



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Næringsstofftilførsler og vannkvalitet i Espelandsvatnet, Hyllestad kommune

Problemkartlegging og tiltaksanalyse

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 97 | 2018



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

**TITTEL/TITLE**

Næringsstofftilførsler og vannkvalitet i Espelandsvatnet, Hyllestad 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	4/97/2018	Åpen	11215	18/00229
ISBN:	ISSN:	ANTALL NO. OF PAGES:	SIDER/ NO. OF APPENDICES:	ANTALL NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02151-3	2464-1162	26		

**OPPDRAUGSGIVER:**

Sogn og Fjordane fylkeskommune

**KONTAKTPERSON:**

Susan Tanja Solbrå

**STIKKORD:**

Næringsstofftilførsel, spredt avløp, jordbruk, bakgrunnsavrenning, fosfor

**FAGOMRÅDE:**

Vannkvalitet, hydrologi, miljøteknologi og renseprosesser, arealbruk og tiltak

**SAMMENDRAG:**

I rapporten søker vi å beregne mengden av tilførte næringsstoffer fra forskjellige kilder til Espelandsvatnet i Hyllestad kommune i Ytre 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 resultatene viser at den største belastningen av fosfor til Espelandsvatnet kommer fra diffus avrenning fra dyrka mark. Noen tiltak foreslås 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:**

Hyllestad kommune

**STED/LOKALITET:**

Espelandsvatnet

**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 Espelandsvatnet med tilløpselver og –bekker i Hyllestad kommune i Ytre Sogn og foreslå et sett med tiltak for å oppnå god miljøtilstand i Espelandsvatnet.

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, Idar Førde Blom og Catinka Borgarp ved Hyllestad kommune, samt alle grunneiere som har avsatt tid til å møte oss ute på befarings.

Ås, 6.juli 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 Espelandsvatnet.....	7
1.6 Avgrensing av nedbørfelt og undersøkelsesområdet .....	10
2 Metodikk .....	12
2.1 Spredt avløp .....	12
2.2 Jordbruk .....	13
2.2.1 Tap fra arealavrenning.....	13
2.2.2 Tap fra punktkilder .....	14
2.3 Bakgrunnsavrenning.....	15
3 Resultat og diskusjon.....	16
3.1 Spredt avløp .....	16
3.2 Jordbruk .....	16
3.2.1 Husdyr.....	16
3.2.2 Arealavrenning .....	17
3.3 Bakgrunnsavrenning.....	18
3.3.1 Utmarksavrenning .....	19
3.4 Sammenstilling av beregnede næringsstofftilførsler.....	19
3.5 Usikkerheter i beregningene .....	19
3.6 Andre aspekter for tilførsel av næringsstoffer til Espelandsvatnet .....	20
3.6.1 Regulering av vassdraget.....	20
3.6.2 Andre kilder til forurensning .....	22
3.7 Tiltak .....	22
3.7.1 Punktkilder i jordbruket.....	23
4 Konklusjon.....	25
Litteratur.....	26

# 1 Innledning

## 1.1 Prosjektbeskrivelse

Etter henvendelse fra Sogn og Fjordane Fylkeskommune har NIBIO tatt på seg å utarbeide en kartlegging av næringsstofftilførsler til Espelandsvatnet med tilløpselver og –bekker i Hyllestad kommune i Ytre Sogn.

I beskrivelsen av oppdraget heter det at vassdraget er karakterisert med risiko for eutrofiering og med moderat miljøtilstand. Videre står det at de reelle og potensielle påvirkningskildene er landbruk, spredt avløp, regulering av vassdraget, og sur nedbør.

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 og 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.

De fleste husstander i vassdraget har egne individuelle lokale renseløsninger for avløpsvann, med unntak av et kommunalt driftet felles minirensanlegg. De individuelle anleggene har for det meste utslipp av slamavskilt avløpsvann til terreng via utslippsgrøft, mens rensert avløpsvann fra fellesanlegget slippes ut i Espelandsvatnet. Tilførselen av næringsstoffer fra spredt avløp til vannresipientene avhenger blant annet av type rensanlegg, alder på anlegget 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 Espelandsvatnet er det meste av innmark grasdekt og arealavrenning gjennom erosjon fra disse arealene forekommer, men erosjonrisikoen er forholdsvis lav. Jordbruksaktiviteten i nedbørfeltet til Espelandsvatnet 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

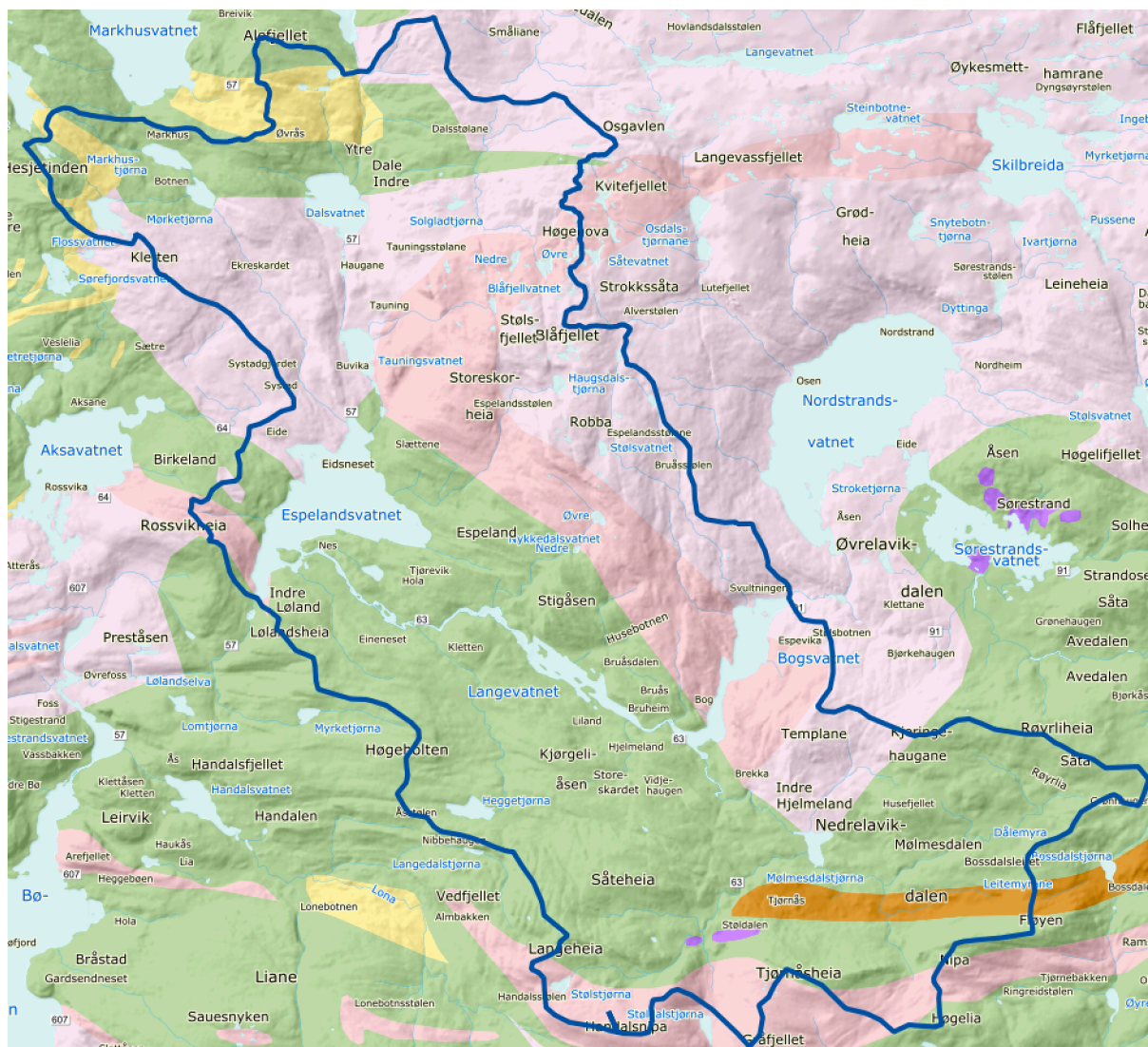
Bakgrunnsavrenning omfatter alt næringsstofftap, både overflateavrenning, grunnvannsutlekking samt elve- og bekkeerosjon som ville kommet til vassdraget i en naturtilstand uten menneskelig aktivitet.

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.

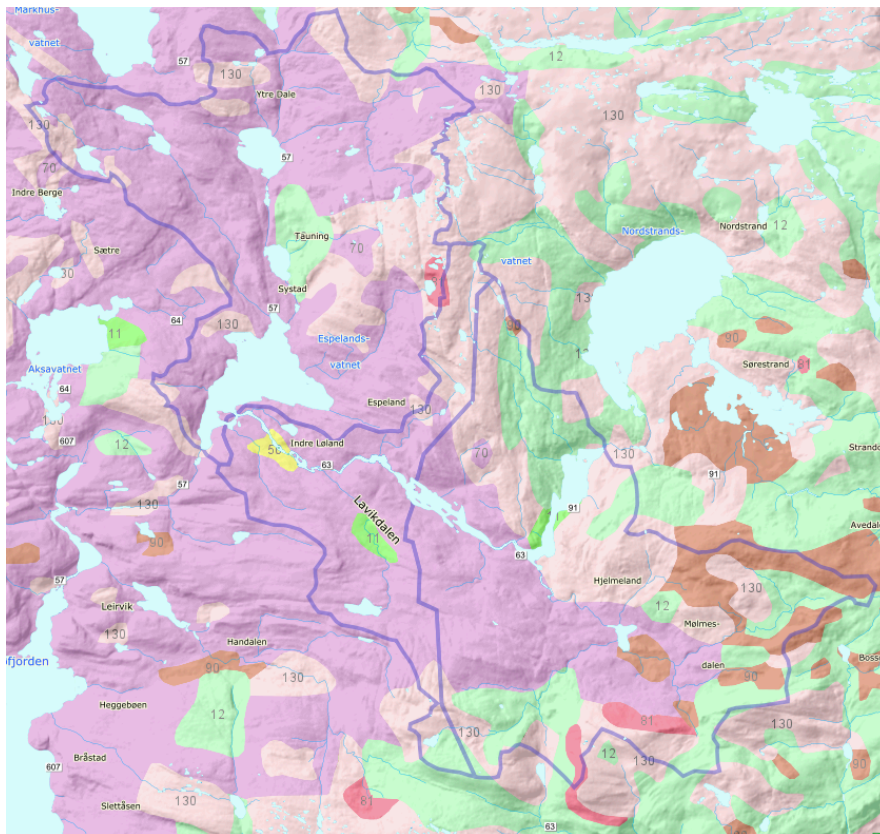
Løsmasseavsetningene i nedbørfeltet har også stor betydning for vannkvaliteten. Er det mye avsetning av silt og leire i nedbørfeltet vil vassdraget fort bli preget av partikler og høyere verdier av f.eks. fosfor.

Geologien i nedbørfeltet er presentert i kart i (se Figur 1). Fra naturens side er nedbørfeltet til Espelandsvatnet dominert av store områder med amfibolitt og glimmerskifer, diorittisk til granittisk gneis og migmatitt. Det er også et større parti med øyegneis og granitt samt et mindre parti grønnstein. Grønnstein er en litt løsere bergart som avgir kalk. Området med grønnstein er imidlertid relativt lite i nedbørfeltet, men kan gi noe bufferkapasitet mot forsuring.

Kvartærgeologisk er størstedelen av nedbørfeltet dekket av et tynt dekke av forvitningsmateriale eller morenedekke. 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 Lona. Figur 2 viser løsmassekart for nedbørfeltet.



Figur 1: Berggrunnsgeologisk kart over nedbørfeltet viser LILLA = Diorittisk til granittisk gneis, migmatitt, GRØNN = amfibolitt og glimmerskifer, Rosa = øyegneis, granitt, foliert granitt, ORANSJE = grønnstein/amfibolitt, GULT = feltspathoid kvartsitt. Kilde [www.ngu.no](http://www.ngu.no)



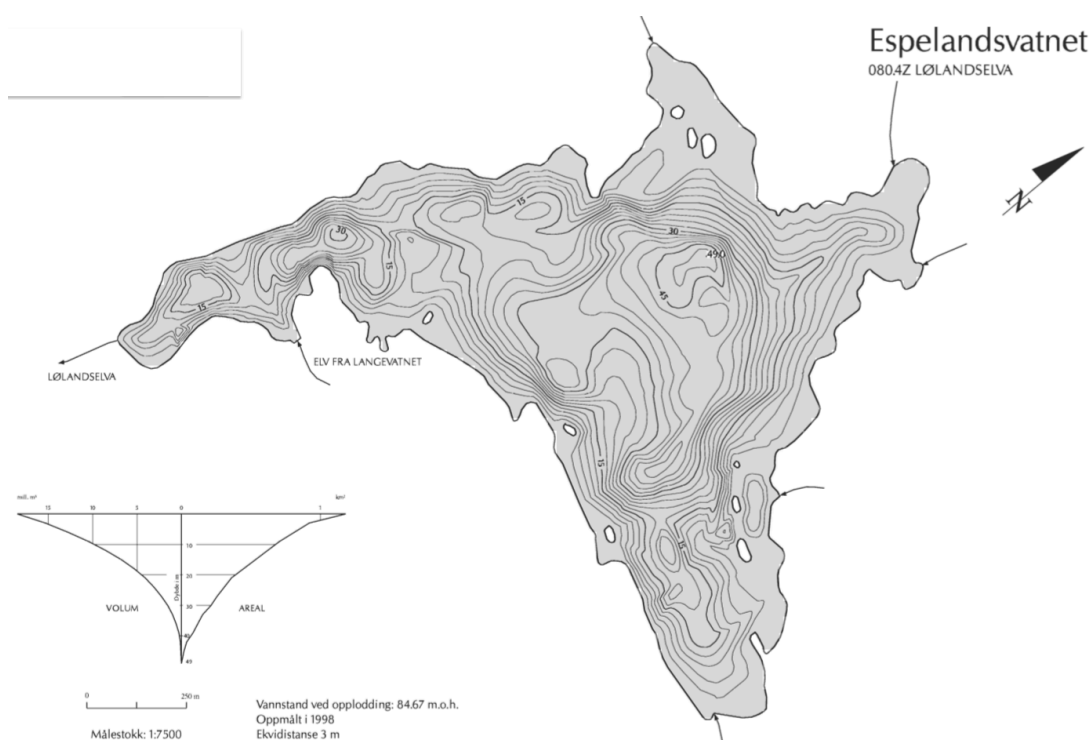
Figur 2: Løsmassekart over nedbørfeltet viser LILLA = forvittringsjord, LYS GRØNN = tynt morendecke, ROSA = bart fjell, BRUNT = myr, GULT = elveavsetning. Kilde [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

## 1.5 Vannkvalitet i Espelandsvatnet

Ifølge vann-nett.no er Espelandsvatnet (ID o80-1625-L) per juni 2018 en sterk modifisert (fysisk) vannforekomst på grunn av regulering av vannet for vannkraftproduksjon, og har et moderat økologisk potensiale. Den kjemiske tilstanden er ukjent, men både det økologiske og kjemiske miljømålet er «god status». I Figur 3 vises stasjonsplasseringer ved prøvetaking og i Figur 4 vises dybdekart.



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



Figur 4. Dybdekart over Espelandsvatnet. Kilde [www.atlas.nve.no](http://www.atlas.nve.no)



Espelandsvatnet er 1,18 km<sup>2</sup> stort med et nedbørfeltareal 89,5 km<sup>2</sup>. Gjennomsnittsdypden i Espelandsvatnet er 16 m, noe som gir et volum på 18,486 mill. m<sup>3</sup>. Dette gir en oppholdstid på 0,071 år eller ca 26 dager. Store deler av nedbørfeltet renner inn ved Lona like før utløpet, slik at den reelle oppholdstiden må en regne med er en del lenger (Kilde: NVE atlas). Alt i alt gjør dette Espelandsvatnet til en relativt robust resipient som vil kunne komme seg raskt igjen etter en kortvarig episodisk belastning av næringssalter. Lona og elven oppover vil også raskt kunne hente seg inn etter en støtbelastning. Sjøene lenger opp i vassdraget er ikke vudert.

Tabell 1 summerer opp de siste måleverdier for vannprøver i ulike stasjoner i Espelandsvatnet, hentet fra databasen Vannmiljø ved Miljødirektoratet. Ifølge Vannmiljø virker det ikke som det er registrert vannprøver nyere enn august 2014 for Espelandsvatnet. I Tabell 2 er alle relevante data tatt med i en tabell. Noen av måledataene er tilbake fra 1988, og husdyrtallet i nedbørfeltet var nok høyere den gangen.

Tabell 1. Siste registrerte måleverdier fra to lokaliteter i Espelandsvatnet (måned og årstall for siste prøvetaking i parentes). Kilde: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.

Parameter	Enhet	Espelandsvatnet, utløp	Espelandsvatnet bekkefelt, elv fra Mørketjørna
Klorofyll a	µg/l	2,5 (sept 2013)	1,3 (sept 2013)
Totalfosfor	µg/l P	7 (sept 2013)	30 (aug 2014)
Total organisk karbon (TOC)	mg/l C	5,4 (sept 2013)	8,4 (aug 2014)
Turbiditet	FNU	1,1 (sept 2013)	0,44 (aug 2014)

Tabell 2. Måleverdier fra alle lokaliteter i Espelandsvatnet. Kilde: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>.

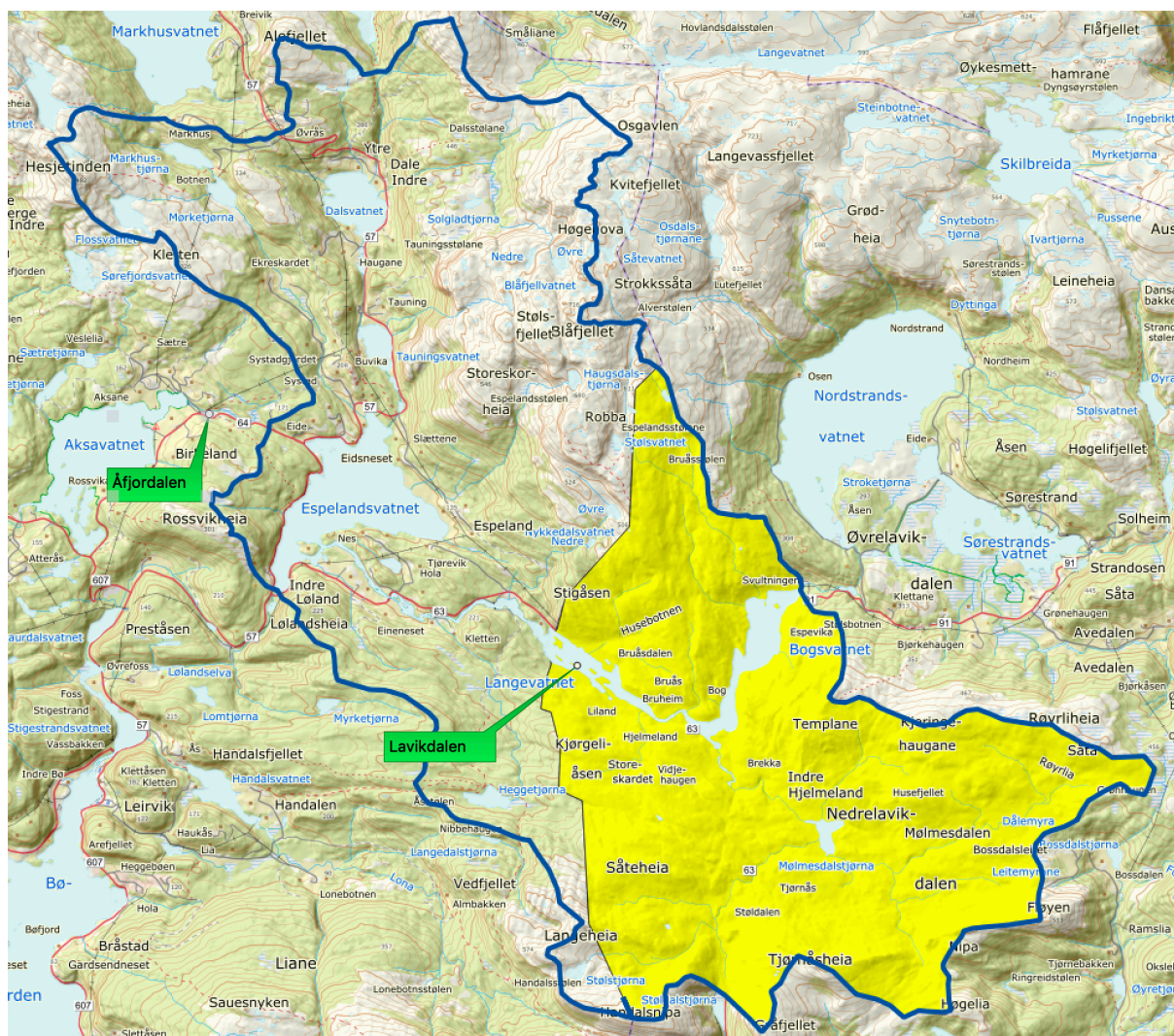
Lokalitet	Parameter	Dato	Verdi	Enhet
Lona	Totalfosfor	20.06.2013	2	µg/l P
Lona	Totalfosfor	02.07.2013	4	µg/l P
Lona	Totalfosfor	01.08.2013	46	µg/l P
Lona	Totalfosfor	05.09.2013	13	µg/l P
Espelandsvatnet, utløp	Totalfosfor	20.06.2013	2	µg/l P
Espelandsvatnet, utløp	Totalfosfor	02.07.2013	2	µg/l P
Espelandsvatnet, utløp	Totalfosfor	01.08.2013	17	µg/l P
Espelandsvatnet, utløp	Totalfosfor	05.09.2013	7	µg/l P
Espelandsvatnet	Totalfosfor	02.06.1988	9,5	µg/l P
Espelandsvatnet	Totalfosfor	27.06.1988	8	µg/l P
Espelandsvatnet	Totalfosfor	22.07.1988	13	µg/l P
Espelandsvatnet	Totalfosfor	19.08.1988	15	µg/l P
Espelandsvatnet - "gamle" utløp	Totalfosfor	17.08.1998	12	µg/l P
Snittverdi alle relevante data			11,6	
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

Alt i alt viser måleverdiene at det er relativt stor variasjon i datasettet, og at det er et nivå på målte verdier av fosfor som tilsier at Espelandsvatnet ligger og vipper mellom vannkvalitetsklasse 2 og 3.

Det er verdt å merke seg at i perioder er vannkvaliteten 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. Spredt avløp har en utslippsprofil med jevne tilførsler og har mest effekt i tørkeperioder når det er lav vannføring. Datasettet viser en generell bedring av vanntilstanden fra 80-tallet til i dag, og at det nå er lange perioder med lave verdier, avbrutt av enkelte episoder med veldig høye verdier. Dette indikerer at kildene antakelig ikke er preget av spredt avløp, men mer sannsynlig har sitt opphav i gjødselspredning eller lignende episodiske tilførsler.

## 1.6 Avgrensning av nedbørfelt og undersøkelsesområdet

Nedbørfeltet er større enn det som er befart i denne undersøkelsen. I dette prosjektet er området som undersøkes begrenset til Hyllestad kommune. Det er ca 6 gårder med husdyrhold i Hyllestad, og omtrent 9 på nedre og Øvre Lavikdalen. Antall husstander har prosjektet ikke oversikt over, men det bor omtrent like mange i Lavikdalen som i nedslagsfeltet på Åfjorddalen. I Figur 4 er vassdragets nedbørfelt vist i kart.



Figur 5. Hele nedbørfeltet dekkes av både den blåinnrammede delen og den gule delen. Den gule delen er utenfor Hyllestadkommune og inngår ikke undersøkelsen.

Vassdraget er komplisert siden det blir regulert, men fokus i undersøkelsen er å påpeke hvorfor Espelandsvatnet i perioder har forhøyede verdier av næringsstoffer og står i fare for å falle utenfor krav til økologisk god status. Det kan diskuteres om den øvre delen av vassdraget også skulle vært med, men forurensingsbidrag til **Nordstrandsvatnet** og **Sørstrandsvatnet** har neppe så stor betydning. Det er lite landbruk og bosetning i forhold til nedbørfeltets størrelse, og det er ikke målt høye verdier av næringsalter her. I hver sjø vil det være en fosfor-retensjon slik at bidraget ned til neste vann ikke vil være så stort. Det er gjort noen kjemiske og biologiske målinger i disse vannene og det er ingenting som indikerer at det er problem.

**Bogsvannet** viser ikke forhøyede verdier av næringsalter, men bekken fra Nedre Lavik som renner ned i Bogsvannet har en måling med forhøyede verdier. Det må også sies at det er veldig få målinger å bygge antakelsene på, men det er en indikasjon på at dette er et område med noe næringsstoffavrenning. Denne bekken er ikke i dårlig tilstand, men den nærmer seg klasse 3 som er grensen for akseptabel tilstand. Dette fortynnes så i hovedvassdraget i Bogsvannet og forhøyede verdier synes ikke der. **Langevatnet** har ikke så mange aktive gårder rundt seg, og vannkvalitetsmålingene viser ingen forhøyede verdier av betydning.

De første ordentlige forhøyede verdien for næringsalter oppstår i Espelandsvatnet hvor det er målinger i klasse 2, 3 og 4. Snitt av alle målingene (12 målinger rundt i vannet og ved utløpet) er 11,3 µgP/l, noe som er over grensen for akseptabel vannkvalitet (grensen er 11,0). Det er imidlertid meget stor variasjon i målingene, og noen verdier er veldig høye, noe som tilsier episodiske fenomener lokalt i Espelandsvatnet. På bakgrunn av en samlet vurdering av disse datene mener vi det er riktig å begrense prosjektet til Espelandsvatnet og prøve å se hva som finnes av kilder der som kan forårsake forhøyede verdier.

## 2 Metodikk

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

Feltarbeidet ble gjennomført 7. 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:

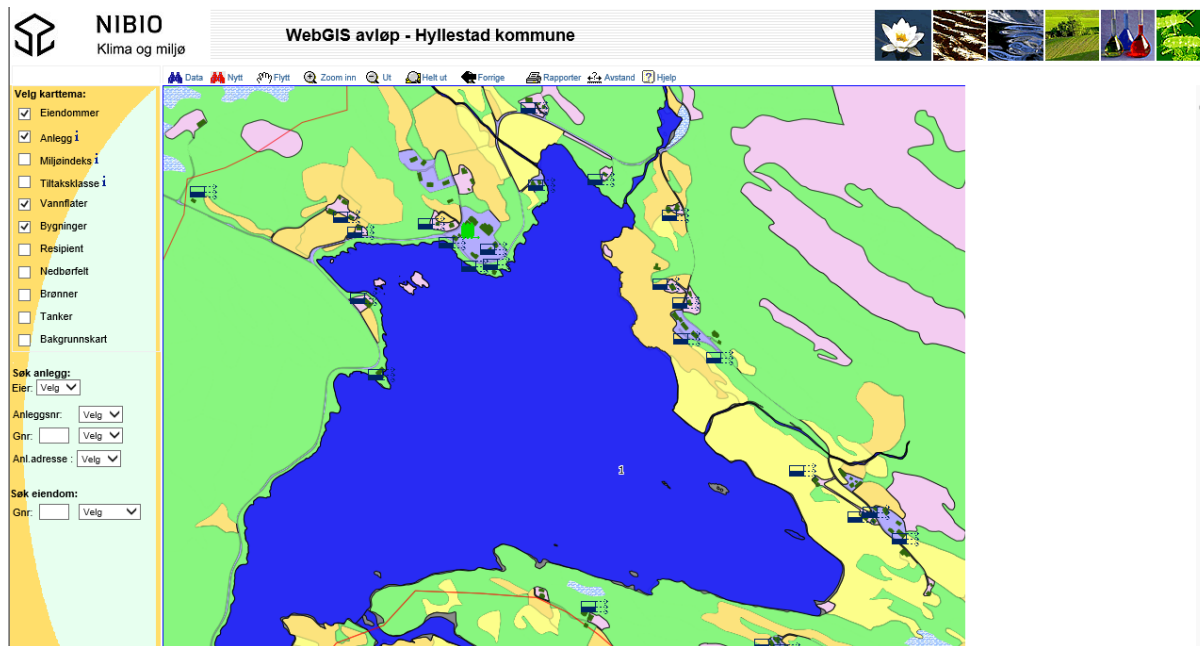
- belastning i PE (hvor mange personer er tilknyttet)
- anleggstype
- anleggsalder
- avstand til resipient
- dimensjonerende kriterier ved bygging

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 Espelandsvatnet. I løpet av befaringsen besøkte vi og registrerte 17 anlegg i nedbørfeltet, som ble lagt inn manuelt i et feltregistreringsverktøy. Vi fant at slamavskiller med utslipp til terreng via spredegrøft var den dominerende anleggstypen (11 av 17 anlegg), mens fire anlegg var av typen sandfilter i etterkant av slamavskiller. De to siste 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 5 viser et kartutsnitt fra Espelandsvatnet 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 6. Kartutsnitt i WebGIS-avløp fra bebyggelse rundt Espelandsvatnet.

## 2.2 Jordbruk

Under feltarbeidet ble 11 gårder besøkt, hvorav 9 av de hadde aktiv drift.

### 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 middelverdien 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 Hyllestad kommune. Tall for dyr er ajourført 1. mars 2018 og tall for beitedyr er fra 2017. 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 Espelandsvatnets 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 73 spredte avløpsanlegg i nedbørfeltet til Espelandsvatnet, samt ett felles minirensanlegg for deler av bebyggelsen ved Eidsneset, der ca. åtte husstander og én bedrift er tilknyttet.

En befaring med stikkprøveregistrering av anlegg i nedbørfeltet bekreftet antagelsen om at de fleste anleggene for spredt avløp er av typen slamavskiller med utslipp til terreng med infiltrasjon i spredegrøft. Vi registrerte noen få anlegg av typen sandfilter i etterkant av en slamavskiller og med utslipp til vassdrag. 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 stedeagne 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 på Eidsneset er gitt i Tabell 3.

Tabell 3. Sum utslipp fra spredt avløp i nedbørfeltet til Espelandsvatnet, Hyllestad kommune

Resipient	Utslipp P (kg/år)	Utslipp N (kg/år)	Utslipp TOC (kg/år)
Espelandsvatnet	66	794	1110

Mange slamavskillere i de registrerte anleggene tilfredsstiller 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.

En konklusjon på bakgrunn av befaringen er at mange anlegg i nedbørfeltet til Espelandsvatnet ikke tilfredsstiller dagens krav til utforming for en eller flere komponenter (slamavskiller/utslippsgrøft). En mer omfattende kartlegging av anleggene langs de to vassdragene 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. I tillegg er det beregnet spesielle tap fra beitearealer i nedbørfeltet. Dette innebærer ikke avrenning fra ordinært utmarksbeite, da næringsavrenning herfra er marginal.



Beite med tråkkskader ved foringsplasser og lignende kan medføre noe avrenning, men dette er vanskelig å kvantifisere og er ikke medregnet.

Tabell 4 viser en oversikt over husdyr i nedbørfeltet, samt beregnede gjødseldyrenheter (GDE).

Tabell 4. Husdyrbesetning og gjødseldyrenheter (GDE) i nedbørfeltet til Espelandsvatnet, Hyllestad kommune.

Dyreslag	Antall	GDE
Melkekyr	23	23
Ammekyr	21	14
Ungdyr storfe	51	17
Verpehøns	10	0,125
Hest	5	2,5
Sau og geit (vinterforet)	96	3,84
Gjess, avlsdyr	2	0,1
<b>Totalt</b>		<b>61</b>

### Dyretetthet og krav om spredeareal

Nedbørfeltet består av totalt 1066 daa jordbruksareal, som utgjør det totale spredearealet (fulldyrket og gjødslet beite) i nedbørfeltet. Spredearealkravet er 244 daa totalt (4 daa per GDE). Det er derfor tilstrekkelig spredeareal for husdyrene i nedbørfeltet.

### Gjødselproduksjon til lager

Ved beregninger av den totale gjødselproduksjonen til lager er antall måneder hvor dyr går inne og gjødselen blir lagret tatt hensyn til. Det ble opplyst fra kommunen at husdyrene i gjennomsnitt går inne ca. 8,4 måneder om året. Basert på denne andelen er fosforinnholdet i lagret gjødsel er beregnet til å være 592 kg TP/år.

### Tap av næringsstoffer fra gjødsellager

Basert på informasjon fra Hyllestad kommune og inntrykk fra befaring, er det i beregningene forutsatt at 75 % av gjødsellagrene i nedbørfeltene har høy standard og 25 % har middel standard. Tapet fra gjødsellagrene i nedbørfeltet er beregnet til å være 0,8 kg TP/år.

### Høstspredt bløtgjødsel – avrenning til vassdrag

Hyllestad kommune oppgir at andel høstspredt bløtgjødsel er ca. 30%. Avrenning til vassdrag gjennom høstspredt bløtgjødsel er, basert på dette, beregnet til å være 3,2 kg TP/år . Avrenning fra høstspredt husdyrgjødsel avhenger av spredning i forhold til nedbørepisoder og vil variere mye.

### Spesielle tap fra utegående husdyr i nedbørfeltet

Det er ikke medregnet avrenning fra ordinært utmarksbeite, da næringsavrenning herfra er marginal. Det er gjort en skjønsmessig vurdering av beitearealet til storfe på innmark, og avrenning fra utegående storfe i nedbørfeltet er beregnet til å være 1,1 kgP/år.

## 3.2.2 Arealavrenning

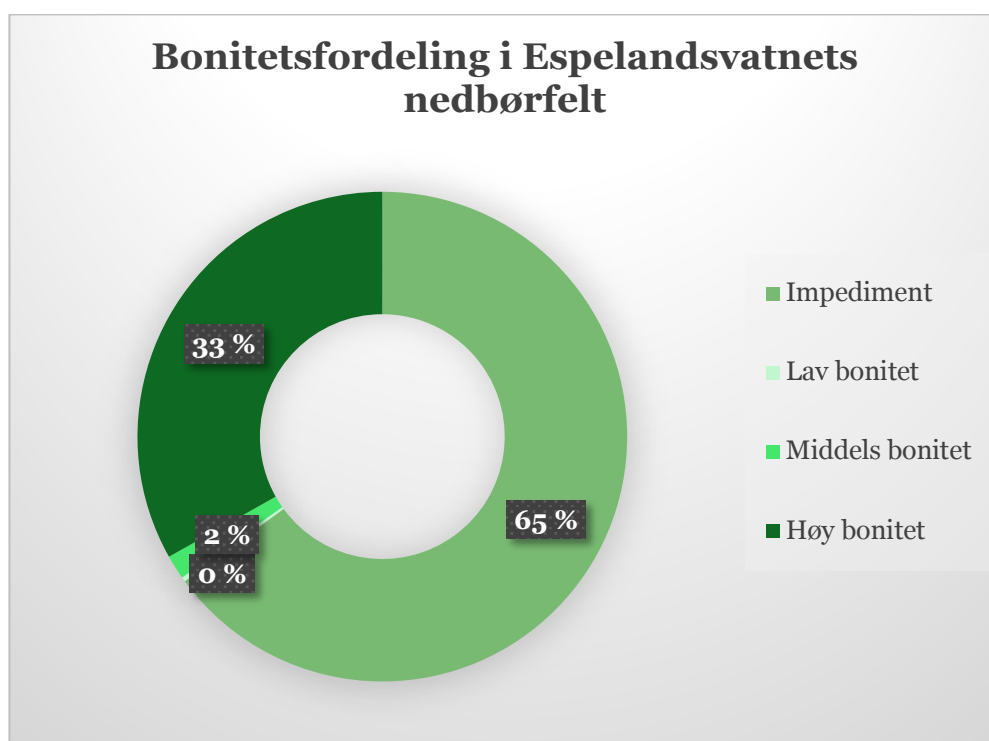
I nedbørfeltet er det meste av innmarken grasdekt. Arealavrenning gjennom erosjon fra disse arealene vil en forvente er relativt lav. Dekningen av jordsmonnsskart er ikke landsdekkende for jordbruksjord og de viktigste jordbruksdistriktene er prioritert. I Hyllestad er det foreløpig ikke foretatt en jordsmonnsskartlegging.

Meteorologisk Institutt oppgir en nedbørstasjon i kommunen: 56410 Hyllestad. Denne har imidlertid ikke målte data, de er interpolerte. Normalen (1961-1990) er oppgitt til 2120 mm/år. På NVE sitt Avrenningskart er spesifikk avrenning for nedbørfeltet i området ca 40-120 l/s/km<sup>2</sup>. Jordbruksarealet ligger normalt i nedre deler av nedbørfeltet hvor det vanligvis er minst nedbør. Hvis en går ut fra 40 l/s/km<sup>2</sup> blir årsavrenningen ca 1260 mm/år. Det er valgt å bruke denne avrenningsmengden i beregningene, men usikkerheten er stor.

Arealveid middel for P-AL er 14,8 mg/100 g. P-tap: 144 g P/daa, 354 kg P totalt fra jordbruksareal.

### 3.3 Bakgrunnsavrenning

Bonitetsfordelingen i området (Figur 6) viser at det er svært store produktive områder med impediment eller lav bonitet (66%). Dette er for en stor del områder med bart fjell uten skogproduksjon. Videre er det 33 % høybonitetsområder.



Figur 7. Bonitetsfordelingen (AR50) i terrenget i de to vassdragene

Den naturlige bakgrunnsavrenningen for Espelandsvatnets nedbørfelt er beregnet til 308 kg P pr år. Biotilgjengeligheten for fosfor i naturlige bekker er relativt lav og kan antakelig settes til ≈20 % i slike elvesystemer som disse vassdragene representerer. Hvis det ikke var menneskelig aktiviteter sier beregningen at det ville være en fosforkonsentrasjon på 1,18µg P/l. Ut i fra geologiske forhold med store arealer med relativt harde bergarter og lave boniteter er nivået antakelig ikke så galt, og relaterer relativt godt til de laveste målte verdiene i måleseriene (2µgP/l). Nivåene virker noe lave i forhold til det som måles på tilsvarende urørte vassdrag. Til sammenligning er det tilsvarende lave verdier i avrenningselver i Store Ula som renner i fra Rondane hvor geologien bare er hard sparagmitt, en bergart som ikke gir noe bidrag til vannet (Saksgård & Schartau 2008). Oversikt over bakgrunnsavrenningen er gitt i Tabell 5.

Tabell 5. Beregning av bakgrunnsavrenningen

Vassdrag	Areal km <sup>2</sup>	Q m <sup>3</sup> pr år	Sum avrenning kg Tot-P	Beregnet konsentrasjon P i naturtilstand µg/l
Espelandsvatnet	89,5	259 471 413	308	1,18

### 3.3.1 Utmarksavrenning

Med utmarksavrenning mener en det som renner av næringsstoffer fra utmarka. Bakgrunnsavrenningen gjelder altså hele nedbørfeltet, mens utmarksavrenningen gjelder kun utmarka. Vi har bare beregnet tallene for fosfor. For Espelandsvatnet er det beregnet en utmarksavrenning på 262 kg P.

## 3.4 Sammenstilling av beregnede næringsstofftilførsler

Tabell 6 viser næringsstofftilførselen fra de ulike hovedkildene spredt avløp, jordbruk og bakgrunnsavrenning til Espelandsvatnet med tilløpselver og –bekker.

Tabell 6. Næringsstofftilførsler for total fosfor (TP) for Espelandsvatnet med tilløpselver og –bekker.

Kilde	TP (kg/år)	Prosent av total
Spredt avløp	66	9,6 %
Jordbruk totalt	359	52,3%
Tap gjødsellagre	0,8	0,1 %
Tap fra høstspredning	3,2	0,46 %
Tap fra arealavrenning	354	51,6 %
Spesielle tap fra beitedyr	1,1	0,16%
Utmarksavrenning	262	38,2 %
Total	686	100 %

## 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, samt erfaringer fra befaring, men det kan likevel knyttes en viss usikkerhet til dette. Eventuelt søl i forbindelse med tømning av gjødsellager kan medføre fare for avvenning 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 høstspredd husdyrgjødsel. Disse standardverdier dekker over stor variasjon mellom lagerfasiliteter og spredning på enkelte bruk.c

En usikkerhet rundt beregningen av arealavrenning er nedbørsforholdene, der spesielt antagelse rundt årsavrenning for delen av nedbørsfeltet med dyrka mark innebærer en stor usikkerhet.

### 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.

## 3.6 Andre aspekter for tilførsel av næringsstoffer til Espelandsvatnet

### 3.6.1 Regulering av vassdraget

Flere av grunneierne rundt innsjøen uttrykker uro for at det er et problem at kraftstasjonen uten forvarsel demmer opp vannet uten forvarsel. Dette medfører jevnlig at jordene står under vann. Noen ganger skjer dette rett etter bløtgjødselspredning og en må anta at i slike tilfeller vil de vannløselige P og N stoffene blandes inn i vannet. Om det spres videre ut i innsjøen er igjen avhengig av vindomrøring og nedtappingshastighet. Omfanget av dette kan være betydelig. Rett før befaringsdagen var det spredt 3-4 tonn bløtgjødsel pr. daa på ca 18 daa som rett etter ble flommet over. Oversvømmelsen av arealet var på 0-70 cm dybde. Dette gir ca 32-43 kilo biologisk aktivt fosfor eksponert i flere uker i innsjøen. Dette er tilstrekkelig til å starte en lokal kraftig algeoppblomstring i overflatevannet.

NIBIO har hatt et prosjekt i Haldensvassdraget for å belyse betydningen av flom for vannkvalitet og det er ikke noe entydig resultat. Det avhenger av hvordan vannet trekker seg ut av området. Dersom vannet siger langsomt ned gjennom jorda vil fosforet som evt. har løst seg opp fra nylig spredt gjødsel bindes i undergrunnsjorda. Hvis vannet tappes raskere ned og renner av på overflaten vil det kunne skje at større mengder P og N renner av. Ved nedtapping etter vedlikeholdsarbeid i kraftverket vil vi anta at det er det siste som skjer.

Oversvømmelse kan også bidra til rensing av vann hvis det er mye partikler i vannet. I Espelandsvatnet er tilførselene i elvene med svært lave nivåer av partikler, og dette vil ikke være en aktuell problemstilling.

På befaringsdagen var vannstanden høy, som vist i bilder i Figur 7.



Figur 8. Bildene viser høy vannstand i innsjøen, noe som medfører at jordbruksarealer oversvømmes. Dette er svært uheldig med slik oversvømmelse når det nylig er gjødslet.

Foto:A-G. B. Blankenberg

## 3.6.2 Andre kilder til forurensning

### Smoltproduksjon

Flere grunneiere gir informasjon om at det tidligere er drevet smoltoppdrett i Espelandsvatnet, og mener antall smolt var betydelig høyere enn hva det ble gitt løyve for. Det blir også oppgitt at smoltproduksjonen ble avvirket på grunn av dårlig drift. De mener at slam fra den avsluttede smoltoppdretten fortsatt spiller en stor rolle med hensyn på forringelse av vannkvalitet i Espelandsvatnet. Kommunen har selv ingen dokumentasjon på den mulige næringsstofftilførselen som den avsluttede smoltoppdretten representerer. Aktiviteten opphørte for noen år siden, men om sedimentrestene har en påvirkning på vannkvaliteten i dag har vi ikke noe grunnlag for å si noe om.

### Verksted

Nær vannet ligger et verksted ute av drift. Det står tanker og tønner med oljebaserte væsker fra verksted/tanker deponert på utsiden (Figur 8), som kan representere en forurensningsrisiko for Espelandsvatnet. Vi så derimot ikke noe som tydet på utlekking av næringsstoffer.



Figur 9. Tanker og kanner deponert på utsiden av verksted langs innsjøen.

Foto:A-G. B. Blankenberg

## 3.7 Tiltak

Ut i fra de beregnede tilførte mengder fosfor til Espelandsvatnet fra ulike kilder (Tabell 6), samt sett i lys av diskusjon av effekt av regulering i kapittel 3.7.1, anbefaler vi at innsatsen for å oppnå god miljøtilstand i Espelandsvatnet fokuseres rundt diffuse tap av næringsstoffer fra jordbruksarealer.

Det er registrert relativt høye verdier av fosfor i jordbruksjord (P-AL) og dette bidrar til beregnet høy avrenning av fosfor fra dyrka mark. Denne avrenningen vil kunne reduseres ved å senke fosforkonsentrasjonen i jord. I NIBIOs gjødslingshåndbok anbefales det ved P-AL > 14 at det ikke gjødsles med fosfor i det hele tatt 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 mineralsk

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.

Som nevnt i kapittel 1.5 tyder tidligere vannprøver på at det er episodiske tilførsler som kan ha sitt opphav i f.eks. gjødselspredning som gir de forhøyede verdiene, spesielt i kombinasjon med oversvømmelse av dyrka mark i forbindelse med regulering av Espelandsvatnet. Et mulig tiltak kan være å etablere en vold for å stenge vannet inne når det kommer, samt å forhindre å få søppel drivende inn på grasarealet som potensielt kan skjemme foret. Dette er et tiltak en av de besøkte bøndene vurderte og som vi støtter. Vi vil anbefale kommunen å arbeide sammen med kraftselskapet og grunneierne for å få finne løsninger som reduserer tap av næringsstoffer ved sammenfall gjødselspredning og regulering av vannet, for eksempel etablering av nevnte voller.

De naturlige tapene fra utmarksavrenning er det lite å gjøre med. Punktkilder som gjødsellagre er gjerne visuelt åpenbare bidragsyttere, men virker mindre viktige som kilde til fosfortilførsler til Espelandsvatnet. Punktkilder i jordbruket kan likevel være viktige kilder til lokal forurensning av bekkesipienter både med tanke på næringsstoffer og organisk materiale og bør derfor likevel tas tak i (se kapittel 3.8.1 nedenfor). 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 kostnadskrevende sett opp mot den effekten det kan ha for den samlede fosfortilførselen til Espelandsvatnet.

Det har blitt oppgitt en mulig kilde i det smoltproduksjonsanlegget som var i produksjon i fra 1984 – 2005. Om det lekker ut fosfor fra sedimentene er avhengig av mange faktorer. Dybden sedimentene ligger på har for eksempel betydning for om fosforet blir hentet opp av alger i vekstsesongen. For å avdekke om utlekking av fosfor fra sedimentene fremdeles er et problem, anbefaler vi at det tas vann- og sedimentprøver i ulike dybder der smoltanleggene var plassert.

En oppsummering av tiltakene foreslått over:

- Slutte å spre mineralsk fosforgjødsel, fordele husdyrgjødsel bedre
- Vurdere og gjennomføre løsninger (f.eks. en vold) for å minske tap av fosfor ved sammenfall mellom gjødsling og regulering
- Rydde opp i punktkilder som kilder til lokal forurensning av bekkedrag
- Ta vann- og sedimentprøver fra Espelandsvatnet der smoltanleggene var plassert

### 3.7.1 Punktkilder i jordbruket

Beregningene tyder på at høstspredning av husdyrgjødsel gir de største utslippene av fosfor fra punktkilder. Figur 9 viser eksempel på lokaliteter hvor det er lagret organisk materiale (gjødsel). Disse lagrene bør fordeles utover jordbruksarealene med god avstand til bekk/innsjø og pløyes ned.



**Figur 10.** Eksempel på lagring av organisk materiale (strø og gjødsel), noe som ble sett flere steder under befaringen. Gjødselhaugene bør spres utover jordene, med god avstand til bekk/innsjø, og pløyes ned.

Foto: A-G. B. Blankenberg

Aktuelle anbefalte tiltak i nedbørfeltet ble vurdert til å være «deponi av organisk materiale (fjerne/slutte med)» og «gjødselhåndtering (endre praksis fra høstspredning til vårspredning)». Det er dessuten behov for tetting av lekkasjer på gjødsellager med dårlig standard. Slike lekkasjer bidrar med forholdsvis lite fosfor, men tilførslene kan skje på mer uheldige tidspunkter i forhold til algenes vekst i innsjøen. I tillegg bør det generelt ikke gjødsles i umiddelbar nærhet til bekk eller innsjø for å hindre utilsiktet gjødsling direkte til vannresipient.



## 4 Konklusjon

I denne rapporten har vi utført beregninger av spesielt fosfortilførsler til vannresipienter fra de antatt viktigste kildene til næringsstofftilførsler: avløpsanlegg, jordbruk og bakgrunnsavrenning. For Espelandsvatnet har vi funnet at diffus avrenning fra dyrka mark utgjør den viktigste kilden til fosfortilførsel.

Den diffuse avrenningen kommer av at dyrka mark i nedbørsfeltet har høye verdier av fosfor i jord (arealveid middelveid 14,8 mg P-AL/100 g jord, kilde Jorddatabanken), og at det ved tap av jord i form av erosjon også tapes fosfor til vannresipienter som Espelandsvatnet. Et annet forhold som virker å være et viktig bidrag til forhøyde fosforverdier i Espelandsvatnet er sammenfallet mellom gjødselspredning og regulering av vannstanden fra vannkraftproduksjon.

I kapittel 3.8 foreslår vi et sett med tiltak som fokuserer spesielt på fosfortap fra dyrka mark, og disse inkluderer en såpass pragmatisk løsning som å bygge en voll for å hindre oversvømmelse av jordbruksarealer som grenser ned til Espelandsvatnet.

Denne rapporten har beregnet tilførsel av fosfor til Espelandsvatnet og foreslått et sett med tiltak for å få ned disse tilførslene. Den gjør imidlertid ingen evaluering av den faktiske effekten av disse tiltakene og kostnadene knyttet til tiltakene. Dette bør eventuelt følges opp i arbeidet videre med å friskmelde Espelandsvatnet.

# Litteratur

- Bratli, J. L., 1997. Miljømål 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».
- Saksgård, Randi & Ann Kristin Schartau 2008. Kjemisk overvåking av norske vassdrag - Elveserien 2008. - NINA Rapport 496. 64s.
- Simonsen, L. & Bendixby, L., 2009. Nytt forurensningsregnskap for Vestfold - Fase 1: Metode, 09-145-1, Oslo: Ask Rådgivning.
- Solheim, A. L., Berge, D., Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A. K., Hesthagen, T., Borch, H., Skarbøvik, E., Eggestad, H. O. & Engebretsen, A., 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser. Supplement til veileder i økologisk klassifisering. NIVA rapport 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.