

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 6 Nr. 132 2011

Modellering av næringsstofftilførsler i et vassdragsavsnitt på Hadeland

Håkon Borch, Stein Turtumøygard, Hans Olav Eggestad

Bioforsk Jord og miljø



www.bioforsk.no



Tittel/Title: Modellering og tiltaksanalyse for et vassdragsavsnitt på Hadeland			
Forfatter(e)/Author(s): Håkon Borch, Stein Turtumøygard, Hans Olav Eggestad			
Dato/Date: 01.02.2012	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 8164	Saksnr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: 6(132) 2011	ISBN-nr./ISBN-no: 978-82-17-00695-4	Antall sider/Number of pages: 55+ vedlegg	Antall vedlegg/Number of appendices: 6
Oppdragsgiver/Employer: Fylkesmannen i Oppland / Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver		Kontaktperson/Contact person: Harriet de Ruiter / Tore Pedersen / Odd Henning Stuen	
Stikkord/Keywords: Vannkvalitet, bakgrunnsavrenning, spredt avløp, landbruksavrenning		Fagområde/Field of work: Vannkvalitet	
Sammendrag: <p>Rapporten omhandler vannområdet øst for Randsfjorden fra utløpet av Vigga og sørover til Jevnaker. Innsjøens nedbørfelt er på 354 km². Arealet er dekket av skog (≈70%) og jordbruk (28%). Husdyrtettheten er ikke høy og industrivirksomheten er begrenset. Berggrunnsgeologi i områder har kalkrike bergarter noe som gir en rekke sjeldne kranstalgesjøer. Nedbørfeltet er dekket av tynt morenedekke i høyden, og tykkere i dalen langs Vigga. I område med skifrige bergartene er det forvittringsjord.</p> <p>Inndeling av delnedbørfelt er gjort med digital høydemodell. Til hvert nedbørfelt er det beregnet næringsstoffbelastning med hovedvekt på fosfor. Det er beregnet fosforbidrag i naturtilstand (2744 kg), dagens utmarksavrenning (1364 kg / 12,4%), atmosfærisk deponisjon (103 kg / 0,9%), avrenning fra tette flater og samferdsel (919kg / 8,3%), spredt avløp (4084 kg / 37%), kommunale renseanlegg (50 kg / 0,5%), arealavrenning fra landbruk(4040 kg / 36,6%), husdyr (480 kg / 4,3%). Tilførselsberegninger er gjort med modellene AgriCat-P, JOVA-Nest, WEBGIS avløp og koeffisienter for arealavrenning fra andre kilder.</p> <p>I prosjektet er det testet en del tiltaksscenarioer som det er gjort effektberegninger for. Disse inkluderer, oppgradering av spredt avløp, påkobling til kommunalkloakk i 28 områder, bygging av 5 fangdammer, omlegging til 80% stubb, 5m 8m og 10m vegetasjonssone langs vassdrag, reduksjon av fosfornivået i jorda ved redusert fosforgjødsling. Det er også gjort beregninger av samlet samspillseffekt av å gjøre alle tiltakene i landbruket. Siste del av rapporten er 51 kranstalgesjøer oppsummert pr nedbørfelt. Der det foreligger datagrunnlag er det gjort egne fosforresponsmodelleringer.</p>			
Land/Country:	Norge		
Fylke/County:	Oppland		
Kommune/Municipality:	Jevnaker, Lunner, Gran		
Sted/Lokalitet:	Hadelandsåsene øst for Randsfjorden		



Marianne Bechmann

Godkjent / Approved



Håkon Borch

Prosjektleder / Project leader

Forord

Rapporten omhandler vannområdet øst for Randsfjorden fra utløpet av Viggja og sørover til Jevnaker, og dekker kommunene Gran, Lunner og Jevnaker.

Arbeidet har vært omfattende ved at alle beregninger er gjort for en rekke små delnedbørfelt (51) for å få frem tilførselsberegninger for alle de sjeldne kransalgesjøene. Vi håper resultatet vil være et godt arbeidsgrunnlag for å oppnå god økologisk status i disse fine naturbiotopene.

Undersøkelsen er gjort på oppdrag fra Fylkesmannen i Oppland / Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver. Oppdragsgivers kontaktperson har vært Harriet de Ruiten, Tore Pedersen og Ola Rosing Eide.

Stein Turtumøygard har tilrettelagt data om spredt avløp og lagt de opp i modellen WEBGIS avløp. Hans Olav Eggestad har kjørt JOVA-NEST beregningene. Marianne Bechmann i Bioforsk har kvalitetssikret rapporten.

Takk til alle for godt samarbeid!

Ås den 02.02.2012



Håkon Borch

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	6
1.1 Berggrunn og løsmasser	7
1.2 Nedbørfeltinndeling	9
2. Tilførselsberegninger	11
2.1 Bakgrunnsavrenning	11
2.2 Utmarksavrenning	11
2.3 Atmosfærisk deposisjon	12
2.4 Tette flater (bebygde arealer og samferdsel)	12
2.5 Spredt avløp modellert med WEBGIS avløp	14
2.5.1 Datakvalitet	16
2.6 Kommunale renseanlegg i Lunner Gran og Jevnaker	18
2.7 Forurensning fra jordbruk	18
2.7.1 Om AgriCat-P	18
2.8 Fosfor i jord (P-AL status)	23
2.9 Avrenning fra husdyr	24
2.10 Nitrogen modellering med JOVA-Nest	26
2.11 Oppsummering av tilførselsberegninger	27
3. Scenarioer	28
3.1 Landbruk	28
3.1.1 Fangdammer	28
3.2 P-AL reduksjon	31
3.3 Samlet landbrukseffekt med samspillseffekter	31
3.4 Om usikkerhet i beregningene	33
3.5 Avløp	34
3.5.1 Påkobling av spredt avløp til det kommunale nettet.	34
4. Kransalgesjøene - resipientvurdering og belastninger	36
4.1 1Da - Kårstadtjernet (4917) - Jevnaker kommune	36
4.2 1Db - Storetjernet (4910) - Jevnaker kommune	36
4.3 1Fa - Markatjernet (4892) - Jevnaker kommune	37
4.4 1Ga - Sverigetjernet (4881) - Jevnaker kommune	37
4.5 1Gab - Hallontjernet (4903) - Jevnaker kommune	38
4.6 1Gac - Kjevlingen (4878) - Lunner kommune	38
4.7 1Gaca - Karussputten (196501) - Lunner kommune	39
4.8 1Gad - Fiskumtjernet (196502) - Gran kommune	40
4.9 1Gb - Bråtatjernet (4875) - Lunner kommune	40
4.10 1Gba - Velotjern (4865) - Lunner kommune	41

4.11	1Gbaa - Orentjernet (4861) - Lunner kommune.....	41
4.12	1Gbaaa - Korsrudputten (196461) - Lunner kommune	42
4.13	1Gbaaab - Rokotjern (4838) - Lunner kommune	42
4.14	1Gbaaaba - Østtjernet/Vientjern (4837) - Gran kommune	43
4.15	1Gbaaabaa - Bråtåtjern (Vienbråtåtjern) (196447) - Gran kommune.....	44
4.16	1Gbaaac - Øyskogstjern (4843) - Lunner kommune.....	44
4.17	1Gbaaaca - Høybytjern (4844) - Lunner kommune	44
4.18	1Gbaab - Høltjernet (4867) - Lunner kommune	45
4.19	1Gbaaaa - Korsrudtjern (4850) - Lunner kommune	45
4.20	1Gaa - Vassjøtjernet (4890) - Jevnaker kommune.....	46
4.21	1Ka - Falangtjern øvre (4828) - Gran kommune.....	47
4.22	1Kb - Skirstadtjernet (4802) - Gran kommune.....	48
4.23	1Kaa - Falangtjern nedre(4833) - Gran kommune	49
4.24	1La - Grunningen (4771) - Gran kommune	50
4.25	1Lb - Elgtjernet (Eldtjern) (4772) - Gran kommune	50
4.26	1Lba - Oksetjernet(196332) - Gran kommune	50
4.27	1Lbb - Breidtjern (4781) - Gran kommune	51
4.28	1Lbba - Langtjernet (4788) - Gran kommune.....	51
4.29	1Lc - Stortjernet(4762) - Gran kommune	52
4.30	2E - Jarenvatn (557) - Gran kommune.....	52
4.31	2Eb - Raknerudtjernet (4832) - Gran kommune	53
4.32	2Ec - Kruggerudtjernet(4849) - Lunner kommune	53
4.33	2Ed - Kalvsjøtjernet(4891) - Lunner kommune	54
4.34	2Ef - Elgsjøen (4876) - Lunner kommune.....	54
4.35	2Eg - Oppentjernet (4909) - Lunner kommune	55
4.36	2Eh - Omdalsvatnet (4915) - Lunner kommune.....	55
5.	Litteratur	56
6.	Vedlegg	57
6.1	Sanering av spredt avløp Gran kommune	57
6.2	Sanering av spredt avløp Lunner kommune	57
6.3	Vannkvalitet oversikt	57
6.4	Vigga nord	57
6.5	Vigga midt	57
6.6	Vigga sør	57

En del begrepsforklaringer

Avløpsvann (Kloakk):	Vann fra klosett, dusj, kjøkken i bolig, bedrift og lignende
Avløpsnett/Ledningsnett:	Et ledningsnettssystem som samler opp og fører avløpsvann fra boligen eller andre bygninger.
Bakgrunnsnivå:	Mengden eller konsentrasjonen av stoffer en regner med å finne i naturen (naturlig tilstand) dersom ikke menneskelig aktivitet medfører forhøyde nivåer av stoffet.
Begroing:	Uønsket vekst av planter (alger).
Bioakkumulering:	Når opptak av et stoff er større enn nedbrytningen eller utskillelsen i planter eller dyr skjer det en akkumulering. Denne akkumuleringen øker oppover i næringskjeden og kan nå toksiske nivåer for en del ikke naturlige stoffer (brukes mest om miljøgifter).
Biologisk mangfold:	Mangfoldet av økosystemer, arter og genetiske variasjoner innenfor artene, og de økologiske sammenhengene mellom disse komponenter.
Diffuse kilder:	Forurensningskilder som ikke kan lokaliseres til et punkt, jfr. punktkilder. Kildene omfatter blant annet utslipp fra landbruk, forurenset grunn, avfallsdeponier industri og kloakkanlegg.
Eutrofiering:	Overgjødningseffekter. Økt planteproduksjon forårsaket av økt tilførsel av næringsalter som kommer fra for eksempel avrenning fra landbruket. Forårsaker begroing i vassdrag, og tjern og endring av algesammensetningen i vannet. Sterk eutrofiering gir oppblomstring av giftige alger (blågrønnalger og kieslalger), og tap av biologisk mangfold.
Forsuring:	Atmosfæriske avsetninger av forsurende forbindelser leder til endring av PH (surhetsgrad) som igjen kan gi tap av biologisk mangfold.
Gråvann:	Den del av avløpsvannet som ikke kommer fra toalettet (avløp fra kjøkken, vaskemaskin, dusjbad osv.).
Kjemisk renseanlegg:	Renseanlegg for avløpsrensing (kloakk) ved tilsetning av kjemikalier slik at partiklene i avløpsvannet bindes sammen til større og tyngre enheter som er lettere å fjerne fra vannet.
Kostholdsråd:	Myndighetenes fraråding om å spise skaldyr og fisk fra områder hvor det er registrert for høye konsentrasjoner av miljøgifter (ofte PCB og/eller kvikksølv)
Miljøgifter:	Stoffer som selv i små konsentrasjoner kan gi gifteffekter på organismer. Kan ofte oppkonsentreres til skadelige konsentrasjoner i næringskjeden fordi de har lav nedbrytbarhet eller bindes til fettvev.
Naturlig bakgrunnsnivå:	Mengder eller konsentrasjoner av stoffer en regner med å finne i naturen dersom ikke menneskelig aktivitet medfører forhøyde nivåer av stoffet.
Organisk stoff:	Vannets innhold av organisk stoff. Betegnes ofte med ulike målemetoder 1) BOF = biokjemisk oksygenforbruk, 2) KOF = kjemisk oksygenforbruk 3) TOC = total organisk karbon.
Organiske forbindelser:	Kjemiske forbindelser som har sitt opphav fra levende organismer. Inneholder karbon oksygen og hydrogen og ulike andre elementer som for eksempel nitrogen.
Overvann:	Vann som renner på tette flater og i ledningsnett i forbindelse med regn og som ofte medfører uønsket stor hydraulisk belastning på nettet og renseanlegget.
Personekvivalent (PE):	Spesifikk belastning eller forbruk pr. person mhp. vannvolum og/eller forurensningsmengde pr. døgn.
Punktkilder:	Utslippskilder som er klart avgrenset, og som kan knyttes til et punkt som f.eks utslipp fra et rør.
Referanseverdi:	Verdi for sammenligning med tilsvarende undersøkelser/studier gjort andre steder.
Resipient:	Mottaker. Brukes bl.a. om innsjøer, elver, bekk. Vann som blir tilført avløpsvann eller andre forurensninger.
Rødlistearter:	Oversikt om plante- og dyrearter som på en eller annen måte er truet av utryddelse eller hvor bestanden er betydelig redusert som følge av menneskets aktivitet.
Sediment:	Lagvis avsetninger av sand, grus og leire på bunnen.
Totalfosfor/TP/Tot-P:	Både partikulært bundet og løst fosfor.
Total organisk karbon:	(TOC) er mengden av karbon bundet i organiske forbindelser, og enheten brukes som en uspesifisert indikator for vannkvalitet. Høye verdier av TOC kan skyldes forurensing fra kloakk eller andre organiske stoffer, men det kan også være naturlig knyttet til høye verdier av humus.
Turbiditet:	Redusert sikt i vann som skyldes partikler og oppløst materiale
Vannkvalitetovervåking:	Undersøkelse av forholdene i et vassdrag, sjø. Vil omfatte målinger av utvalgte (forurensete) stoffer.
Økologisk tilstand:	Uttrykk for tilstandene når det gjelder sammensetning og virkemåte for økosystemet i en forekomst av overflatevann, basert på klassifiseringen i vannforskriftens vedlegg V. Se for eksempel http://www.lovddata.no/for/sf/md/td-20061215-1446-025.html .

1. Innledning

Rapporten tar for seg vannområdet øst for Randsfjorden fra utløpet av Vigga og sørover til Jevnaker. Innsjøens nedbørfelt er på 354 km². Nedbørfeltet dekker store deler av Lunner Gran og deler av Jevnaker kommune.

Arealet er for det meste dekket av skog (≈70%). Skogen er av relativt høy bonitet hvor 61% av skogarealet er i klasse høy bonitet og 28% er i klassen middels bonitet.

Det er en høy arealandel - 28% - som er dekket med jordbruk. Jordbruksområdene er konsentrert rundt langs Vigga og på Hadelandsåsen med skråningene ned mot Randsfjorden. De produktive arealene ble tidlig dyrket opp, og Hadeland har mange gamle bondegårder, noen helt tilbake fra før Kristus fødsel. I dag er det stor arealdyrking av korn, grønnsaker, frukt o.l. sammen med et stort dyrehold. Bl.a. var kommunen lenge størst i landet innen svinehold. Landbruksdriften i dag er dominert av kornproduksjon og en del grasdyrking og hestebeiter. Svin og eggproduksjon er det også noe av, selv om den totale husdyrtettheten i dag ikke er veldig høy.

Industrivirksomheten er begrenset, og den antas å ha relativt liten betydning for vannkvaliteten i bekkene. Vi har ikke mottatt informasjon om industriutslipp, og antar at det er av marginal betydning.

Tettstedene Roa/Lunner har ca. 1580 innbyggere. Tettstedene Gran Brandbu og Jaren har ca. 5000 innbyggere.

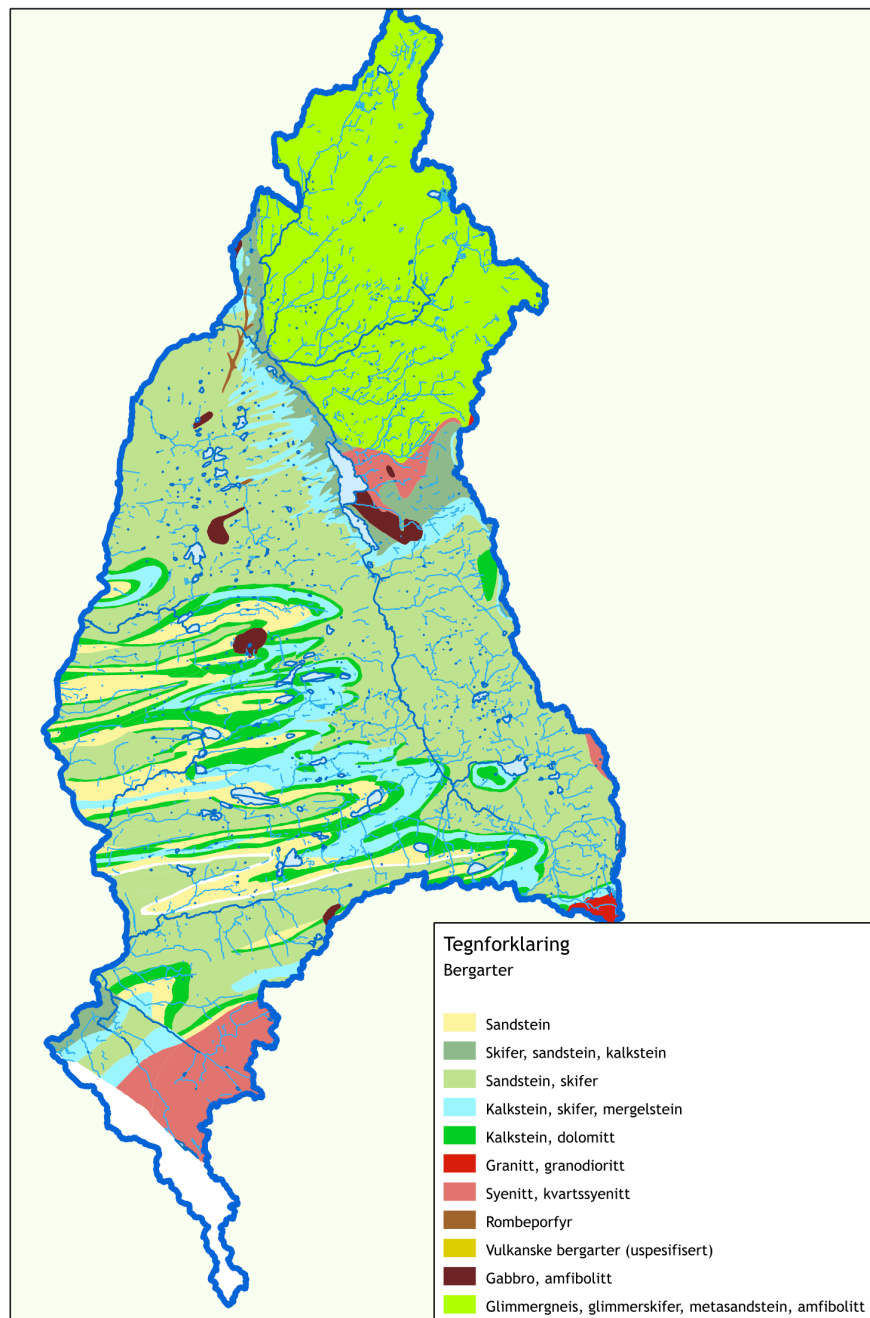
Et oversiktskart over nedbørfeltet er vist i figur 1.



Figur 1; Oversiktskart over nedbørfeltet på Hadeland som inngår i undersøkelsen.

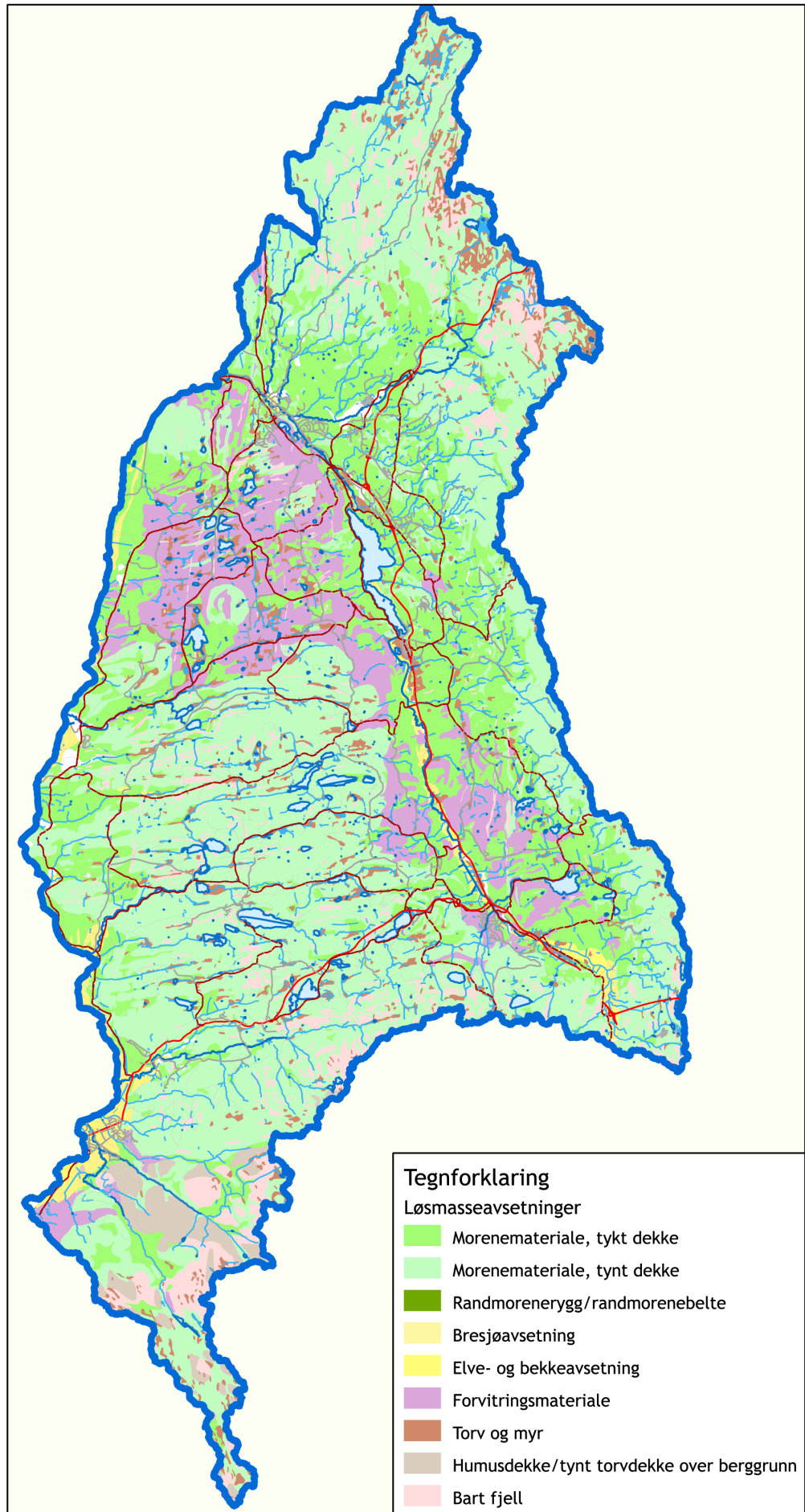
1.1 Berggrunn og løsmasser

Berggrunnsgeologi er viktig for vannkvaliteten i et vassdrag. I områder med rikere bergarter vil vannet være rikere på løste mineraler og motstandskraften mot forurening øker. Med mye kalk i berggrunnen vil også vannkvaliteten endres slik at det blir grunnlag for kalkkrevende arter, og slike vannforekomster har egen gruppe i typologiseringsystemet som brukes i vannforvaltningen. Vi har derfor valgt å ta med et kart over berggrunn i nedbørfeltet (Figur 2). Fra naturens side er nedbørfeltene på Hadeland dominert av kalkrike bergarter som kalkstein/dolomitt, og kalkrike skiferlag. Flekkvis er det gabbro som også gir en kalkrik vegetasjon om ikke så tydelig som kalksteinen. Områdene med syenitt og granitt har harde bergarter som gir vann med liten bufferkapasitet mot forurening. I nord er det et område med glimmerskifer, kvarts- og muskovittskifer, metasandstein og biotittgneis; stedvis lag med hornblendegneis og amfibolitt. Dette området er også mindre robuste i forhold til sur nedbør.



Figur 2; Berggrunnsgeologi i nedbørfeltet. Kilde NGU.

Kvartærgeologisk er størstedelen av nedbørfeltet dekket av et tynt morenedekke i høydene, og tykkere i dalen langs Vigga. I de områder hvor de skifrige bergartene er lite komprimert og løsere er det forvittringsjord. I sørvest ved Jevnaker er det en del breelavsetninger. Hele området ligger over den marine grense. Figur 3 viser løsmassekart for nedbørfeltet.



Figur 3;
Løsmassekart
viser
avsetningstyper
og mektighet i
Hadelands-
vassdragenes
nedbørfelt.
Kilde NGU.

nedbørfeltavgrensningene blitt betydelig mer nøyaktig enn tidligere beregninger. Et relieffkart for landskapet generert fra høydemodellen er vist som figur 4. Den endelige nedbørfeltinndelingen er vist i figur 5 og presentert i tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over delnedbørfeltinndelingen av Hadelandsvassdragene.

Feltkode	NBFeltnavn	Areal (daa)	Kommentar
1	Småbekker til Randsfjorden	32 105 daa	
1A	Svenåa	9 617 daa	
1AB	Moselva	18 460 daa	
1C	Toso-, Furumyrbecken	6 826 daa	
1D	Prestegårdselva	18 626 daa	
1Da	Kårstadtjernet	867 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Db	Stortjernet	2 092 daa	Kransalgesjø.
1F	Galtetalsbekken	4 103 daa	Kransalgesjø.
1Fa	Markatjernet	1 669 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1G	Sløvikelva	6 536 daa	
1Ga	Sverigetjernet	2 779 daa	Kransalgesjø.
1Gaa	Fiskumtjernet	105 daa	Kransalgesjø.
1Gaa	Vassjøtjernet	6 853 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Gab	Hallumstjernet	1 868 daa	Kransalgesjø.
1Gac	Kjevlingen	1 535 daa	Kransalgesjø.
1Gaca	Karussputten	218 daa	Kransalgesjø.
1Gb	Bråtjernet	1 301 daa	Kransalgesjø.
1Gba	Velotjern	1 087 daa	
1Gbaa	Orentjernet	8 005 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Gbaaa	Korsrudputten	492 daa	Kransalgesjø.
1Gbaaaa	Korsrudtjern	284 daa	Kransalgesjø.
1Gbaaaab	Rokotjern	963 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Gbaaaaba	Østtjernet/Vientjern	642 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Gbaaaabaa	Bråtjernet	1 185 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Gbaaaac	Øyskogstjern	849 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Gbaaaaca	Høybytjern	206 daa	Kransalgesjø.
1Gbaaab	Høltjernet	384 daa	Kransalgesjø.
1K	Kverndalselva	5 804 daa	
1Ka	Falangtjern øvre	3 614 daa	Kransalgesjø.
1Kaa	Falangtjern nedre	7 017 daa	Kransalgesjø.
1Kb	Skirstadtjernet	3 478 daa	Kransalgesjø.
1L	Askjumelva	7 277 daa	
1La	Grunningen	170 daa	Kransalgesjø. Feltvurdering av tiltak i landbruket
1Lb	Elgtjernet	834 daa	Kransalgesjø.
1Lba	Oksetjernet	111 daa	Kransalgesjø.
1Lbb	Breidtjern	2 116 daa	Kransalgesjø.
1Lbba	Langtjernet	10 383 daa	Kransalgesjø.
1Lc	Stortjernet	1 279 daa	Kransalgesjø.
2	Vigga nedre	11 001 daa	
2A	Eggeelva	23 223 daa	
2B	Gullåa	11 802 daa	
2C	Skjerva	25 995 daa	
2D	Kåvåbekken	4 063 daa	
2E	Vigga øvre (Jarenvann)	82 633 daa	
2Ea	Risenfallsbekken	4 648 daa	
2Eb	Raknerudtjernet	899 daa	Kransalgesjø.
2Ec	Krugerudtjernet	2 760 daa	
2Ed	Kalvsjøtjernet	3 389 daa	Kransalgesjø.
2Ef	Elgsjøen	10 676 daa	
2Eg	Oppentjernet	354 daa	Kransalgesjø.
2Eh	Omdalsvatnet	638 daa	Kransalgesjø.

2. Tilførselsberegninger

Det er i dette kapittelet gjennomgått en del forurensningskilder for næringsstoffbelastning til nedbøreltene. Hovedvekten er lagt på fosfor, selv om det lokalt i bekker og mindre vannforekomster også kan være store effekter av organisk stoff. Beregninger av nitrogen er også gjort i modellen JOVA Nest og for spredt avløp. For Randsfjorden og kransalgesjøene er imidlertid ikke belastning av organisk stoff på et slikt nivå at det har noen betydning. Nitrogen antas ikke å være veldig viktig selv om det noen år kan påvirke algesammensetningen i sjøen i deler av sesongen.

2.1 Bakgrunnsavrenning

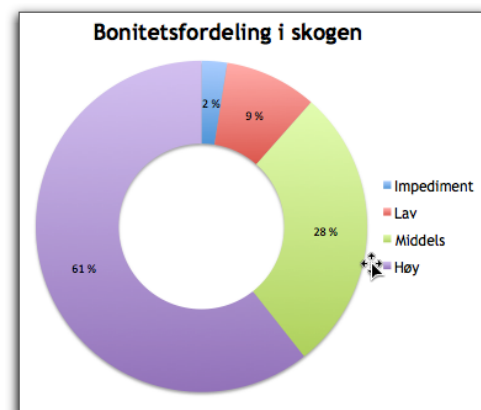
Bakgrunnsavrenningen fra arealene skal omfatte alt næringsstofftap, både overflateavrenning, grunnvannsutlekking samt elve- og bekkeerosjon som ville kommet til vassdraget i en naturtilstand uten menneskelig aktivitet. Dette er en modellert referanseverdi som senere trekkes fra totalbidraget for å gi et estimat på det antropogene bidrag.

I beregninger av bakgrunnsavrenning er det brukt anbefalte koeffisienter (Bratli 1997). I forbindelse med implementering av Vannforskriften ble det i 2008 derfor utarbeidet ny metodikk for karakterisering av beregning av forventet naturtilstand (Solheim et al. 2008) i nedbørfelt under marin grense. Arealet som oppfyller disse kriteriene i nedbørfeltet er ubetydelige så beregningene er gjort etter Bratlis (1997) koeffisienter. For å velge riktig koeffisient på riktig areal er arealbruk og bonitetskart fra skog og landskap behandlet i GIS verktøy og arealkodingen for arealbruk og bonitetsklasser er tilpasset koeffisientene slik;

- impediment behandles som fjell uten isbre (4 mg/m^2),
- lav bonitet ($0,1 - 0,3 \text{ m}^3$ skogstilvekst per dekar og år) gis koeffisienten 5 mg/m^2 ,
- middels bonitet ($0,3 - 0,5 \text{ m}^3$ skogstilvekst per dekar og år) er gitt 6 mg/m^2 ,
- høy bonitet ($0,5 - 0,1 \text{ m}^3$ skogstilvekst per dekar og år) er gitt 7 mg/m^2 ,
- svært høy bonitet ($> 1 \text{ m}^3$ skogstilvekst per dekar og år) er gitt 8 mg/m^2 ,

Bonitetsfordelingen i området viser at det er svært produktive områder med 61% av arealet i bonitetsklasse "høg", og 28% i klasse "middels".

Den naturlige bakgrunnsavrenningen for hele nedbørfeltet er 2745 kg P pr år.



Figur 6 Bonitetsfordelingen i skogen i vannområdet

2.2 Utmarksavrenning

Beregningen av utmarksavrenningen kjøres som en del av bakgrunnsberegningen med samme basis i bonitetskart som omtalt over. Avrenningen fra dagens utmarksområder er beregnet til 1365 kg. Avrenningen tar ikke hensyn til hogstaktivitet, og avrenningen kan være betydelig større de første 1-3 årene etter en flatehogst.

For nitrogentap er det brukt $440 \text{ kg/km}^2/\text{år}$ ut i fra erfaringer fra JOVA programmets data. Her har N-tapet fra utmark vist seg å ligge $\approx 10\%$ av tapet fra landbruksjorda. Dette gir $86\,337 \text{ kg N-tap pr år}$.

2.3 Atmosfærisk deposisjon

Tall for tilførsler fra atmosfærisk deposisjon på åpne vannflater ble hentet fra Oredalen og Aas (Oredalen and Aas 2000). Det er 6454 daa vannflate i nedbørfeltet. Ut fra dette ble deposisjon på fri vannflate satt til 16 g/daa/år. Dette gir et ekstra bidrag på ≈103 kg P.

For nitrogen er det brukt 700 kg/km²/år som koeffisient. Dette gir 4517 kg N.

2.4 Tette flater (bebygde arealer og samferdsel)

Totalt er det 10 578 daa bebygde arealer for sentrumsområder, boliger og samferdsel (kilde markslagskart AR5). For å beregne avrenning fra disse arealene er det brukt koeffisienter fra Vestfoldmodellen (Simonsen and Bendixby 2009). Det ble skilt på bebygd areal og samferdsel i beregningen, men oppsummeringen er samlet under betegnelsen "tette flater". Det er brukt både koeffisient for andel av arealet som reelt er tett og avrenningskoeffisienter for fosfor. Resultatet viser at det totalt fra de tette flatene renner av 919 kg P pr år (=87g P/daa).

Tabell 2: Koeffisienter brukt for å beregne tette flater (Kilde Simonsen and Bendixby 2009)

Arealbrukstype	Andel tett flate koeffisient	P-taps koeffisient (mg/l)
Sentrumsområder	0,85	0,35
Bolig-villaområder	0,15	0,20
Bolig-rekkehusområder	0,30	0,25
Bolig-blokkbebyggelse	0,45	0,30
Næringsområder	0,80	0,40
Veier 5000 kjøretøy/døgn	1,00	0,40
Veier 30000 kjøretøy/døgn	1,00	0,24



Figur 7; Landskapet på Hadeland er svært produktivt rikt og frodig på grunn av den rike Oslofelt berggrunnen. Dette gir mye høybonitetsskog.

Tabell 3: Avrenning ved naturtilstand, avrenning fra dagens utmarksområder, atmosfærisk deponisjon på vannflater og avrenning fra bebygde arealer inkludert samferdsel

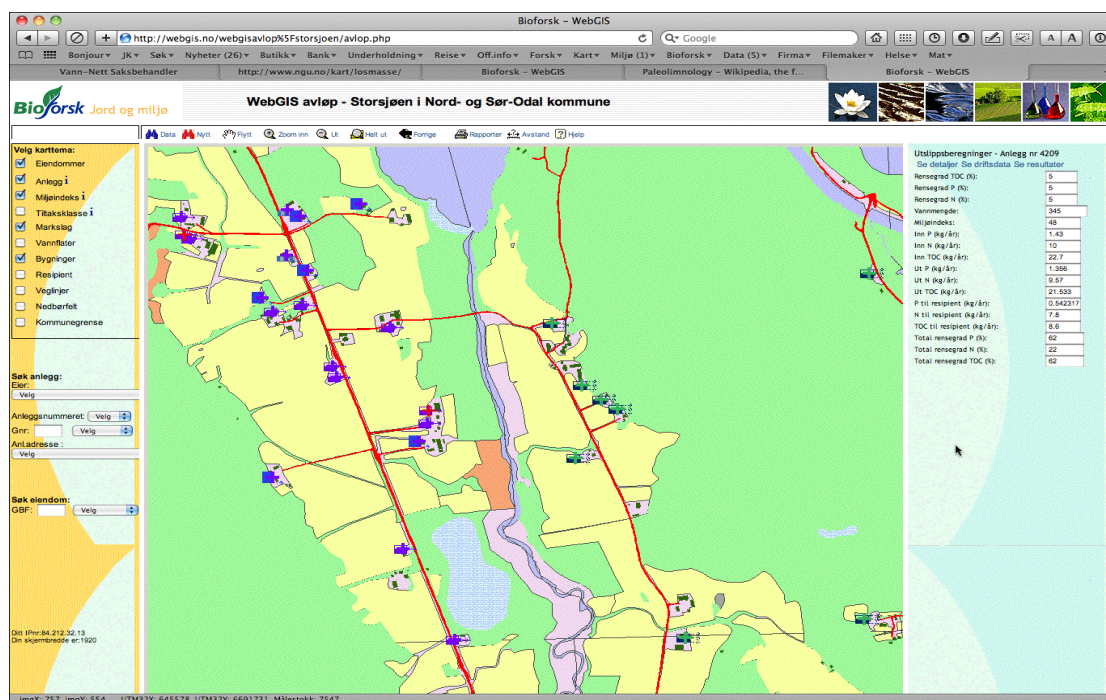
NB nr	Nedbørfelt navn	Sum Areal daa	Naturtilstand (bakgrunns-avrenning) kg P /år	Utmarks-avrenning kg P /år	Atmosfærisk deponisjon kg P /år	Avrenning bebygde arealer og samferdsel kg P/år
1	Småbekker til Randsfjorden	32105	284,1	119,0	1,4	49,7
1A	Svenåa	9617	60,3	54,2	0,5	24,4
1AB	Moselva	10123	69,2	58,9	1,0	8,9
1C	Toso-, Furumyrbecken	6826	46,7	38,3	0,0	23,7
1D	Prestegårdselva	18626	138,3	91,7	1,3	42,6
1Da	Kårstøtjernet	867	6,2	3,7	1,3	0,7
1Db	Støtjernet	2092	14,7	7,5	4,4	7,3
1F	Galtetalsbekken	4103	29,8	23,8	1,6	2,0
1Fa	Marktjernet	1669	13,6	7,3	0,6	2,8
1G	Sløvikelva	6536	56,5	25,8	0,3	11,3
1Ga	Sverigetjernet	2779	24,7	7,1	1,2	12,2
1Gab	Hallumstjernet	1868	15,5	5,9	1,1	3,5
1Gac	Kjevlingen	1535	14,7	2,8	1,1	1,9
1Gaca	Karusputten	218	1,5	1,0	0,2	0,4
1Gb	Bråtjernet	1301	9,8	5,5	0,7	1,8
1Gba	Velotjern	1087	7,7	6,0	1,0	0,4
1Gbaa	Orentjernet	8005	64,4	34,2	2,5	9,5
1Gbaaa	Korsrudputten	492	4,5	1,1	0,2	0,7
1Gbaaab	Rokotjern	963	7,0	2,8	2,2	0,8
1Gbaaab	Østtjernet/Vientjern	642	5,7	1,5	0,7	2,1
1Gbaaab	Bråtjernet	1185	10,2	4,2	0,6	2,6
1Gbaaac	Øyskogstjern	849	7,0	0,5	3,5	0,4
1Gbaaac	Høybytjern	206	1,7	0,2	0,6	0,3
1Gbaab	Høltjernet	384	2,4	1,7	0,4	0,0
1Gbaaaa	Korsrudtjern	284	1,3	0,9	1,6	0,1
1Gaa	Vassjøtjernet	6957	56,0	20,8	8,2	17,3
1K	Kverndalselva	5804	52,4	18,3	0,8	15,2
1Ka	Falangtjern øvre	3614	32,4	12,0	1,1	6,5
1Kb	Skirstøtjernet	3478	28,4	11,9	4,2	3,7
1Kaa	Falangtjern nedre	7017	55,1	37,0	1,4	4,2
1L	Askjumelva	7277	72,4	12,5	1,1	14,7
1La	Grunningen	170	0,7	0,4	1,2	0,4
1Lb	Elgtjernet	834	7,6	1,0	1,4	1,2
1Lba	Oksetjernet	111	0,7	0,5	0,3	0,0
1Lbb	Breidtjern	2116	20,5	3,3	1,4	3,1
1Lbba	Langtjernet	10383	102,0	20,5	1,6	17,5
1Lc	Støtjernet	1279	12,7	1,1	1,6	0,0
2	Vigga nedre	11001	97,8	23,8	1,8	129,1
2A	Esgeelva	23223	152,0	125,1	1,0	17,7
2B	Gullåa	11802	78,9	68,1	0,1	13,3
2C	Skjerva	25995	157,8	137,4	1,8	36,3
2D	Kåvåbekken	4063	30,9	17,7	0,0	14,2
2E	Vigga øvre (Jarennann)	82633	712,4	252,4	26,7	342,3
2Ea	Risenfallsbekken	4648	32,3	25,5	0,0	17,6
2Eb	Raknerudtjernet	899	8,1	2,4	0,6	2,3
2Ec	Kruggerudtjernet	2760	20,6	13,6	1,7	5,4
2Ed	Kalvsjøtjernet	3389	25,6	11,2	3,9	18,8
2Ef	Elgsjøen	10676	83,2	38,2	7,6	28,0
2Eg	Oppentjernet	354	2,0	1,2	1,7	0,1
2Eh	Omdalsvatnet	638	3,6	2,7	2,1	0,3
Summert hele området		345 484	2744	1364	103	919

2.5 Spredt avløp modellert med WEBGIS avløp

Som en del av prosjektet ble informasjon om alle spredte avløpsanlegg i Jevnaker, Lunner og Gran samlet inn og geolokalisert og så lagt inn i programmet WEBGIS avløp. WEBGIS avløp kalkulerer belastningen av fosfor (P), nitrogen (N) og organisk stoff (TOC) fra personekvivalentene (PE) som bor i nedbørfeltet ved å redusere belastningen med den forventede retensjon fra anleggstypene som er i bruk. Modellen tar også hensyn til retensjon i jord frem til utslippet når vassdraget. Modellene antar at en PE generer 1,7 g P dag⁻¹. Retensjonskoeffisienter avhenger av anleggstyper og alder på anlegget der det har betydning. Beregningen tar også hensyn til belastningen av anlegget sett i forhold til dimensjoneringen. En mer detaljert beskrivelse av modellen er å finne i egen Jordforskrapport (Kraft and Turtumøygard 1997). WEBGIS avløp er også et forvaltningsverktøy for å håndtere saksbehandling og forvaltning av spredt avløp i kommunene. Dataene for anleggene ble hentet inn fra kommunen og beregningene representerer status pr 30.08.2011.

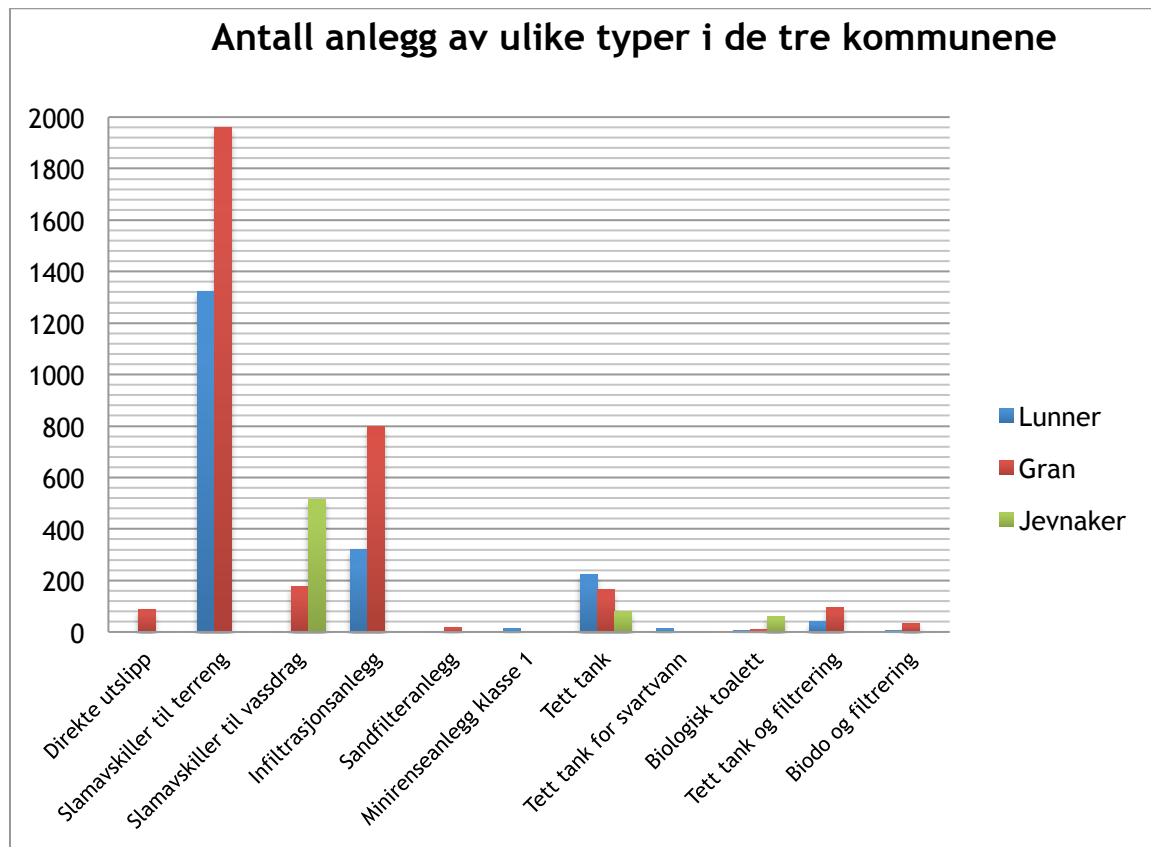


Figur 8; Dårlig fungerende spredte avløpsanlegg kan lokalt bety mye for vannkvaliteten. Her et eksempel fra et anlegg som har gått tett.



Figur 9; Skjermbildet i WEBGIS avløp med symboler i kartet for ulike anleggstyper.

Totalt i kommunene er det 5943 spredte avløpsanlegg. Dette inkluderer også hytter. I modellen er disse lagt inn med 3 måneders brukstid. 1943 av disse anleggene ligger i Lunner kommune, 3342 i Gran og 658 i Jevnaker. Fordelingen er presentert i figur 10 og Tabell 4.



Figur 10; Fordeling av alle anleggstyper i kommunene.

Tabell 4: Fordeling av anleggstyper deres belastning på miljøet uttrykt som "miljøindeks" for hver av de tre kommunene i Vannområdet. Dataene omfatter alle anlegg i kommunene, - også de utenfor vannområdet.

Kommunevis anleggstyper	Antall	Miljøindeks				
		Meget høy	Høy	Middels	Lav	Meget lav
Lunner						
Slamavskiller til terreng	1322	72	1246			4
Infiltrasjonsanlegg	320			18	301	1
Minirensanlegg klasse 1	12			12		
Tett tank	225				1	224
Tett tank for svartvann	12				10	2
Biologisk toalett	7				7	
Tett tank og filtrering	40				40	
Biodo og filtrering	5				5	
Sum Lunner	1943	72	1246	30	364	231
Gran						
Direkte utslipp	88	88				
Slamavskiller til terreng	1959	85	1870			4
Slamavskiller til vassdrag	175	175				
Infiltrasjonsanlegg	799			289	510	
Sandfilteranlegg	17		17			
Minirensanlegg klasse 1	2			2		
Tett tank	164					164
Tett tank for svartvann	2				2	
Biologisk toalett	9				9	
Tett tank og filtrering	95				5	90
Biodo og filtrering	32				1	31
Sum Gran	3342	348	1887	291	527	289

Jevnaker						
Slamavskiller til vassdrag	514	514				
Minirensenanlegg klasse 1	2			2		
Tett tank	81					81
Biologisk toalett	61				61	
SUM	658	514	0	2	61	81

Den vanligste anleggstypen er slamavskiller med utslipp til vassdrag eller terreng, totalt 3970 (1322+2134+514) anlegg. Disse anleggene har svært dårlig rensing, - ned mot 5%, - og det vil være viktig å rydde opp i disse for å bedre vannkvaliteten. Spesielt små vannforekomster som bekker og mindre tjern er sårbare for kloakk fra spredt avløp. Både eutrofiering, saprobiering og TKB forurensing kan være problematisk.

Total P-tilførsel fra spredt avløp til hele nedbørfeltet er beregnet til ≈4554 kg P/år. Av nitrogen (N) kommer det ca. 43 tonn og av organisk stoff er belastningen estimert til ≈59 tonn. Tabell 5 viser tallene oppsummert samlet og pr. delnedbørfelt.

2.5.1 Datakvalitet

Data om private avløpsanlegg er mottatt fra kommunene via Fylkesmannen. Datagrunnlaget har noe ujevn kvalitet, og er bearbeidet/kodet med bistand fra Fylkesmannen:

- Fra Gran er det mottatt digitale kart over 2126 anlegg, med gode opplysninger. Disse er supplert med data fra slamtømmeregisteret.
- Fra Jevnaker er det mottatt Accessdatabase med en del data om anleggene. Stedfestet ved hjelp av Gnr/Bnr/Fnr.
- Fra Lunner er det mottatt et excelark med slamtømmeliste og en del data om anleggene, som er koblet mot digitalt kart over bygninger med kontrollgebyr.

For anlegg fra slamtømmelistene er det ikke oppgitt belastning, og vi har derfor antatt en standard belastning på én husstand (2.6 pe). Resipientavstand er beregnet som korteste avstand til bekk/grøft ved kobling mot digitale kart.

Kommunens registreringer av anleggstyper og tilstand er varierende og tildels mangelfull. Vi anbefaler at det gjøres et arbeid for å heve datakvaliteten innen spredte avløpsanlegg, spesielt i Jevnaker. Gran og til dels Lunner har bedre oversikt over dataene. Dette innebærer at usikkerheten i modellberegningene varierer med i hvilken kommune delnedbørfeltet ligger. For å gå videre med å velge de mest kostnadseffektive tiltakene, og utarbeide detaljerte tiltaksplaner bør datagrunnlaget forbedres i en del områder med for dårlig kvalitet til å gi et beslutningsgrunnlag for å gjennomføre pålegg om oppgradering av anlegg. Vi anbefaler at kommunene gjennomgår sine anlegg i områder der de har dårlig oversikt og korrigerer feil og mangler. Alle anleggsdata er tilrettelagt i WebGIS avløp, som enkelt kan benyttes til en slik gjennomgang.

Antallet anlegg av typen ”slamavskiller til vassdrag” er for Jevnaker oppgitt til 514, og de oppgir ikke andre anleggstyper som sandfilter, infiltrasjon m.fl. Vi tror derfor at i denne gruppen inkluderes flere anleggstyper som ville gitt bedre renssevne i modelleringen. Beregningene kan derfor antakelig ansees som et worst case scenario, og modellresultatet vil ha en del usikkerhet. Resultatene er antakelig et øvre estimat av nivået for belastning til vassdragene.

Tabell 5: Antall anlegg og beregnet P, N og TOC utslipp fra spredt avløp i delnedbørfelt og samlet.

Vannforekomst	Antall anlegg	Dagens tilførsel kg P/år	Dagens tilførsel kg N/år	Dagens tilførsel kg TOC/år
Askjumelva	227	204	2024	2834
Breidtjern	42	26	453	324
Bråtatjernet	24	18	217	268
Brååtjern	25	25	259	351
Eggeelva	95	75	841	1022
Elgsjøen	295	154	2094	2417
Elgtjernet	17	14	153	207
Falangtjern nedre	26	43	414	590
Falangtjern øvre	51	72	721	969
Galtedalsbekken	10	15	108	243
Grunningen	10	9	77	130
Gullåa	72	83	720	1232
Hallumstjernet	28	25	244	386
Høltjernet	2	1	19	24
Høybytjern	4	8	79	139
Kalvsjøtjernet	39	34	329	494
Karussputten	2	0	13	4
Kjevlingen	20	16	156	242
Korsrudputten	6	4	55	82
Krugerudtjernet	60	27	403	447
Kverndalselva	122	109	1187	1488
Kårstadtjernet	5	4	33	80
Kåvåbekken	92	78	726	1040
Langtjernet	188	176	2214	2361
Markatjernet	14	18	130	301
Moselva	22	30	217	496
Oksetjernet	1	0	9	12
Omdalsvatnet	3	1	19	24
Oppentjernet	1	1	9	15
Orentjernet	77	56	671	815
Prestegårdselva	138	169	1220	2829
Raknerudtjernet	28	19	184	259
Risenfallsbekken	66	51	519	677
Rokotjern	11	13	147	208
Skirstadtjernet	26	24	290	343
Skjerva	108	88	948	1157
Sløvikelva	73	95	686	1581
Småbekker til Randsfj	349	370	3805	5318
Stortjernet	68	59	494	1015
Svenåa	5	7	54	121
Sverigetjernet	46	38	423	558
Toso-, Furumyrbeke	45	67	486	1093
Vassjøtjernet	119	107	960	1614
Vigga nedre	189	190	1922	2676
Vigga øvre (Jarenvann	1671	1432	15980	20226
Østtjernet/Vientjern	28	28	288	418
Øyskogstjern	4	2	32	31
Summert	4554	4085	43 032	59 161

2.6 Kommunale renseanlegg i Lunner Gran og Jevnaker

Det meste av kommunalkloakk i området ledes til Brandbu renseanlegg som har sitt utslipp i Randsfjorden. Det er også et renseanlegg på Grymyr som har sitt utslipp i Randsfjorden. Anlegget ved Grindvoll har sitt utslipp til Sløvikselva/Vassjøbekken med et utslipp på bare 2 kg P pr år. Volla renseanlegg renser tettbebyggelsen på Roa og har sitt utslipp mellom Roa og Jarenvatnet. Årsutslippet ble beregnet til 46 kilo P i 2010.

Tabell 6: Utslippsmengder i kg pr. år. Beregningen er basert på et anslag om 30% utlekking fra rørsystem.

Navn på anlegg	Kommune	Dim pe	Resipient	Fosfor ut (kg)	BOF ut (kg)
Brandbu renseanlegg	Gran	14000	Randsfjorden	159	7592
Grymyr	Gran	500	RANDSFJORDEN	24	1034
Grindvoll	Lunner	500	Vassjøbekken	2,5	31
Volla renseanlegg	Lunner	3900	Vigga	46	2994

2.7 Forurensning fra jordbruk

2.7.1 Om AgriCat-P

For å beregne landbrukets næringsstofftap til delnedbørfeltene har vi kjørt modellen AgriCat-P (Borch 2009, Borch et al. 2010). Modellen er en fosforavrenningsmodell som gir estimater på overflate og grøfteerosjon og P-tap til vassdrag med dagens drift (2009-2010). Datagrunnlaget for å kjøre modellen er

- erosjonsrisikokart (USLE beregning fra Skog og landskap)
- jordsmonnskart (tekstur, bakkeplanering)
- klimadata (regionaliserte klimatilpasninger)
- P-AL nivå i jord (levert av Åsnes videregående skole og Jorddatabanken)
- Fangdammer legges inn i kart og tilhørende nedbørfelt digitaliseres
- Vegetasjonssoner legges inn i kart og tilhørende nedbørfelt digitaliseres
- jordbruksdriften slik den var i 2009-2010 ble registrert i felt våren 2010

AgriCat-P bygger på erosjonsrisikokartene. Erosjonsrisikokartene forutsetter en bestemt arealbruk (høstpløying), mens *AgriCat-P* også tar hensyn til den *aktuelle* arealbruken. Effekten av den aktuelle arealbruken er vurdert ut fra erosjonsfaktorer for hver jordarbeidingsmetode, definert på bakgrunn av ruteforsøk. Forsøkene er i hovedsak gjennomført på arealer i erosjonsklasse 3 og 4, mens det i erosjonsklasse 1 og 2 er gjort en tilpasning basert på forventede effekter. Det pågår et arbeid med å tilpasse erosjonsfaktorer for jordarbeiding i lavere erosjonsklasser til forsøksresultater fra andre nordiske land basert på en oppdatert sammenstilling (Bechmann et al. 2011).

Ved kjøringen av AgriCat-P modellens resultater opp mot fosforresponsmodeller (Berge 1987) for resipientene ser vi et fenomen som vi kjenner igjen i fra JOVA-felt overvåkingen; Verdiene for erosjonsrisiko (EHP) i jordsmonnskartet til Skog og landskap er mye høyere enn det som måles, og erosjonsrisikokartet ser ikke ut til å fange opp de jordartsegenskapene en finner i morene- og forvittringsjordarter av lokalt opphav i det geologiske Oslofeltet. Disse jordartene har en svært høy permeabilitet som gir en vertikal drenering med lite overflateavrenning. Jordartene i disse områdene har ofte svært god grynstruktur, høyt organisk innhold og relativt høy pH. På forsøksfelt på Apelsvoll (Vestre Toten) på lignende jordtyper, og på Kolstad og Bye feltet (JOVA i Ringsaker), som også har lignende jordtyper, måles langt lavere jord- og fosfortap enn det en skulle forvente ut i fra erosjonsrisikokartene.

Beregningene av erosjon med AgriCat for Hadeland er kalibrert i forhold til JOVA-målingene på Kolstadfeltet ved å sammenligne med det målte gjennomsnittlige årstap av suspendert stoff (SS) perioden 1991-2010. Korreksjonen gir et nivå for SS- og fosfortap ned

mot den belastningen som gjenspeiles i vannkvaliteten som måles i vannene i Hadelandsområdet. Det eksakte nivået på belastningen er her beheftet med stor usikkerhet, og det er de relative forskjellene innen nedbørfelt og alternative tiltaksstrategier som blir det meste interessante resultatet.

Alle normalårsmodeller (som Agricat) har en ikke ubetydelig usikkerhet i at slike modeller beregner middelverdier for klimatiske normalår. I år med stor eller liten nedbør kan det være betydelig avvik. For Agricat gjelder det også at den ikke gir et eksakt mål for tilførsel av erosjonsmateriale til vassdrag. Dette skyldes bl.a. at den ikke simulerer groperosjon og erosjon i vannveier (forsenkninger). Den tar bare i begrenset grad hensyn til at en betydelig del av erosjonsmaterialet kan sedimentere på veien frem til vassdragene. Modellen er kalibrert for geografisk klimavariasjon mellom ulike distrikter.

Innen de definerte Hadeland-nedbørfeltene er det totalt $\approx 99\,500$ daa dyrket mark. Landskapet har relativt store høydeforskjeller hvor den høyestliggende dyrkamarka ligger over 500 moh, og ned til vannkanten ved Randsfjorden ned under 140 moh. Toppene på Hadelandsåsene strekker seg opp mot 6-700 moh. på det høyeste. Til tross for høydegradientene er det relativt lav erosjonsrisikoverdier i flg. kartet fra Institutt for Skog og landskap. Dette skyldes for en stor del at det er relativt lette jordarter med sand- og siltjordarter dekkende ca. 1/3 av arealet. Morene med lettleire dekker 57% og det er relativt mye organisk jord (7%). Dette gir en gjennomsnittlig erosjonsrisiko for jordtap på 127 kg/daa/år ved høstpløyd drift. Ved å korrigere for klima med årsavrenning (kilde; HBV modellene til NVE (Beldring et al. 2002)) blir gjennomsnittlig erosjonsrisiko 158 kg/daa. Ved kalibrering av erosjon mot Kolstadfeltet blir erosjonsrisikoen ved høstpløying (EHP) 68 kg/daa. Jordtypefordeling er gjengitt i Tabell 7.



Figur 11; Landskapet på Hadelandsåsene er en småkupert flate oppe på åsen. Ned mot sidene (mot Viggja og Randsfjorden) er det lange helningslengder.

Tabell 7: Jordtypefordeling i nedbørfeltene på Hadelandsåsen

Jordtype	Daa	%
Lettleire med moreneopphav	56 843	57 %
Marin lettleire og mellomleire	3 873	4 %
Organisk	6 655	7 %
Sandig silt	1 524	2 %
Siltig sand	30 580	31 %

Driftsfordeling i landskapet er gitt i Tabell 8, og tallene stammer fra Søknad om produksjonsstøtte og Søknad om endret jordarbeiding for 2010. Fordelingen i året 2010-2011 dominert av grasproduksjoner - 47%, hvorav engarealer utgjorde 34% og beiter ca. 13%. 28% av arealet overvintret i stubb, og 19% av arealet ble høstpløyd. Høstkorn er nesten ikke forekommende (1%), og det som er ligger på de klimatisk beste jordene i Jevnaker. Andre produksjoner som jordbær, grønnsaker og potet utgjorde til sammen bare \approx 5%.

Tabell 8: Driftsfordeling i vannområdet på Hadeland

Kommune	Faktdrift	Areal (daa)	Prosent	Areal (daa) i kommunen
Samlet hele nedbørfeltet	Vårkorn, høstpløying m/harving om våren	18 842	19 %	
	Hestebeite med betydelige tråkkskader	13	0,01 %	
	Eng	33 559	34 %	
	Permanent beiteeng eller ute av drift	12 655	13 %	
	Jordbær	479	0,5 %	
	Grønnsaker med jordopptak (løk og rotgrønnsaker)	2 298	2 %	
	Høstkorn med pløying	705	1 %	
	Potet	2 681	3 %	
	Vårkorn, stubb + vårpløying og harvet	28 244	28 %	
Jevnaker	Vårkorn, høstpløying m/harving om våren	1 148	9,1 %	12 668
	Eng	5 848	46,2 %	
	Permanent beiteeng eller ute av drift	1 794	14,2 %	
	Grønnsaker med jordopptak (løk og rotgrønnsaker)	266	2,1 %	
	Høstkorn med pløying	288	2,3 %	
	Potet	1	0,01 %	
	Vårkorn, stubb + vårpløying og harvet	3 323	26,2 %	
	Lunner	Vårkorn, høstpløying m/harving om våren	5 308	
Hestebeite med betydelige tråkkskader		1	≈0 %	
Eng		8 053	32,0 %	
Permanent beiteeng eller ute av drift		2 562	10,2 %	
Jordbær		352	1,4 %	
Grønnsaker med jordopptak (løk og rotgrønnsaker)		600	2,4 %	
Høstkorn med pløying		53	0,2 %	
Potet		413	1,6 %	
Vårkorn, stubb + vårpløying og harvet		7 830	31,1 %	
Gran	Vårkorn, høstpløying m/harving om våren	12 387	20,1 %	61 634
	Hestebeite med betydelige tråkkskader	12	0,01 %	
	Eng	19 658	31,9 %	
	Permanent beiteeng eller ute av drift	8 299	13,5 %	
	Jordbær	127	0,2 %	
	Grønnsaker med jordopptak (løk og rotgrønnsaker)	1 432	2,3 %	
	Høstkorn med pløying	364	0,6 %	
	Potet	2 266	3,7 %	
	Vårkorn, stubb + vårpløying og harvet	17 090	27,7 %	

Fosfortap og jordtap fra landbruket er modellert med AgriCat-P og presentert i Tabell 10. Samlet fosfortap er relativt lavt med 41 g/daa fra landbruksjorda.

For å vurdere verdien opp mot faktiske målte felt har vi sett på overvåkingsfeltet (JOVA felt) - Kolstad (Ringsaker kommune). På Kolstad har en et relativt likt vinterklima med forholdene på Hadelandsåsene, og jordtypene er moreneavsatt og ikke vannsortert (fluvial), med lignende berggrunnsopphav (Oslofeltet med kalkrike bergarter). Det målte gjennomsnittlig fosfortap i Kolstadsfeltet er på 48 g/daa (Rød et al., 2009). I dette tallet ligger også noen tilleggskilder som husdyrtap og noe spredt avløp kan inngå. Fosfortap viser generelt store lokale variasjoner og dessuten store variasjoner i tid. Fosfortapet er også påvirket av bl.a. jordarbeiding og fosforstatus i jorda. Derfor kan en ikke forvente direkte samsvar mellom målinger og teoretiske beregninger.

Tabell 9: Sammenligning av næringsstofftap fra landbruksjord på Hadelandsåsen modellert med AgriCat med et JOVA felt hvor faktisk tap er målt. JOVA feltene inkluderer også noe avrenning fra utmark.

Lokalitet	Årsavrenning (mm)	Tap P pr da jordbruksareal
Hadelandsåsene (AgriCatmodellering kalibrert mot Kolstad)	413	41 gP/daa
Kolstad (målt avrenning (1991-2010))	301	48 P/daa

Tabell 10: Modellerte fosfortap med modellen AgriCat-P i delnedbørfelt og samlet for hele nedbørfeltet. Gjennomsnittsverdien for P-AL er arealveid.

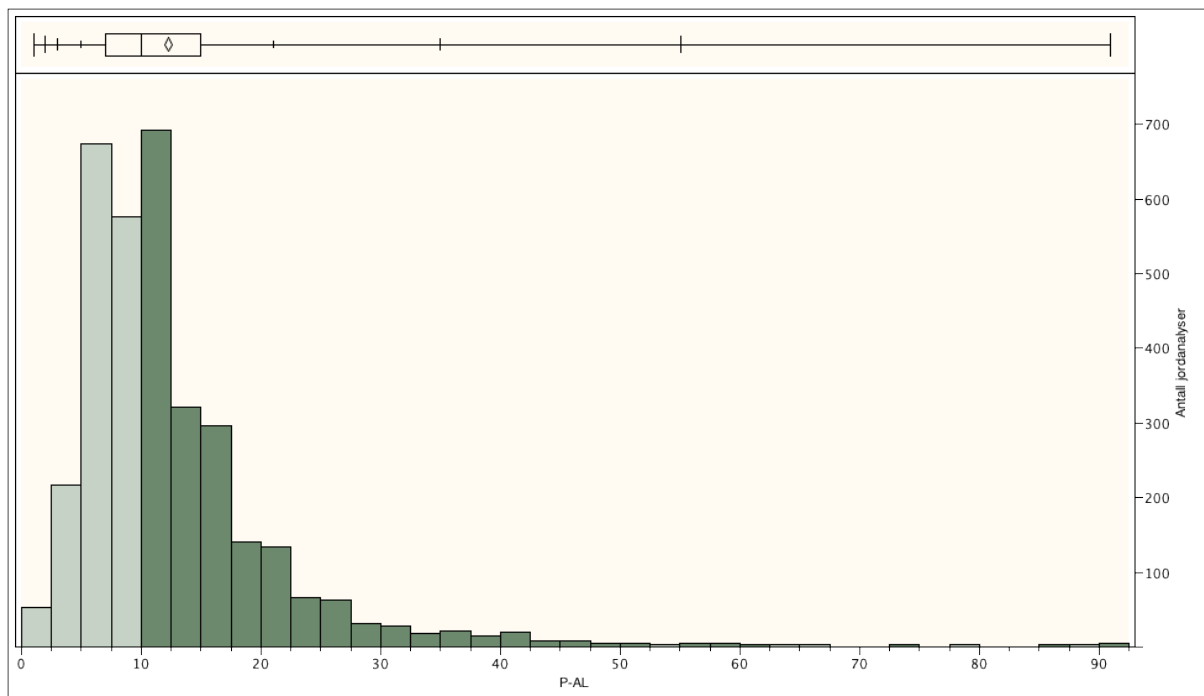
Nedbørfelt	Jordtap pr. daa dagens drift (kg/daa)	Fosfortap dagens drift (kg)	Fosfortap g pr daa	Gjennomssnitt P-AL
Småbekker til Randsfjorden	15,0	480	38	12,1
Svenåa	8,2	6	23	9,4
Moselva	6,7	14	19	9,3
Toso-, Furumyrbecken	17,4	19	45	8,8
Prestegårdselva	15,4	125	37	10,9
Kårstادتjernet	5,5	4	20	10,9
Stortjernet	10,0	13	27	11
Galtetalsbekken	14,0	16	35	10,8
Markatjernet	6,9	10	22	6
Sløvikelva	11,5	64	28	12,2
Sverigetjernet	18,9	64	50	9,5
Hallumstjernet	15,4	26	36	11
Kjevlingen	16,0	36	37	10,5
Karusputten	10,5	1	33	9,8
Bråtåtjernet	34,7	22	73	11
Velotjern	27,7	6	61	18,8
Orentjernet	13,1	75	33	15,2
Korsrudputten	11,9	9	31	11,5
Rokotjern	14,5	10	31	10,5
Østtjernet/Vientjern	18,2	12	43	11,2
Bråtåtjern	14,3	18	37	14,1
Øyskogstjern	19,2	25	49	11
Høybytjern	30,4	8	71	11,8
Høltjernet	18,0	2	50	8,3
Korsrudtjern	11,4	1	33	10,3
Vassjøtjernet	12,0	86	33	10,4
Fiskumtjernet	37,0	1	70	11,2
Kverndalselva	12,6	82	31	10,3
Falangtjern øvre	18,3	66	43	12,1
Skirstادتjernet	12,1	39	29	11,8
Falangtjern nedre	12,2	36	28	11,6
Askjumelva	14,1	161	35	13
Grunningen	13,2	1	38	9,5
Elgtjernet	15,0	18	37	11,8
Oksetjernet	10,9	1	34	9,1
Breidtjern	11,5	36	28	10,2
Langtjernet	13,1	194	32	12,9
Stortjernet	16,0	35	41	11,1
Vigga nedre	20,6	190	47	14,2
Eggeelva	12,7	48	30	16,4
Gullåa	14,5	23	33	20,2
Skjerva	13,1	34	30	17,6
Kåvåbekken	9,9	18	23	15,1
Vigga øvre (Jarevann)	22,5	1 665	49	12
Risenfallsbekken	11,2	6	27	11,3
Raknerudtjernet	12,6	11	29	11,9
Kriggerudtjernet	28,6	28	55	10,2
Kalvsjøtjernet	16,6	42	40	6,6
Elgsjøen	20,6	141	43	11,4
Oppentjernet	53,0	6	114	9,3
Omdalsvatnet	41,2	4	75	7,2
Hele nedbørfeltet	17,5	4 041	41	12,2

2.8 Fosfor i jord (P-AL status)

I forbindelse med kjøring av AgriCat-P innhentes data for jordas fosforstatus (P-AL data) fra Jorddatabanken. Totalt var det 3380 jordprøver tatt i nedbørfeltet fra perioden 2000-2008.

Gjennomsnittlig P-AL i Vannområdet nedbørfelt var 12,2, med et standardavvik på 3,3 og en maks verdi på 90. På jord med så høgt kalkinnhold som deler av jorda på Hadeland har, vil P-AL verdien overvurdere mengden plantetilgjengelig fosfor. Tallene er allikevel relativt høye, og det er mye areal som har verdier over P-AL 15 (12 368 daa). Fordelingen er presentert i Figur 12. Nivået er høyere enn nødvendig og skyldes antakelig en lang historie med mye husdyrhold og nåværende eller tidligere intensivproduksjon av grønnsaker/bær. Vi vil anbefale at det fokuseres på riktig fosforgjødsling fremover da jordas innhold P-AL har betydning for risikoen for fosfortap til vassdrag. Vannløselig P og algetilgjengelig P har en positiv sammenheng med jordas P-AL tall. Tap av algetilgjengelig P ved overflateavrenning og erosjon øker med økende P-AL tall i jorda. Det er derfor viktig å fokusere på jordas P-AL status i tillegg til tiltak for å redusere transport av jordpartikler fra landbruksarealer til vassdrag. P-tap fra grøfteavrenning kan øke kraftig ved høye P-AL tall (>15). Vi vil derfor anbefale at det ikke gjødsles med fosfor på arealer som har P-AL over 15. Ved å null-gjødsle over en del år vil P-AL statusen gradvis synke. Dette kan imidlertid ta en del år. **For å vise effekten av redusert P-AL er det gjort en ekstra scenariokjøring med reduksjon av P-AL til maks 9. Dette ga en reduksjon i fosfortapet på 920 kg (9,5%).**

For å hente ut en slik effekt anbefales å strengt følge normgjødsling (se [Gjødslingshåndboka](#)). En regner at P-AL i området 5-7 er tilstrekkelig for å oppnå optimale avlinger av korn og 7-9 for gras. Siden det også er en god del husdyr kan det være behov for å ikke bare oppfylle spredearealkravet, men også se på spredning av husdyrgjødsel på tvers av driftsenheter.



Figur 12; Fordeling av P-AL målinger i nedbørfeltet. P-AL verdier over ≈ 10 (mørkegrønn) gir tilnærmet null-behov for fosforgjødsling i korn. Hver analyse representerer et skifte på et bruk og representerer derfor et areal. Fordelingen av jordanalysene viser stor spredning med relativt store arealer med unødvendig høy fosforstatus i jorda. Gjennomsnittsverdien er P-AL = 12,3 med standardavvik på 8,4.

2.9 Avrenning fra husdyr

Det er en ikke ubetydelig husdyrproduksjon i vannområdet. Data fra Produksjonssøknadene er brukt for å plassere gjødselproduksjonen i rett nedslagsfelt. Det er noe usikkerhet i plasseringen av husdyrdataene da en driftsenhet kan strekke seg over flere delnedbørfelt. En oversikt over produksjonstallene er satt opp i Tabell 11.

Tabell 11: Oversikt over husdyr fordelt på delnedbørfelt. Det er noe usikkerhet i dataene da en driftsenhet kan strekke seg over flere delnedbørfelt. Merk at det ikke foreligger tall for hesteholdet. Hesteholdet er ikke ubetydelig.

Nedbørfelt	Ammekyr	Melke- kyr	Andre storfe	Sum storfe	Avls- svin	Slakte- svin	Avls- sau	Verpe- høner	Slakte- kylling
Småbekker til Randsfjorden	202	11	323	536	187	1324	91	36	
Svenåa		17	13	30					
Kårstادتjernet		71	130	201					
Prestegårdselva	123	85	317	525		18	422	7451	
Stortjernet	20	57	96	173			10		
Galtetalsbekken							54		
Markatjernet							55		
Sløvikelva	78	36	163	277	28	8	348	7543	
Sverigetjernet		39	121	160			21		
Hallumstjernet	8	33	85	126					
Kjevlingen		11	11	22					
Bråtåtjern	15		21	36					
Velotjern					58	162			
Orentjernet							36		
Rokotjern									
Østtjernet/Vientjer	25	37	72	134	68	493			
Bråtåtjern	20		21	306	69	142			
Høybytjern	48	55	136	239					
Høltjernet							37		
Vassjøtjernet	14	91	181	286			5	2000	
Kverndalselva	38		57	95	8		288		
Falangtjern øvre	32		74	106					
Skirstadtjernet	28		49	77			30		
Falangtjern nedre	28	19	77	124					
Askjumelva	45	42	232	319		1094	53	1701	
Breidtjern	30	11	76	117			36		
Langtjernet	30	69	222	321	7	127	129	15	
Stortjernet	33		55	88	26				
Vigga nedre	66	36	204	306		78	435		
Eggeelva			223	223	36	181			
Gullåa			5	5	39	173	104	7460	
Skjerva	35	33	117	185	2		95	15	
Kåvåbekken	73		135	208	10	6	111		
Vigga øvre (Jarenva)	318	472	2073	2863	259	1982	1650	12438	24000
Risenfallsbekken	37		81	118					
Krugerudtjernet	73	19	201	293			143		
Kalvsjøtjernet	9	42	88	139					
Elgsjøen	71	146	344	561		153	205		
Sum hele området	1499	1432	6003	9199	797	5941	4358	38 659	24 000

I tillegg til tallene for dyreantall i Tabell 11 oppgir landbrukskontoret at hesteholdet er i størrelsesorden 1500 dyr i 2010. Gjødselproduksjonen fra husdyr i vannområdet blir da på ≈ 3762 gjødseldyrenheter (GDE), noe som gir en husdyrbelastning på 0,038 GDE/daa. Spredarealbehovet for å ikke overskride regelverket blir da på ≈ 15000 daa.

Tap av næringsstoffer fra husdyrproduksjon er knyttet til tap fra gjødsellagre, tap ved spredning av husdyrgjødsel, og tap via overflateavrenning på beitearealer.

Det er i dette prosjektet lagt opp til å beregne tap til vassdrag fra:

- Punktutslipp og lekkasjer fra bløtgjødsellagre.
- Avrenning fra høstspredt bløtgjødsel.

Bruk av husdyrgjødsel blir sett på som ordinær gjødsling på lik linje med bruk av kunstgjødsel. Det er ikke tatt med spesielle tapseffekter av vårspredning av gjødsel da erfaringer viser at tapene er svært små så fremt en følger en gjødselplan. Feil bruk i form av dårlig optimering av gjødselbruken gir utslag i høye fosforverdier i jorda (høye P-AL tall). Effekter av dette kommer inn i tilførselsberegningene gjennom Agricat-P resultatene. Beite med tråkkskader ved foringsplasser og lignende kan ha en del avrenning, men dette er vanskelig å kvantifisere. For hele nedbørfeltet blir denne effekten liten, men for noen av kranalgesjøene med små nedbørfelt kan dette ha betydning. I befaringen av nedbørfeltene til 9 sjøer høsten 2011 ble det påpekt 4 slike lokaliteter (2 lokaliteter ved Bråtåtjern / 1 lokalitet ved Vassjøtjern / 1 lokalitet ved Kårstادتjern).

Det er antatt at 80% gjødsellagrene har høy standard og tapet fra gjødsellager er beregnet til 167 kg. Kapasiteten på lagring er antatt å være slik at bare 15% av gjødsla spres om høsten. Dette gir et tap fra høstspredning på 78 kg. I fra beitedyr er det antatt at en har 2,5% tap fra gjødsla som legges igjen på beitet. Dette gir et tap på ≈235 kg P. Totalt tap fra husdyr er da antatt å være 480 kg.

I Tabell 12 er tap fra gjødsellager presentert, og i

Tabell 13 er tap fra gjødselspredning presentert.

Tabell 12: Oversikt over beregning av tap fra spredning av husdyrgjødsel.

Standard gjødsellager	Andel	Tot-P			Bio-P		Tot-N (uorganisk)		
		Gjødselprod. (kg/år)	Faktor (kg/år)	Sum (kg/år)	Koeff	Sum (kg/år)	Gjødselprod. (kg/år)	Faktor (kg/år)	Sum (kg/år)
Høy	80 %	49 500	0,075 %	37	79 %	29	128943	0,45 %	580
Middels	20 %	12 400	0,33 %	41	79 %	32	32235	1,40 %	450
Sum lekkasje		61 900		78		61	161179		1030

Tabell 13: Oversikt over lekkasjer fra gjødsellager beregnet etter standard koeffisienter.

Andel høstspredt	P-tapsberegning				N-tapsberegning			
	Høstspredt (kg/år)	Koff	kg/år	Bio-P koff (% av tot-P)	BioP-tap kg/år	Høstspredt (kg/år)	Koff	N-tap kg/år
15 %	9270	0,018	167	0,79	132	24 020	0,5	12 000



Figur 13; Utendørs gjødsellager uten bunntetting og oppsamling av avrenning er ikke å anbefale. Bildet fra befaringen på Hadeland høsten 2011.

2.10 Nitrogen modellering med JOVA-Nest

JOVA-Nest (Eggestad et al. 2001) er en regresjonsmodell som estimerer N-tap, P-tap og SS-tap fra jordbruksareal til første åpne resipient (bekk, innsjø). JOVA-Nest er basert på målingene gjort i [JOVA-programmet](#), og er best egnet i områder hvor det ikke er stort innslag av grønnsaker og eng. I Hadelandsområdet er det relativt mye eng (34%). Modellen brukes idag til å levere jordbrukets bidrag i TEOTIL, og til nasjonale rapporteringer av N-tap fra landbruket.

Tabell 14: Resultater av JOVA-Nest for N-tap. For å sammenligne P-tap med Agricat-P må man være oppmerksom på at JOVA-Nest også inkluderer avrenning fra husdyr.

Delnedbørfelt	N-tap		P-tap	
	kg/daa	kg	g/daa	kg
Askjumelva	4,67	21 739	111	517
Breidtjern	4,06	5 278	113	147
Bråtatjernet	5,06	1 533	115	35
Bråtatjern	4,95	2 336	100	47
Eggeelva	5,59	7 988	154	220
Elgsjøen	4,01	12 555	93	291
Elgtjernet	4,12	2 006	125	61
Falangtjern nedre	4,12	5 199	63	80
Falangtjern øvre	4,51	6 887	125	191
Fiskumtjernet	6,86	144	121	3
Rokotjern	4,65	1 414	71	22
Galtetalsbekken	3,98	1 182	93	28
Grunningen	5,13	108	177	4
Gullåa	4,65	2 939	135	85
Hallumstjernet	4,12	2 699	76	50
Høltjernet	5,60	269	219	11
Høybytjern	4,38	477	103	11
Kalvsjøtjernet	4,65	4 896	57	60
Karussputten	1,78	69	99	4
Kjevlingen	4,35	4 267	107	105
Korsrudputten	3,76	861	123	28
Korsrudtjern	3,55	124	71	2
Krugerudtjernet	3,88	1 882	88	43
Kverndalselva	4,28	11 188	107	280
Kårstadtjernet	4,48	865	109	21
Kåvåbekken	4,30	3 143	64	47
Langtjernet	4,27	23 417	107	587
Markatjernet	4,13	1 256	63	19
Moselva	3,77	268	35	2
Oksetjernet	5,13	103	147	3
Oppentjernet	4,48	251	103	6
Orentjernet	3,91	8 234	117	246
Prestegårdselva	3,82	12 270	81	260
Raknerudtjernet	4,06	1 527	100	38
Risenfallsbekken	3,60	788	68	15
Skirstadtjernet	4,58	5 959	99	129
Skjerva	4,24	4 592	83	90
Sløvikelva	4,22	9 807	105	244
Småbekker til Randsfjorden	4,85	60 213	143	1775
Stortjernet	4,14	4 927	95	113
Svenåa	4,69	1 154	108	27
Sverigetjernet	4,78	6 214	151	196
Toso-, Furumyrbecken	4,40	1 910	162	70
Vassjøtjernet	4,35	10 914	107	268
Vigga nedre	4,04	15 554	124	477
Vigga øvre (Jarenvann)	4,35	145 616	124	4151
Velotjern	4,61	452	128	13
Østtjernet/Vientjern	4,85	1 067	106	23
Øyskogstjern	4,79	2 098	80	35
Hele vannområdet	4,39	420 638	120	11 178

Modellen kjøres med en gitt jordbruksdrift mot været over en lengre periode. Deretter beregnes årlige N-tap som effekter av de endringer i jordbruksdrift som har skjedd fra starttidspunktet. Dette er effekter funnet i forsøk på rute- og småfelt i Skandinavia. I modellkjøringen har vi brukt de data som er tilgjengelig fra søknader om produksjonsstøtte innen jordbruket. For å beregne utgangsnivået trengs også kornavlinger, moldinnhold i jord, avrenning i ulike perioder av året, nedbør og nitrogeninnhold i nedbør, temperatur og evt. fordampingsdata dersom avrenning ikke er tilgjengelig. Regresjonsmodellen forklarte 85 % av variasjonene i tapene i en test på 5 JOVA-felt. Den temporære oppløsningen er 1 år og den kan kjøres som en serie av år etter hverandre for å vise trender og utvikling. Resultatene for JOVA-Nest er presentert i tabellen over.

Resultatene i JOVA-Nest og Agricat fremkommer med vidt forskjellige tilnærminger og modelleringsmetoder, men EHP verdien fra jordsmonnskartet inngår i begge metodene. Det er derfor interessant å sammenligne disse tallene da en viss samsvar mellom de indikerer at estimatene har større gyldighet. På den annen side viser også variasjoner i resultatene mellom ulike beregningsmetoder at det er stor usikkerhet i alle slike modellberegninger. For å kunne sammenligne verdiene må en trekke inn husdyrberegningene og summere opp sammen med Agricat-P estimatet uten Kolstad feltets avrenningskorreksjon. Beregnet P-tap fra husdyr sammen med Agricat-P tap blir $\approx 10\ 160$ kg. Da er det antatt at en har et 3% gjødseltap fra husdyr på beite i vekstsesongen. Agricat-P + husdyrtap gir da P-tap på 102 g/daa, mens resultatene i JOVA-Nest viser 120g/daa. Vi tror begge disse beregningene er for høye uten den kalibreringen som er gjort i Agricatberegningen og vil understreke usikkerheten.

2.11 Oppsummering av tilførselsberegninger

Tilførselsberegningene slik de er modellert er oppsummert i Tabell 15.

Tabell 15: Oversikt over tilførsler av fosfor (P) fra ulike kilder slik det fremkommer i tilførselsregnskapet.

Kilde	Estimert P-bidrag	Estimert N-bidrag
Utmarksavrenning	1370 kg	86 tonn
Atmosfærisk avsetning	100 kg	2 tonn
Tette flater (bebygd areal og samferdsel)	920 kg	?
Spredt avløp	4085 kg	43 tonn
Kommunale renseanlegg inkludert lekkasjer fra ledningsnett	≈ 50 kg	?
Arealavrenning landbruk	4040 kg	420 tonn
Husdyrgjødseltap	480 kg	15 tonn
Sum tilførsler	11 045kg	>566 tonn



Figur 14; Enkelte steder er det lange helningslengder rett ned mot kranalgesjøer. I slike tilfeller er det betydningsfullt å få på plass vegetasjonssoner.

3. Scenarier

I prosjektet ble det definert en del tiltaksscenarioer som det er gjort separate beregninger for. Resultatene av å gjennomføre disse tiltakene er presentert under.

3.1 Landbruk

3.1.1 Fangdammer

Helmeid/Forten

Det er ut i fra flybilder skisset opp en fangdam på 1500m² ved Helmeid, og nedbørfeltet oppstrøms er beregnet ved hjelp av en digital høydemodell til et samlet areal på 7,9 km². I nedbørfeltet er det 5 162 daa dyrka mark. Dette gir et fangdamareal på ≈0,19% av nedbørfeltet. Dette er svært lite, og det dammen bør om mulig bygges større hvis en vil gjennomføre prosjektet. Det er det tre små tjern som reduserer partikkeltransporten og som virker som fangdammer i seg selv lenger opp i nedbørfeltet. Vannmengden som skal gjennom fangdammen gjør at den blir relativt lite effektiv.



Tilførsler til Langtjern **før** etablering av fangdam;

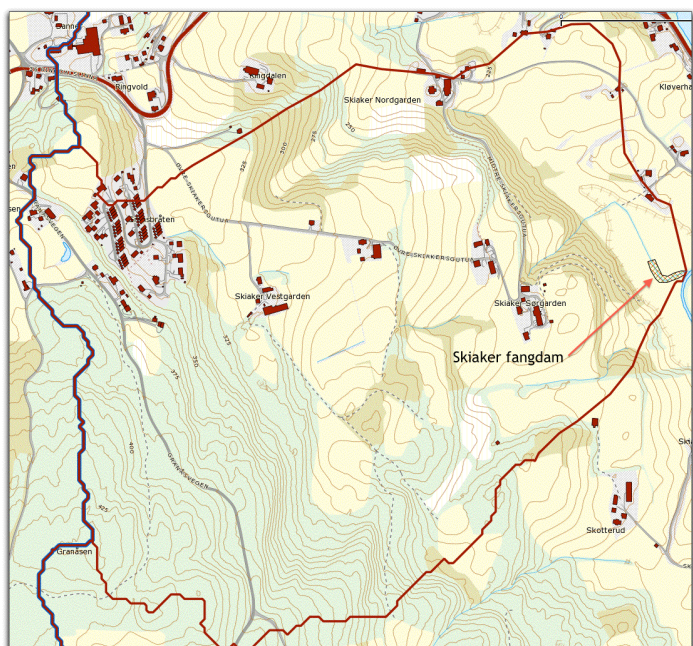
Årlig jordtap fra dyrka mark er 71 tonn, og 177 kg fosfor.

Tilførsler til Langtjern **etter** etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er 38 tonn, og 109 kg fosfor. Reduksjon fosfor blir 144 kg (38%).

Skiaker

Det er ut i fra flybilder skisset opp en fangdam på 1560m² ved Skiaker, og nedbørfeltet oppstrøms er beregnet ved hjelp av en digital høydemodell til et samlet areal på 1,3 km². I nedbørfeltet er det 663 daa dyrka mark. Dette gir et fangdamareal på ≈1,2% av nedbørfeltet. Dette er innenfor anbefalte dimensjoner på nedbørfelt og fangdamstørrelse.



Tilførsler til Vigga **før** etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er ≈ 18 tonn, og ≈ 35 kg fosfor.

Tilførsler til Vigga etter etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er ≈ 8 tonn, og ≈ 19 kg fosfor. Reduksjon fosfor blir ≈ 16 kg (46%).

Elgsjøen

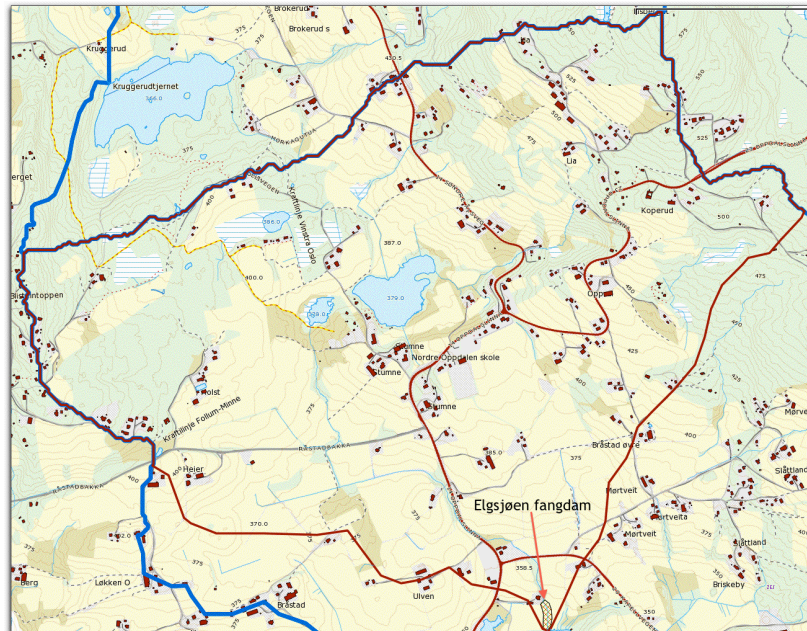
Det er ut i fra flybilder skisset opp en fangdam på 3023m^2 ved Elgsjøen, og nedbørfeltet oppstrøms er beregnet ved hjelp av en digital høydemodell til et samlet areal på $3,5\text{ km}^2$. I nedbørfeltet er det 2005 daa dyrka mark. Dette gir et fangdamareal på $\approx 0,9\%$ av nedbørfeltet. Dette er noe mindre enn anbefalte dimensjoner på nedbørfelt og fangdamstørrelse.

Tilførsler til Elgsjøen før etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er 37 tonn, og ≈ 78 kg fosfor.

Tilførsler til Elgsjøen etter etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er 18 tonn, og ≈ 44 kg fosfor. Reduksjon fosfor blir ≈ 34 kg (44%).



Kjevlingen

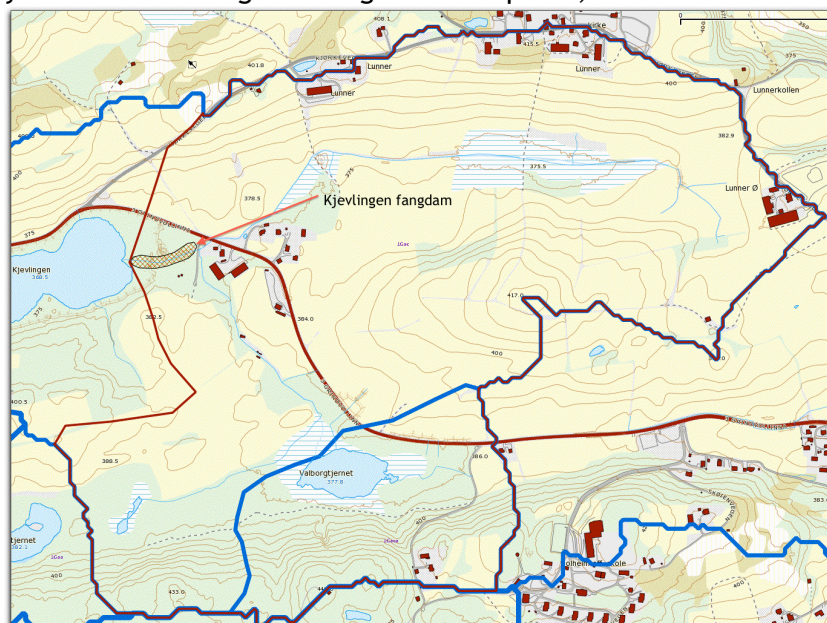
Det er ut i fra flybilder skisset opp en fangdam på 3840m^2 ved Kjevlingen, og nedbørfeltet oppstrøms er beregnet ved hjelp av en digital høydemodell til et samlet areal på $1,4\text{ km}^2$. I nedbørfeltet er det 910 daa dyrka mark. Dette gir et fangdamareal på $\approx 2,8\%$ av nedbørfeltet. Dette er innenfor anbefalte dimensjoner på nedbørfelt og fangdamstørrelse.

Tilførsler til Kjevlingen før etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er ≈ 12 tonn, og ≈ 33 kg fosfor.

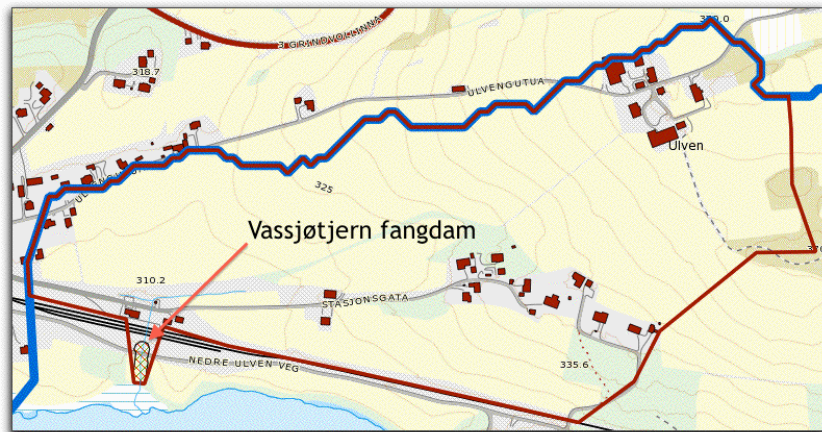
Tilførsler til Kjevlingen etter etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er ≈ 6 tonn, og ≈ 18 kg fosfor. Reduksjon fosfor blir 15 kg (45%).



Vassjøtjern

I forbindelse med en detaljert befaring i utvalgte delnedbørfelt hvor hensikten var å sette opp mulige tiltak ble det sett på muligheten for å inn en fangdam ved Grindvold stasjon. Det er ut i fra flybilder skisset opp en fangdam på 880m² mellom Grindvold stasjon og Vassjøtjern.



Nedbørfeltet oppstrøms er beregnet ved hjelp av en digital høydemodell til et samlet areal på 0,3 km². I nedbørfeltet er det 264 daa dyrka mark. Dette gir et fangdamareal på ≈3,0‰ av nedbørfeltet. Dette er godt innenfor anbefalte dimensjoner på nedbørfelt og fangdamstørrelse.

Tilførsler til Vassjø før etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er 4 tonn, og ≈11 kg fosfor.

Tilførsler til Vassjø etter etablering av fangdam;

Årlig jordtap fra dyrka mark er 2 tonn, og ≈6 kg fosfor. Reduksjon fosfor blir 4,6 kg (42%).

80% stubb

Scenarioet med 80% i stubb innebærer at 80% av kornarealet skal ligge i stubb om vinteren. For å få til det må stubbarealet økes med ≈ 10 000daa hvor endringen skjer ved omlegging fra høstpløyd til stubb. Effekten av dette tiltaket er modellert i AgriCat-P til en reduksjon på ≈618 kg. Det vil si at avrenningen reduseres fra ≈4041 P tap til 3423 kg P-tap. P-tap pr daa går ned fra ≈41 g/daa til ≈35 g/daa (≈15% reduksjon)

Vegetasjonssone

Vi har sett på noen effekter av å legge vegetasjonssoner langs alle bekker og vannkanter. Metoden som er brukt er å legge inn et buffer på henholdsvis 5, 8 og 10 meter. For å anslå hvilket areal som totalt drenerer inn til vegetasjonssonen bør en tegne det inn på kartet og gjøre lokale vurderinger. Dette prosjektet omfattet ikke et slikt feltarbeid så vi har her lagt på et influensbuffer fra vannkanten. Etter vurdering av de topografiske forholdene har vi satt bredden på influensbufferet til 100 meter. Økningen av grasarealer ved de tre ulike vegetasjonsbreddene blir på ;

- Vegetasjonsbredde 5m -> 712 daa eng
- Vegetasjonsbredde 8m -> 1487 daa eng
- Vegetasjonsbredde 10m -> 1737 daa eng

Det er ikke gjort kompensasjoner i den øvrige driften for dette, noe som innebærer at det totale engarealet øker i scenarioberegningen. Endringene, eller effekten av tiltaket vegetasjonssone vil bli noe mindre hvis en kompenserer ved å for eksempel legge tilsvarende engareal som vegetasjonssonene dekker over til kornproduksjon. Evt. eksisterende vegetasjonssoner er ikke tatt hensyn til, men på befaring i oktober så det ikke ut som dette tiltaket var mye brukt.

Resultatene viser at en kan få en reduksjon av fosfortapet mellom ≈880-1130 av å legge inn en vegetasjon langs alle bekker, elver og vann. Resultatene av beregningene er vist for hele nedbørfeltet i Tabell 16.

Tabell 16; Estimerte effekter av å legge vegetasjonssoner mot alle vann bekker/elver i nedbørfeltet i forhold til driften 2010.

Vegetasjonssonebredde	Redusert jordtap	Endring jordtap %	Redusert P-avrenning	Endring P-tap %
5 meter vegetasjonssone	194 tonn	-11%	897 kg	-22%
8 meter vegetasjonssone	303 tonn	-17%	1066 kg	-26%
10 meter vegetasjonssone	319 tonn	-18%	1091 kg	-27%

3.2 P-AL reduksjon

I tillegg til de scenarioene som er definert av oppdragsgiver er det kjørt beregninger av reduksjon av fosforgjødsling. Vi har satt opp et scenario hvor en greier å få redusert areal med forhøyet P-AL. For å vise effekten av redusert P-AL er det gjort en ekstra scenariokjøring med reduksjon av P-AL til maks 9. Dette ga en reduksjon i fosfortapet på 409 kg (9,5%).

For å hente ut en slik effekt anbefales å strengt følge normgjødsling (se [Gjødslingshåndboka](#)).

3.3 Samlet landbrukseffekt med samspillseffekter

Effektene av de ulike scenariotiltakene som er omtalt over samspiller. Hvis en innfører endret jordarbeiding vil effekten av vegetasjonssoner og fangdammer bli redusert, og følgelig vil kostnadseffektiviteten gå ned. Videre vil også effekten i fosforreduksjonen av endret jordarbeiding, effekten av vegetasjonssoner og fangdammer reduseres hvis en greier å få redusert P-AL nivået. Vi har derfor kjørt et samspillscenario hvor følgende tiltak er gjennomført samtidig;

- bygging av alle de omtalte fangdammene
- gjennomføring av endret jordarbeiding slik at det er 80% stubb på kornarealene
- 10 meter vegetasjonssone langs alle bekker og vann
- reduksjon av P-AL nivået i jorda til maks 9 (vil ta mange år)

Scenarioet kan leses som en situasjon hvor jordbruket tar i bruk omtrent alle mulig virkemidler for å redusere fosfortapet. Den totale effekten vil da bli en reduksjon på 57% på hele nedbørfeltet og samlet fosfortap går helt ned til 4200 kg. Driftsfordelingen i dette scenarioet innebærer en 3,4% økning av engarealet, 55% reduksjon av høstpløydarealet og økning med 34% av stubbarealet, ellers små endringer. Driftsfordelingen for scenarioet er gjengitt i Tabell 19. Resultatene av scenarioet er gjengitt i Tabell 18 for alle delnedbørfeltene.

Tabell 17; Driftsfordelingen i dag og i scenarioet "samspill" viser hva som må til av driftsendringer.

Driftstyper	Drift 2010		Scenario "samspill"		Endring av produksjonene
	Areal daa	Andel	Areal daa	Andel	
Eng	33 559	33,74%	34 688	34,87%	3,36 %
Grønnsaker med jordopptak	2 298	2,31%	2 254	2,27%	-1,92 %
Hestebeite med tråkkskader	12	0,01%	12	0,01%	0,00 %
Høstkorn med pløying	705	0,71%	690	0,69%	-2,04 %
Jordbær	479	0,48%	467	0,47%	-2,49 %
Permanent beiteeng/	12 655	12,72%	12 421	12,49%	-1,85 %
Potet	2 681	2,70%	2 660	2,67%	-0,79 %
Vårkorn, høstpløying m/harving om vår	18 842	18,94%	8 426	8,47%	-55,28 %
Vårkorn, stubb + vårpløying og harvet	28 244	28,39%	37 857	38,06%	34,04 %

Tabell 18; Fosfortap i de ulike delnedbørfeltene i et scenario hvor alle jordbrukstiltak samspiller.

Nedbørfelt	Fosfortap dagens drift (kg)	Fosfortap pr. daa dagens drift (g/daa)	Fosfortap simulering "samspill"	Fosfortap pr. daa simulering (g/daa)	Reduksjon fosfortap ved simulering (kg)
Småbekker til Randsfjord	479,1	38	209,5	16,5	269,6
Svenåa	5,0	21	2,5	10,3	2,5
Moselva	13,4	18	6,3	8,2	7,1
Toso-, Furumyrbecken	17,1	40	5,8	13,6	11,3
Prestegårdselva	120,6	36	53,4	15,9	67,2
Kårstادتjernet	3,8	19	2,1	10,8	1,7
Stortjernet	12,9	26	6,7	13,5	6,3
Galtetalsbekken	15,4	34	6,7	14,7	8,8
Markatjernet	7,9	17	4,2	9,0	3,8
Sløvikelva	65,9	28	28,4	12,2	37,6
Sverigetjernet	59,7	46	27,5	21,3	32,1
Hallumstjernet	25,5	35	12,1	16,8	13,4
Kjevlingen	34,6	35	15,4	15,8	19,2
Karussputten	1,3	32	0,4	10,7	0,8
Bråtatjernet	21,3	70	7,5	24,8	13,8
Velotjern	7,1	73	1,3	12,9	5,8
Orentjernet	82,6	37	35,5	15,8	47,2
Korsrudputten	8,8	32	3,8	13,7	5,0
Rokotjern	9,2	30	4,6	14,9	4,6
Østtjernet/Vientjern	11,3	41	5,4	19,9	5,8
Bråttåtjern	19,2	40	7,1	14,7	12,1
Øyskogstjern	24,6	48	12,9	25,2	11,7
Høybytjern	7,9	73	2,9	26,8	5,0
Høltjernet	2,1	44	1,3	26,1	0,8
Korsrudtjern	1,3	35	0,4	11,8	0,8
Vassjøtjernet	82,2	32	41,7	16,0	40,5
Fiskumtjernet	1,3	60	0,4	19,9	0,8
Kverndalselva	77,6	30	32,6	12,5	45,1
Falangtjern øvre	66,4	44	24,2	15,9	42,2
Skirstادتjernet	37,6	28	17,9	13,6	19,6
Falangtjern nedre	36,3	29	15,0	11,9	21,3
Askjumelva	164,9	35	71,4	15,3	93,5
Grunningen	0,8	40	0,4	20,0	0,4
Elgtjernet	18,4	37	7,9	16,1	10,4
Oksetjernet	0,4	21	0,4	21,3	0,0
Breidtjern	34,6	27	17,1	13,2	17,5
Langtjernet	199,9	33	83,1	13,6	116,9
Stortjernet	34,6	40	17,5	20,3	17,1
Vigga nedre	204,9	50	81,0	19,9	124,0
Eggeelva	53,0	33	22,5	13,9	30,5
Gullåa	26,7	39	9,6	14,1	17,1
Skjerva	38,4	34	14,2	12,6	24,2
Kåvåbekken	18,4	24	7,5	10,0	10,9
Vigga øvre (Jarenvann)	1 659,8	49	722,4	21,4	937,4
Risenfallsbekken	6,3	26	2,5	10,6	3,8
Raknerudtjernet	11,3	30	5,4	14,3	5,8
Krugerudtjernet	26,7	52	10,0	19,6	16,7
Kalvsjøtjernet	33,8	32	16,3	15,5	17,5
Elgsjøen	139,0	42	63,4	19,1	75,5
Oppentjernet	5,8	106	1,7	30,2	4,2
Omdalsvatnet	3,3	65	1,7	32,6	1,7
Hele nedbørfeltet	4 040	41	1751,6	17,6	2 288

3.4 Om usikkerhet i beregningene

Modellene som er brukt for tilførselsberegningene er basert på empiriske datasett som så er generalisert for å kunne brukes på nye områder. Modellresultatene fra AgriCat-P og JOVA-NEST er kalibrert mot virkelige JOVA felt data, men ingen JOVA felt dekker akkurat de lokale Hadelandsforhold med tanke på topografi/jordart/klima/drift. Vi valgte som tidligere nevnt å bruke Kolstad feltet for kalibrering - et felt i JOVA programmet som har mange felles karaktertrekk med Hadeland;

- jordsmonnsopphav fra lokal berggrunn med kalkskifer som dominerende bergart.
- høy pH i jordsmonnet og i berggrunnen gir økt binding av fosfor
- lokalitetene har relativt høyt organisk innhold i jorda med de positive egenskapene det gir på stabilitet (grynstruktur)
- stabilt innlandsklima med stabile vintre
- relativt lik topografi/helningsslengder

Vi vil spesielt fremheve følgende usikkerhetsfaktorer:

- Erosjon i Jordsmonnskartet (EHP-verdien) er basert på (for) få felt/skifter med andre forhold når det gjelder bl.a. topografi/jord og klima. Det betyr at det er en ikke ubetydelig usikkerhet i hovedinngangsverdien (EHP) i modellene.
- Jordsmonnskartet sin EHP verdi er en viktig inngangsverdi i modellene, og vi har sett at det at EHP-verdien er for høy for jordsmonnstyper med moreneopphav med høyt organisk innhold, slik en finner for eksempel i det geologiske Oslofeltet rundt Mjøsa. Vi har antatt at lignende forhold også gjelder for jordartene på Hadeland og redusert modellresultatene tilsvarende som det som må til på modellresultater fra Kolstadfeltet for å kalibrere modellen mot de målte verdiene fra overvåkingen. Det ligger usikkerheter i denne antakelsen da vi ikke har overvåkingsverdier fra Hadelandsområdet vi kan teste antakelsen med.
- Det er bare delvis tatt hensyn til retensjonsprosesser i nedbørfelt. Det tas hensyn til retensjon i små sjøer og fangdammer, samt vegetasjonssoner i scenarioene, men det tas ikke hensyn til retensjon som skyldes landskapsformer på jordene. Det tas heller ikke hensyn til naturlige eksisterende vegetasjonssoner mot vassdragene.
- Punkt og linjeerosjon, og problemer knyttet til hydrotekniske anlegg er ikke med i modelleringene. Vi hadde imidlertid befaring i 9 delnedbørfelt i oktober, og det var lite å se av disse fenomenene.
- Effekter av vegetasjonssonene er basert på forsøk i små forsøksfelt/skifter på ganske bratt leirjord. Det er noe usikkerhet om beregningene er gode for et bredere sett av forhold.
- Klimakorreksjonen for lokaltilpasning av avrenningsverdiene er basert på NVEs HBV modell, som har en del usikkerhet.
- Beregningene gjelder et normalår (klimatisk periode 1960-90). Merk at **variasjonene mellom år er betydelige**, og enkeltår kan med gunstig eller ugunstig klima forårsake store avvik fra de modellerte tallene. Variasjoner i klima vil derfor også kunne tilsløre effekten av gjennomførte tiltak.
- Alle inngangsverdiene i modellen har hver for seg en viss usikkerhet, og de blir prosessert i en rekke beregningsligninger som hver seg har sine usikkerheter. Sluttresultatet får da en ikke ubetydelig samlet usikkerhet.

Når det gjelder arealavrenning fra utmark, tette flater og bakgrunnsavrenningen så er de basert på standard-koeffisienter som også kan ha relativt små måleserier bak seg, og følgelig resultere i en del feil.

Metodene som er brukt her er imidlertid dagens kunnskapsstatus på avrenningsprosesser for tiltaksanalyser, og for å evt. få frem bedre tall må en ta i bruk mer detaljerte modeller og evt. legge opp til å måle mer i nedbørfeltet. Dette betyr at tallene presentert her

reflekterer tendenser og antatte nivåer, og ingen tall må tolkes som absolutte verdier. Merk spesielt at det kan være en stor forskjell fra år til år av tilførselsnivåer og tiltakseffektene.

3.5 Avløp

3.5.1 Påkobling av spredt avløp til det kommunale nettet.

Påkobling av spredte avløpsanlegg på det kommunale ledningsnettet der det er mulig er utredet av kommunene i flere runder, og kommunene har oversendt kartgrunnlag med inntegnet områder som er under vurdering eller områder som allerede er besluttet å tilkoble det kommunale nettet. Kartene er presentert i vedlegg og resultatene av beregningene er presentert i Tabell 19.

Tabell 19; Estimerte utslippstall for fosfor (P), nitrogen (N) og totalorganisk karbon (TOC) i tiltaksområder som er under vurdering av de to kommunene Lunner og Gran. Områdene er tegnet inn på kart i vedlegg.

Tilknytningsområde	Ant. boliger	Sum av P-inn	Sum av P-utslipp	Sum av N-utslipp	Sum av TOC-utslipp	P-utslipp scenario oppgradering og 75% rensing
Lunner kommune						
Brattlia Grønntjernet		141	41	653	672	21
Mørtveit - Elgsjøen øst		104	43	480	653	19
Svingen		58	20	278	308	9
Gran kommune						
A - Åserud-Klæstad-Mo	92	224	113	1194	1555	50
C2 - Egge	15	37	14	189	190	7
D - Bråten	22	45	18	214	217	10
F - Tingelstad	20	63	19	237	216	13
G - Fredheim	112	238	136	1306	1894	56
H - Lauvli	8	21	8	77	81	4
I - Vinholum	73	226	107	1182	1487	48
K - Tangen	9	16	7	87	92	3
L - Sørumsdalen	6	16	5	66	35	4
M - Hammersenga del 2	21	69	33	340	421	16
N - Hanserud	12	24	15	141	216	6
O - Bjerke	10	21	10	95	139	5
P - Lynnebakken-Åsenga	58	146	65	741	881	31
Q - Vesteng	38	40	23	239	319	10
R - Jorstad	25	62	25	316	342	12
S - Grini	36	101	35	513	510	17
T - Myrvang	14	27	18	160	258	7
U - Nordlund	17	54	22	254	264	10
V - Søndre Ål	109	291	119	1463	1581	60
W - Lia	6	18	7	83	92	4
X - Minne	48	144	83	779	1139	32
Y - Melbustad	17	42	18	225	259	8
Z - Vien	89	235	126	1235	1689	50
Sum		2461	1132	12545	15508	463

Tabell 19 kan leses som svar på to scenarier;

- 1) Kolonnen "Sum av P-utslipp" viser hvor mye P som reduseres av å gjennomføre tiltaket i det angitte området (tilsvarende for N og TOC). Vi har da antatt at så godt som all forurensing pumpes ut av områdene og til renseanleggene. Det er ikke gjort beregninger av evt. ledningslekkasjer. Gitt disse forutsetningene viser beregningen at en kan få redusert fosfortilførselen fra spredt avløp med 1132 kg.
- 2) I siste kolonne er det satt opp hva en kan forvente å sitte igjen med av utslipp ved å oppgradere alle anleggene til dagens standard. Det er her regnet med 75% rensing tiltross for at anleggene da bygges til å greie 90% rensing. Undersøkelser Bioforsk har gjort viser imidlertid at det er vanskelig å opprettholde 90% rensing av alle

anleggene hele tiden, og et realistisk utslippsscenario er derfor satt til 75%. Beregningen viser at en ved dette scenarioet kan få redusert fosfortilførselen fra spredt avløp med 669 kg ned til et samlet utslipp på 463 kg.

4. Kransalgesjøene - resipientvurdering og belastninger

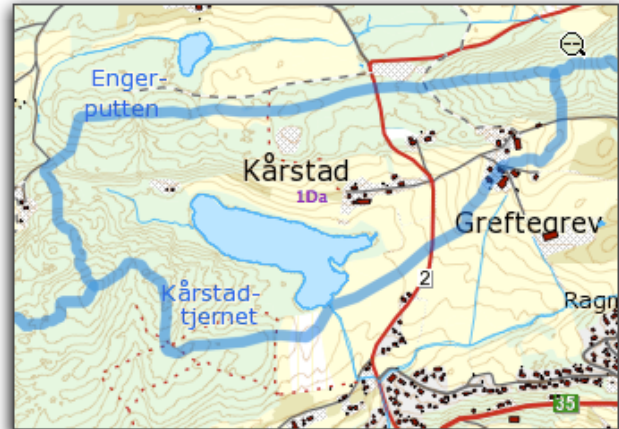
For å se på effekter direkte på kalksjøene på Hadelandsåsen og Jarenvannet har vi under sammenstilt resultatene for beregningene for et og et delnedbørfelt.

4.1 1Da - Kårstادتjernet (4917) - Jevnaker kommune

Innsjøtype: Liten, kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert.

Innsjøareal: 85,4 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 386 mm.

Nedbørfeltets areal: 867 daa.
Landbruksarealer i nedbørfeltet: 193 daa.
Dette gir en landbruksandel på 22%.



Tilførselsberegning P:

Landbruk:	4 kg.	(Jordtap: 1065 kg).
+ Spredt avløp:	4 kg	(Antall anlegg: 5).
+ Utmarksavrenning:	4 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	13 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 2 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,9, standardavvik er 0,0, og maks verdi i nedbørfeltet er 10,9.

4.2 1Db - Storetjernet (4910) - Jevnaker kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(LOC2-5), klar, grunn. Status fra vannvegetasjonsvurdering: **Moderat** (på grunn av fremmed art).

Innsjøareal: 258,7 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 450 mm.

Nedbørfeltets areal: 2092 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 493 daa. Dette gir en landbruksandel på 24%.



Tilførselsberegning P:

Landbruk:	13 kg.	(Jordtap: 4 926 kg).
+ Spredt avløp:	59 kg	(Antall anlegg: 68).
+ Utmarksavrenning:	7 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	4 kg.	
Samlede tilførsler P:	83 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 2 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,0, standardavvik er 0,4, og maks verdi i nedbørfeltet er 15,6.

4.3 1Fa - Markatjernet (4892) - Jevnaker kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 37,6 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 440 mm.

Nedbørfeltets areal: 1669 daa.

Landbruksarealer i nedbørfeltet: 465 daa.

Dette gir en landbruksandel på 28%.



Tilførselsberegning P:

Landbruk:	8 kg.	(Jordtap: 3214 kg).
+ Spredt avløp:	18 kg	(Antall anlegg: 14).
+ Utmarksavrenning:	7 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	34 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 3 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 6,0, standardavvik er 1,6, og maks verdi i nedbørfeltet er 15,6.

4.4 1Ga - Sverigetjernet (4881) - Jevnaker kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 66,9 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 384 mm.

Nedbørfeltets areal: 13358 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 5653 daa. Dette gir en landbruksandel på 42%.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	60 kg.	(Jordtap: 24500 kg).
+ Spredt avløp:	38 kg.	(Antall anlegg: 46).
+ Utmarksavrenning:	7 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	126 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 25 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 9,5, standardavvik er 0,3, og maks verdi i nedbørfeltet er 11,3.

4.5 1Gab - Hallontjernet (4903) - Jevnaker kommune

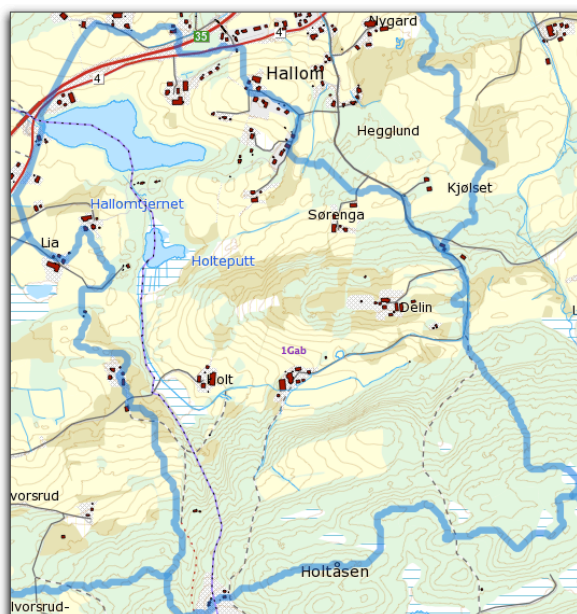
Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 64,5 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 473 mm.

Nedbørfeltets areal: 1868 daa.

Landbruksarealer i nedbørfeltet: 722 daa.

Dette gir en landbruksandel på 39%



Tilførselsberegning P:

Landbruk:	61 kg.	(Jordtap: 11120 kg).
+ Spredt avløp:	25 kg.	(Antall anlegg: 28).
+ Utmarksavrenning:	6 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	58 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 12 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,0, standardavvik er 0,2, og maks verdi i nedbørfeltet er 11,8.

4.6 1Gac - Kjevlingen (4878) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**

Innsjøareal: 58 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 437 mm.

Nedbørfeltets areal: 1753 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 1015 daa. Dette gir en landbruksandel på 58%.

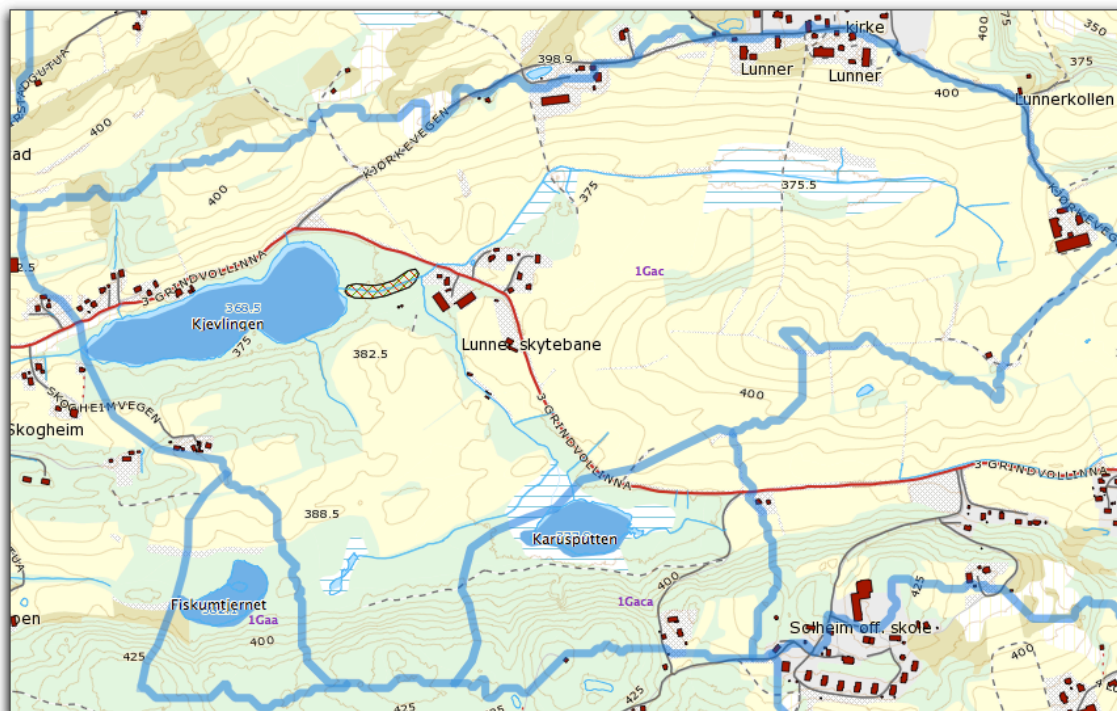
Tilførselsberegning P:

Landbruk:	35 kg.	(Jordtap: 15635 kg).
+ Spredt avløp:	16 kg.	(Antall anlegg: 20).
+ Utmarksavrenning:	3 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	55 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioriet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 16 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,5, standardavvik er 1,2, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,8.



4.7 1Gaca - Karussputten (196501) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(LOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifisering: Udefinert

Innsjøareal: 16,4 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 439 mm.

Nedbørfeltets areal: 218 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 39 daa. Dette gir en landbruksandel på 18%.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	1 kg.	(Jordtap: 408 kg).
+ Spredt avløp:	0	(Antall anlegg: 2).
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	0 kg.	
Samlede tilførsler P:	3 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 1 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 9,8, standardavvik er 2,1, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,8.

4.8 1Gad - Fiskumtjernet (196502) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(LOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert.

Innsjøareal: 13,5 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 410 mm.

Nedbørfeltets areal: 105 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 19 daa. Dette gir en landbruksandel på 18%.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	1 kg.	(Jordtap: 775 kg).
+ Spredt avløp:	0 kg.	(Antall anlegg: 0).
+ Utmarksavrenning:	0 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	0 kg.	
Samlede tilførsler P:	2 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 1 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,2, standardavvik er 0,1, og maks verdi i nedbørfeltet er 11,3.

4.9 1Gb - Bråtatjernet (4875) - Lunner kommune



Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 46,9 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 373 mm.

Nedbørfeltets areal: 1301 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 303 daa. Dette gir en landbruksandel på 23%.

Tilførselsberegning P (bare lokalt nedbørfelt):

Landbruk:	21 kg.	(Jordtap: 10513 kg).
+ Spredt avløp:	18 kg.	(Antall anlegg: 24).
+ Utmarksavrenning:	6 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	46 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 11 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,0, standardavvik er 0,2, og maks verdi i nedbørfeltet er 11,1.

4.10 1Gba - Velotjern (4865) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God** (basert på vannvegetasjon)

Innsjøareal: 77,3 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 376 mm.

Nedbørfeltets areal: 1087 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 97 daa. Dette gir en landbruksandel på 9%.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	7 kg.	(Jordtap: 2680 kg).
+ Spredt avløp:	0 kg.	(Antall anlegg: 0).
+ Utmarksavrenning:	6 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	14 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 3 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 18,8, standardavvik er 8,0, og maks verdi i nedbørfeltet er 26,2.

4.11 1Gbaa - Orentjernet (4861) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Moderat** (basert på vannvegetasjon)

Innsjøareal: 145,1 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 405 mm.

Nedbørfeltets areal: 8005 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 2245 daa. Dette gir en landbruksandel på 28%.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	83 kg.	(Jordtap: 29354 kg).
+ Spredt avløp:	56 kg.	(Antall anlegg: 77).
+ Utmarksavrenning:	34 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	3 kg.	
Samlede tilførsler P:	175 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 37 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 15,2, standardavvik er 2,7, og maks verdi i nedbørfeltet er 37,3.

4.12 1Gbaaa - Korsrudputten (196461) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God** (basert på vannvegetasjon)

Innsjøareal: 13,3 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 443 mm.

Nedbørfeltets areal: 492 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 275 daa. Dette gir en landbruksandel på 56%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	9 kg.	(Jordtap: 3269 kg).
+ Spredt avløp:	4 kg.	(Antall anlegg: 6).
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	0 kg.	
Samlede tilførsler P:	14 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 4 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,5, standardavvik er 2,4, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,5.

4.13 1Gbaaab - Rokotjern (4838) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God**

Innsjøareal: 152,8 daa. Middeldybde: 5,2 m. Oppholdstid: 0,62 år (227 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 44,1%. Avrenning i nedbørfeltet: 455 mm.

Nedbørfeltets areal: 2790 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 1063 daa. Dette gir en landbruksandel på 38%

Tilførselsberegning P:

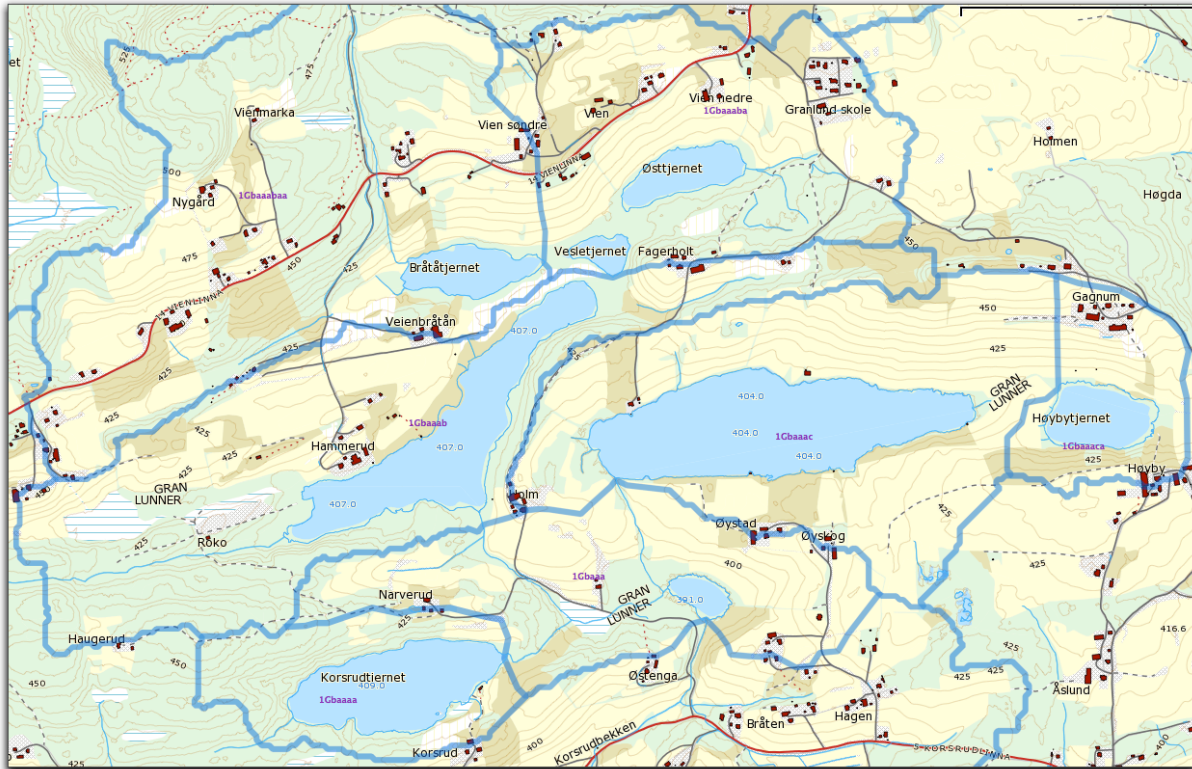
Landbruk:	9 kg.	(Jordtap: 4456 kg).
+ Spredt avløp:	13 kg.	(Antall anlegg: 11).
+ Utmarksavrenning:	3 kg.	

+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.
Samlede tilførsler P:	27 kg.

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 4 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,5, standardavvik er 2,0, og maks verdi i nedbørfeltet er 14,7.



4.14 1Gbaaaba - Østtjernet/Vientjern (4837) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig** (basert på vannvegetasjon)

Innsjøareal: 33,1 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 447 mm.

Nedbørfeltets areal: 642 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 273 daa. Dette gir en landbruksandel på 43%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	11 kg.	(Jordtap: 4958 kg).
+ Spredt avløp:	28 kg.	(Antall anlegg: 28).
+ Utmarksavrenning:	2 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	41 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 5 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,2, standardavvik er 2,1, og maks verdi i nedbørfeltet er 13,6.

4.15 1Gbaaaba - Bråtåtjern (Vienbråtåtjern) (196447) - Gran kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Moderat** (basert på vannvegetasjon).

Innsjøareal: 36,5 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 455 mm.

Nedbørfeltets areal: 1185 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 482 daa. Dette gir en landbruksandel på 41%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	19 kg.	(Jordtap: 6910 kg).
+ Spredt avløp:	25 kg.	(Antall anlegg: 25).
+ Utmarksavrenning:	4 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	49 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 8 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 14,1, standardavvik er 3,1, og maks verdi i nedbørfeltet er 15,9.

4.16 1Gbaaac - Øyskogstjern (4843) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God**

Innsjøareal: 219,2 daa. Middeldybde: 5,7 m. Oppholdstid: 2,57 år (939 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 61,6%. Avrenning i nedbørfeltet: 458 mm.

Nedbørfeltets areal: 1055 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 623 daa. Dette gir en landbruksandel på 59%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	25 kg.	(Jordtap: 9866 kg).
+ Spredt avløp:	2 kg.	(Antall anlegg: 4).
+ Utmarksavrenning:	0 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	3 kg.	
Samlede tilførsler P:	31 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 11 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,0, standardavvik er 1,0, og maks verdi i nedbørfeltet er 13,9.

4.17 1Gbaaaca - Høybytjern (4844) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God** (basert på vannvegetasjon).

Innsjøareal: 45 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: 1,7 år (627 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 57%. Avrenning i nedbørfeltet: 460 mm.

Nedbørfeltets areal: 206 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 109 daa. Dette gir en landbruksandel på 53%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	8 kg.	(Jordtap: 3315 kg).
+ Spredt avløp:	8 kg.	(Antall anlegg: 4).
+ Utmarksavrenning:	0 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	17 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 5 kg.

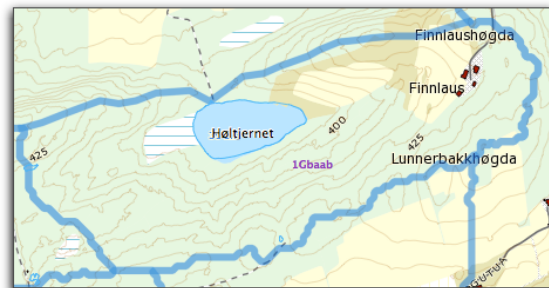
P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,8, standardavvik er 0,3, og maks verdi i nedbørfeltet er 12,2.

4.18 1Gbaab - Høltjernet (4867) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God**

Innsjøareal: 21,9 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 416 mm.



Nedbørfeltets areal: 384 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 48 daa. Dette gir en landbruksandel på 13%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	2 kg.	(Jordtap: 864 kg).
+ Spredt avløp:	1 kg.	(Antall anlegg: 2).
+ Utmarksavrenning:	2 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	0 kg.	
Samlede tilførsler P:	5 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 1 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 8,3, standardavvik er 0,0, og maks verdi i nedbørfeltet er 8,3.

4.19 1Gbaaaa - Korsrudtjern (4850) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God**

Innsjøareal: 99,6 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 426 mm.

Nedbørfeltets areal: 284 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 35 daa. Dette gir en landbruksandel på 12%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	1 kg.	(Jordtap: 400 kg).
+ Spredt avløp:	0 kg	(Antall anlegg: 0).
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.	

Samlede tilførsler P: 4 kg.

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioriet 'hvor alle jordbruksiltak samspiller: 1 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,3, standardavvik er 1,2, og maks verdi i nedbørfeltet er 11,8.

4.20 1Gaa - Vassjøtjernet (4890) - Jevnaker kommune



Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Moderat**

Innsjøareal: 484,4 daa. Middeldybde: 14 m. Oppholdstid: 1,46 år (532 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 54,8%. Avrenning i nedbørfeltet: 416 mm.

Nedbørfeltets areal: 10579 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 4359 daa. Dette gir en landbruksandel på 41%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	82 kg.	(Jordtap: 31265 kg).
+ Spredt avløp:	107 kg.	(Antall anlegg: 119).
+ Utmarksavrenning:	21 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	8 kg.	
Samlede tilførsler P:	218 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 37 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,4, standardavvik er 0,3, og maks verdi i nedbørfeltet er 11,8.

4.21 1Ka - Falangtjern øvre (4828) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert.

Innsjøareal: 64,4 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 400 mm.

Nedbørfeltets areal: 3614 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 1519 daa. Dette gir en landbruksandel på 42%

Tilførselsberegning P:

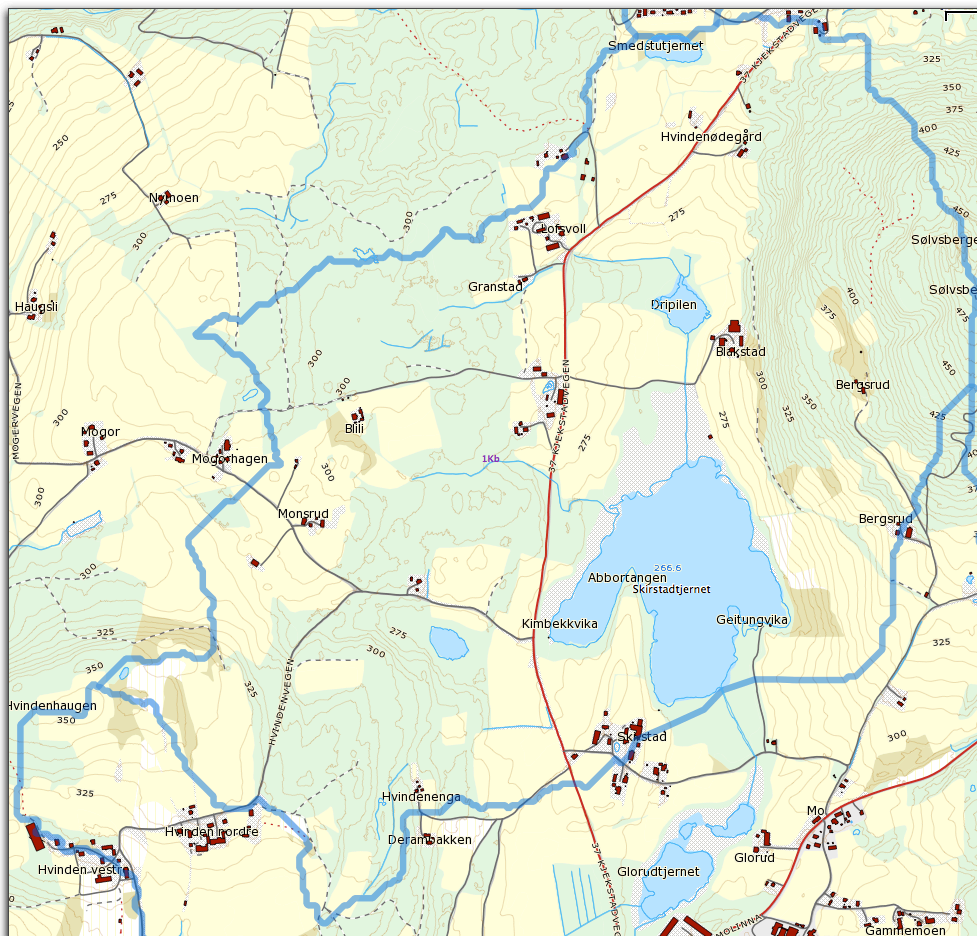
Landbruk:	66 kg.	(Jordtap: 27776 kg).
+ Spredt avløp:	72 kg.	(Antall anlegg: 51).
+ Utmarksavrenning:	12 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	151 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 32 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 12,1, standardavvik er 1,4, og maks verdi i nedbørfeltet er 15,3.

4.22 1Kb - Skirstadtjernet (4802) - Gran kommune



Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**.

Innsjøareal: 224,8 daa. Middeldybde: 5,4 m. Oppholdstid: 0,75 år (275 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 46,5%. Avrenning i nedbørfeltet: 369 mm.

Nedbørfeltets areal: 3478 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 1322 daa. Dette gir en landbruksandel på 38%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	38 kg.	(Jordtap: 16000 kg).
+ Spredt avløp:	24	(Antall anlegg: 26).
+ Utmarksavrenning:	12 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	4 kg.	
Samlede tilførsler P:	78 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 16 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,8, standardavvik er 1,6, og maks verdi i nedbørfeltet er 14,2.

4.23 1Kaa - Falangtjern nedre(4833) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert.

Innsjøareal: 67,8 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 397 mm.

Nedbørfeltets areal: 7017 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 1260 daa. Dette gir en landbruksandel på 18%

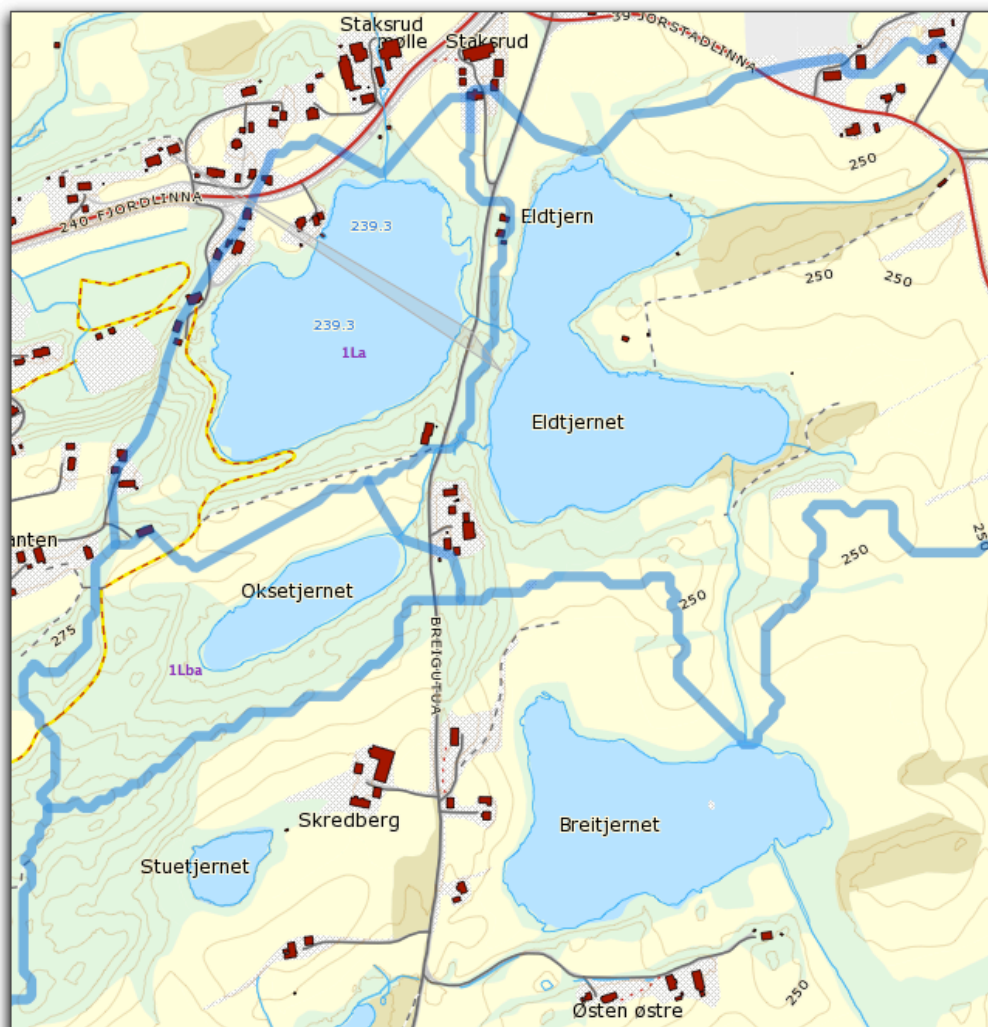
Tilførselsberegning P:

Landbruk:	36 kg.	(Jordtap: 15420 kg).
+ Spredt avløp:	43 kg.	(Antall anlegg: 26).
+ Utmarksavrenning:	37 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	118 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 17 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,6, standardavvik er 1,9, og maks verdi i nedbørfeltet er 14,7.



4.24 1La - Grunningen (4771) - Gran kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**.

Innsjøareal: 78,7 daa. Middeldybde: 7,5 m. Oppholdstid: ,09 år (31 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 23,6%. Avrenning i nedbørfeltet: 365 mm.

Nedbørfeltets areal: 13614 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 7945 daa. Dette gir en landbruksandel på 58%

Tilførselsberegning P:	Lokalt	Inkl. oppstrøms
Landbruk:	1 kg (Jordtap: 274 kg).	254 kg
+ Spredt avløp:	9 kg (Antall anlegg: 10).	225 kg
+ Utmarksavrenning:	0 kg.	26
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	≈0 kg
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	6 kg
Samlede tilførsler P:	11 kg.	511 kg

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: ≈0,3 kg lokalt og 105 kg for alle nedbørfelt oppstrøms.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 9,5, standardavvik er 0,9, og maks verdi i nedbørfeltet er 10,9.

4.25 1Lb - Elgtjernet (Eldtjern) (4772) - Gran kommune

Innsjøtype: Små, kalkrike, humøse. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**.

Innsjøareal: 88,8 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 353 mm.

Nedbørfeltets areal: 13444 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 7924 daa. Dette gir en landbruksandel på 59%

Tilførselsberegning P:	Lokalt	Inkl. oppstrøms
Landbruk:	18 kg. (Jordtap: 7407 kg).	253 kg
+ Spredt avløp:	14 kg. (Antall anlegg: 17).	216 kg
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	25 kg
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	≈0 kg
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	5 kg
Samlede tilførsler P:	35 kg.	500 kg

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 9 kg lokalt og 104 kg for alle nedbørfelt oppstrøms.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,8, standardavvik er 2,1, og maks verdi i nedbørfeltet er 17,3.

4.26 1Lba - Oksetjernet(196332) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**.

Innsjøareal: 173,9 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 354 mm.

Nedbørfeltets areal: 111 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 20 daa. Dette gir en landbruksandel på 18%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	0,4 kg.	(Jordtap: 215 kg).
+ Spredt avløp:	0 kg.	(Antall anlegg: 1).
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	0 kg.	
Samlede tilførsler P:	1 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller': ≈0 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 9,1, standardavvik er 1,2, og maks verdi i nedbørfeltet er 9,2.

4.27 1Lbb - Breidtjern (4781) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Svært dårlig**.

Innsjøareal: 66,6 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 364 mm.

Nedbørfeltets areal: 12499 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 7410 daa. Dette gir en landbruksandel på 59%

Tilførselsberegning P:	Lokalt	Inkl. oppstrøms
Landbruk:	35 kg. (Jordtap: 14830 kg).	235 kg
+ Spredt avløp:	26 kg. (Antall anlegg: 42).	202 kg
+ Utmarksavrenning:	3 kg.	24 kg
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	≈ 0 kg
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	3 kg
Samlede tilførsler P:	65 kg.	463 kg

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor jordbrukstiltak samspiller': 15 kg lokalt og 96 kg for nedbørfeltet oppstrøms.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,2, standardavvik er 2,7, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,8.

4.28 1Lbba - Langtjernet (4788) - Gran kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**.

Innsjøareal: 51,7 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 387 mm.

Nedbørfeltets areal: 10383 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 6115 daa. Dette gir en landbruksandel på 59%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	200 kg.	(Jordtap: 80110 kg).
-----------	---------	----------------------

+ Spredt avløp:	176	(Antall anlegg: 188).
+ Utmarksavrenning:	21 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.	
Samlede tilførsler P:	398 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 81 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 12,9, standardavvik er 1,4, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,9.

4.29 1Lc - Stortjernet(4762) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, kalkrik, humøs, klar, grunn. Status fra tilstandsklassifisering: **Dårlig**.

Innsjøareal: 89,7 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 351 mm.

Nedbørfeltets areal: 1279 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 865 daa. Dette gir en landbruksandel på 68%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	35 kg.	(Jordtap: 13805 kg).
+ Spredt avløp:	59 kg.	(Antall anlegg: 68).
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.	
Samlede tilførsler P:	96 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 13 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,1, standardavvik er 2,9, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,8.

4.30 2E - Jarevatn (557) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten-middels, kalkrik, klar(LOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifisering: **Moderat**.

Innsjøareal: 1420 daa. Middeldybde: 12,5 m (Berge 2006). Oppholdstid: 0,37 år (136 dager). Forventet retensjon av tilførte næringsstoff (P): 38%. Avrenning i nedbørfeltet: 446 mm / 14,14 l/s/km². Nedbørfeltets areal: 105 997 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 39288 daa. Dette gir en landbruksandel på 37%.

Ved å bruke FOSRES med gjennomsnittts målt P fra overvåkingen på 14µgP/l, får en forventede tilførsler til sjøen på kun 1800 - 2000 kg. Tilførselsberegningene indikerer nesten dobbelt så høyt nivå. Feilkilder kan være flere. Både spredt avløp og landbruk kan være overestimert. Et annet moment kan være at fosfor fra alle kilder bindes sterkere i det kalkrike jordsmonnet og i berggrunnen.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	1886 kg.	(Jordtap: 870 tonn).
+ Spredt avløp:	1719 kg.	(Antall anlegg: 2163).
+ Utmarksavrenning:	316 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	11 kg.	

+ Atmosfærisk avsetning: 44 kg.
Samlede tilførsler P: 3976 kg.

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 1046 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 12,0, standardavvik er 3,2, og maks verdi i nedbørfeltet er 44,6.

4.31 2Eb - Raknerudtjernet (4832) - Gran kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(LOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 37,4 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 463 mm.

Nedbørfeltets areal: 899 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 380 daa. Dette gir en landbruksandel på 42%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	11 kg.	(Jordtap: 4770 kg).
+ Spredt avløp:	19 kg.	(Antall anlegg: 28).
+ Utmarksavrenning:	2 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	1 kg.	
Samlede tilførsler P:	33 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 5 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,9, standardavvik er 1,7, og maks verdi i nedbørfeltet er 15,4.

4.32 2Ec - Kruggerudtjernet(4849) - Lunner kommune

Innsjøtype: Liten, svært kalkrik, klar(LOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 89,7 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 439 mm.

Nedbørfeltets areal: 2760 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 512 daa. Dette gir en landbruksandel på 19%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	27 kg.	(Jordtap: 14640 kg).
+ Spredt avløp:	27 kg.	(Antall anlegg: 60).
+ Utmarksavrenning:	14 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.	
Samlede tilførsler P:	69 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 14 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 10,2, standardavvik er 1,9, og maks verdi i nedbørfeltet er 12,4.

4.33 2Ed - Kalvsjøtjernet(4891) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Svært dårlig**.

Innsjøareal: 235,8 daa. Middeldybde: 8 m. Oppholdstid: 1,08 (394 dager). Retensjon av tilførte næringsstoffer: 51%. Avrenning i nedbørfeltet: 457 mm.

Nedbørfeltets areal: 3389 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 1049 daa. Dette gir en landbruksandel på 31%.

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	33 kg.	(Jordtap: 17 500 kg).
+ Spredt avløp:	34 kg.	(Antall anlegg: 39).
+ Utmarksavrenning:	11 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	1 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	4 kg.	
Samlede tilførsler P:	84 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 15 kg. Fosforresponsmodellering gir en forventet vannkvalitet på 24µgP/l med den modellerte belastningen. Tilsvarende vannkvalitetsklasse **Dårlig** og fosfor må reduseres med ≈42 kg for å nå god økologisk status.

P-AL status i landbruksjord;
Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 6,6, standardavvik er 2,3, og maks verdi i nedbørfeltet er 16,8.



4.34 2Ef - Elgsjøen (4876) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **Dårlig**

Innsjøareal: 327,1 daa.

Middeldybde: Mangler dybdekart.

Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 454 mm.

Nedbørfeltets areal: 10676 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 3318 daa. Dette gir en landbruksandel på 31%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	139 kg.	(Jordtap: 68 000 kg).
+ Spredt avløp:	154 kg.	(Antall anlegg: 295).
+ Utmarksavrenning:	38 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	1 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	8 kg.	
Samlede tilførsler P:	339 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 66 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 11,4, standardavvik er 1,6, og maks verdi i nedbørfeltet er 22,0.

4.35 2Eg - Oppentjernet (4909) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, moderat kalkrik, klar (TOC2-5), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: **God**.

Innsjøareal: 105,5 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 504 mm.

Nedbørfeltets areal: 354 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 55 daa. Dette gir en landbruksandel på 16%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	6 kg.	(Jordtap: 3000 kg).
+ Spredt avløp:	1 kg	(Antall anlegg: 1).
+ Utmarksavrenning:	1 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.	
Samlede tilførsler P:	10 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 3 kg.

P-AL status i landbruksjord;

Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 9,3, standardavvik er 2,0, og maks verdi i nedbørfeltet er 10,9.

4.36 2Eh - Omdalsvatnet (4915) - Lunner kommune

Innsjøtype: Små, kalkrik, klar (TOC<2), klar, grunn. Status fra tilstandsklassifiseringen: Udefinert

Innsjøareal: 129,1 daa. Middeldybde: Mangler dybdekart. Oppholdstid: Mangler volumberegning som grunnlag for å beregne. Retensjon av tilførte næringsstoffer: Mangler datagrunnlag for beregning. Avrenning i nedbørfeltet: 551 mm.

Nedbørfeltets areal: 638 daa. Landbruksarealer i nedbørfeltet: 51 daa. Dette gir en landbruksandel på 8%

Tilførselsberegning P:

Landbruk:	4 kg.	(Jordtap: 2100 kg).
+ Spredt avløp:	1 kg.	(Antall anlegg: 3).
+ Utmarksavrenning:	3 kg.	
+ Avrenning tette flater/samferdsel:	0 kg.	
+ Atmosfærisk avsetning:	2 kg.	
Samlede tilførsler P:	9 kg.	

Antatt reduksjonspotensial for fosfor i scenarioet 'hvor alle jordbrukstiltak samspiller: 2 kg.

P-AL status i landbruksjord;

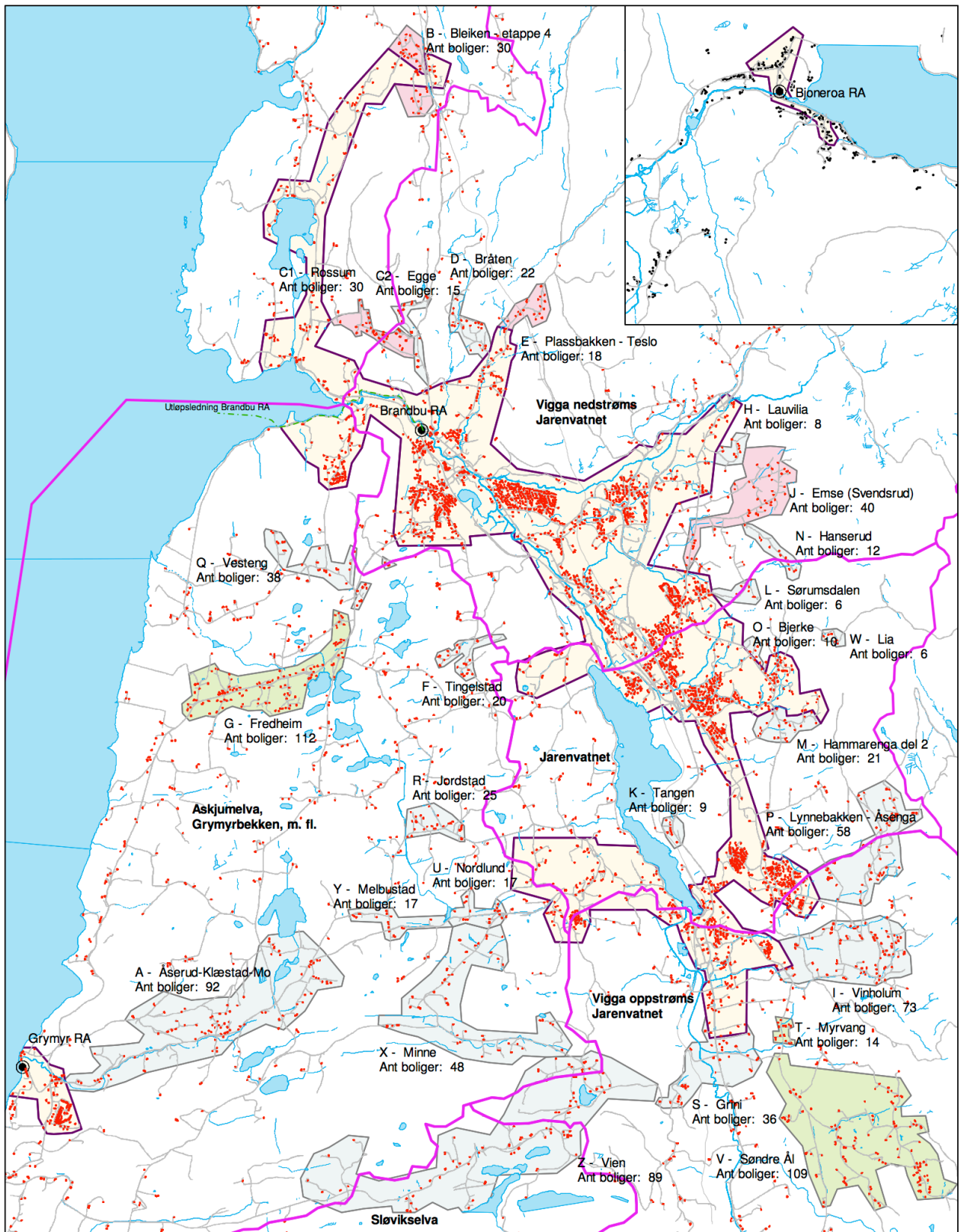
Gjennomsnitt P-AL (arealveid) er 7,2, standardavvik er 3,9, og maks verdi i nedbørfeltet er 10,9.

5. Litteratur

- Borch, H., H. O. Eggestad, A. Engebretsen, E. Skarbøvik, T. Tjomsland, and A. L. Solheim. 2008. Forslag til system for fastsetting av naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor i nedbørfelt med marine leirsedimenter. Bioforsk.
- Bechmann, M., S. Kværnø, S. Skøien, L. Øygarden, H. Riley, T. Børresen, and T. Krogstad. 2011. Effekter av jordarbeiding på fosfortap - sammenstilling av resultater fra nordiske forsøk. Page 71 Bioforsk rapport. Bioforsk.
- Beldring, S., L. A. Roald, and A. Voksø. 2002. Avrenningskart for Norge. Årsmiddelverdier for avrenning 1961-1990. NVE rapport 2, NVE, Oslo.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne sjøer. NIVA rapport OR-85110, NIVA, Oslo.
- Berge, D. 2006. Resipientvurdering av Viggavassdraget i forbindelse med opprusting og utvidelse av Volla Renseanlegg. NIVA rapport 5165-2006, NIVA, Oslo.
- Borch, H. 2009. AgriCat-P - En ny modell for fosforavrenning i landbruket. Bioforsk fokus 4:2.
- Borch, H., C. Farkas, A. F. Øgaard, and M. Bechmann. 2010. The AGRICAT-P Model - a tool for modelling the mitigation effects of agricultural runoff in Norwegian catchments. Bioforskrapport:50.
- Bratli, J. L. 1997. Miljømål for vannforekomstene : tilførselsberegninger. SFT.
- Direktoratsgruppa for vanndirektivet. 2011. Vann-nett.
- Eggestad, H. O., N. Vagstad, and M. Bechmann. 2001. Losses of Nitrogen and Phosphorous from Norwegian Agriculture to the OSPAR problem area. . 99/2001, Jordforsk, Ås.
- Kraft, P. I. and S. Turtumøygard. 1997. GIS i kommunalt avløp. Delrapport 2, modellbeskrivelse. Jordforsk -rapport 94:30.
- Oredalen, T. J. and W. Aas. 2000. Vurdering av atmosfærisk fosforavsetning i sørøst-Norge. Page 33. NIVA, Oslo.
- Simonsen, L. and L. Bendixby. 2009. Nytt Forurensningsregnskap for Vestfold - Fase 1: Metode. 09-145-1, Ask Rådgivning, Oslo.
- Solheim, A. L., D. Berge, T. Tjomsland, F. Kroglund, I. Tryland, A. K. Schartau, T. Hesthagen, H. Borch, E. Skarbøvik, H. O. Eggestad, and A. Engebretsen. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering. NIVA rapport OR-5708, NIVA, Oslo.

6. Vedlegg

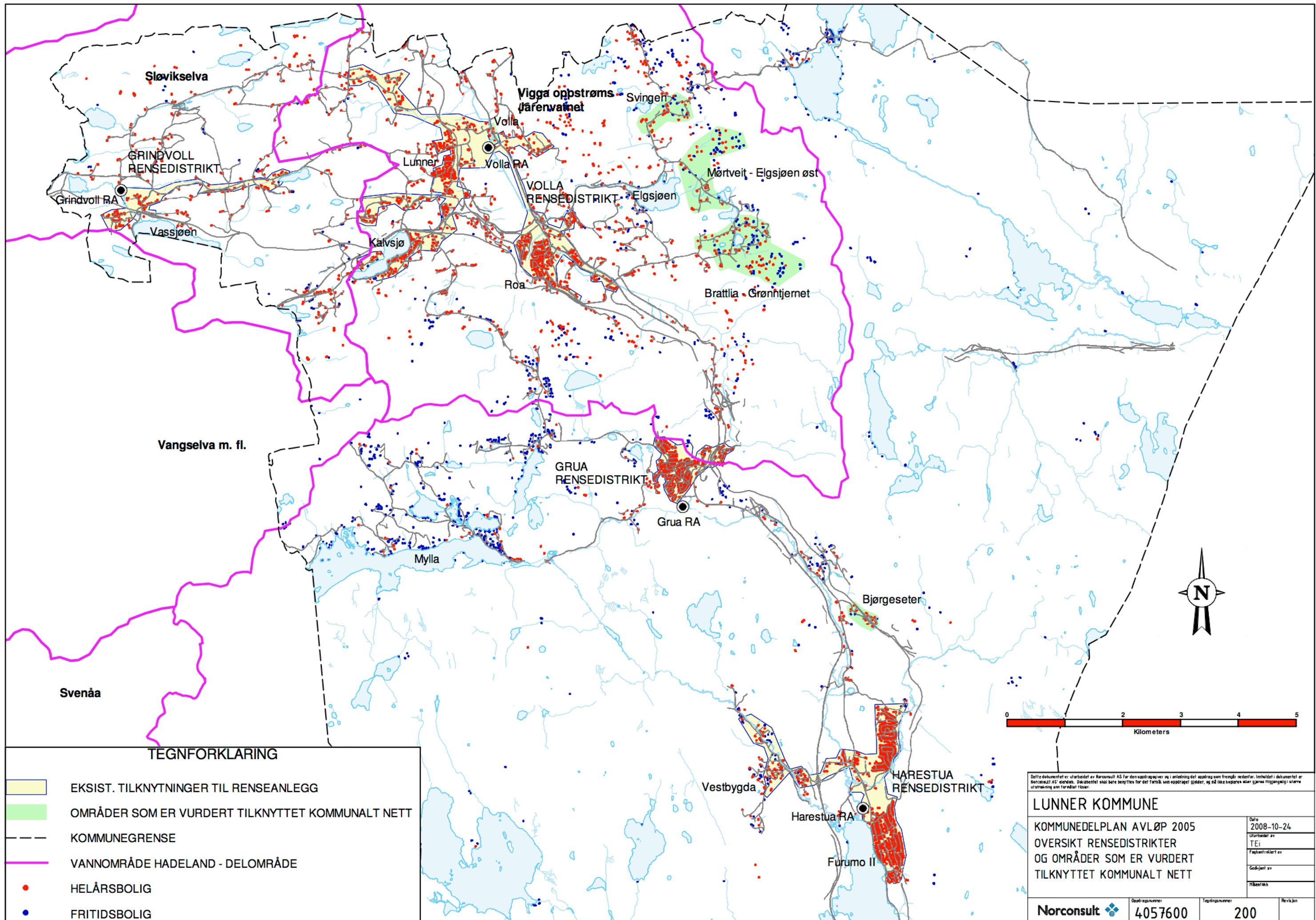
- 6.1 Sanering av spredt avløp Gran kommune**
- 6.2 Sanering av spredt avløp Lunner kommune**
- 6.3 Vannkvalitet oversikt**
- 6.4 Vannkvalitet Vigga nord**
- 6.5 Vannkvalitet Vigga midt**
- 6.6 Vannkvalitet Vigga sør**



Tegnforklaring

- Område som dekkes av eksisterende kommunale avløpsledninger
- Prioritert område - tilknyttes i løpet av handlingsplanperioden 2006-2010
- Prioritert område - tilknyttes etter 2010
- Annet område som er vurdert for tilknytning
- Vannområde Hadeland - Delområde
- Registrert bolig i hht. kartgrunnlag

1	2005-11-25	ENDRET EMSE OG PLASSBAKKEN - TESLO	TEI
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet
GRAN KOMMUNE KOMMUNDELPLAN HOVEDPLAN AVLØP OVERSIKT RENSEDISTRIKTER OG OMRÅDER SOM ER VURDERT FOR TILKNYTNING			
			Dato: 2005-08-19
			Tilrettelagt av: TEI
			Tilrettelagt av:
			Godkjent av:
			Skisse (gjelder for A3 format): 150 000
Norconsult		Oppdragsnummer: 4220000	Tegningsnummer: 200
			Revisjon: 1



TEGNFORKLARING

- EKSIST. TILKNYTNINGER TIL RENSEANLEGG
- OMRÅDER SOM ER VURDERT TILKNYTTET KOMMUNALT NETT
- KOMMUNEGRENSE
- VANNOMRÅDE HADELAND - DELOMRÅDE
- HELÅRSBOLIG
- FRITIDSBOLIG

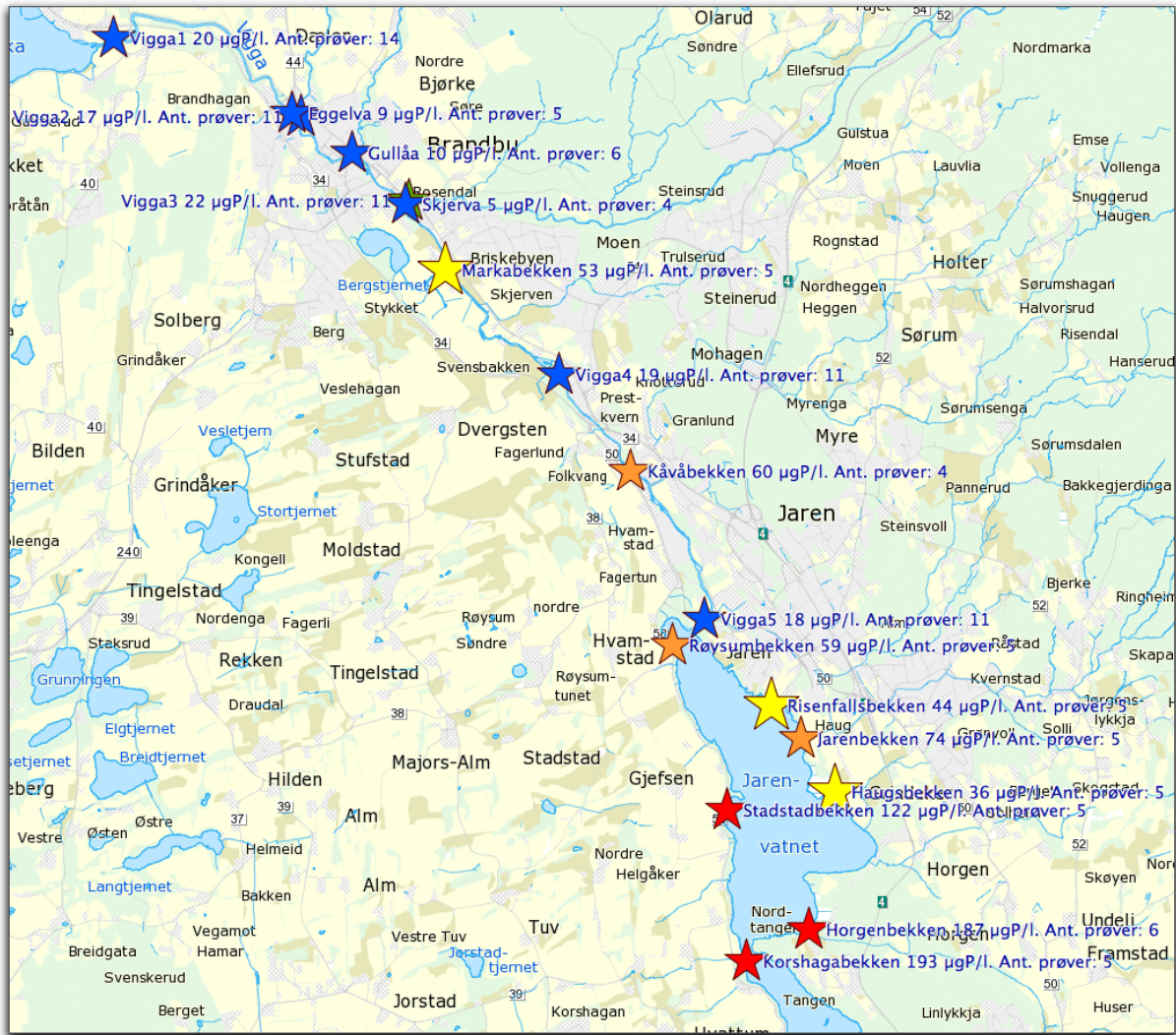


Dette dokument er utarbeidet av Norconsult AS for den oppdragsiver og i anledning del oppdrag som fremgår nedenfor. Innholdet i dokumentet er Norconsult AS' eiendom. Dokumentet skal bare benyttes for det Tiltak som oppdraget gjelder, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig i utarbeidning som for andre tiltak.			
LUNNER KOMMUNE			Dato 2008-10-24
KOMMUNEDELPLAN AVLØP 2005 OVERSIKT RENSEDISTRIKTER OG OMRÅDER SOM ER VURDERT TILKNYTTET KOMMUNALT NETT			Utarbeidet av TEI
			Fagkontrollert av
			Godkjent av
			Tiltaksnr.
Norconsult	Oppdragsnummer 4057600	Tegningsnummer 200	Revisjon



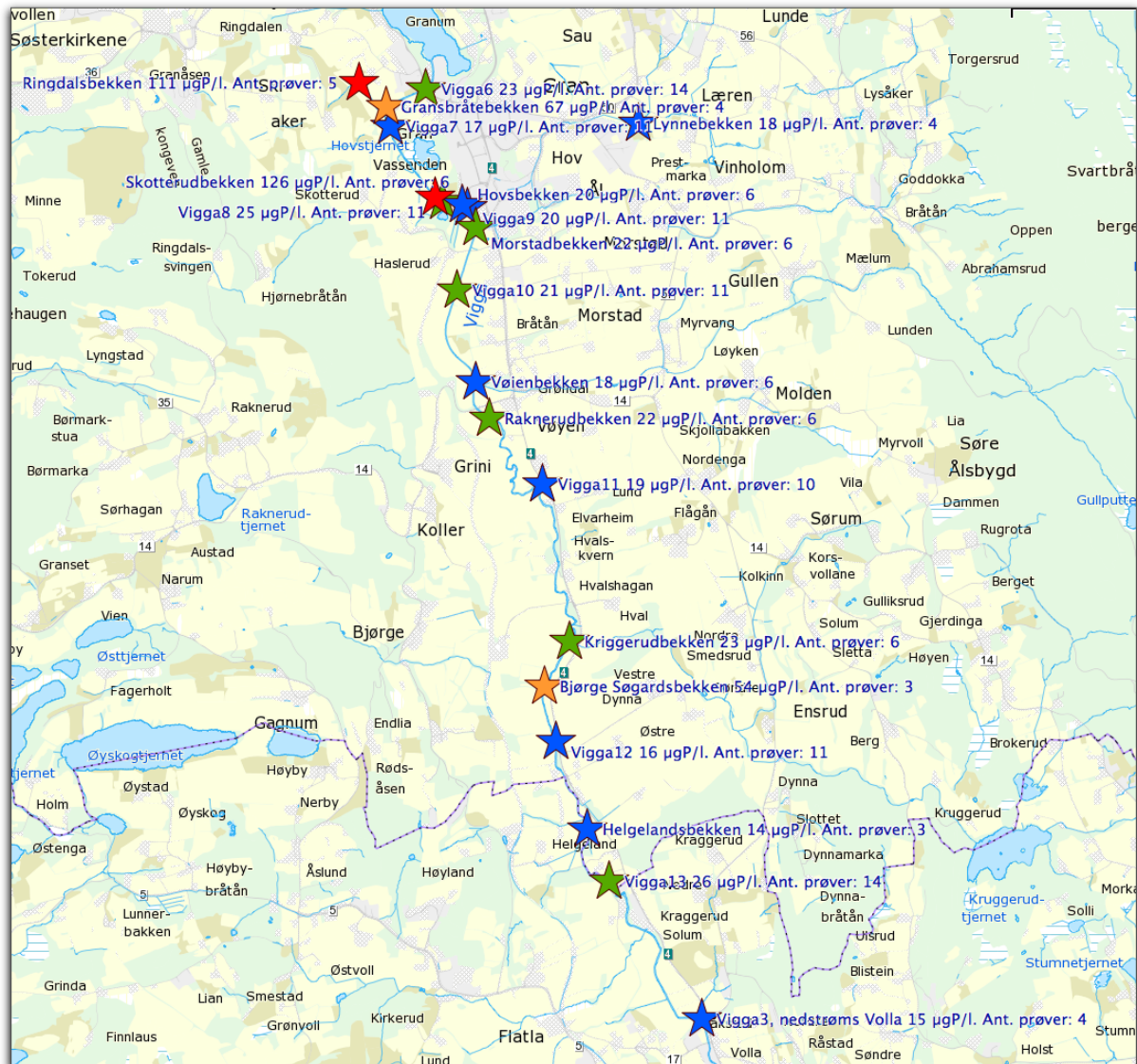
Oversikt over vannkvalitetsmålinger og vurderinger av noen av kransesjøene.

Blå = Meget god, Grønn = God, Gul = Moderat, Oransje = Dårlig, Rødt = Meget dårlig



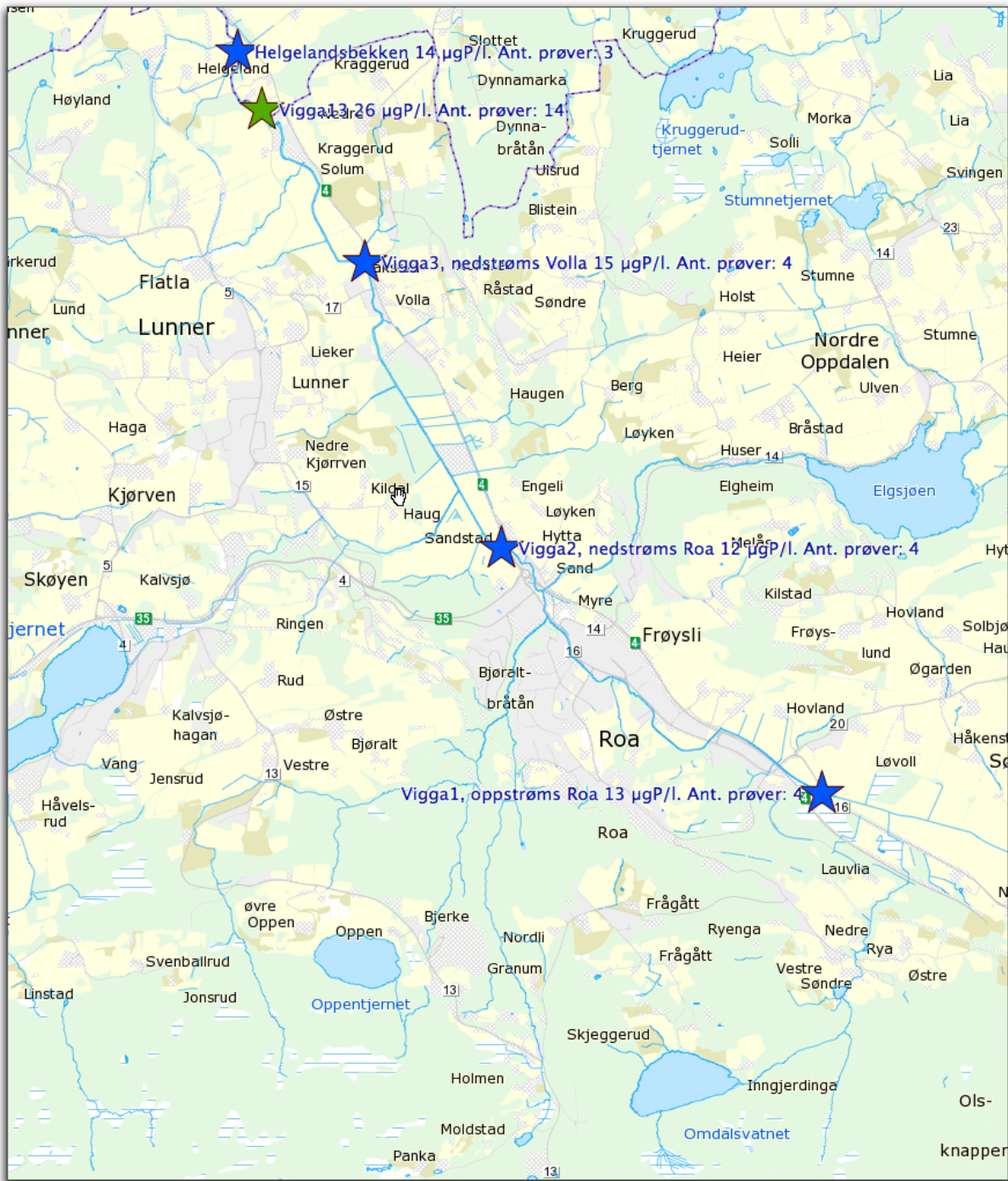
Oversikt over vannkvalitetsmålinger i Vigga nord.

Blå = Meget god, Grønn = God, Gul = Moderat, Oransje = Dårlig, Rødt = Meget dårlig



Oversikt over vannkvalitetsmålinger Vigga midt.

Blå = Meget god, Grønn = God, Gul = Moderat, Oransje = Dårlig, Rødt = Meget dårlig



Oversikt over vannkvalitetsmålinger og vurderinger av noen av kransalgesjøene.

Blå = Meget god, **Grønn** = God, **Gul** = Moderat, **Oransje** = Dårlig, **Rødt** = Meget dårlig