



Figur 1. Samløpet mellom Lågen og den brepåvirkede Ottaelva. Foto: Jan-Erik Thrane.

Eutrofiering av Mjøsa – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor i delnedbørfelt:

Gudbrandsdalslågen

Gudbrandsdalslågen er Mjøsas største tilløpselv og er avgjørende både for vannkvaliteten og den økologiske dynamikken i Mjøsa. Vannkvaliteten i Lågen er bedret sammenliknet med 1970- og 80-tallet, og til tross for mye jordbruk og bebyggelse i hele Gudbrandsdalen er den økologiske tilstanden god eller svært god med hensyn til eutrofiering langs mesteparten av elva. Det er imidlertid indikasjoner på at både transport og konsentrasjon av fosfor og nitrogen har økt det siste tiåret, bl.a. som følge av hyppigere flommer. De menneskeskapte tilførselene av fosfor til Gudbrandsdalslågen kommer fra jordbruket i tillegg til avløp. Jordbruket i nedbørfeltet til Lågen er dominert av grasdyrking og husdyrproduksjon. Over de siste 20 årene har det vært en liten nedgang i antall melkekyr, men for øvrig har husdyrtettheten vært ganske stabil. Bruk av fosforfri mineralgjødsel i tillegg til husdyrgjødsel er et viktig tiltak for å redusere fosforavrenningen, særlig der jordas fosforstatus er høy. Konsentrasjoner av *E. coli* i elva indikerer at avløp eller husdyrgjødsel bidrar til næringsstoffavrenningen og tiltak for disse kildene bør prioriteres. Miljøovervåkingen av Mjøsa, samt algeoppblomstringen i 2019, indikerer at innsjøen ikke tåler særlig større næringsstoffbelastning. Opprettholdelse av god vannkvalitet i Mjøsa er avhengig av målrettede tiltak i de ulike vassdragene som har utløp i Mjøsa. Dette faktaarket omhandler årsaksforhold, kilder og tiltak for redusert fosforavrenning fra nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen.

VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND I GUDBRANDSDALSLÅGEN

Lågen starter nærmest som en stor bekk ved utløpet fra Lesjaskogsvatnet, før den tilter i størrelse etter samløpet med Lora. Derfra renner elva rolig gjennom store jordbruksarealer ved Lesjaleirene. Like oppstrøms Dombås kommer sideelva Jori inn fra nordvest. Vassdraget kommer fra de sørlige og sentrale delene av Dovre, er vernet og relativt upåvirket av menneskelig aktivitet. Lågen mottar vann fra en rekke mindre vassdrag før den møter Ottaelva ved Otta. Etter samløpet med Ottaelva omtrent dobles vannføringen. Ottaelva drenerer store høyfjellsområder og er påvirket av avsmelting fra isbreer. Brepåvirkningen gir vannet et karakteristisk grønnkjær (figur 1). På grunn av det store og høytliggende nedbørfeltet er Ottaelva preget av store vårflokker, som kommer ganske sent (juni-august). Noen kilometer nedstrøms Otta kommer Sjoa inn, som også er brepåvirket og har sitt utspring fra Gjende i Jotunheimen. På sin vei mot Mjøsa mottar Lågen vann fra flere vassdrag, blant annet Vinstra, Frya og Tromsa, før elva flater ut i innsjøen Losna. Mellom Losna og samløpet med Gausa kommer det inn flere mindre vassdrag, blant annet Moksa, Musa, Mosåa og Sagåa, men disse bidrar ikke vesentlig til Lågens vannføring.

Økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering er gjennomgående god eller svært god i Lågen (tabell 1).

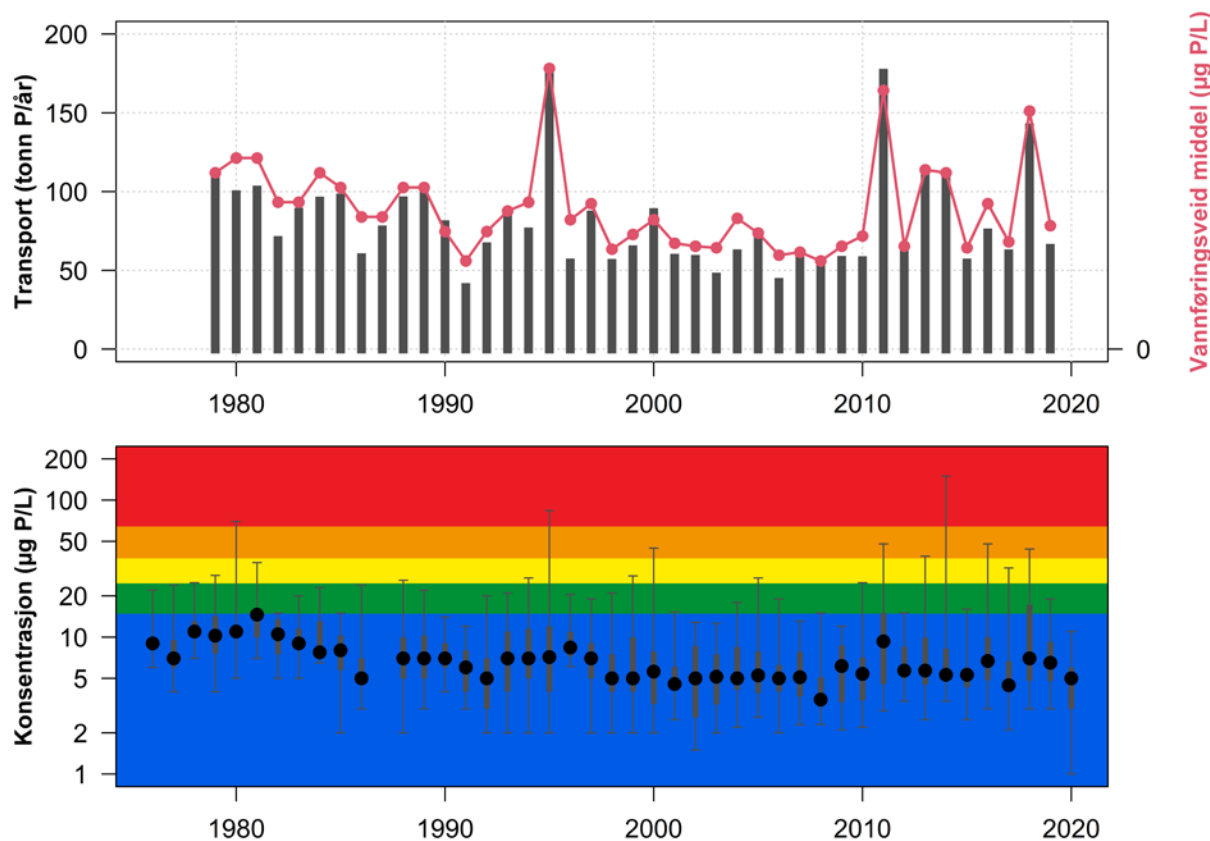
Tabell 1. Økologisk tilstand mht. eutrofiering i Lågen. Kun vannforekomster med relevante og nyere data (fortrinnsvis fra siste 5-10 år) er inkludert. Vannforekomstene er sortert fra nederst til øverst i nedbørfeltet. Samlet økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering bestemmes av det biologiske kvalitetselementet med dårligst tilstand. For påvekstaler har vi benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. Konsentrasjonen av totalnitrogen er klassifisert, men ikke tatt med i vurdering av samlet økologisk tilstand siden vannforekomstene ikke anses å være nitrogenbegrenset. SD = svært dårlig; D = dårlig; M = moderat; G = god og SG = svært god tilstand.

Vannforekomst	Vannforekomst ID	Påvekst- alger	Bunndyr	Totalfosfor	Totalnitrogen	Samlet økologisk tilstand	Kommentar & kilde til data
Lågen Hølshauget til Lågendeltaet	002-1096-R	SG	G	SG*	SG*	G	NIVA 2018. *Totalfosfor og totalnitrogen måles 24 ganger årlig gjennom Mjøs-overvåkingen.
Lågen Hunderfossen Hølshauget	002-403-R	SG ⁺	G ⁺	SG*	SG*	G	†NIVA 2018. *Vann-nett
Lågen nedstrøms Losna ned til Aurvika	002-1208-R	SG ⁺	G ⁺	SG	SG	G	†NIVA 2018. *Vann-nett
Lågen Ringebu – Losna	002-3513-R	SG	G	SG	SG	G	Vann-nett
Lågen fra Selsverket til Samløp Otta	002-492-R	G	G	SG	SG	G	Vann-nett
Lågen, Dovre søndre del	002-2052-R	G	-	SG	SG	G	Vann-nett
Lågen mellom Hovdan og Jori	002-1792-R	SG	G	SG	SG	G	Vann-nett

Senest i 2018 undersøkte NIVA tre stasjoner mellom Losna og Mjøsa, og alle viste svært god tilstand med hensyn til eutrofiering og god tilstand med hensyn til organisk belastning.¹ Det foreligger spredte undersøkelser av bunndyr og begroingsalger fra flere av vannforekomstene lenger opp i Lågen, og alle viser god eller svært god tilstand (tabell 1).

Konsentrasjonen av totalfosfor i nedre del av Lågen har de siste 10 årene stort sett ligget mellom 5 og 7 µg/l, noe som er innenfor svært god tilstand i henhold til vannforskriften (figur 1B). Det er gjennomgående lave fosforkonsentrasjoner oppover i hele vassdraget, inkludert de større sidevassdragene som Ottaelva og Jori. Disse elvene, sammen med Stor-Ula i Sel, ble overvåket i Miljødirektoratets program «Overvåking i Referanseelver» i 2018 og 2020. Alle var i svært god tilstand med hensyn til eutrofiering.

Selv om fosforkonsentrasjonene i Lågen i gjennomsnitt er lave, forekommer det jevnlig høyere verdier og da spesielt under flom og etter kraftig nedbør. Arealavrenning fra jordbruksområdene og erosjon kan medføre forhøyete tilførsler av næringsstoffer til Lågen og Mjøsa. Nivåene av fekale indikatorbakterier *E.coli* i Lågen er som regel lave, men det forekommer innimellom enkeltmålinger med høyere konsentrasjoner. Dette indikerer at avløp og husdyrgjødsel bidrar til avrenning av næringsstoffer.



Figur 2. A. Øverst: Estimert årlig transport av totalfosfor (tonn P/år) via Lågen til Mjøsa. Rød linje viser volumveid middelkonsentrasjon av totalfosfor ($\mu\text{g/l}$) ved utløpet. **B. Nederst:** Punktene viser årlig mediankonsentrasjon av totalfosfor (basert på 24 vannprøver per år) for perioden 1976-2020. Vertikale streker viser variasjonsbredden i målingene. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger: Blå = svært god, grønn = god; gul = moderat; oransje = dårlig; rød = svært dårlig.

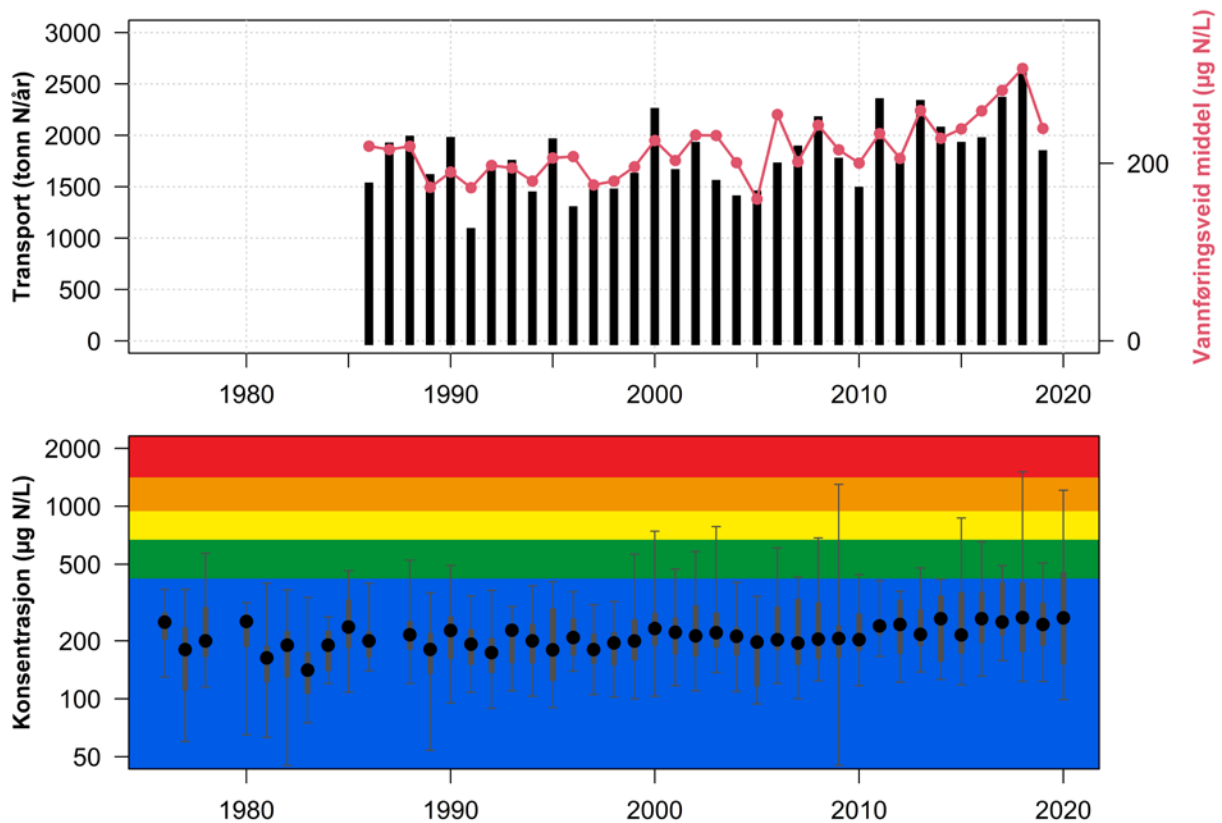
Effekter av punktkilder og mindre lokale påvirkninger kan være vanskelige å fange opp i Lågen, siden fortynningen blir høy. Men den store vannføringen gjør også at en liten endring i konsentrasjon vil bidra til mange ekstra tonn fosfor til Mjøsa i løpet av et år. For eksempel vil en økning i middelkonsentrasjon fra 5 til 6 $\mu\text{g/l}$ totalfosfor bidra med ca. 8 tonn ekstra totalfosfor til Mjøsa, om vi antar en middelvannføring på 255 m^3/s . Allikevel er det er under flom at de største fosformengdene tilføres Mjøsa. Mye av fosforet er da bundet til partikler og er sannsynligvis lite biotilgjengelig. Når det gjelder totalnitrogen er konsentrasjonene i Lågen innenfor svært god tilstand, men det er indikasjoner på at konsentrasjonene har økt de siste 10-15 årene (figur 2).

KONSENTRASJON OG TRANSPORT AV NÆRINGSSTOFFER

Gjennom overvåkingsprogrammet for Mjøsa med tilløpselver har det siden slutten av 70-tallet blitt tatt jevnlig vannprøver for analyse av totalfosfor og totalnitrogen i Lågen, like oppstrøms samløpet med Gausa. Både transport og konsentrasjon av totalfosfor ble signifikant redusert fra slutten av 70-tallet og frem

mot ca. år 2007 ($p < 0,05$; figur 1A og 1B). Det siste tiåret har vi sett en tendens til økt transport og konsentrasjon, mye på grunn av høye verdier i flomårene 2011, 2013 og 2014. I 2018 var transporten også relativt høy. Gjennomsnittlig estimert fosfortransport per år for perioden 2010-2019 var 90 tonn, mot hhv. 59, 78 og 87 tonn i periodene 2000-2009, 1990-1999 og 1980-1989. Lågen står i snitt for ca. 61 % av den totale fosfortransporten fra de seks største tilløpselvene til Mjøsa (median for 2010-2019).

Når det gjelder totalnitrogen har vi kun transportberegninger fra 1986 og fremover. Det er ingen entydig trend i verken transport eller konsentrasjon frem til ca. 2005 (figur 2). Etter dette er det en tendens til økende nitrogentransport, selv om denne ikke er signifikant. Trenden i konsentrasjon er derimot signifikant økende ($p = 0,0001$), og gjennomsnittlig nitrogentransport per år var høyere det siste tiåret (1991 tonn) enn perioden 2000-2009 (1717 tonn). Om vi summerer nitrogentilførselen fra de seks største tilløpselvene til Mjøsa bidrar Lågen med omkring 54 % av totalen (median for perioden 2010-2019), noe som



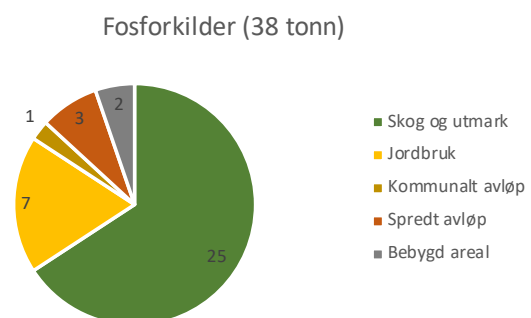
Figur 3. A. Øverst: Estimert årlig transport av totalnitrogen (tonn N/år) via Lågen til Mjøsa. Rød linje viser volumveid middelkonsentrasjon av totalnitrogen ($\mu\text{g}/\text{l}$) ved utløpet. **B. Nederst:** Punktene viser årlig mediankonsentrasjon av totalnitrogen (basert på 24 vannprøver per år) for perioden 1976–2020. Vertikale streker viser variasjonsbredden i målingene. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger: Blå = svært god, grønn = god; gul = moderat; oransje = dårlig; rød = svært dårlig.

skyldes den store vannføringen. Sannsynligvis bidrar ikke nitrogenet til eutrofiering av Mjøsa, ettersom vekst av planteplanktonet antas å være begrenset av fosfor. Det allikevel ønskelig å redusere tilførslene, ettersom nitrogenet fra Mjøsa til slutt ender opp i Oslofjorden via Glomma. I kyst- og havområdene kan nitrogenet potensielt få større negative effekter enn i Mjøsa. Det kan heller ikke utelukkes at nitrogenet påvirker økologien elvene og i Mjøsa, med mulige effekter på f.eks. artssammensetning.

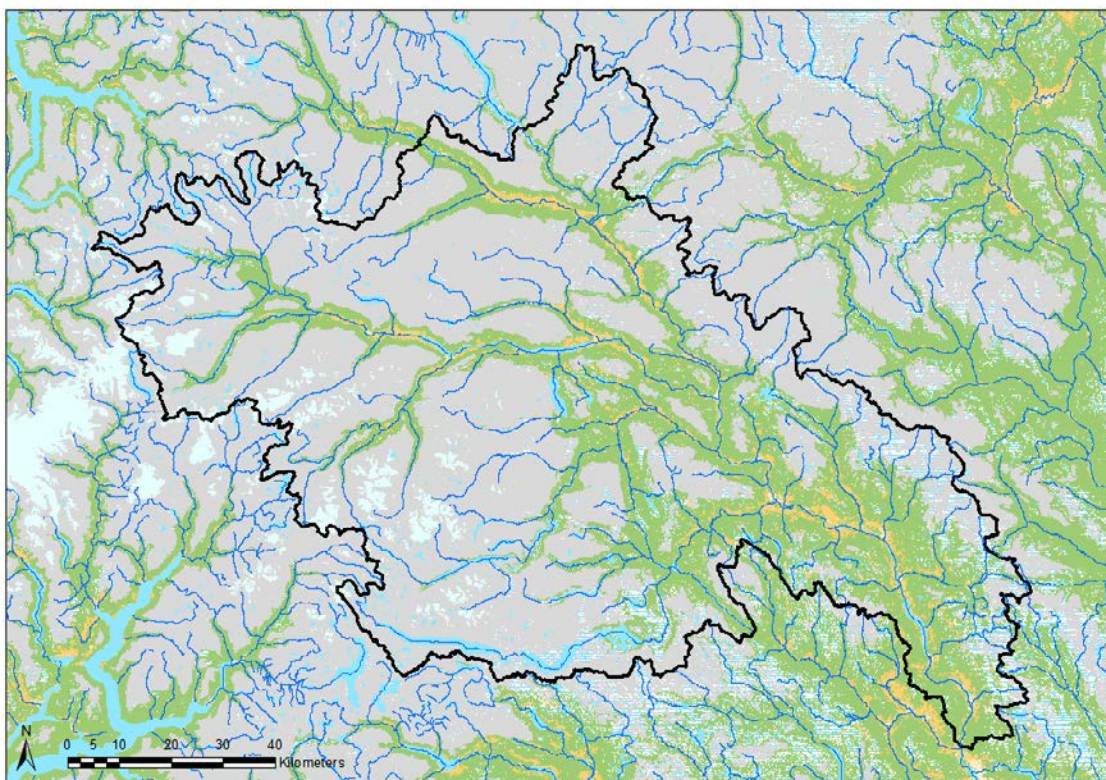
KILDER TIL FOSFOR

Ifølge tiltaksanalyse fra 2014 er jordbruk og avløp de viktigste kildene til menneskeskapt tilførsel av fosfor til Gudbrandsdalslågen² (figur 4). Arealavrenning fra jordbruket utgjør om lag 7 tonn/år og er dermed den største kilden til det menneskeskapt totalfosforet i elva. Samlet tilførsel fra spredt og kommunalt avløp er om lag 4 tonn totalfosfor. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor kan estimeres til 3,2 tonn fra avløp og om lag 5,6 tonn fra jordbruksarealer².

Med et nedbørfeltareal på 11 561 km² (oppstrøms samløpet med Gausa) og middelvannføring på 255 m³/s ved utløpet i Mjøsa, er Gudbrandsdalslågen den klart største av Mjøsas tilløpselver. Nedbørfeltet består i hovedsak av skog (26 %) og relativt upåvirkede fjellområder (55 %). Nesten 70 % av nedbørfeltet ligger høyere enn 1000 moh. Det er utstrakt jordbruk langs store deler av elveløpet, men dyrket mark utgjør ikke mer enn ca. 3 % av nedbørfeltarealet.



Figur 4. Kildefordeling av totalfosfor i nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen basert på Tiltaksanalyse fra 2014².



Figur 5. Kart over nedbørfeltet til Gudbrandsdalselva. Erosjonsrisikokart for jordsmonnskartlagt jordbruksareal, som gjelder når alt er høstpløyd (kilden.nibio.no, NIBIO).

Skog og utmark utgjør det meste av arealet i nedbørfeltet og bidrar derfor med mye totalfosfor (25 tonn/år), selv om avrenningen av fosfor per arealenhet er liten. Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet, og skogen bidrar derfor med forholdsvis lite biotilgjengelig fosfor i det totale kilderegnskapet. Vei- og jernbaneprosjekter i Gudbrandsdalslågen kan dessuten bidra til sediment og fosfortransport i vassdraget².

JORDBRUKSDRIFT

Jordbruksarealene ligger for det meste langs elva og en del av arealene er utsatt for flom (figur 5). I 2019 ble det dyrket ettårige vekster på 6 % av jordbruksarealet.

Husdyrgjødsel

Det har vært en liten nedgang i antall melkekyr i nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen, men samlet husdyrtetthet (beregnet som gjødseldyrenheter, GDE) har ikke endret seg betydelig i perioden fra 2000 til 2019 (figur 6). Regnet i fosformengde svarer antall GDE i 2019 til 490 tonn fosfor tilgjengelig i husdyrgjødsel og spredning av 1,8 kg fosfor/dekar jordbruksareal årlig i nedbørfeltet. Avhengig av avlingsnivået, vil dette kunne gi et årlig fosforoverskudd og føre til økt fosforstatus i jorda, noe som gir økt risiko for fosforavrenning. Avrenning av husdyrgjødsel kan også ha bidratt til målte konsentrasjoner av *E.coli* i elva.

Vekstfordeling

I nedbørfeltet til Gudbrandsdal lågen dyrkes det i hovedsak gras (figur 7) og arealet med eng utgjorde i 2019 94 % av jordbruksarealet. Arealet med ettårige vekster er redusert fra 14 % i 2000 til 6 % i 2019.

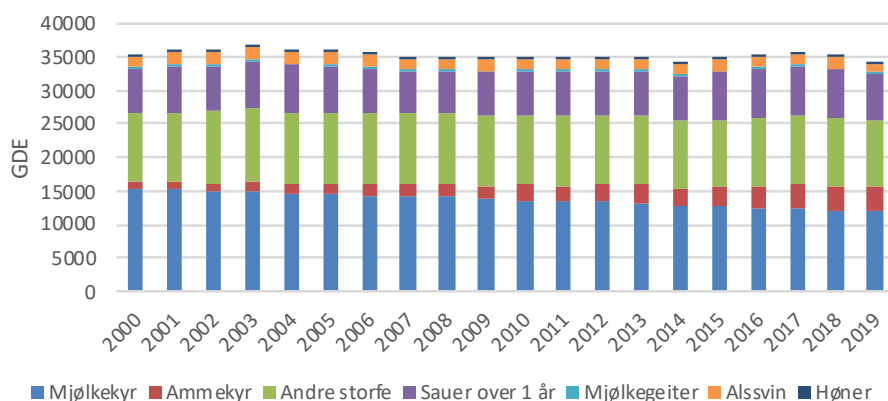
AKTUELLE TILTAK

En stor utfordring for tilførsler av fosfor til Mjøsa via Gudbrandsdallågen er spredt avløp. Opprydding i avløpsanleggene bør derfor prioriteres. I tillegg kommer det fosfor fra jordbruket, og miljøvennlig gjødselspredning og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealer med høy fosforstatus er viktige tiltak for å redusere tilførslene.

Spredt avløp

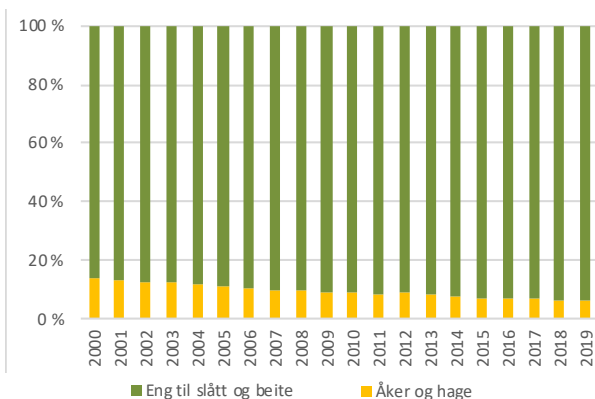
Antall private avløpsløsninger kan anslås til 5000 i nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen og med utgangspunkt i standarden på registrerte anlegg i Sørfron kommune i 2020 antas det at 95 % har en avløpsløsning som ikke tilfredstiller kravet i forurensningsforskriften om 90 % rensing. En opprydding i spredt avløp vil potensielt kunne redusere tilførslene til Gudbrandsdallågen med ca. 2,5 tonn fosfor/år. Reduserte utslipp fra spredt avløp vil dessuten bidra til å redusere tap av nitrogen, samt redusere belastningen med bakterier og organisk stoff i elva.

Gjødseldyrenheter per dyreslag



Figur 6. Trend i antall gjødseldyrenheter (en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2000-2019 på gårdsbruk i nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen fordelt på dyreslag. Data for kyllinger mangler. (Kilde: Statistisk sentralbyrå).

Vekstfordeling



Figur 7. Trend i vekstfordeling på jordbruksareal på gårdsbruk i nedbørfeltet til Gudbrandsdalslågen for perioden 2000-2019 (Kilde: Statistisk sentralbyrå).

Jordbruksarealer

Redusert gjødsling. Gjødsling med fosfor i mineralgjødsel bør tilpasses mengden av fosfor i husdyrgjødsel som tilføres, og fosforfri mineralgjødsel brukes der jordas fosforstatus er høy. Det reduserer risikoen for fosforavrenning. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen fører til bedre utnyttelse av næringsstoffene og mindre risiko for avrenning av fosfor og nitrogen. Husdyrtettheten (0,13 GDE/dekar) tilsier at det er tilstrekkelig areal i området i forhold til spredearealkravet som tilsvarer 0,25 GDE/dekar. Om husdyrgjødsel spres arealene med lavest fosforstatus, og med god avstand til åpent vann vil det redusere risikoen for utslipp til elva. For beiter bør det være god avstand fra fôrings-

plass til åpent vann. Redusert risiko for avrenning av husdyrgjødsel vil bidra til å redusere tap av fosfor og nitrogen, samt redusere belastningen med bakterier og organisk stoff i elva.

Jordbrukets punktkilder

Lagring og håndtering av gjødsel, silo og vaskevann uten lekkasjer er viktige tiltak i områder med mange husdyr.

ANDRE EFFEKTER AV TILTAK

Tiltak innenfor avløp og avrenning fra husdyrgjødsel vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i Mjøsa, også gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elva. Det vil også redusere bakterieforurensingen. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som f.eks. er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

REFERANSER

- ¹ NIVA-rapport 7373-2019
- ² Lokal tiltaksanalyse 2016-2021 for Vannområde Mjøsa, 2014.
- ³ Veileder for miljø- og klimatiltak i landbruket: www.nibio.no/tiltak

Dette faktaarket er et av ni faktaark utarbeidet på oppdrag for Miljødirektoratet og Vassdragsforbundet for Mjøsa med tilløpselver.

De ni faktaarkene er beskrevet samlet i NIBIO rapport 7/58.

FORFATTERE:

Marianne Bechmann (NIBIO), Jan-Erik Thrane (NIVA), Sigrun Kværnø (NIBIO) og Stein Turtumøygard (NIBIO).