



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Næringsstofftilførsler og vannkvalitet i Dalselvi, Luster kommune

Problemkartlegging og tiltaksanalyse

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 98 | 2018



Ola Stedje Hanserud, Anne-Grete Buseth Blankenberg og Håkon Borch.  
Divisjon for Miljø og Naturressurser

**TITTEL/TITLE**

Næringsstofftilførsler og vannkvalitet i Dalselvi, Luster kommune. Problemkartlegging og tiltaksanalyse

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Hanserud, O.S., Blankenberg, A-G. B. og Borch, H.

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
14.11.2018	4/98/2018	Åpen	11215	18/00229
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02152-0	2464-1162	23		

**OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:**

Sogn og Fjordane fylkeskommune

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Susan Tanja Solbrå

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Næringsstofftilførsel, spredt avløp, jordbruk, bakgrunnsavrenning, fosfor

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Vannkvalitet, hydrologi, miljøteknologi og renseprosesser, arealbruk og tiltak

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

I rapporten søker vi å beregne mengden av tilførte næringsstoffer fra forskjellige kilder til Dalselvi i Luster kommune i Indre Sogn. Dette er gjort på bakgrunn av målet om å oppnå god miljøstatus i vannet. Beregninger er utført for spredt avløp, jordbruk og bakgrunnsavrenning (utmarksavrenning), og modellresultatene viser at den største belastningen av fosfor til Dalselvi kommer fra diffus avrenning fra dyrka mark. Det er i tillegg gjort en befaring på ulike gårdsbruk for å vurdere punktkilder. Noen punktkilder er betydelige og fremkommer ikke i modellresultatet. Det foreslås tiltak på jordbrukssiden, men en kvantifisering av den faktiske effekten på vannkvaliteten av disse tiltakene er ikke behandlet i denne rapporten.

**LAND/COUNTRY:**

Norge

**FYLKE/COUNTY:**

Sogn og Fjordane

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

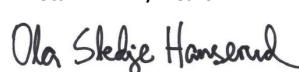
Luster kommune

**STED/LOKALITET:**

Dalselvi

**GODKJENT /APPROVED**

HÅKON BORCH

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

OLA STEDJE HANSERUD

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Hensikten med dette prosjektet har vært å kartlegge totale tilførsler av næringsstoffer til vassdraget Dalselvi med tilløpselver og –bekker i Luster kommune i Indre Sogn og foreslå et sett med tiltak for å oppnå god miljøtilstand i Dalselvi.

Oppdragsgiver for prosjektet har vært Sogn og Fjordane Fylkeskommune v/Susan Tanja Solbrå.

Ola Stedje Hanserud (forsker) har vært prosjektleder og prosjektdeltakere har ellers vært Anne-Grete Buseth Blankenberg (seniorforsker), Håkon Borch (avdelingsleder), Stein Turtumøygard (seniorrådgiver), Thor Endre Nytrø (førstekonsulent), og Hans Olav Eggestad (seniorforsker).

Prosjektperioden har vart fra mai 2018 - juli 2018. Det ble gjennomført befarings innenfor nedbørsfeltet i juni 2017.

Kvalitetssikring er utført av Marianne Bechmann (seniorforsker).

Det rettes en stor takk til Susan Tanja Solbrå ved Sogn og Fjordane Fylkeskommune, Aina-Elise Stokkenes, Ingrid Marie Slinde og Haakon Stauri Begby ved Luster kommune, samt alle grunneiere som har avsatt tid til å møte oss ute på befarings.

Ås, 10.august 2018



Ola Stedje Hanserud

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	3
1 Innledning.....	5
1.1 Prosjektbeskrivelse.....	5
1.2 Spredt og kommunalt avløp.....	5
1.3 Jordbruk.....	5
1.4 Bakgrunnsavrenning.....	5
1.5 Vannkvalitet i Dalselvi.....	8
2 Metodikk .....	9
2.1 Spredt avløp.....	9
2.2 Jordbruk.....	10
2.2.1 Tap fra arealavrenning.....	10
2.2.2 Tap fra punktkilder .....	11
2.3 Bakgrunnsavrenning.....	12
3 Resultat og diskusjon .....	13
3.1 Spredt avløp.....	13
3.2 Jordbruk.....	13
3.2.1 Husdyr.....	13
3.2.2 Arealavrenning.....	14
3.3 Bakgrunnsavrenning.....	15
3.3.1 Utmarksavrenning .....	16
3.4 Sammenstilling av beregnede næringsstofftilførsler.....	16
3.5 Usikkerheter i beregningene.....	16
3.6 Andre kilder til forurensning.....	17
3.7 Tiltak.....	18
3.7.1 Punktkilder i jordbruket.....	19
4 Konklusjon .....	22
Litteratur .....	23



# 1 Innledning

## 1.1 Prosjektbeskrivelse

Etter henvendelse fra Sogn og Fjordane Fylkeskommune har NIBIO tatt på seg å utarbeide en kartlegging av næringsstofftilførsler til Dalselvi med sidebekker i Luster kommune i Indre Sogn.

I beskrivelsen av oppdraget heter det at deler av Dalselvi er karakterisert med moderat miljøtilstand, mens sidebekkene er klassifisert med god miljøstatus. Reelle og potensielle påvirkningskilder er landbruk, og spredt avløp fra bebyggelse. Vannføringen er ikke regulert.

Målet med arbeidet har vært å kartlegge totale tilførsler av næringsstoffer til vassdraget og fordeling av næringsstoffer på de kildene vi kan beregne: avløpsvann i spredt bebyggelse, jordbruk, samt naturlige bakgrunnsnivåer. Hovedfokus har vært på fosfor.

Valget av kartleggingen av fosfortilførselen er gjort ut ifra at det antas å være av størst betydning for eutrofieringsprosesser. I modellene beregnes også i noen grad nitrogen, men siden det antakelig har mindre betydning for problemstillingene i vannet enn fosfor vil disse tallene bare refereres uten at de blir drøftet eller behandlet videre.

Nedenfor har vi beskrevet kort hvert deltema, og vi presenterer en oversikt over måleverdier gjort fra vannprøver i resipienten. En nærmere beskrivelse av metoder finnes under kapittel 2.

## 1.2 Spredt og kommunalt avløp

Næringsstoffer, spesielt fosfor, fra avløpsvann har høy plantetilgjengelighet og vil således kunne gi økt algevekst i ferskvann ganske raskt.

Hustander i vassdraget har for det meste egne individuelle lokale renseløsninger for avløpsvann, med unntak av et kommunalt driftet felles minirensanlegg for 17 hustander og tre servicebygg. De individuelle anleggene har for det meste utslipp til terreng via utslippsgrøft, mens rensset avløpsvann fra fellesanlegget slippes direkte ut i Dalselvi. Beregninger av tilførselen av næringsstoffer fra spredt avløp til elvene avhenger blant annet av type rensanlegg, og avstand til resipient.

## 1.3 Jordbruk

Jordbruk er ofte en viktig kilde til tilførsel av næringsstoffer til vannresipienter, og tilførslene kan enten skje via diffus avrenning eller gjennom avrenning fra punktkilder. Avrenning av silosaft er et eksempel på et punktutslipp som kan medføre lokale forringelser av vannresipienter, da silosaften inneholder store mengder organisk materiale som igjen fører til et stort oksygenforbruk i vannet rundt utslippsstedet. Avrenning fra utette gjødselkjellere, søl i forbindelse med gjødselhåndtering eller deponi av organisk materiale, som husdyrgjødsel, er også punktkilder som medfører næringsavrenning.

I nedbørfeltet til Dalselvi er det meste av innmark grasdekt og arealavrenning gjennom erosjon fra disse arealene forekommer, men erosjonrisikoen er forholdsvis lav. Jordbruksaktiviteten i nedbørfeltet til Dalselvi er dominert av husdyrproduksjon og tap av næringsstoffer fra jordbruket er i hovedsak forventet knyttet til tap fra gjødsellagre, tap ved spredning av husdyrgjødsel og tap via overflateavrenning på beitearealer.

## 1.4 Bakgrunnsavrenning

Bakgrunnsavrenning omfatter alt næringsstofftap, både overflateavrenning, grunnvannsutlekking samt elve- og bekkeerosjon som ville kommet til vassdraget i en naturtilstand uten menneskelig aktivitet.

Berggrunnsgeologi er viktig for vannkvaliteten i et vassdrag. I områder med rikere bergarter vil vannet være rikere på løste mineraler og motstandskraften mot for eksempel forsuring 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 typologiseringssystemet som brukes i vannforvaltningen.

Løsmasseavsetningene i nedbørfeltet har også stor betydning for vannkvaliteten. Er det mye avsetning av silt og leire i nedbørfeltet vil vassdraget fort bli preget av partikler og høyere verdier av f.eks. fosfor.

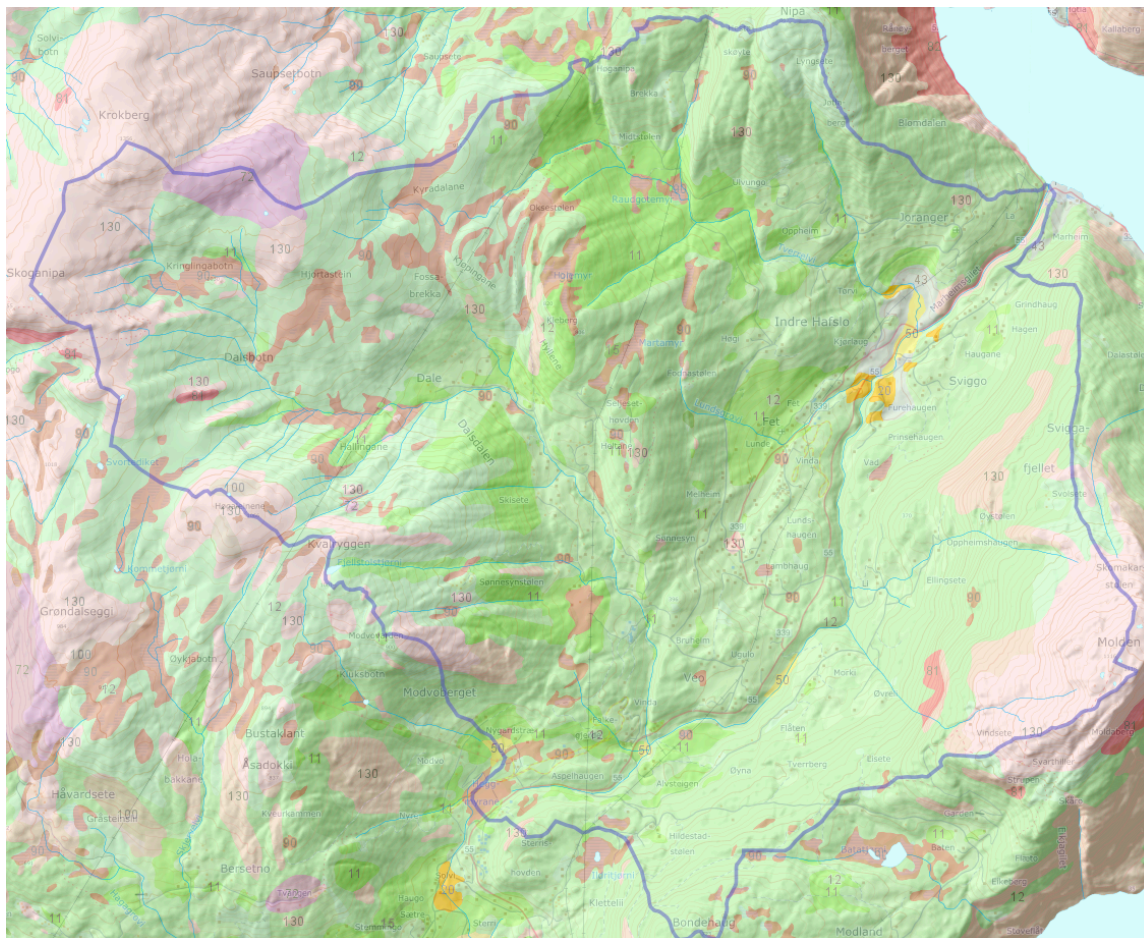
Geologien i nedbørfeltet er presentert i kart i (se **Figur 1**). Fra naturens side er nedbørfeltet til Dalselvi dominert av store områder med fylitt og glimmerskifer i nordvest ispedd litt marmor, muskovittholdig kvartsitt, og gabbro. Fyllitten er en løs bergart som har sitt opphav i lite omdannet leirskifer, og gir grunnlag for et næringsrikt jordsmonn. I sørøst mot Hafslo kommer et stort parti med kvartsdiorittisk til granittisk gneis som er hardere bergarter som påvirker vannkvaliteten mindre. Ingen av disse bergartene inneholder så mye kalk at det gir grunnlag for at vassdragene skal klassifiseres som kalkrike. Områdene med fylitt gir imidlertid vannmiljøene bufferkapasitet mot forsuring.

Figur 2 viser løsmassekart for nedbørfeltet. Kvartærgeologisk er størstedelen av nedbørfeltet dekket av et tynt dekke av morenemateriale med noe tykkere avsetninger markert som dypere grønt på **Figur 2**. I høydene er det store arealer med bart fjell. Det er noe areal som er dekket av organisk jord (myr) og en mindre elveavsetning ved Bruflat.



**Figur 1:** Berggrunnsgeologisk kart over nedbørfeltet viser **LILLA** = anortosittisk gabbro, **LYS GRØNN** = fylitt/glimmerskifer, **BRUNORANSJE** = kvartsdiorittisk til granittisk gneis, glimmerskifer, kloritt-skifer og metagabbro, **BRUNT** = amfibolitt, **GULT** = muskovittholdig kvartsitt, **LYS BLÅ** = kalkspatmarmor. Kilde [www.ngu.no](http://www.ngu.no)





Figur 2: Løsmassekart over nedbørfeltet viser **LILLA** = forvitningsjord, **LYS GRØNN** = tynt morendecke, **ROSA** = bart fjell, **BRUNT** = myr, **GULT** = elveavsetning. Kilde [www.ngu.no](http://www.ngu.no)



Figur 3: Stasjonsoversikt over målesteder hvor vannkvalitetsdata er samlet. Kilde [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)

## 1.5 Vannkvalitet i Dalselvi

Ifølge vann-nett.no er Dalselvi med bekkefelt (ID 076-3-R, 076-95-R) per juni 2018 en vannforekomst med moderat til dårlig økologisk tilstand for totalfosfor. Samlet sett har både Dalselvi og dens bekkefelt «moderat» økologisk tilstand, hovedsakelig på grunn av mengden totalfosfor. I Figur 3 vises stasjonsplasseringer for prøvetaking.

**Feil! Ugyldig selvreferanse for bokmerke.** summerer opp de siste måleverdier for vannprøver i ulike stasjoner i Dalselvi, hentet fra databasen Vannmiljø ved Miljødirektoratet.

Tabell 1. Måleverdier fra utvalgte lokaliteter i Dalselvi. Kilde: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.

Lokalitet	Parameter	Dato	Verdi	Enhet
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	18.08.2014	4,2	µg/l P
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	25.08.2015	9	µg/l P
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	16.08.2016	14	µg/l P
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	28.06.2017	10	µg/l P
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	21.08.2017	13	µg/l P
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	23.08.2017	55	µg/l P
Dalselvi (utløp)	Totalfosfor	26.09.2017	4	µg/l P
Tverrelvi	Totalfosfor	01.05.2013	14	µg/l P
Tverrelvi	Totalfosfor	17.07.2013	7,3	µg/l P
Tverrelvi	Totalfosfor	28.06.2017	2	µg/l P
Tverrelvi	Totalfosfor	23.08.2017	26	µg/l P
Tverrelvi	Totalfosfor	26.09.2017	2	µg/l P
Sidebekk Bruflat	Totalfosfor	28.06.2017	8	µg/l P
Sidebekk Bruflat	Totalfosfor	23.08.2017	36	µg/l P
Sidebekk Bruflat	Totalfosfor	26.09.2017	17	µg/l P
Lundsgrovi, sideelv*	Totalfosfor	28.06.2017	56	µg/l P
Lundsgrovi, sideelv*	Totalfosfor	23.08.2017	198	µg/l P
Lundsgrovi, sideelv*	Totalfosfor	26.09.2017	78	µg/l P
Lundsgrovi	Totalfosfor	01.05.2013	16	µg/l P
Lundsgrovi	Totalfosfor	17.07.2013	21	µg/l P
Klasse 1: 0-7 Svært god	Klasse 2: 7-11 God	Klasse 3: 11-20 Moderat	Klasse 4: Klasse 1: 20-50 Dårlig	Klasse 5: >50 Svært dårlig

\*Målepunktet har ID 84655 og er plassert 400-500m nedstrøms målepunktet som kalles Lundsgrovi med ID 61193.

Alt i alt viser måleverdiene at det er relativt stor variasjon i datasettet. Det er verdt å merke seg at i perioder er vannkvaliteten i Dalselvi på et veldig godt nivå - godt nede på klasse 1. Det tyder på at det er episodiske tilførsler som kan ha sitt opphav i f.eks. gjødselspredning som gir de forhøyede verdiene. Lundsgrovi virker å være en sideelv som bidrar til å disse høye verdiene i Dalselvi, med blant annet noen særdeles høye verdier målt i løpet av sommeren og sensommeren 2017. Spredt avløp har en utslippsprofil med jevne tilførsler og har mest effekt i tørkeperioder når det er lav vannføring. Datasettet indikerer derfor at kildene antakelig ikke domineres av spredt avløp, men heller har sitt opphav i gjødselspredning eller lignende episodiske tilførsler.



## 2 Metodikk

Innsamling av data har primært skjedd gjennom feltundersøkelser, innhenting av data fra offentlige kart og databaser samt GIS-verktøy.

Feltarbeidet ble gjennomført 6. juni 2018, og følgende personer fra NIBIO deltok:

Spredt avløp: Ola Stedje Hanserud

Jordbruk: Anne-Grete Buseth Blankenberg og Håkon Borch

### 2.1 Spredt avløp

Beregning av næringsstofftilførsel fra spredt avløp er bygget på flere faktorer:

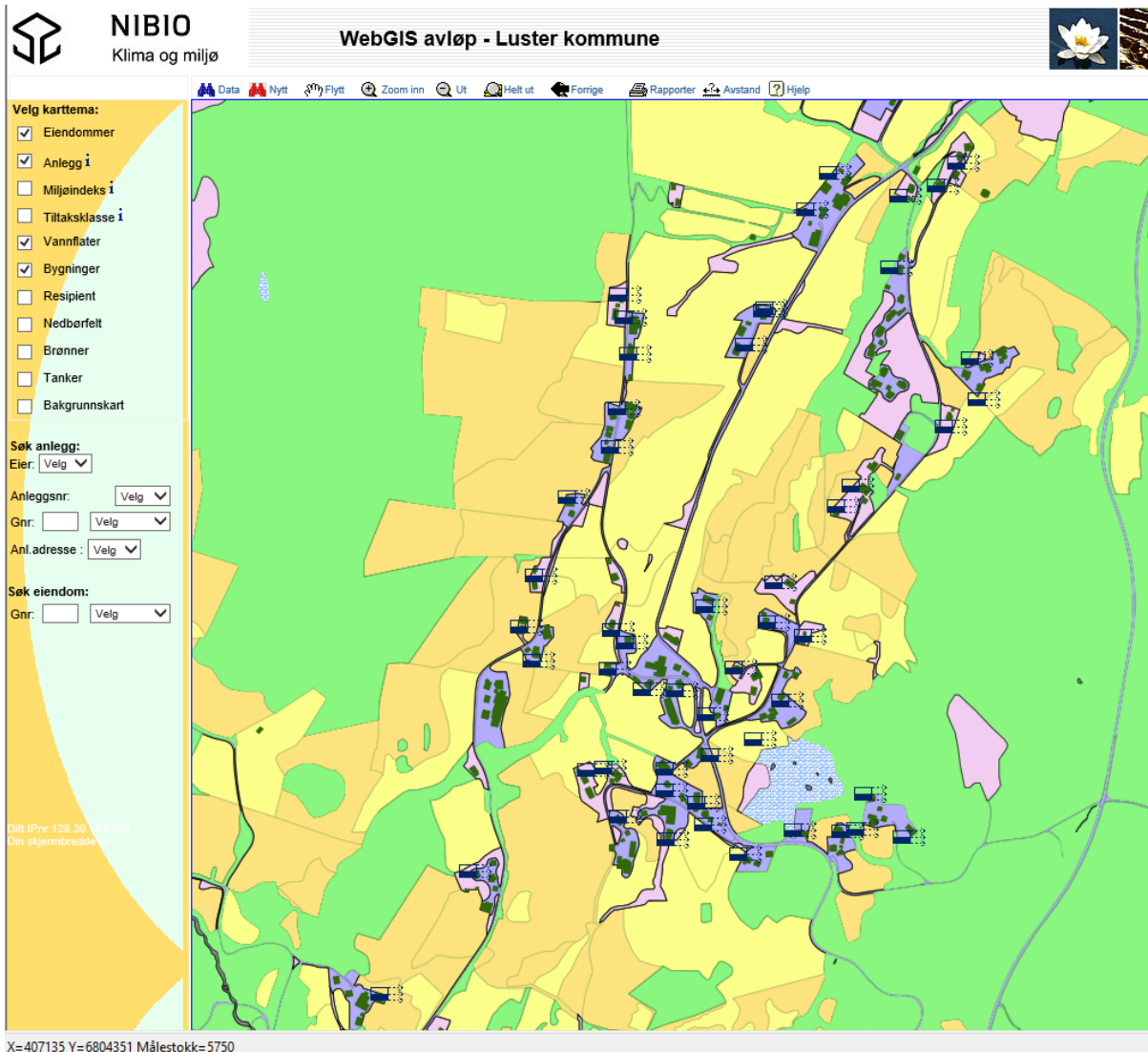
- belastning i PE (hvor mange personer er tilknyttet)
- anleggstype
- anleggsalder
- avstand til resipient
- dimensjonerende kriterier ved bygging

Alle disse er med på å påvirke beregningen av endelig tilførsel av næringsstoffer til resipient. Modellen WEBGIS avløp beregner rensegrad i avløpsanlegg og i terreng. Rensegrad for fosfor, nitrogen og organisk stoff. På grunnlag av belastning og renseeffekt beregnes utslipp til resipienten og en miljøindeks for anlegget (vektet forurensningsindikator basert på belastning fra N, P og organisk stoff). Systemet modellerer utslipp fra hvert anlegg og totalt fra alle anlegg i nedbørfeltet. Systemet kan også simulere effekt av sanering av dårlige anlegg.

Noen kommuner har et mangfold av forskjellige renseløsninger. Befaring på tilfeldig utvalgte anlegg ble derfor gjennomført for å få et bilde på de typiske anleggsløsningene i nedbørfeltet til Dalselvi. I løpet av befaringen besøkte vi og registrerte 14 anlegg i nedbørfeltet, som ble lagt inn manuelt i et feltregistreringsverktøy. Vi fant at 12 av anleggene var slamavskiller med utslipp til terreng via spredegrøft i litt ulike kvaliteter. De feste kan betegnes som infiltrasjonsanlegg. 2 anlegg var minirenselanlegg.

For å beregne det totale utslippet fra spredt avløp i nedbørfeltet er det webbaserte GIS-verktøyet WebGIS-avløp benyttet. WebGIS-avløp er et system utviklet for kommunenes registrering, drift og overvåking av avløpsløsninger i spredt bebygde strøk og det beregner renseeffekt og utslipp til resipienter. Figur 4 viser et kartutsnitt fra nedbørfeltet i WebGIS-avløp.

Anleggene i nedbørfeltet ble lagt inn i WebGIS fra en kartfil (shape-format) sendt oss fra Sogn og Fjordane fylkeskommune. Plasseringen av slamavskiller ligger der inne som et koordinat. Standard anleggstype ble satt til slamavskiller med utslipp til terreng, basert på feltregistreringene.



Figur 4. Kartutsnitt i WebGIS-avløp fra bebyggelse i nedbørfeltet til Dalselvi.

## 2.2 Jordbruk

### 2.2.1 Tap fra arealavrenning

For å beregne tap av næringsstoffer (begrenset til fosfor) via arealavrenning har vi tatt utgangspunkt i deler av TEOTIL-modellen og i databasen JOVA, som er administrert av NIBIO. JOVA-programmet (Program for jord- og vannovervåking i landbruket) er et nasjonalt overvåkingsprogram som ble startet i 1992 med det formål å dokumentere effekter av jordbrukspraksis og tiltak på avrenning og vannkvalitet. Totalt 11 nedbørfelt inngår nå i JOVA-programmet, alle med kontinuerlig registrering av vannføring og prøvetaking for analyser av næringsstoffer og partikler. De overvåkede nedbørfeltene representerer de viktigste jordbruksområdene i landet med hensyn til klima, jordsmonn og driftspraksis. I JOVA-databasen finnes det lange tidsserier med resultater fra overvåkingen, både for de nedbørfeltene som overvåkes nå og for andre felt som har vært omfattet av overvåkingen tidligere. Basert på målinger i JOVA-feltene er følgende ligning for beregning av fosfortap framkommet ( $r^2: 0,92$ ):

$$P\text{-tap} = 0,0057615 * P\text{-AL} * Q + 1,493 * SS - 1,589;$$

der

P-tap: Tap av totalfosfor (g/daa)

P-AL: Plantetilgjengelig fosfor (mg/100 g jord)

Q: avrenning (mm)

SS: jordtap (kg/daa)

JOVA-feltet Timebekken (Jæren) er det feltet som ligner mest på disse nedbørfeltene i jordbruksdrift og mengde avrenning. Her er det målt SS-tap på 17 kg/daa i snitt for perioden 1995-2017 og avrenning på 820 mm. Dette er brukt til å skalere SS-tapet i de enkelte feltene via avrenning.

P-AL data er hentet fra jorddatabanken. Jorddatabanken inneholder jordanalyser fra norske gårdsbruk over en periode på ca 30 år. Dette er en unik datakilde som benyttes til både forskning og rådgivning, blant annet til å beregne avrenning av fosfor fra jordbruksarealer. Bare den siste prøveserien for hvert bruk er brukt, og middelveiden for feltene er arealveid. Det var mange bruk det ikke ble funnet analyseresultater for, noe som kan medføre større usikkerheter i resultatene.

### 2.2.2 Tap fra punktkilder

I forkant av feltbefaringen fikk NIBIO tilsendt data om husdyrbesetning, informasjon om status på gjødsellager og andel høstspredning av husdyrgjødsel fra Luster kommune. Alle gårdsbruk i nedbørfeltet ble befart. På gårdsbruk hvor det var folk hjemme ble disse kontaktet. Møtet med grunneiere var en nyttig informasjonskilde til drift både på egen gård, men også for eksempel på hvilke gårder som var i drift og hvilke gårder som forpaktet eller forpaktet bort jorda. Beregninger med hensyn på tilstand til gjødsellager bygger på informasjon fra kommunen, erfaringer fra feltarbeid, samt standardfaktorer for punktutslipp.

Arbeidet ble gjort med tanke på å lokalisere steder hvor det fra et forurensingssynspunkt vil være hensiktsmessig å iverksette tiltak. NIBIO har utarbeidet et database-rapportverktøy som er brukt under feltarbeidet. Som teknisk registreringsløsning ble det brukt nettbrett (iPad) med databaseklient som arbeidet rett mot en databaseserver (FileMakerGo/FileMakerServer). Dette muliggjorde å ta bilder og registreringer av nødvendige parametere med lokalisering med nøyaktighet fra 3 - 15 meter (avhengig av terrengomgivelser).

Følgende innlegging av tiltaksgrupper er registrert i verktøyet som ble brukt:

- Vegetasjonssone
- Ugjødslede randsoner
- Fangdam
- Grasdekt vannvei
- Kumdam
- Utbedring av eksisterende hydrotekniske tiltak
- Erosjonssikring
- Deponi for organisk materiale
- Silosaftlekkasje
- Gjødsellager
- Gjødselhåndtering

Beregning av gjødseldyrenheter (GDE) er beregnet ut fra gjeldende «Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav» (Lovdata), «vedlegg 2: Oversikt over antall dyr pr gjødseldyrenhet (GDE)». Her er det også angitt at en GDE tilsvarer en utskilt mengde total fosfor (TP) på omlag 14 kg i husdyrgjødsel. Det skal være tilstrekkelig disponibelt areal for spredning av husdyrgjødsel, minimum 4 dekar fulldyrket jord pr. GDE. Beregninger av årlig gjødselproduksjon, tap av næringsstoffer fra gjødsellager og avrenning fra høstspredt husdyrgjødsel er gjennomført ved hjelp av en regnearksbasert modell som er dokumentert i Simonsen & Bendixby (2009). Bløtgjødsellager deles etter skjønn inn i høy standard (lekkasje 0,075 % P) og middels standard (lekkasje 0,33 % P) (Simonsen & Bendixby 2009). Det er ikke tatt med tap ved vårspredning av gjødsel da erfaringer viser at tapene i forbindelse med gjødsling i vekstsesongen er små. Beite med tråkkskader ved foringsplasser og lignende kan medføre noe avrenning, men dette er vanskelig å kvantifisere og er ikke medregnet.

## 2.3 Bakgrunnsavrenning

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 relativt små og ikke med marine leirer. Betydningen av den nye beregningsmetoden er bare interessant når det er marine leirer i nedbørfeltet, noe det ikke er i tilfelle Dalselvis nedbørfelt. Beregningene er derfor gjort etter Bratlis (1997) koeffisienter. For å velge riktig koeffisient på riktig areal er arealbrukskart, NGUs berggrunnskart 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<sup>2</sup>),
- lav bonitet (0,1 - 0,3 m<sup>3</sup> skogstilvekst per dekar og år) gis koeffisienten 5 mg/m<sup>2</sup>,
- middels bonitet (0,3 - 0,5 m<sup>3</sup> skogstilvekst per dekar og år) er gitt 6 mg/m<sup>2</sup>,
- høy bonitet (0,5 - 0,1 m<sup>3</sup> skogstilvekst per dekar og år) er gitt 7 mg/m<sup>2</sup>,
- svært høy bonitet (> 1 m<sup>3</sup> skogstilvekst per dekar og år) er gitt 8 mg/m<sup>2</sup>.

Denne beregningsmetoden er svært grov og indikativ, og gir en indikasjon på nivå og ikke et presist estimat.



## 3 Resultat og diskusjon

### 3.1 Spredt avløp

Basert på kartfil med anlegg importert til WebGIS-avløp er det 169 spredte avløpsanlegg i nedbørfeltet til Dalselvi, samt ett kommunalt minirensesanlegg for deler av byggefeltet Lundshaugen (17 eneboliger) samt tre bygninger ved Indre Hafslo oppvekstsenter (skole, barnehage og ungdomshus). Minirensesanlegget er av produsenten Biovac med belastning dimensjonert til 86 personekvivalenter (pe) og med utslipp av rensed avløpsvann direkte til Dalselvi nordøst for anlegget.

En befaring med stikkprøveregistrering av anlegg i nedbørfeltet bekreftet antagelsen om at de aller fleste anleggene for spredt avløp er av typen slamavskiller med utslipp til terreng med infiltrasjon i spredegrøft. Basert på befaringen ble de anleggene som ble importert til WebGIS-avløp via kartfilen og ikke besøkt under befaringen angitt som slamavskiller med utslipp til terreng som standard. For de samme ubesøkte anleggene, og generelt der vi ikke hadde informasjon om belastningen på anlegget, ble denne satt til 2,4 personer per anlegg. Dette er noe høyere enn landsgjennomsnittet på 2,2 personer per husholdning i 2017, ifølge SSB.

Mange anleggseiere kunne ved befaringen ikke angi sikker lokalitet og størrelse på spredegrøften, og det antas at de fleste anlegg bygget for 30 år siden eller tidligere ikke har den nødvendige størrelse på infiltrasjonsflaten etter dagens retningslinjer (Miljøblad nr. 59 – Lukkede infiltrasjonsanlegg). I henhold til Miljøblad nr. 59 skal for eksempel en infiltrasjonsgrøft for én helårsbolig med stedegne masser i infiltrasjonsklasse 2 (sand) dimensjoneres med infiltrasjonsflate på 40 m<sup>2</sup>.

Den beregnede totale belastningen fra spredt avløp, inkludert det kommunale fellesanlegget er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Sum utslipp fra spredt avløp i nedbørfeltet til Dalselvi, Luster kommune

Resipient	Utslipp P (kg/år)	Utslipp N (kg/år)	Utslipp TOC (kg/år)
Dalselvi	163	1811	2282

Mange slamavskillere i de registrerte anleggene tilfredsstillers ikke dagens krav til utforming og størrelse, og dette vil kunne redusere tilbakeholding av slam i slamavskilleren og dermed øke gjentettingsgraden av filterflaten i en utslippsgrøft og redusere renseseffekten. Innlekking av grunnvann og/eller utlekking av avløpsvann kan i tillegg forekomme gjennom utette betongringer. Under feltarbeidet ble det ikke registrert vannoppstuvning eller vegetasjon som indikerer utslipp urensed til terreng.

En konklusjon på bakgrunn av befaringen er at mange anlegg i nedbørfeltet til Dalselvi ikke tilfredsstillers dagens krav til utforming for en eller flere komponenter (slamavskiller/utslippsgrøft). En mer omfattende kartlegging av anleggene langs vassdraget vil gi et bedre bilde på situasjonen.

### 3.2 Jordbruk

#### 3.2.1 Husdyr

Tap av næringsstoffer fra husdyrproduksjon er knyttet til tap fra gjødsellagre, tap ved spredning av husdyrgjødsel og tap via overflateavrenning på beitearealer. Her er det gjort beregninger for dyretetthet og krav til spredeareal, samt årlig gjødselproduksjon. Det er beregnet tap av næringsstoffer til vassdrag knyttet til punktutslipp; lekkasjer fra bløtgjødsellagre og avrenning fra høstspredt husdyrgjødsel. Øvrig husdyrgjødsel ses på som ordinær gjødsling, på lik linje med bruk av kunstgjødsel. Resultater fra arealavrenning omtales i punkt 3.2.2. Det er ikke gitt informasjon om hvor mange dyr/antall måneder

disse beiter i nedbørfeltet, og avrenning fra ordinært utmarksbeite er marginalt. Beite med tråkkskader ved foringsplasser og lignende kan medføre noe avrenning, men dette er vanskelig å kvantifisere og er ikke medregnet. Tabell 3 viser en oversikt over husdyr i nedbørfeltet, samt beregnede gjødseldyrenheter (GDE).

Tabell 3. Husdyrbesetning og gjødseldyrenheter (GDE) i nedbørfeltet til Dalselvi, Luster kommune. Informasjon om husdyrbesetning er mottatt fra Luster kommune.

Dyreslag	Antall	GDE
Melkekyr	460*	460
Sau (vinterforet)	1800	72
<b>Totalt</b>		<b>532</b>

\* Kommentar fra Luster kommune. 460 storfe totalt i 2015, - ikke alle melkekyr

#### Dyretetthet og krav om spredeareal

Nedbørfeltet består av totalt 7540 daa jordbruksareal, hvorav 3589 daa er fulldyrket. Spredearealkravet er 2128 daa totalt (4 daa per GDE). Det er derfor tilstrekkelig spredeareal for husdyrene i nedbørfeltet.

#### Gjødselproduksjon - bløtgjødsellager

Ved beregninger av den totale gjødselproduksjon - bløtgjødsellager er antall måneder hvor dyr går inne og gjødselen blir lagret tatt hensyn til, og fosforinnholdet i lagret gjødsel er beregnet til å være 6215 kg TP/år.

#### Tap av næringsstoffer fra gjødsellager

Basert på informasjon fra Luster kommune og inntrykk fra befaring, er det gjennomgående god standard på gjødsellagrene. I beregningene det forutsatt at 95 % av gjødsellagrene i nedbørfeltene har høy standard og 5 % har middels standard. Tapet fra gjødsellagrene i nedbørfeltet er beregnet til å være 5,5 kg TP/år.

#### Høstspredt bløtgjødsel – avrenning til vassdrag

Luster kommune oppgir at de fleste gjødsler om våren etter første slått. Mange prøver også å tømme gjødsellagrene om høsten. Det antas at ca. 1/3 av de aktive brukene i nedbørfeltet gjødsler etter andreslått på sensommer/høst (senest 20. september). Andel høstspredt bløtgjødsel er i beregninger satt til å være 10%. Avrenning til vassdrag gjennom høstspredt bløtgjødsel er, basert på dette, beregnet til å være 11,2 kg TP/år.

### 3.2.2 Arealavrenning

I nedbørfeltet er det meste av innmarken grasdekt. Arealavrenning gjennom erosjon fra disse arealene vil en forvente er relativt lav. Dekningen av jordsmonnsskart er ikke landsdekkende for jordbruksjord og de viktigere jordbruksdistriktene er prioritert. I Luster er det foreløpig ikke foretatt en jordsmonnsskartlegging. Dette begrenser noe muligheter for modellering av arealtap.

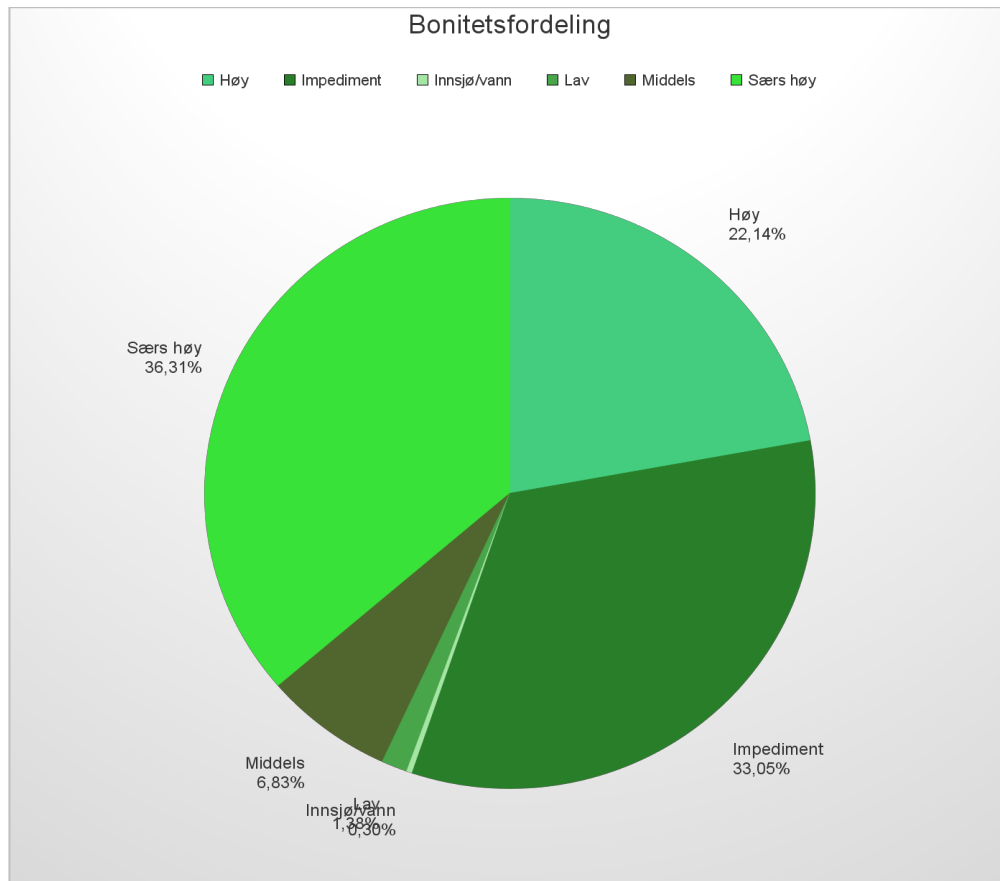
Meteorologisk Institutt oppgir en nedbørstasjon i kommunen: 55370 Gaupne. Nedbørnormalen for denne målestasjonen er på 1080 mm. NVE sitt Avrenningskart indikerer en spesifikk avrenning på ca. 20 l/s/km<sup>2</sup>, noe som omregnet tilsvare ca. 630 mm, som er brukt i beregningen.

Arealveid middel for P-AL er 13,7 mg/100 g jord.

P-tap: 68 g P/daa, 510 kg P totalt fra jordbruksarealet.

### 3.3 Bakgrunnsavrenning

Bonitetsfordelingen i området (**Figur 5**) viser at det er svært produktive områder med særs høy og høy bonitet (58%). Middels og lav bonitet utgjør bare litt over 7%, mens det er en del områder med bart fjell og høyereliggende arealer uten skogproduksjon som kategoriseres som impediment.



Figur 5. Bonitetsfordelingen (AR50) i terrenget i vassdraget

Den naturlige bakgrunnsavrenningen for Dalselvi nedbørfelt er beregnet til 301 kg P pr år. Biotilgjengeligheten for fosfor i naturlige bekker er relativt lav og kan antakelig settes til  $\approx 20\%$  i slike elvesystemer som disse vassdragene representerer. Hvis det ikke var menneskelig aktiviteter sier beregningen at det ville være en fosforkonsentrasjon på  $6,3\mu\text{g P/l}$ . Ut i fra de geologiske forhold med store arealer med relativt myke og forvitrbare bergarter med høye boniteter relaterer nivået godt til geologien og til de laveste målte verdiene i måleseriene ( $>4\mu\text{g P/l}$ ). Oversikt over bakgrunnsavrenningen er gitt i Tabell 4.

Tabell 4. Beregning av bakgrunnsavrenningen

Vassdrag	Areal km <sup>2</sup>	Q m <sup>3</sup> pr år	Sum avrenning kg Tot-P	Beregnet snittkonsentrasjon P i naturtilstand $\mu\text{g/l}$
Dalselvi	43,6	48 171 199	300,7	6,2

### 3.3.1 Utmarksavrenning

Med utmarksavrenning mener en det som renner av av næringsstoffer fra utmarka. Bakgrunnsavrenningen gjelder altså hele nedbørfeltet, mens utmarksavrenningen gjelder kun utmarka. Vi har bare beregnet tallene for fosfor. For Dalselvi er det beregnet en utmarksavrenning på 236 kg P.

## 3.4 Sammenstilling av beregnede næringsstofftilførsler

Tabell 5 viser de modellerte næringsstofftilførselen fra de ulike hovedkildene spredt avløp, jordbruk og bakgrunnsavrenning til Dalselvi med tilløpselver og –bekker.

Tabell 5. Modellerte næringsstofftilførsler for total fosfor (TP) for Dalselvi med tilløpselver og –bekker.

Kilde	TP (kg/år)	Prosent av total
<b>Spredt avløp</b>	163	19%
<b>Jordbruk totalt</b>	527	60%
Tap gjødsellagre	5,5	0,6%
Tap fra høstspredning	11,2	1,3%
Tap fra arealavrenning	510	58,4%
<b>Utmarksavrenning</b>	236	21%
<b>Total</b>	926	100 %
<b>Bakgrunnsavrenning (referanse)</b>	301	
<b>Antropogene tilførsler</b>	625	

## 3.5 Usikkerheter i beregningene

### Spredt avløp

Beregningene av tilførsel av næringsstoffer fra spredt avløp i denne rapporten er en grov og mindre ressurskrevende tilnærming sammenlignet med en komplett kartlegging av alle anlegg i nedbørfeltet. Vi antar at bildet vi fikk gjennom befaringen av den vanligste anleggstypen er ganske representativt for de aller fleste anleggene i området, men dette trenger ikke være tilfellet. Det er videre en usikkerhet i antall personer tilknyttet hvert anlegg, både under og over gjennomsnittet som er brukt i beregningene, samt historisk belastning og plassering av utslippspunkt i forhold til nærmeste vannresipient.

### Punktkilder i landbruket

I beregninger av mengde husdyrgjødsel som lagres i gjødsellagre tar beregningen hensyn til at husdyr er på beite deler av året. Det kan være knyttet usikkerheter til dette, da beitesesongen kan variere av hensyn til flere forhold.

Forutsetninger om standard på gjødsellager er gjort på bakgrunn av opplysninger fra kommunen, men det kan vil likevel knyttes en usikkerhet til dette da variasjonen kan være stor. Eventuelt søl i forbindelse med tømning av gjødsellager kan medføre fare for avrenning av næringsstoffer, men er vanskelig å kvantifisere, og er derfor ikke medregnet. Mengde høstspredt husdyrgjødsel kan variere, og det er derfor også knyttet en liten usikkerhet til dette punktet. Det er dessuten brukt standardfaktorer for tap fra gjødsellagre og fra høstspredt husdyrgjødsel. Disse standardverdier dekker over stor variasjon mellom lagerfasiliteter og spredning på enkelte bruk. Ved befarings ble det påvist enkelte gjødsellagrings-situasjoner som gir en betydelig avrenning. Dette er påpekt i detaljer i vedlegg til rapporten. Avrenning fra disse enkelttilfellene er ikke kvantifisert og er heller ikke med i modellberegningene. Modellberegningene må derfor antas å underestimere de reelle forholdene.



En annen usikkerhet rundt beregningen av arealavrenning er nedbørsforholdene, der spesielt antagelse rundt årsavrenning for delen av nedbørsfeltet med dyrkamark innebærer en stor usikkerhet. Årsnedbøren varierer i intensitet og mengde, og modellresultatene må betraktes som ved et normalår.

#### Bakgrunnsavrenning

Usikkerhet bakgrunnsavrenning: tallene er basert på trofiundersøkelsen i norske sjøer 1988-1998 (Faafeng & Oredalen 1999) hvor det ble fastsatt forventede bakgrunnsnivåer for ulike innsjøtyper basert på lokal geologi. Vi har i denne undersøkelsen gjort en tilsvarende tilpasning mot bonitetskart. Usikkerhetene er ikke modellert/beregnet men antas relativt lave da de empiriske tallene er ganske konsistente.

### 3.6 Andre kilder til forurensning

I nedbørsfeltet var det også andre forurensningskilder, som deponering av tønner som så ut til å inneholde oljebasert materiale (Figur 6), samt en gammel fylling. I bekken var tydelige rustutfellinger i vannet i bekken (Figur 7).



**Figur 6.** Deponering av tønner som muligens inneholder oljebasert væske kan innebære en potensiell forurensningsfare.

Foto: A-G. B. Blankenberg



Figur 7. I nedbørfeltet var det en gammel fylling, og bildet viser rustutfellinger i avrenningsvannet fra fyllingen. i bekken.

Foto: A-G. B. Blankenberg

### 3.7 Tiltak

Ut i fra de beregnede tilførte mengder fosfor til Dalselvi fra ulike kilder (Tabell 5) burde innsatsen for å oppnå god miljøtilstand i Dalselvi fokuseres rundt diffuse tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer. Vi mener midlertidig at tap fra enkelte punktkilder kan være vel så viktig å ta tak i basert på feltundersøkelsene i den gjennomførte befaringen.

Det er registrert relativt høye verdier av fosfor i jordbruksjord (arealveid gjennomsnitt for nedbørsfeltet til Dalselvi er 13,7 mg P-AL/100 g jord) og dette bidrar til beregnet høy avrenning av fosfor fra dyrka mark. Denne avrenningen vil kunne reduseres ved å senke fosforkonsentrasjonen i jorden. I NIBIOs gjødslingshåndbok anbefales det at det ved P-AL mellom 10-14 mg P/100 g jord gjødsles med mindre fosfor enn planteopptaket, slik at plantene i stedet bruker av fosforen som allerede finnes i jorden. Et tiltak for å få ned fosforkonsentrasjonen i jord vil derfor være å slutte med spredning av mineralisk fosforgjødsel og spre husdyrgjødsel på jordarealer lenger bort fra gjødsellagrene, slik at husdyrgjødsel distribueres på jord som kanskje normalt ikke har blitt gjødslet eller gjødslet med mineralgjødsel.

For punktkilder er det størst behov for tiltak langs sideelven Lundsgrovi. I vedlegg til rapporten (unntatt offentlighet) er det påpekt enkelte forhold som det bør ryddes opp i som vil gi en betydelig reduksjon i tilførsel av gjødsel til resipienten. Totalt ble det under befaringen påpekt 4 lokaliteter med utilfredsstillende gjødsellagring / håndtering. Som nevnt i kapittel 1.5 tyder tidligere vannprøver på at det er episodiske tilførsler av fosfor som kan ha sitt opphav i f.eks. gjødselspredning som gir de forhøyede verdiene. Punktkilder i jordbruket kan være viktige kilder til lokal forurensning av bekkereipienter både med tanke på næringsstoffer og organisk materiale. Vi vil derfor anbefale å følge opp disse tilfellene for å få bedre kontroll på gjødselhåndteringen.



Bidraget fra spredt avløp kan tas tak i ved å oppgradere eldre anlegg, men uten å ha gjort en konkret vurdering på økonomien i dette, kan det være relativt kostnadskreven sett opp mot den effekten det kan ha for den samlede fosfortilførselen til Dalselvi.

Det er et gammelt kommunalt deponi i nedbørsfeltet, men vurdering av avrenningen herfra inngikk ikke i dette prosjektet. Vi vil anbefale at det blir gjort en gjennomgang av resultatene fra sigevannsmålinger fra den gamle fyllingen for å vurdere om det bør iverksettes et tiltak. En mulig forbedring av situasjonen vil kunne være å utvide våtmarksfilteret som er der i dag.

De gamle tønnene med oljeholdig veske bør tas hånd om på en bedre måte enn at de står og rustet opp og medfører fare for lekkasjer.

En oppsummering av de viktigste tiltakene foreslått over er:

- Slutte å spre mineralisk fosforgjødsel, fordele husdyrgjødsel bedre
- Rydde opp i punktkilder i jordbruket som medfører betydelig forurensningsfare for Dalselvi med sideelver
- Vurdere tiltak fra gammelt kommunalt deponi

### 3.7.1 Punktkilder i jordbruket

Aktuelle anbefalte tiltak i nedbørsfeltet er å fjerne eller slutte med deponi av organisk materiale og endring av praksis for gjødselhåndtering. I tillegg bør det generelt ikke gjødsles i umiddelbar nærhet til bekk/elv for å hindre utilsiktet gjødsling direkte til vannresipienten.

Bilde i Figur 8 viser en kulvert hvor flere grunneiere kommenterer at det til tider kommer rennende illeluktende og forurenset vann. Dette ser ut til å ha sin bakgrunn i dårlig gjødselhåndtering oppstrøms kulverten.



Figur 8. Kulvert hvor det til tider renner ut illeluktende og forurenset vann.

Foto: A-G. B. Blankenberg

Generelt var det jevnt over god tilstand på gjødselportner (Figur 9), men det finnes unntak hvor tiltak må iverksettes.



Figur 9. Bilde viser eksempel fra gjødselporter med god standard i nedbørfeltet

Foto: A-G. B. Blankenberg

På flere lokaliteter var det større eller mindre områder med mye brennesle. Dette kommer enten fra lagring av gjødselhauger på jordene, eller sivevann fra gjødselkjellere. Eksempler på dette er vist i Figur 10.





**Figur 10. Noen eksempler på steder med deponering av organisk materiale (gjødning). Vekst av brennesle er en indikasjon på svært rik næringstilgang.**

**Foto: A-G. B. Blankenberg og H. Borch (nederst til høyre).**



## 4 Konklusjon

I denne rapporten har vi utført beregninger av spesielt fosfortilførsler til vannresipienter fra de antatt viktigste kildene til næringsstofftilførsler til Dalselvi med bekkefelt: avløpsanlegg, jordbruk og bakgrunnsavrenning. Vi har funnet at diffus avrenning fra dyrka mark sammen med punktkilder fra jordbruket utgjør de viktigste kildene til fosfortilførsel.

Konkrete tiltak for å stoppe punktkilder er beskrevet i vedlegg, og det er svært viktig å rydde opp i noen av disse punktkildene i jordbruket. Den diffuse avrenningen påvirkes av at dyrka mark i nedbørsfeltet har høye verdier av fosfor i jord (arealveid middelerdi 13,7 mg P-AL/100 g jord, kilde; Jorddatabanken). Ved tap av jord i form av erosjon tapes også relativt mye fosfor til vannresipienten Dalselvi.

I kapittel 3.7 foreslår vi et sett med tiltak som fokuserer spesielt på diffuse og punktvis tap fra jordbruket. Detaljer rundt tiltak er også gitt i eget vedlegg (untatt offentlighet). Rapporten gjør imidlertid ingen evaluering av den faktiske effekten av tiltakene og kostnadene knyttet til disse. Dette bør eventuelt følges opp i arbeidet videre med å friskmelde Dalselvi med tilhørende bekkefelt.

# Litteratur

Bratli, J. L., 1997. Miljøsmål for vannforekomstene: tilførselsberegninger. SFT-veiledning TA-1139. SFT.

Faafeng, Bjørn & Tone Jøran Oredalen 1999. Oppsummering av trofiundersøkelsen i norske innsjøer - 1988-1998. NIVA rapport 4120-99.

Lovdata. «Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav».

Simonsen, L, & Bendixby, L, 2009. Nytt forurensningsregnskap for Vestfold - Fase 1: Metode, 09-145-1, Oslo: Ask Rådgivning.

Solheim, A. L., Berge, D., Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A. K., Hesthagen, T., Borch, H., Skarbøvik, E., Eggstad, H. O. & Engebretsen, A., 2008. Forslag til miljøsmål 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 LNR-5708 79 s. NIVA, Oslo.

[VA/Miljø-Blad nr. 59, Lukkede infiltrasjonsanlegg.](#)

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.