



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Næringsstofftilførsler og vannkvalitet i Kaupangerelva, Sogndal kommune

Problemkartlegging og tiltaksanalyse

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 99 | 2018



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

TITTEL/TITLE

Næringsstofftilførsler og vannkvalitet i Kaupangerelva, Sogndal 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	4/99/2018	Åpen	11215	18/00229
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02153-7	2464-1162	24		

OPPDRAUGSGIVER/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 Kaupangerelva i Sogndal kommune i Indre Sogn. Dette er gjort på bakgrunn av målet om å oppnå god miljøstatus i vannet. Beregninger av fosfortilførsler er utført for spredt avløp, jordbruk og bakgrunnsavrenning (utmarksavrenning), men utfordringer med å oppnå god miljøstatus synes i stor grad å være relatert til fiskedød og andre forurensninger enn fosfor som årsak til dette. Det foreslås tiltak på jordbrukssiden samt tiltak knyttet til deponi og industriaktivitet, men en kvantifisering av den faktiske effekten på vannkvaliteten av disse tiltakene er ikke behandlet i denne rapporten.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

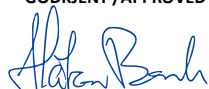
Sogn og Fjordane

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Sogndal kommune

STED/LOKALITET:

Kaupangerelva

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 Kaupangerelva i Sogndal kommune i Indre Sogn og foreslå et sett med tiltak for å oppnå god miljøtilstand i Kaupangerelva.

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 befaring 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, Cornelis Erstad ved Sogndal kommune, Marianne Ovrud ved SIMAS, samt alle grunneiere som har avsatt tid til å møte oss ute på befaring.

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.....	6
1.5 Vannkvalitet i Kaupangerelva.....	7
2 Metodikk	10
2.1 Spredt avløp.....	10
2.2 Jordbruk.....	11
2.2.1 Tap fra arealavrenning.....	11
2.2.2 Tap fra punktkilder	12
2.3 Bakgrunnsavrenning.....	13
3 Resultat og diskusjon	14
3.1 Spredt avløp.....	14
3.2 Jordbruk.....	14
3.2.1 Husdyr.....	14
3.2.2 Arealavrenning.....	15
3.3 Bakgrunnsavrenning.....	16
3.3.1 Utmarksavrenning.....	17
3.4 Sammenstilling av beregnede næringsstofftilførsler.....	17
3.5 Usikkerheter i beregningene.....	17
3.6 Andre potensielle forurensningskilder	18
3.7 Tiltak.....	21
4 Konklusjon	23
Litteratur.....	24

1 Innledning

1.1 Prosjektbeskrivelse

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

I beskrivelsen av oppdraget heter det at Kaupangerelva er karakterisert med dårlig økologisk tilstand. Bakgrunnen for denne statusen er et par episoder med fiskedød hvor det har vært ukjent årsak. Potensielle påvirkningskilder er forurensning fra et større industrifelt, avrenning fra landbruk, og spredt avløp fra bebyggelse. Vannføringen i elva varierer på grunn av kraftproduksjon i nedre del av elva samt demningen i drikkevannskilden Breidesetevatnet. Dette prosjektet har ikke sett på minstavannsføringsproblematikk og reguleringsregimes eventuelle effekter på fiskebestanden, men disse temaene ble heller ikke nevnt som mulige årsaker av de personene i snakket med.

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. Vi har også lagt litt tid i å vurdere andre kilder som kan være av betydning for de episodene av fiskedød som har forekommet.

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 nyere boligfelt som er koblet på kommunalt avløpsnett. De individuelle anleggene har for det meste utslipp til terreng via utslippsgrøft. Beregninger av tilførselen av næringsstoffer fra spredt avløp til elvene avhenger blant annet av type renselanlegg og avstand til resipient.

1.3 Jordbruk

Jordbruk er ofte en viktig kilde til tilførsel av næringsstoffer til vannresipienter, og tilførselene 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.

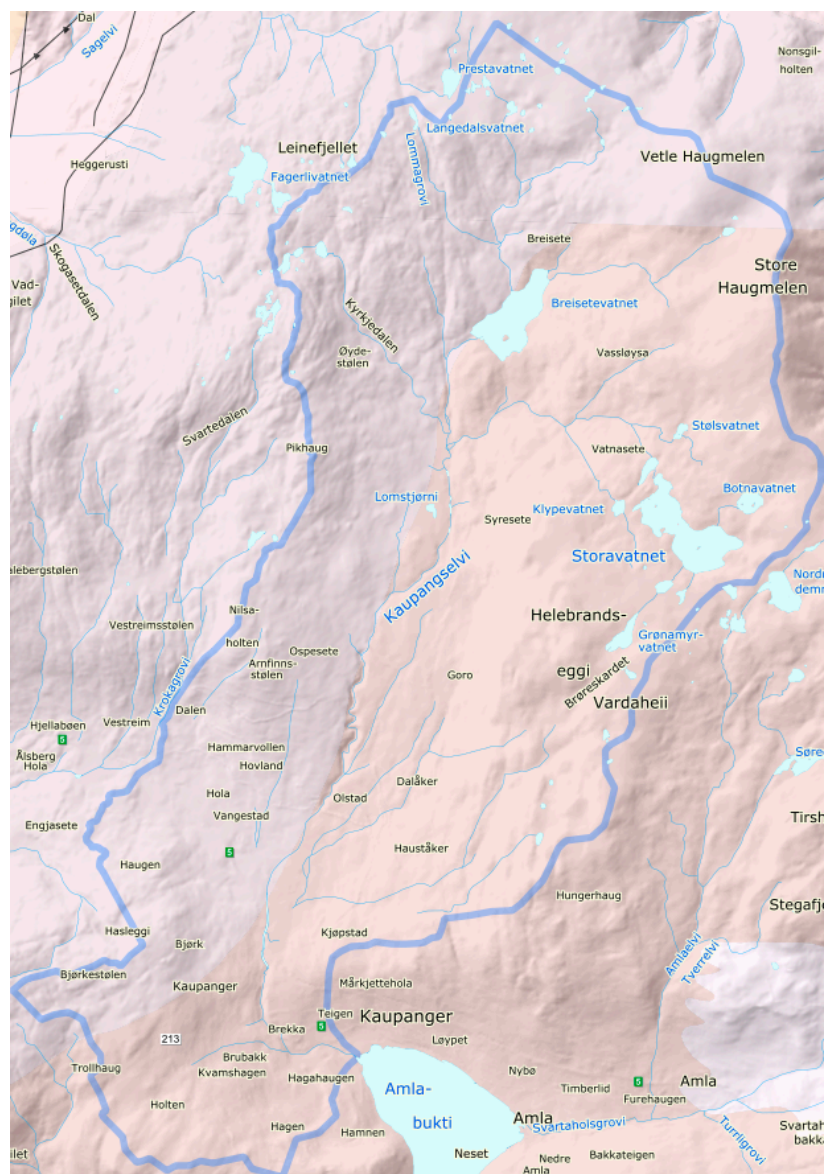
I nedbørfeltet til Kaupangelva er det meste av innmark grasdekt og arealavrenning gjennom erosjon fra disse arealene forekommer, men erosjonrisikoen er forholdsvis lav. Jordbruksaktiviteten i nedbørfeltet til Kaupangelva er dominert av gras- og husdyrproduksjon, og tap av næringsstoffer fra jordbruket 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.

Geologien i nedbørfeltet er presentert i kart i (se Figur 1). Fra naturens side er nedbørfeltet til Kaupangelva dominert av store områder i nord og vest med anortosittisk gabbro. Dette er en relativt hard bergart, men med en god del kalk i mineralene (anortitt). I sør og øst mot Vardaheii kommer et stort parti gneiser i stor grad basert på mye av de samme mineralene (anortositt-gabbroid sammensetning). Dette gir også relativt harde bergarter som påvirker vannkvaliteten lite. Ingen av disse bergartene inneholder så mye kalk at det gir grunnlag for at vassdragene skal klassifiseres som kalkrike. Anortittmineralene gir imidlertid vannmiljøene en del bufferkapasitet mot forsuring.



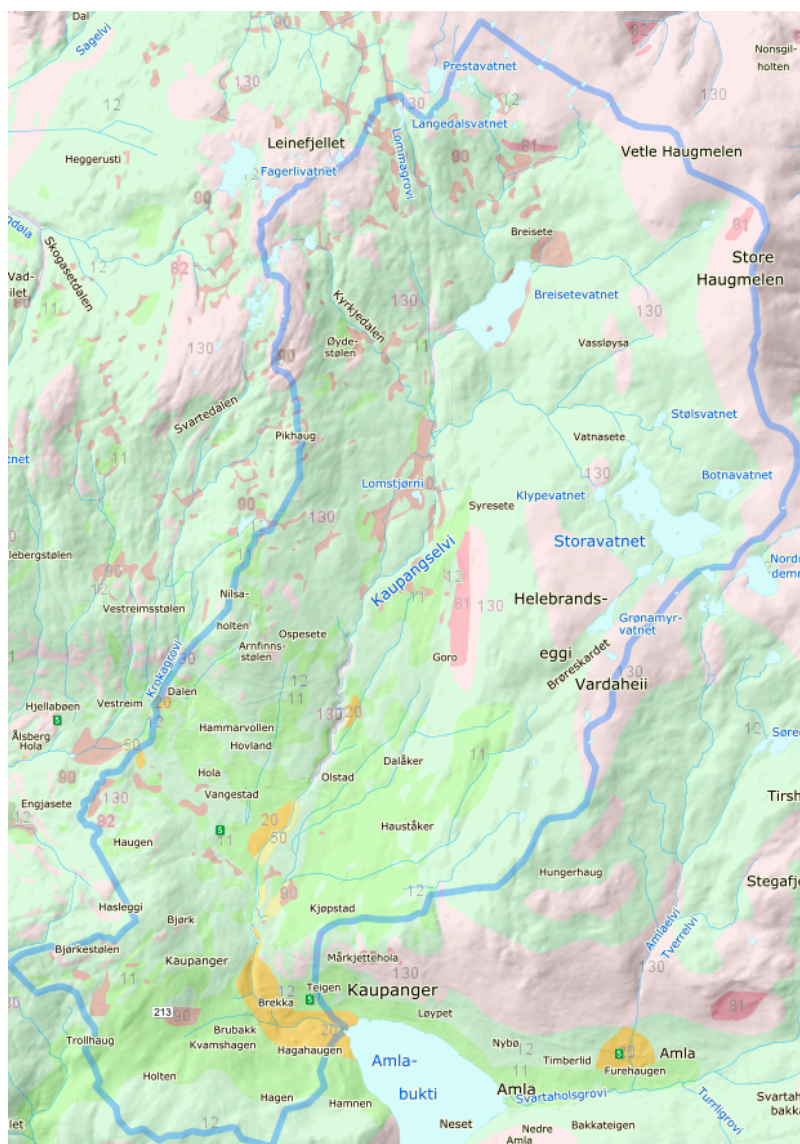
Figur 1: Berggrunnsgeologisk kart over nedbørfeltet viser LILLA = anortosittisk gabbro,

BRUNORANSJE = Gneis med anortositt-gabbroid sammensetning, med mange granodiorittganger.

Kilde www.ngu.no

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.

Figur 2 viser løsmassekart for nedbørfeltet. Kvartærgeologisk er størstedelen av nedbørfeltet dekket av et tynt dekke av morenemateriale (lys grønn på figuren) med noe tykkere avsetninger (markert som dypere grønt på figuren). I høydene er det noe arealer med bart fjell. Nederst i vassdraget mot Kaupanger er det en del breelv og elveavsetninger.



Figur 2: Løsmassekart over nedbørfeltet viser LILLA = forvittringsjord, LYS GRØNN = tynt morendekke, ROSA = bart fjell, BRUNT = myr, GULT & ORANSJE = elveavsetning. Kilde www.ngu.no

1.5 Vannkvalitet i Kaupangerelva

Ifølge vann-nett.no har Kaupangerelva (ID 077-2-R, 077-59-R) dårlig økologisk tilstand med hensyn på en faglig vurdering av fisketilstanden. Den økologiske tilstanden for totalfosfor er svært god og god for henholdsvis Kaupangerelva og dens bekkefelt. I Figur 3 vises stasjonsplasseringer ved prøvetaking.



Figur 3: Stasjonsoversikt over målesteder hvor vannkvalitetsdata er samlet. Kilde www.vann-nett.no

Tabell 1 summerer opp de siste måleverdier for fosfor for vannprøver i ulike stasjoner i nedbørsfeltet til Kaupangerelva, hentet fra databasen Vannmiljø ved Miljødirektoratet.

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

Lokalitet	Parameter	Dato	Verdi	Enhet
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	16.08.2005	50	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	14.08.2007	1	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	13.08.2008	4	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	17.09.2009	3,2	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	16.08.2010	5	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	15.08.2011	8	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	22.08.2012	4	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	01.05.2013	7,2	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	17.07.2013	2,1	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	20.08.2013	3,9	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	18.08.2014	12	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	25.08.2015	6,9	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	16.08.2016	11	µg/l P
Kaupangerelva nedenfor industriområde	Totalfosfor	21.08.2017	2	µg/l P
Kaupangerelvi oppe	Totalfosfor	01.05.2013	5	µg/l P
Kaupangerelvi oppe	Totalfosfor	17.07.2013	2	µg/l P
Klasse	Klasse 2: 7-11	Klasse 3: 11-20	Klasse 4: 20-50	Klasse 5: >50

Alt i alt viser måleverdiene at det er relativt lave verdier av fosfor i datasettet hvor de fleste verdiene faller i klasse 1 eller 2 som er innenfor miljømålet. En må tilbake til 2005 for å finne en verdi i klasse 4/5, og slike enkeltstående verdier har oftest sammenheng med episoder knyttet til landbruksdrift i form av gjødselspredning eller lignende. Husdyrtallet har imidlertid gått kraftig ned i mellomtiden og det er mindre sannsynlig slik vi vurderer det at dagens husdyrdrift skal gi slike utslag.

Årsaken til at elva muligens ikke når God økologisk status er derfor ikke knyttet til næringsstoffavrenning, men til at det har vært gjentatte tilfeller av fiskedød i elva. Dette bekreftes i Vann-nett.no's tilstandrapport for Kaupangerelva.



Figur 4: Kaupangelva hadde lav vannføring på befaringstidspunktet. Her ved den gamle brua rett nedenfor veikrysset.
Foto: Håkon Borch.

2 Metodikk

Innsamling av data har primært skjedd gjennom feltundersøkelser, samt bruk av databaseverktøy og GIS-verktøy.

Feltarbeidet ble gjennomført 5. 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:

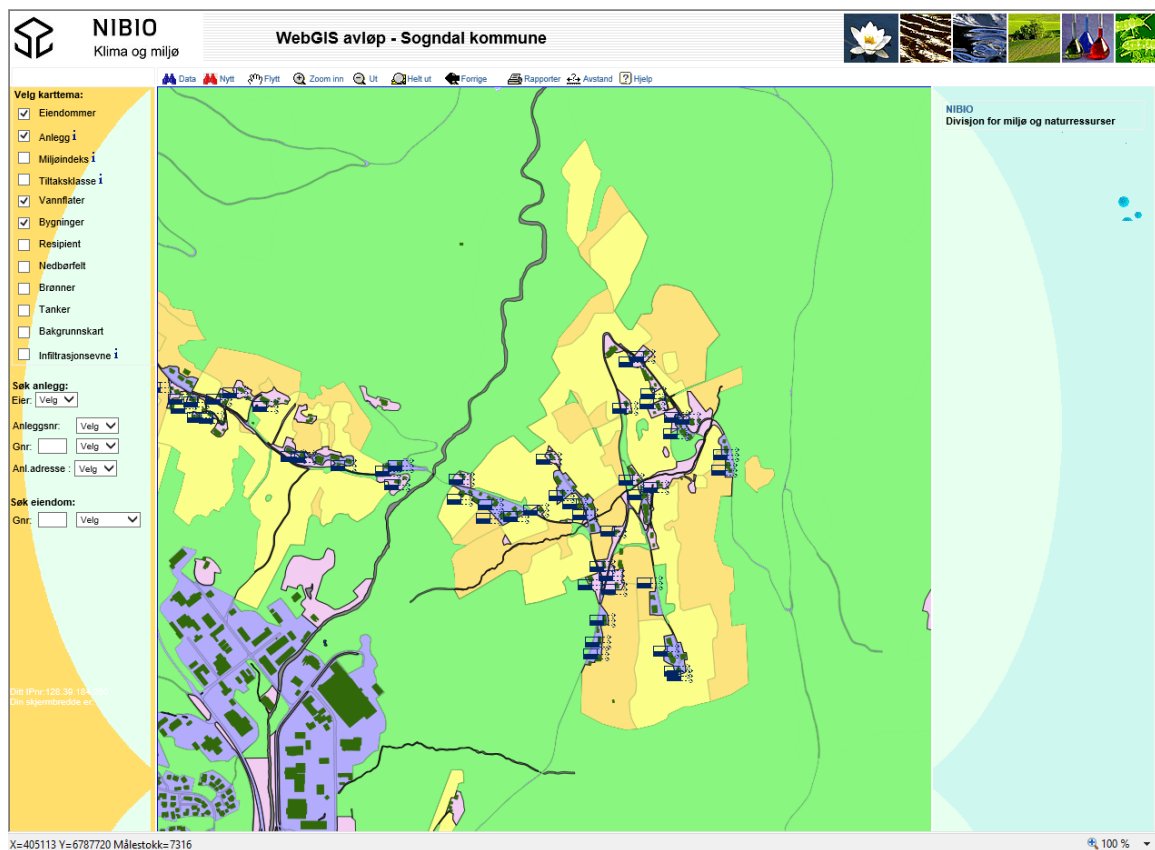
- belastning i PE (hvor mange personer er tilknyttet)
- anleggstype
- anleggsalder
- avstand til resipient
- dimensjonerende kriterier ved bygging

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 Kaupangerelva. I løpet av befaringen besøkte vi og registrerte 9 anlegg i nedbørfeltet, som ble lagt inn manuelt i et feltregistreringsverktøy. Vi fant at samtlige anlegg var av typen slamavskiller med utslipp til terreng via spredegrøft.

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 slamavskillere ligger der inne som et koordinat. Standard anleggstype ble satt til slamavskiller med utslipp til terreng, basert på feltregistreringene.



Figur 5. Kartutsnitt i WebGIS-avløp fra bebyggelse i nedbørfeltet til Kaupangerelva.

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 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 Sogndal 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 lokaliteter 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/FielMakerServer). 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 tråkkaskader 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 Kapangelvis 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/m²),
- lav bonitet (0,1 - 0,3 m³ skogstilvekst per dekar og år) gis koeffisienten 5 mg/m²,
- middels bonitet (0,3 - 0,5 m³ skogstilvekst per dekar og år) er gitt 6 mg/m²,
- høy bonitet (0,5 - 0,1 m³ skogstilvekst per dekar og år) er gitt 7 mg/m²,
- svært høy bonitet (> 1 m³ skogstilvekst per dekar og år) er gitt 8 mg/m².

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 90 spredte avløpsanlegg i nedbørfeltet til Kaupangerelva.

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 m².

Den beregnede totale belastningen fra spredt avløp er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Sum utslipp fra spredt avløp i nedbørfeltet til Kaupangerelva, Sogndal kommune

Resipient	Utslipp P (kg/år)	Utslipp N (kg/år)	Utslipp TOC (kg/år)
Kaupangerelva	80	805	1157

Flere 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. På den andre siden hadde flere av anleggene god avstand fra utslippsgrøft til nærmeste vannresipient, noe som øker antall år med god rensing gjennom jordmediet. Det ble heller ikke registrert vannutslag eller synlige spor etter næringslekkasje i form av brenneste etc. En mer omfattende kartlegging av anleggene i nedbørfeltet 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 tråkkaskader 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 Kaupanger, Sogndal. Data om husdyrbesetning er mottatt fra Sogndal kommune.

Dyreslag	Antall	GDE
Melkekyr	22	22
Ammekyr	10	6,67
Ungdyr storfe	48	16
Verpehøns	9	0,11
Hest	2	1
Sau og geit (vinterforet)	432	61,7
Totalt		107,5

Dyretetthet og krav om spredeareal

Nedbørfeltet består av totalt 1620 daa jordbruksareal, hvorav 973 daa er fulldyrket. Spredearealkravet er 430 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 det tatt hensyn til at dyr deler av året er på beite, og fosforinnholdet i lagret gjødsel er beregnet til å være 969 kg TP/år.

Tap av næringsstoffer fra gjødsellager

Basert på informasjon fra Sogndal kommune og inntrykk fra befaring, er det i beregningene forutsatt at 65 % av gjødsellagrene i nedbørfeltene har høy standard og 35 % har middels standard. Tapet fra gjødsellagrene i nedbørfeltet er beregnet til å være 1,6 kg TP/år.

Høstspredt bløtgjødsel – avrenning til vassdrag

Sogndal kommune oppgir at andel høstspredt bløtgjødsel i sin helhet i hele nedbørfeltet er ca. 7%. Avrenning til vassdrag gjennom høstspredt bløtgjødsel er, basert på dette, beregnet til å være 1,2 kg TP/år.

Spesielle tap fra utegående husdyr i nedbørfeltet

Det er ikke medregne avrenning fra ordinært utmarksbeite, da næringsavrenning herfra er marginal. Det er gjort en skjønnsmessig vurdering av beitearealet til storfe på innmark, og avrenning av spesielle tap fra utegående storfe i nedbørfeltet er beregnet til å være 0,8 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. Det er ikke foretatt en jordsmonnskartlegging i området. Dekningen av jordsmonnskart er ikke landsdekkende for jordbruksjord og de viktigste jordbruksdistriktene er prioritert. I Kaupanger er det foreløpig ikke foretatt en jordsmonnskartlegging. Dette begrenser noe muligheter for modellering av arealtap.

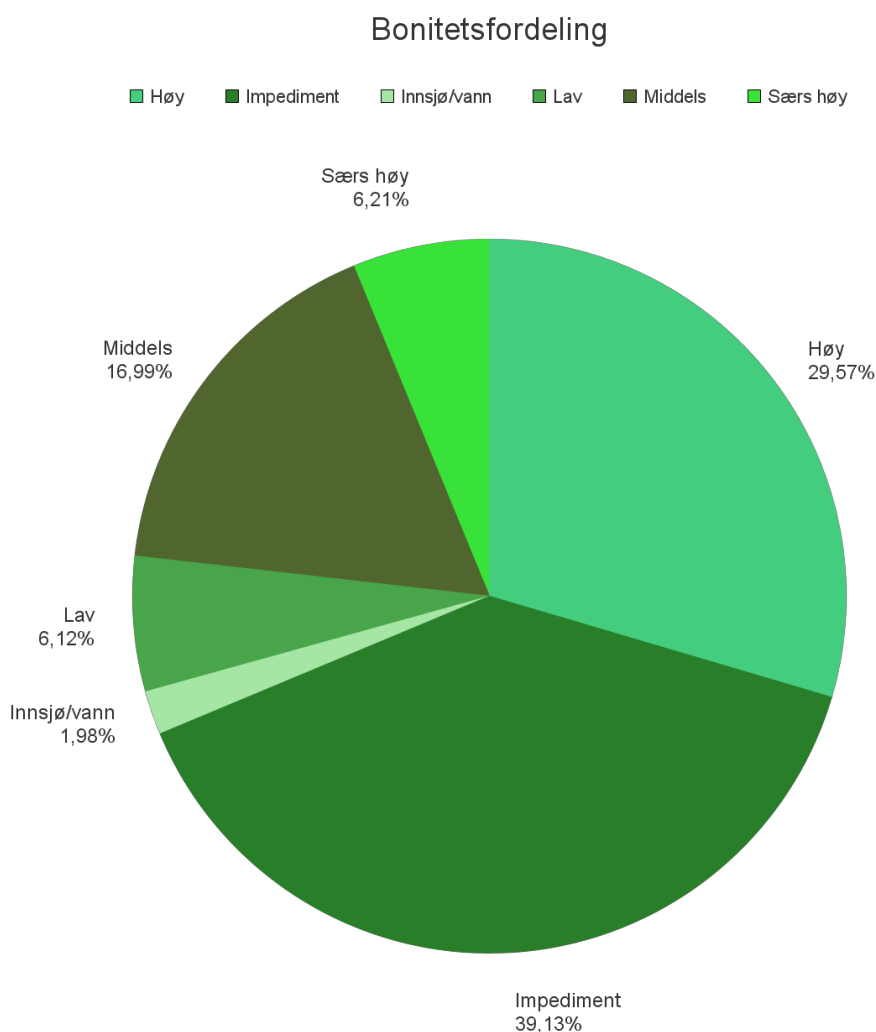
Meteorologisk Institutt oppgir en nedbørstasjon i kommunen: 55710 Sogndalsfjøra. Denne har imidlertid ikke målte data, de er interpolerte. Normalen (1961-1990) er oppgitt til 1025 mm/år. På NVE sitt Avrenningskart er spesifikk avrenning for nedbørfeltet i området ca 20 l/s/km²., noe som tilsvarer 630 mm årsavrenningen. Det er valgt å bruke denne avrenningsmengden i beregningene, men usikkerheten er stor.

Arealveid middel for P-AL er 8,0 mg/100 g.

P-tap: 27 g P/daa, 44 kg P totalt fra jordbruksareal.

3.3 Bakgrunnsavrenning

Bonitetsfordelingen i området (**Figur 6**) viser at det er relativt store lavproduktive områder med impediment eller lav bonitet (45,3%). Dette er for en stor del høyereliggende områder med bart fjell uten skogproduksjon. Videre er det 35,8 % av arealet som er høy eller særs høy bonitet. Det er med andre ord svært produktiv skogsmark i de lavereliggende deler av nedbørfeltet.



Figur 6. Bonitetsfordelingen (AR5) i terrenget i Kaupanger vassdraget

Den naturlige bakgrunnsavrenningen for Kaupangerelvas nedbørfelt er beregnet til 175 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 7,8 $\mu\text{g P/l}$. Ut i fra de geologiske og hydrologiske forhold med en god del areal med høye boniteter og relativt beskjedne avrenning til å være på Vestlandet (22l/s/km²), relaterer nivået godt til geologien og til de laveste målte verdiene i måleseriene ($>4\mu\text{gP/l}$). Her må en også ta i betraktning at store deler av avrenningen ledes vekk og inn i kraftproduksjonen, og

slippes ikke tilbake i elva før overkanten av industrifeltet. Vannkvalitetsmålingene fra stasjon «Kaupangerelvi oppe» er målt på vannavrenning fra bare de nedre deler av utmarksområdet av nedbørfeltet. Dette kan gi utslag på vannkvaliteten, - som regel i en retning hvor næringsstoffsaltivået stiger. De to målingene som foreligger fra denne stasjonen indikerer imidlertid ikke at dette er en problemstilling. Det er heller ikke med i dette prosjektet å gjøre beregninger av effekter av kraftreguleringen. Oversikt over bakgrunnsavrenningen er gitt i Tabell 4.

Tabell 4. Beregning av bakgrunnsavrenningen

Vassdrag	Areal km ²	Q m ³ pr år	Sum avrenning kg Tot-P	Beregnet konsentrasjon P i naturtilstand µg/l
Kaupangerelva	34,45	22 650 860	175	7,7

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 nedbørfeltet er det beregnet en utmarksavrenning på 153 kg P fra hele utmarksområdet.

3.4 Sammenstilling av beregnede næringsstofftilførsler

Tabell 5 viser næringsstofftilførselen fra de ulike hovedkildene spredt avløp, jordbruk og bakgrunnsavrenning til Kaupangerelva med bekkefelt.

Tabell 5. Næringsstofftilførsler for total fosfor (TP) for Kaupangerelva med bekkefelt.

Kilde	TP (kg/år)	Prosent av total
Spredt avløp	80	26,5 %
Jordbruk totalt	48	15,5 %
Tap gjødsellagre	1,6	0,5 %
Tap fra høstspredning	1,2	0,4 %
Tap fra arealavrenning	44	14,6 %
Spesielle tap fra beitedyr	0,8	0,26%
Utmarksavrenning	153	50,5 %
Total	303	100 %
Bakgrunnsavrenning (referanse)	175	
Antropogene tilførsler	128	

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 potensielle forurensningskilder

I nedbørfeltet var det også andre potensielle forurensningskilder, som sigevann fra et nedlagt kommunalt deponi (**Figur 7**). Joseph Allen ved Norconsult undersøkte siget fra deponiet i en rapport av desember 2017 (Allen 2017) og konkluderte med at utslippet av blant annet jern og total-nitrogen (Tot-N) nedstrøms deponiet er uakseptabelt. Allen foreslår blant annet undersøkelser for å få oversikt over mengden sigevann, tiltak som reduserer sigevannsdannelsen og overvåking av utslippet.

Vi har ikke funnet andre data om avrenningen i åpne offentlige databaser, men i Grunnforurensingsdatabasen til Miljødirektoratet er deponiet merket med mistanke om metallforurensning uten at det er spesifisert nærmere. Deponiet er klassifisert som «Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk». Det er imidlertid verd å merke seg at deler av deponiet ble omgravd i forbindelse med anlegging av en idrettsplass på arealet. Dette skjedde omtrent samtidig som det ble påvist fiskedød i Kaupangerelva, noe som ble påpekt som påfallende av flere av de grunneierne vi snakket med. Omgraving av gammelt deponi kan på kort tid aktivere større konsentrasjoner av stoffer både gjennom endring av redoksforhold¹, endring av jordhydrologien og eventuelt punktering av barrierer som holder stoffer tilbake slik at man kan få pulser med høyere konsentrasjoner. At denne aktiviteten kan ha noe med fiskedøden å gjøre er derfor ikke helt utenkelig. Det er svært vanskelig å finne en slik årsakssammenheng i etterkant så dette blir stående som en mulig forklaringshypotese som ikke kan verifiseres. Det kan imidlertid være behov for å se på etterrensingen av sigevannet. Jernutfelling og ammoniumavrenning er begge deler negativt for fisk, og er et vanlig problem med sigevann. Ammoniumkonsentrasjoner kan gi fiskedød. Med tilstrekkelig lufting og fordøyning vil en kunne få en større sikkerhet mot hendelser som kan gi fiskeskader. Jernutfelling er

¹ En forkortelse for reduksjonsoksidasjonsforhold, der et stoff blir redusert og et annet oksidert.

også en visuell sak hvor det slik det renner idag er rustutfellinger helt ut i elva, og litt nedenfor samløpet med sigevannsbekken. Et rens tiltak vil kunne fjerne denne visuelle forurensingen. Det er i dag arbeider i området som vist på bildene, og vi er ikke kjent med om det er tenkt å gjøre mer arbeid med å sikre sigevannet i denne sammenhengen. Vi setter imidlertid opp som tiltak å gå gjennom situasjonen for sigevannet fra dette deponiet. Tiltaket vil bestå i å gjøre en vurdering av sigevannsmengden- og kvaliteten og vurdere rens tiltak og fordrøyning.

Det er et areal overfor travbanen hvor det foregår nedknusing av stein og pukkproduksjon (**Figur 8**). Delvis av lokalt uttak av berggrunn, men det så også ut som det var tilkjørte sprengstein. Avrenning fra område med lagring av sprengstein kan inneholde store mengder nitrogen, noe som kan gi en kraftig akvatisk toksisk reaksjon og i enkelte tilfeller også fiskedød. Videre kan partikkelavrenning fra knust og sprengt stein gi veldig skarpe små partikler som kan gi skader på blant annet gjellene på fisk. Mulig tiltak vil ofte være anleggelse av fordrøyningsdammer slik at partikler kan sedimentere, og eventuelt større konsentrasjoner av nitrogen fra sprengstein kan fortynnes. Ved større anlegg av denne typen er det vanlig med en kontinuerlig overvåking av avrenningen. Om det bør iverksettes tiltak for å unngå negative effekter av driften er avhengig av driftsomfanget. Vi antar at det er gjort vurderinger i forbindelse med reguleringsplan og evt. driftskonsesjoner, men det er nevnt her siden det potensielt kan være en kilde til fiskedød.

Lerum saft- og bærfabrikk håndterer store mengder juice, saft og sukkerholdig veske. Utslipp av slike vesker vil raskt resultere i anoksiske forhold i elva og kunne gi en akutt fiskedød på grunn av oksygenmangel. Vi hadde derfor en samtale med driftsansvarlig for å sjekke ut hvordan eventuelt uhell/avvik med resultat at en større mengde sukkerholdig veske kommer ut av kontroll blir håndtert. Etter en gjennomgang av anlegget og bedriftens rutiner vurderer vi det som lite sannsynlig at et utslipp herfra vil kunne nå elva da alt ledes til kommunalt renseanlegg.

Det er flere industribedrifter på Kaupanger industriområdet med aktiviteter som potensielt kan forårsake fiskedød. I ettertid kan det være vanskelig å spore utslipp, og undersøkelsene må gjøres umiddelbart etter hendelsen. Det kan imidlertid være et tiltak å gå gjennom industribedriftenes HMS-rutiner, drens-systemer og rørkoblinger, oljeutskillere med mer for å se om uhell er tilstrekkelig forebygget. Muntlig ble det påpekt fra flere at det er en del forbedringspotensialer for noen bedrifter. Å gå inn i dette ligger imidlertid utenom dette prosjektets rammer. Vi nevner det imidlertid her som et mulig tiltak siden det ble påpekt av flere.



Figur 7. Bilder av bekken som renner fra nedlagt deponi og ut i elva

Foto:A-G. B. Blankenberg



Figur 8. Område med sprengstein

Foto:A-G. B. Blankenberg

3.7 Tiltak

I rapportens kapitler 3.1 – 3.4 beregner og sammenstiller vi tilførsler av fosfor til vannresipienten Kaupangerelva. Utfordringen med å få miljøtilstanden i elva opp i klasse «God økologisk status» er relatert til fiskedød, og det er andre forurensninger enn fosfor som er årsak til dette – drøftet i kapittel 3.6. Følgende tiltak foreslås for å ta tak i dette:

- **Kommunalt deponi:** tiltaket vil bestå i å gjøre en vurdering av sigevannsmengden, som foreslått av Allen (2017), og vurdere eventuelt behov for rensetiltak og fordrøyning. Vi stiller oss også bak forslag om avskjærende grøfter oppstrøms fyllingen for å redusere sigevannsmengden. Videre bør det spesielt sees nærmere på N-konsentrasjoner i sigevannet og fokusere på rensing av N (ammonium) og jern. En slik rensing, for eksempel med lufting og våtmarksfilter, vil også kunne fjerne andre forurensningskomponenter.
- **Pukkverk;** Vurdere avrenning fra pukkverk overfor travbanen
- **Bedrifter ved Kaupanger industrifelt:** gjennomgå aktiviteter i bedriftene som kan gi risiko for negativ påvirkning av elva. Gjennomgå industribedriftenes HMS rutiner, drens-systemer og rørkoblinger, oljeutskillere m.m. for å se om uhell er tilstrekkelig forebygget.

Tilførsler av fosfor fra både spredt avløp og landbruk til Kaupangerelva er relativt lave, men enkeltepisoder av fosfortap fra punktkilder kan likevel være viktige for den økologiske tilstanden i elva. Hovedfokuset på tiltak fra jordbruket i nedbørfeltet bør derfor legges på problemstillinger knyttet til punktutslipp, særlig lagring av organisk materiale og gjødselhåndtering, men også avrenning fra høstspredd bløtgjødsel, samt å unngå lekkasjer av silosaft.

Aktuelle anbefalte tiltak for landbruket i nedbørsfeltet er;

- utbedre påvist gjødsellagerlekkasje
- å fjerne eller slutte med deponi av organisk materiale,
- endre praksis for gjødselhåndtering,
- utbedre mulig silolekkasje,
- ikke gjødsle i umiddelbar nærhet til bekk eller innsjø for å hindre utilsiktet gjødsling direkte til vannresipienten.

4 Konklusjon

I denne rapporten har vi utført beregninger av spesielt fosfortilførsler til vannresipienter fra de antatt viktigste kildene til næringsstofftilførsler til Kaupangerelva med bekkefelt: avløpsanlegg, jordbruk og bakgrunnsavrenning. Tilførsler av fosfor til elva er imidlertid relativt lave, og miljøstatus for fosfor i vannresipienten er registrert som god.

Utfordringer med å oppnå god miljøstatus synes derimot i større grad å være relatert til fiskedød og andre forurensninger enn fosfor er sannsynligvis årsak til dette. Vi har derfor i tillegg vurdert utslipp fra andre kilder og da spesielt sivevann fra deponi og fra industri innenfor nedbørsfeltet.

I kapittel 3.7 foreslår vi et sett med tiltak knyttet til deponi og industriaktivitet, samt relatert til punktkilder i landbruket. Rapporten gjør imidlertid ingen kvantifisering og evaluering av den faktiske effekten av tiltakene og kostnadene knyttet til disse. Dette bør eventuelt følges opp i arbeidet videre med å friskmelde Kaupangerelva med tilhørende bekkefelt.

Litteratur

- Allen, J., 2017. Miljøvurdering av sigevannsutslipp fra gammel fyllplass. Kaupanger, Sogndal kommune. Fagnotat Norconsult, Oppdragsnummer 121132, 5 sider.
- 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».
- 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.

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.