | 6      |
| Øyeren 15  | Sc3      | 1222         | 2435       | 93        | 131     | 7                    | 5      |
| Øyeren 15  | Sc4      | 1124         | 2266       | 79        | 114     | 7                    | 5      |
| Øyeren 15  | Sc5      | 2311         | 3711       | 214       | 241     | 8                    | 6      |
| Øyeren 15  | Sc6      | 2426         | 3860       | 234       | 261     | 9                    | 6      |
| Øyeren 15  | Sc7      | 2426         | 3521       | 234       | 239     | 9                    | 6      |
| Øyeren 15  | Sc8      | 2343         | 3761       | 195       | 214     | 8                    | 5      |
| Øyeren 15  | Sc9      | 1531         | 2631       | 107       | 129     | 7                    | 5      |
| Øyeren 15  | Sc10     | 1088         | 2018       | 63        | 82      | 5                    | 4      |

Se tabell 2 for forklaring på scenario-kodene.

### 3.1.5 Betraktninger rundt usikkerheter og begrensninger i beregningene

Alle ledd i en modellberegning inneholder usikkerheter, som grovt kan deles i usikkerheter forbundet med 1) prosessrepresentasjon og konseptualisering, 2) formelverket i modellen, 3) kvalitet, egnethet og tilgjengelighet av inputdata, og 4) kalibrering/validering og parameterisering. I vedlegg 3 gis en generell oversikt over de viktigste usikkerhetene i Agricat 2 (se forrige avsnitt for usikkerheter spesifikt knyttet til naturlige buffersoner i dette prosjektet). Beskrivelsen er deskriptiv, da usikkerhetene er vanskelige å kvantifisere.

## 4. Konklusjon/sammendrag

---

I denne rapporten er det fremstilt resultater fra beregninger av erosjon og fosforavrenning fra jordbruksarealer i vannområde Øyeren. Vi konkluderer med følgende:

Enkle, empiriske modeller er brukt for å framskaffe estimater for tilførsler under dagens drift (2013) og for ulike scenarier. 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.

Analyser av arealfordelingsdataene viser at det i 2013 var større utbredelse av høstpløying og mindre utbredelse av stubb enn i 2012. Likevel ble det beregnet lavere jord- og fosfortap for faktisk drift i 2013 (henholdsvis ca. 70 kilotonn partikler og 100 tonn fosfor) enn for faktisk drift i 2012 (henholdsvis ca. 90 kilotonn partikler og 120 tonn fosfor). Det kan skyldes f.eks. forbedrede arealfordelingsrutiner jf. bruk av e-stil-data, og noen endrede formler i den nye versjonen av modellen.

Effektene av de ti scenariene varierte mellom delnedbørfeltene - for scenariene med positiv effekt på jord- og fosfortap varierte reduksjonene i tap fra null til nærmere 80 %. Som forventet var det best effekt av de tiltakspakkene som innebærer en omlegging av kornareal fra høstpløying til overvintring i stubb, særlig hvis kombinert med grasdekte buffersoner og PAL-reduksjon. Det aller mest effektive scenariet (scenario 10) ga fosfortapsreduksjoner fra ca. 30 til 80 % for de individuelle delnedbørfeltene, for vannområde Øyeren sett under ett var fosfortapsreduksjonen om lag 60 % med dette scenariet. Scenarier med tiltak kun på vassdragsnære arealer, enten i form av omlegging til stubb eller i form av grasdekte buffersoner, ga fosfortapsreduksjoner på omlag 10 % for vannområde Øyeren sett under ett. Minst effektive var scenariene som innebærer reduksjon av fosforstatus i jord, men også disse kunne ha betydelig effekt for enkeltnedbørfelter.

Det ble også testet ut en metode for beregning av retensjon av partikler og fosfor i naturlige buffersoner, mer spesifikt skogsarealer mellom jorde og vannlinje, i to av vannområde Øyeren nedbørfelter: Melnesåa og Smalelva Trøgstad. Effekten av dette var ca. 5-15 % lavere jord- og fosfortap sammenliknet med beregningene der naturlige buffersoner ikke var inkludert. Det er imidlertid behov for videreutvikling av beregningsmetoden for å få sikrere estimater.

## 5. Referanser

---

Borch, H., Kværnø, S., Bechmann, M., 2014. Verktøy for beregning av fosfortilførsler fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av modellen Agricat. Bioforsk rapport *in press*.

Kværnø, S.H., Borch, H., Greipsland, I., Busetth-Blankenberg, A.-G., Eggestad, H.O., Bechmann, M., 2014a. Beregning av landbruksavrenning i et utvalg av vannområder i vannregion Glomma. Bioforsk rapport 9(37).

Kværnø, S.H., Turtumøygard, S., Grønsten, H.A. og Bechmann, M., 2014b. Modellverktøy for beregning av jord- og fosfortap fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av modellen Agricat 2. Bioforsk rapport nr. 9(108). 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. Kosteffekt vurderinger. NILF-rapport 2013-3.

Øygarden, L., Borch, H., Skarbøvik, E., Bechmann, M. & Øgaard, A.F. 2010. Fornyet tiltaksanalyse for jordbrukstiltak i Morsa. Bioforsk Rapport 99 (Vol 5), 67 s.

## 6. Vedlegg

---

### Oversikt over vedlegg

|           |   |
|-----------|---|
| Vedlegg 1 | Resultater for vannområdet Øyeren, faktisk drift 2013 og 10 scenarier   |
| Vedlegg 2 | Resultater for to nedbørfelter, faktisk drift 2013 og 10 scenarier, inkludert retensjon i naturlige buffersoner |
| Vedlegg 3 | Betraktninger rundt usikkerheter og begrensninger i beregningene  |



## Vedlegg 1. Resultater for vannområdet Øyeren, faktisk drift 2013 og 10 scenarier

Tabell V1. Resultater av Agricat 2-beregninger for delnedbørfeltene i vannområdet Øyeren. Faktisk drift 2013 og 10 scenarier.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfeltnavn     | Scenario | Beskrivelse  | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|--------------------|----------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 0        | Faktisk drift  | 3914                  | 5,8                     | 5824                  | 268              | 398               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 6732                  | 9                       | 9073                  | 460              | 621               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 2237                  | 4                       | 4051                  | 153              | 277               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 1431                  | 2,8                     | 2847                  | 97               | 194               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 1421                  | 2,8                     | 2827                  | 97               | 193               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 3345                  | 5,1                     | 5126                  | 229              | 351               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 3914                  | 5,7                     | 5749                  | 268              | 393               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 3914                  | 5,3                     | 5349                  | 268              | 366               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 3472                  | 5,3                     | 5320                  | 237              | 364               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 2018                  | 3,4                     | 3444                  | 138              | 235               |
| 1             | Bekkefelt Øyeren V | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 1308                  | 2,4                     | 2443                  | 89               | 167               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 0        | Faktisk drift  | 3352                  | 4,7                     | 4761                  | 277              | 394               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 4861                  | 6,4                     | 6405                  | 402              | 530               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 1458                  | 2,7                     | 2762                  | 120              | 228               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 1145                  | 2,2                     | 2295                  | 94               | 190               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 1034                  | 2                       | 2092                  | 85               | 173               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 2944                  | 4,2                     | 4289                  | 243              | 355               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 3352                  | 4,6                     | 4690                  | 277              | 388               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 3352                  | 4,3                     | 4355                  | 277              | 360               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 3093                  | 4,4                     | 4490                  | 256              | 371               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 1370                  | 2,4                     | 2407                  | 113              | 199               |
| 2             | Bekkefelt Øyeren Ø | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 981                   | 1,8                     | 1835                  | 81               | 152               |

Tabell V1. forts.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfeltnavn   | Scenario | Beskrivelse  | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|------------------|----------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 3             | Børtervassdraget | 0        | Faktisk drift  | 2192                  | 3,2                     | 3247                  | 291              | 432               |
| 3             | Børtervassdraget | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 3758                  | 4,9                     | 4984                  | 500              | 663               |
| 3             | Børtervassdraget | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 1317                  | 2,3                     | 2328                  | 175              | 309               |
| 3             | Børtervassdraget | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 767                   | 1,5                     | 1527                  | 102              | 203               |
| 3             | Børtervassdraget | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 759                   | 1,5                     | 1513                  | 101              | 201               |
| 3             | Børtervassdraget | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 1798                  | 2,7                     | 2758                  | 239              | 367               |
| 3             | Børtervassdraget | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 2192                  | 3,1                     | 3175                  | 291              | 422               |
| 3             | Børtervassdraget | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 2192                  | 2,9                     | 2962                  | 291              | 394               |
| 3             | Børtervassdraget | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 1924                  | 2,9                     | 2941                  | 256              | 391               |
| 3             | Børtervassdraget | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 1165                  | 1,9                     | 1927                  | 155              | 256               |
| 3             | Børtervassdraget | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 691                   | 1,2                     | 1282                  | 92               | 170               |
| 4             | Drogga           | 0        | Faktisk drift  | 534                   | 0,9                     | 992                   | 74               | 138               |
| 4             | Drogga           | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 969                   | 1,5                     | 1566                  | 134              | 217               |
| 4             | Drogga           | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 426                   | 0,8                     | 836                   | 59               | 116               |
| 4             | Drogga           | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 364                   | 0,7                     | 744                   | 50               | 103               |
| 4             | Drogga           | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 357                   | 0,7                     | 732                   | 49               | 101               |
| 4             | Drogga           | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 518                   | 0,9                     | 967                   | 72               | 134               |
| 4             | Drogga           | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 534                   | 0,9                     | 951                   | 74               | 132               |
| 4             | Drogga           | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 534                   | 0,8                     | 889                   | 74               | 123               |
| 4             | Drogga           | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 523                   | 0,9                     | 977                   | 72               | 135               |
| 4             | Drogga           | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 417                   | 0,7                     | 741                   | 58               | 103               |
| 4             | Drogga           | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 351                   | 0,6                     | 648                   | 48               | 90                |
| 5             | Dyståavassdraget | 0        | Faktisk drift  | 829                   | 1,4                     | 1445                  | 76               | 132               |
| 5             | Dyståavassdraget | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 997                   | 1,6                     | 1673                  | 91               | 153               |
| 5             | Dyståavassdraget | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 803                   | 1,4                     | 1418                  | 73               | 129               |
| 5             | Dyståavassdraget | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 498                   | 1                       | 1002                  | 45               | 91                |
| 5             | Dyståavassdraget | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 486                   | 0,9                     | 982                   | 44               | 90                |
| 5             | Dyståavassdraget | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 734                   | 1,3                     | 1312                  | 67               | 120               |
| 5             | Dyståavassdraget | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 829                   | 1,4                     | 1424                  | 76               | 130               |
| 5             | Dyståavassdraget | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 829                   | 1,3                     | 1307                  | 76               | 119               |
| 5             | Dyståavassdraget | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 740                   | 1,3                     | 1326                  | 67               | 121               |
| 5             | Dyståavassdraget | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 716                   | 1,1                     | 1176                  | 65               | 107               |
| 5             | Dyståavassdraget | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 447                   | 0,8                     | 832                   | 41               | 76                |



Tabell V1. forts.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfeltnavn   | Scenario | Beskrivelse   | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|------------------|----------|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 6             | Frøshaugbekken   | 0        | Faktisk drift   | 2096                  | 3,3                     | 3356                  | 389              | 623               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd   | 2305                  | 3,6                     | 3649                  | 428              | 678               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb   | 555                   | 1,2                     | 1252                  | 103              | 232               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb  | 424                   | 1                       | 1025                  | 78               | 190               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb   | 404                   | 0,9                     | 982                   | 75               | 182               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb  | 1868                  | 3                       | 3041                  | 347              | 565               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10  | 2096                  | 3,2                     | 3220                  | 389              | 598               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7   | 2096                  | 2,9                     | 2963                  | 389              | 550               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver  | 1984                  | 3,2                     | 3228                  | 368              | 600               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferoner langs alle bekker og elver | 530                   | 1                       | 1082                  | 98               | 201               |
| 6             | Frøshaugbekken   | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7        | 388                   | 0,8                     | 850                   | 72               | 158               |
| 7             | Gansåa           | 0        | Faktisk drift   | 611                   | 0,9                     | 965                   | 152              | 241               |
| 7             | Gansåa           | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd   | 845                   | 1,2                     | 1202                  | 211              | 300               |
| 7             | Gansåa           | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb   | 457                   | 0,7                     | 793                   | 114              | 198               |
| 7             | Gansåa           | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb  | 273                   | 0,5                     | 532                   | 68               | 133               |
| 7             | Gansåa           | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb   | 262                   | 0,5                     | 517                   | 65               | 129               |
| 7             | Gansåa           | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb  | 493                   | 0,8                     | 810                   | 123              | 202               |
| 7             | Gansåa           | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10  | 611                   | 0,9                     | 956                   | 152              | 239               |
| 7             | Gansåa           | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7   | 611                   | 0,9                     | 903                   | 152              | 225               |
| 7             | Gansåa           | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver  | 514                   | 0,8                     | 846                   | 128              | 211               |
| 7             | Gansåa           | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferoner langs alle bekker og elver | 381                   | 0,6                     | 651                   | 95               | 162               |
| 7             | Gansåa           | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7        | 230                   | 0,4                     | 441                   | 57               | 110               |
| 8             | Kampåavassdraget | 0        | Faktisk drift   | 1358                  | 2                       | 2009                  | 152              | 225               |
| 8             | Kampåavassdraget | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd   | 2287                  | 3                       | 3037                  | 256              | 340               |
| 8             | Kampåavassdraget | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb   | 901                   | 1,5                     | 1516                  | 101              | 170               |
| 8             | Kampåavassdraget | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb  | 661                   | 1,1                     | 1184                  | 74               | 132               |
| 8             | Kampåavassdraget | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb   | 653                   | 1,1                     | 1173                  | 73               | 131               |
| 8             | Kampåavassdraget | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb  | 1132                  | 1,7                     | 1746                  | 126              | 195               |
| 8             | Kampåavassdraget | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10  | 1358                  | 1,9                     | 1972                  | 152              | 221               |
| 8             | Kampåavassdraget | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7   | 1358                  | 1,8                     | 1815                  | 152              | 203               |
| 8             | Kampåavassdraget | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver  | 1186                  | 1,8                     | 1825                  | 133              | 204               |
| 8             | Kampåavassdraget | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferoner langs alle bekker og elver | 823                   | 1,2                     | 1282                  | 92               | 143               |
| 8             | Kampåavassdraget | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7        | 600                   | 0,9                     | 998                   | 67               | 111               |

Tabell V1. forts.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfeltnavn                     | Scenario | Beskrivelse  | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|------------------------------------|----------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 9             | Melnesåa                           | 0        | Faktisk drift  | 1916                  | 2,6                     | 2666                  | 480              | 668               |
| 9             | Melnesåa                           | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 2405                  | 3,2                     | 3299                  | 603              | 827               |
| 9             | Melnesåa                           | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 713                   | 1,3                     | 1340                  | 178              | 336               |
| 9             | Melnesåa                           | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 459                   | 0,9                     | 944                   | 115              | 236               |
| 9             | Melnesåa                           | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 454                   | 0,9                     | 935                   | 113              | 234               |
| 9             | Melnesåa                           | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 1494                  | 2,1                     | 2175                  | 374              | 545               |
| 9             | Melnesåa                           | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 1916                  | 2,5                     | 2550                  | 480              | 639               |
| 9             | Melnesåa                           | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 1916                  | 2,3                     | 2332                  | 480              | 584               |
| 9             | Melnesåa                           | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 1627                  | 2,3                     | 2365                  | 408              | 593               |
| 9             | Melnesåa                           | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 634                   | 1                       | 1057                  | 159              | 265               |
| 9             | Melnesåa                           | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 405                   | 0,7                     | 738                   | 101              | 185               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 0        | Faktisk drift  | 465                   | 0,8                     | 865                   | 98               | 182               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 828                   | 1,3                     | 1303                  | 174              | 275               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 323                   | 0,6                     | 687                   | 68               | 145               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 244                   | 0,5                     | 559                   | 51               | 117               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 242                   | 0,5                     | 555                   | 51               | 117               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 400                   | 0,7                     | 773                   | 84               | 163               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 465                   | 0,8                     | 849                   | 98               | 179               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 465                   | 0,7                     | 783                   | 98               | 165               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 405                   | 0,7                     | 779                   | 85               | 164               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 274                   | 0,5                     | 553                   | 58               | 116               |
| 10            | Ramstadbekken_Nordbyåa_Byåa_Tomter | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 211                   | 0,4                     | 455                   | 44               | 96                |
| 11            | Rømua                              | 0        | Faktisk drift  | 30693                 | 42,1                    | 42112                 | 318              | 436               |
| 11            | Rømua                              | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 52488                 | 65,5                    | 65504                 | 544              | 679               |
| 11            | Rømua                              | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 16192                 | 27,1                    | 27151                 | 168              | 281               |
| 11            | Rømua                              | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 11400                 | 20,6                    | 20676                 | 118              | 214               |
| 11            | Rømua                              | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 10538                 | 19,3                    | 19371                 | 109              | 200               |
| 11            | Rømua                              | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 26019                 | 36,8                    | 36822                 | 269              | 382               |
| 11            | Rømua                              | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 30693                 | 41,2                    | 41290                 | 318              | 428               |
| 11            | Rømua                              | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 30693                 | 38,1                    | 38132                 | 318              | 395               |
| 11            | Rømua                              | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 27445                 | 38,7                    | 38780                 | 284              | 402               |
| 11            | Rømua                              | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 14859                 | 23                      | 23023                 | 154              | 238               |
| 11            | Rømua                              | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 9806                  | 16,5                    | 16579                 | 101              | 172               |

Tabell V1. forts.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfelt navn     | Scenario | Beskrivelse  | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|---------------------|----------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 0        | Faktisk drift  | 946                   | 1,5                     | 1534                  | 125              | 203               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 1257                  | 1,9                     | 1941                  | 166              | 257               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 558                   | 1                       | 1067                  | 74               | 141               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 429                   | 0,8                     | 871                   | 57               | 115               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 422                   | 0,8                     | 859                   | 56               | 114               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 843                   | 1,4                     | 1401                  | 112              | 186               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 946                   | 1,5                     | 1532                  | 125              | 203               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 946                   | 1,4                     | 1434                  | 125              | 190               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 876                   | 1,4                     | 1448                  | 116              | 192               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 518                   | 0,9                     | 943                   | 68               | 125               |
| 12            | Sagstuåavassdraget  | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 397                   | 0,7                     | 766                   | 52               | 101               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 0        | Faktisk drift  | 3721                  | 5                       | 5086                  | 238              | 325               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 6455                  | 8                       | 8025                  | 413              | 513               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 2200                  | 3,5                     | 3554                  | 140              | 227               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 1500                  | 2,6                     | 2672                  | 96               | 171               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 1463                  | 2,6                     | 2620                  | 93               | 167               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 3218                  | 4,5                     | 4543                  | 206              | 290               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 3721                  | 5                       | 5080                  | 238              | 325               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 3721                  | 4,7                     | 4750                  | 238              | 304               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 3362                  | 4,7                     | 4730                  | 215              | 302               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 2031                  | 3,1                     | 3125                  | 130              | 200               |
| 13            | Sidebekker Glomma S | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 1367                  | 2,3                     | 2325                  | 87               | 148               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 0        | Faktisk drift  | 6496                  | 9,1                     | 9123                  | 155              | 218               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 8658                  | 11,4                    | 11411                 | 207              | 273               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 3756                  | 6,2                     | 6298                  | 90               | 151               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 2822                  | 5                       | 5027                  | 67               | 120               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 2706                  | 4,8                     | 4850                  | 64               | 116               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 5727                  | 8,2                     | 8245                  | 137              | 197               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 6496                  | 9,1                     | 9119                  | 155              | 218               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 6496                  | 9,1                     | 9100                  | 155              | 218               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 5928                  | 8,5                     | 8517                  | 142              | 204               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 3482                  | 5,9                     | 5925                  | 83               | 142               |
| 14            | Sidebekker Glomma N | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 2535                  | 4,6                     | 4603                  | 60               | 110               |

Tabell V1. forts.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfeltnavn                  | Scenario | Beskrivelse  | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|---------------------------------|----------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 0        | Faktisk drift  | 2660                  | 4,1                     | 4122                  | 180              | 280               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 5501                  | 7,1                     | 7164                  | 374              | 487               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 1723                  | 3,1                     | 3146                  | 117              | 213               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 1315                  | 2,5                     | 2566                  | 89               | 174               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 1203                  | 2,3                     | 2380                  | 81               | 161               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 2525                  | 3,9                     | 3952                  | 171              | 268               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 2660                  | 4,1                     | 4121                  | 180              | 280               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 2660                  | 3,7                     | 3760                  | 180              | 255               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 2538                  | 3,9                     | 3975                  | 172              | 270               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 1638                  | 2,7                     | 2760                  | 111              | 187               |
| 15            | Smalelva Trøgstad               | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 1151                  | 2,1                     | 2100                  | 78               | 142               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 0        | Faktisk drift  | 818                   | 1,2                     | 1216                  | 180              | 268               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 1018                  | 1,4                     | 1459                  | 224              | 322               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 496                   | 0,8                     | 881                   | 109              | 194               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 302                   | 0,6                     | 611                   | 66               | 135               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 297                   | 0,6                     | 604                   | 65               | 133               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 679                   | 1                       | 1043                  | 149              | 230               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 818                   | 1,2                     | 1211                  | 180              | 267               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 818                   | 1,1                     | 1158                  | 180              | 255               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 704                   | 1                       | 1082                  | 155              | 239               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 425                   | 0,7                     | 750                   | 93               | 165               |
| 16            | Tilløpsbekker Øyeren Fet        | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 263                   | 0,5                     | 526                   | 58               | 116               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 0        | Faktisk drift  | 585                   | 1,1                     | 1152                  | 66               | 131               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 640                   | 1,2                     | 1239                  | 72               | 141               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 514                   | 1                       | 1049                  | 58               | 119               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 355                   | 0,7                     | 791                   | 40               | 90                |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 344                   | 0,7                     | 772                   | 39               | 87                |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 525                   | 1                       | 1057                  | 59               | 120               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 585                   | 1                       | 1068                  | 66               | 121               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 585                   | 0,9                     | 967                   | 66               | 110               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 524                   | 1                       | 1061                  | 59               | 120               |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 459                   | 0,8                     | 808                   | 52               | 92                |
| 17            | Tilløpsvassdrag Mårud Funnefoss | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 315                   | 0,6                     | 606                   | 35               | 69                |

Tabell V1. forts.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfeltnavn                | Scenario | Beskrivelse   | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|-------------------------------|----------|---|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 18            | Ua vassdraget                 | 0        | Faktisk drift   | 2123                  | 3,2                     | 3238                  | 129              | 197               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd   | 2698                  | 3,9                     | 3927                  | 164              | 239               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb   | 1383                  | 2,4                     | 2409                  | 84               | 146               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb  | 940                   | 1,7                     | 1796                  | 57               | 109               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb   | 915                   | 1,7                     | 1753                  | 55               | 106               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb  | 1849                  | 2,8                     | 2886                  | 112              | 176               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10  | 2123                  | 3,2                     | 3223                  | 129              | 196               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7   | 2123                  | 3                       | 3007                  | 129              | 183               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver  | 1927                  | 3                       | 3009                  | 117              | 183               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferoner langs alle bekker og elver | 1264                  | 2                       | 2094                  | 77               | 127               |
| 18            | Ua vassdraget                 | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7        | 853                   | 1,5                     | 1544                  | 52               | 94                |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 0        | Faktisk drift   | 621                   | 0,9                     | 912                   | 329              | 483               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd   | 919                   | 1,2                     | 1270                  | 486              | 672               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb   | 343                   | 0,5                     | 599                   | 181              | 317               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb  | 222                   | 0,4                     | 421                   | 118              | 223               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb   | 222                   | 0,4                     | 420                   | 117              | 222               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb  | 452                   | 0,7                     | 708                   | 239              | 375               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10  | 621                   | 0,9                     | 907                   | 329              | 480               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7   | 621                   | 0,8                     | 828                   | 329              | 438               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver  | 490                   | 0,7                     | 768                   | 259              | 407               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferoner langs alle bekker og elver | 288                   | 0,4                     | 477                   | 152              | 252               |
| 19            | Varåavassdraget + Hvalsbekken | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7        | 187                   | 0,3                     | 337                   | 99               | 178               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 0        | Faktisk drift   | 4952                  | 7,2                     | 7249                  | 185              | 271               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd   | 9187                  | 11,7                    | 11758                 | 343              | 439               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb   | 3669                  | 5,9                     | 5917                  | 137              | 221               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb  | 2417                  | 4,2                     | 4275                  | 90               | 159               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb   | 2377                  | 4,2                     | 4216                  | 88               | 157               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb  | 4381                  | 6,5                     | 6585                  | 163              | 246               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10  | 4952                  | 7,2                     | 7248                  | 185              | 271               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7   | 4952                  | 6,5                     | 6561                  | 185              | 245               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver  | 4500                  | 6,7                     | 6765                  | 168              | 253               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferoner langs alle bekker og elver | 3391                  | 5                       | 5042                  | 126              | 188               |
| 20            | Åa vassdraget                 | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7        | 2217                  | 3,6                     | 3621                  | 82               | 135               |

Tabell V2. Resultater av Agricat 2-beregninger for vannområdet Øyeren. Faktisk drift 2013 og 10 scenarier.

| Nedbørfelt | Scenario | Beskrivelse  | Sum jordtap<br>(tonn/år) | Sum<br>fosfortap<br>(tonn/år) | Sum<br>fosfortap<br>(kg/år) | Jordtap<br>(kg/daa) | Fosfortap<br>(g/daa) |
|------------|----------|--|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| Øyeren     | 0        | Faktisk drift  | 70882                    | 101                           | 101874                      | 226                 | 322                  |
| Øyeren     | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 114808                   | 149                           | 149889                      | 366                 | 475                  |
| Øyeren     | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 40024                    | 68                            | 69054                       | 128                 | 217                  |
| Øyeren     | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 27968                    | 51                            | 52365                       | 89                  | 164                  |
| Øyeren     | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 26559                    | 49                            | 50153                       | 85                  | 157                  |
| Øyeren     | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 60944                    | 89                            | 90239                       | 194                 | 285                  |
| Øyeren     | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 70882                    | 99                            | 100335                      | 226                 | 317                  |
| Øyeren     | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 70882                    | 93                            | 93355                       | 226                 | 295                  |
| Øyeren     | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 63762                    | 93                            | 94232                       | 203                 | 297                  |
| Øyeren     | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m buffersoner langs alle bekker og elver | 36683                    | 58                            | 59267                       | 117                 | 186                  |
| Øyeren     | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 24703                    | 43                            | 43529                       | 79                  | 136                  |

## Vedlegg 2. Resultater for to nedbørfelter, faktisk drift 2013 og 10 scenarier, inkludert retensjon i naturlige bufferzoner

Tabell V3. Resultater av Agricat 2-beregninger for delnedbørfeltene Melnesåa og Smalelva Trøgstad i vannområdet Øyeren. Faktisk drift 2013 og 10 scenarier, alle inkludert retensjon i naturlige bufferzoner.

| Nedbørfelt ID | Nedbørfelt navn   | Scenario | Beskrivelse  | Sum erosjon (tonn/år) | Sum fosfortap (tonn/år) | Sum fosfortap (kg/år) | Erosjon (kg/daa) | Fosfortap (g/daa) |
|---------------|-------------------|----------|--|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|
| 9             | Melnesåa          | 0        | Faktisk drift  | 1650                  | 2,4                     | 2405                  | 405              | 590               |
| 9             | Melnesåa          | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 2083                  | 2,9                     | 2980                  | 511              | 731               |
| 9             | Melnesåa          | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 628                   | 1,2                     | 1228                  | 154              | 301               |
| 9             | Melnesåa          | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 416                   | 0,8                     | 883                   | 102              | 217               |
| 9             | Melnesåa          | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 411                   | 0,8                     | 875                   | 101              | 214               |
| 9             | Melnesåa          | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 1346                  | 2                       | 2011                  | 330              | 493               |
| 9             | Melnesåa          | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 1650                  | 2,3                     | 2300                  | 405              | 564               |
| 9             | Melnesåa          | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 1650                  | 2,1                     | 2103                  | 405              | 516               |
| 9             | Melnesåa          | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 1515                  | 2,2                     | 2253                  | 372              | 553               |
| 9             | Melnesåa          | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferzoner langs alle bekker og elver | 583                   | 1                       | 1003                  | 143              | 246               |
| 9             | Melnesåa          | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 385                   | 0,7                     | 715                   | 94               | 175               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 0        | Faktisk drift  | 2426                  | 3,8                     | 3861                  | 164              | 261               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 1        | Scenario 1, alt kornareal høstpløyd  | 5006                  | 6,6                     | 6686                  | 338              | 452               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 2        | Scenario 2, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb  | 1587                  | 2,9                     | 2965                  | 107              | 200               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 3        | Scenario 3, kornareal i klasse 2, 3 og 4 i stubb   | 1222                  | 2,4                     | 2435                  | 82               | 164               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 4        | Scenario 4, alt kornareal i stubb  | 1124                  | 2,2                     | 2266                  | 76               | 153               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 5        | Scenario 5, Alle vassdragsnære kornarealer i stubb   | 2311                  | 3,7                     | 3711                  | 156              | 250               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 6        | Scenario 6, Maksverdi for P-AL settes til 10   | 2426                  | 3,8                     | 3860                  | 164              | 261               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 7        | Scenario 7, Maksverdi for P-AL settes til 7  | 2426                  | 3,5                     | 3521                  | 164              | 238               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 8        | Scenario 8, 6m vegetasjonssoner langs alle bekker og elver   | 2343                  | 3,7                     | 3761                  | 158              | 254               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 9        | Scenario 9, kornareal i klasse 3 og 4 i stubb, maks PAL=7, 6m bufferzoner langs alle bekker og elver | 1531                  | 2,6                     | 2631                  | 103              | 177               |
| 15            | Smalelva Trøgstad | 10       | Scenario 10, Alt kornareal i stubb, 6m vegsoner alle bekker, maksverdi for P-AL settes til 7         | 1088                  | 2                       | 2018                  | 73               | 136               |





## Vedlegg 3. Betraktninger rundt usikkerheter og begrensninger i beregningene

### *Prosessrepresentasjon*

Agricat 2 brukes til å beregne jord og fosfortap fra store nedbørfelter, men beregningene skjer for individuelle responsenheter på størrelse med polygonene i jordsmonnkartet. Resultatene fra responsenheter summeres opp for nedbørfeltene tilslutt, uten å ta hensyn til hvordan responsenheter ligger i landskapet. Det er også en del fosfortapsprosesser som ikke er inkludert pga. manglende kunnskap om disse.

Følgende prosesser/elementer er ikke inkludert i Agricat 2:

- regionale klimaforskjeller (vil endres ved innføring av nye erosjonsrisikokart i 2015)
- beregning av hydrologien, dvs. avrenningen, verken på årlig eller langsiktig basis (modellen bruker langsiktig *erosjonsrisiko* fra erosjonsrisikokartet direkte)
- erosjon i elve- og bekkeløp
- effekter av flom
- innsjøretensjon
- sedimentasjon av eroderte partikler før de når resipienten (unntatt det som sedimenterer/holdes tilbake i buffersoner og fangdammer)
- konsentrert strømming og erosjon i «dråg», og effekt av grasdekte vannveier
- sammenheng/transport mellom landskapsenheter («konnektivitet»)
- transport gjennom naturlige buffersoner eller andre landskapselementer som kan tilbakeholde partikler (inkludert for to vannforekomster i dette prosjektet, men normalt ikke inkludert)
- transport gjennom landskapselementer som kan initiere eller øke erosjon
- effekter av hydrotekniske anlegg
- tap av løst fosfor, bl.a. ved utfrysing av fosfor fra planter/planterester
- tap av fosfor knyttet til spredning av husdyrgjødsel
- tilførsler fra andre kilder (annen arealbruk, spredt og kommunalt avløp)
- naturlig bakgrunnsavrenning

### *Formlene i modellen*

Beregningsformlene i Agricat 2 er basert på måledata og ekspertvurderinger. Ofte kan det være stor spredning i datamaterialet fordi prosessene er så komplekse at de vanskelig lar seg beskrive med enkle formler. I mange tilfeller er det også et snevert datamateriale som ligger til grunn. Noen ganger kan man ha omfattende datasett for noen «feltyper» (her definert ved feltkarakteristika som jordsmonn, terreng, klima og drift), men begrensa/manglende data for andre feltyper. Da er det vanskelig å generalisere og ekstrapolere mellom ulike feltyper.

Følgende begrensninger er verdt å merke seg for formelverket for jordtap i Agricat 2:

- Erosjonsrisiko ved høstpløying (fra erosjonsrisikokartet) er beregnet med en modifisert form av den amerikanske USLE-likningen. Hovedsvakheter ved dagens erosjonsrisikokart er at erosjonsrisiko ikke er korrigeret for lokale klima- og avrenningsforhold, og at det opereres med konstant hellingslengde (100 m) og ikke

tas hensyn til terrengform (konkav/konveks, «dråg»). Det er også knyttet usikkerheter til eroderbarhetsfaktoren i likningen, f.eks. at den har et begrenset gyldighetsområde for innhold av organisk materiale i jord og ikke inkluderer effekt av grove fragmenter og opphavsmateriale/mineralogi.

- Funksjonen for fordeling av jordtap på overflate- og grøfteavrenning i Agricat 2 er basert på et meget begrenset datamateriale og er svakt dokumentert.
- Funksjonene for effekter av drift (jordarbeidingsfaktorer) er basert på et begrenset datamateriale der felter med leirjord og/eller høy erosjonsrisiko og dyrking av vårkorn er overrepresentert. Datagrunnlaget betydelig tynnere for sand- og siltjord og/eller lav erosjonsrisiko, og for driftsformer med potet, frukt, bær, høstharving eller høstkorn. Det er også betydelig tynnere datagrunnlag for effekter av drift på jordtap via grøfteavrenning enn for jordtap via overflateavrenning.
- Formlene for renseseffekter av grasdekte buffersoner og fangdammer er basert på målinger i norske feltforsøk, fortrinnsvis i Sørøst Norge, med et begrenset utvalg av buffersonebreder og fangdamstørrelser, jord- og klimaforhold. Formlene er svakt dokumentert.

Og for fosfortap kan man særlig peke på:

- Estimering av  $P_{tot}$  i jord utfra PAL kan være en kilde til usikkerhet. Formlene er basert på store datasett for tre jordtyper. Det er endel spredning i datamaterialet, med overlapp mellom de tre gruppene. Kanskje kan det skilles mer mellom ulike jordarter og avsetningstyper, men dette gir ikke datamaterialet grunnlag for.
- Fosfortap fra organisk jord er basert på ekspertkunnskap pga. stor mangel på empiriske data.
- Formelen for anrikningsfaktoren er basert på en laboratoriestudie i USA med simulert nedbør. Om resultatet fra denne studien kan utvides til å gjelde naturlige feltforhold i Norge, er usikkert.

Testing av Agricat 2 mot jord- og fosfortapsdata fra norske rute- og småfelter (Kværnø et al., 2014b) indikerer at usikkerhetene i formelverket til Agricat2 er sterkere knyttet til dagens erosjonsrisikokart enn til formlene for beregning av fosformengder-/tap, i hvert fall for de jordtypene og klimaregionene som er representert i valideringsdataene.

## ***Inputdata***

Usikkerheter i resultatene fra en modell avhenger mye av tilgjengelighet, egnethet og kvalitet på inputdataene til modellen. For Agricat 2 kan nevnes:

- Erosjonsrisikokart: usikkerhetene i erosjonsrisikokartet er nevnt i avsnitt 8.2. I tillegg kommer det faktum at jordsmonnkart/erosjonsrisikokart bare er tilgjengelig for 50 % av dyrka mark i Norge. God dekningsgrad av slike kart er det kun på sørøstlandet. Modellen kan ikke kjøres der det mangler verdier for erosjonsrisiko.
- Nedbørfelt til grasdekte buffersoner: dette mangler vanligvis, og i Agricat 2 løses det ved å bruke en standard 50 m influensbredde. Valget av denne influensbredden stammer fra arbeidet med tiltaksplan for Morsa fra 2009 (Øygarden et al., 2010). Dette er en forenkling som medfører usikkerheter.
- PAL-verdier: disse dataene foreligger vanligvis på en slik form at de i beste fall bare kan knyttes til driftsenheten som helhet, og ikke til den enkelte teig. Ofte mangler det dessuten data for deler av arealer. I Agricat 2 løses det ved å bruke gjennomsnittsverdier for arealer der data er tilgjengelig, og det medfører usikkerhet.

- Fordeling av drift: I Agricat 2 er fordeling av drift basert på RMP-kart, hvilket gir en betydelig reduksjon i usikkerheten sammenliknet med tidligere versjoner av modellen der all drift måtte fordeles utfra rutiner i modellen.

### ***Kalibrering og validering***

Kalibrering og validering av en modell er også forbundet med usikkerheter og utfordringer. For Agricat 2 er de viktigste:

- Tidsoppløsning: Agricat 2 er en statisk modell, dvs. at den kun gir som output et langsiktig gjennomsnitt for jord- og forsfortap per responsenhet, uten å ta hensyn til variasjoner i vær- og avrenningsforhold. Derfor må modellen testes/valideres mot en tidsserie som er så lang som mulig, men med lavest mulig tidsoppløsning. Man kan ikke forvente gode resultater på årlig basis, mens gjennomsnittlig tendens kan forventes å bli rimelig bra reflektert.
- Romlig skala: Agricat 2 bør først og fremst kalibreres og valideres mot måledata på liten skala (rutefelt/småfelt), for på nedbørfeltskala er det meget vanskelig å skille ut effekter av enkeltfaktorer, samt at mange nedbørfeltprosesser ikke er inkludert i modellen. Testing mot måledata fra nedbørfelter er likevel nyttig for å illustrere avvik på denne skalaen, ettersom man i praksis rapporterer resultatene fra modellen for større nedbørfelter. Man bør unngå å kalibrere modellen mot data på nedbørfeltskala, med mindre man har svært gode grunner for å gjøre det. For kalibrering og validering av fangdameffekter er imidlertid nedbørfeltskala det eneste relevante, selv om det byr på utfordringer knyttet til manglende prosessbeskrivelser.
- Måledata: Måling av vannføring, innsamling av prøver, lagring av prøver og analysering av prøver er beheftet med usikkerhet/feil, særlig ved dårlige måleforhold og lite kvalitetskontroll. Måledata representerer derfor ikke fasiten, men sier likevel mye om modellberegningene ligger innenfor et akseptabelt nivå.