



Foto: Jarl Eivind Løvik

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

## Gausa

Gausa har vært betydelig påvirket av både avløp, husdyrhold og arealavrenning fra jordbruket. Over tid har vannkvaliteten blitt bedre, og den økologiske tilstanden har vært god eller svært god med hensyn til eutrofiering i nedre deler av elva de siste årene. Lokalt i vassdraget er derimot den økologiske tilstanden fortsatt moderat. Beregninger for 2016 viser at hovedkildene til de menneskeskapte tilførselene av fosfor til elva er jordbruk og avløp. Avløp er den største kilden til biotilgjengelig fosfor. Fortsatt opprydding i spredt avløp er derfor det viktigste tiltaket for å bedre vannkvaliteten i elva. Jordbruket i Gausas nedbørfelt er dominert av grasdyrking og husdyrproduksjon. Fosforstatus i dyrket mark er høy og dette medfører risiko for avrenning av fosfor. Redusert fosforgjødsling er et viktig tiltak for å redusere fosforavrenningen fra jordbruksarealene. 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 Gausa.

## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND I GAUSA

Gausa er den nest største av Mjøsas tilløpselver og dannes like nedstrøms Segelstad bru, der Jøra fra Vestre Gausdal møter Vesleelva fra Østre Gausdal. De høyere liggende delene av nedbørfeltet består av skogs- og myrområder, men det er betydelige jordbruksarealer nede i dalene langs de fleste grenene av vassdraget.

Den økologiske tilstanden i nedre deler av Gausa ble undersøkt for påvirkning fra eutrofiering og organisk belastning i 2017 og 2020. Resultatene viste svært god tilstand både for begroingsalger, heterotrof begroing og bunndyr i 2020 og god tilstand for begroing i 2017<sup>1</sup> (tabell 1). Samlet sett tyder dette på relativt liten eutrofibelastning i nedre deler av vassdraget. I Vesleelva fra Østre Gausdal ble begroingsalger undersøkt på fire stasjoner i 2015<sup>2</sup> og én stasjon i 2020. I øvre deler (ved Svingvoll og Fykse) var økologisk tilstand god, mens den var moderat i nedre del (ved Segelstad). Her er det store jordbruksområder som trolig bidrar til forhøyet næringsstoffbelastning. Det foreligger få nyere undersøkelser av eutrofiparametere i øvre og vestre deler av Gausa-vassdraget, men resultater fra 2010/2011 indikerer god tilstand mht. eutrofiering i Jøra og Augga.

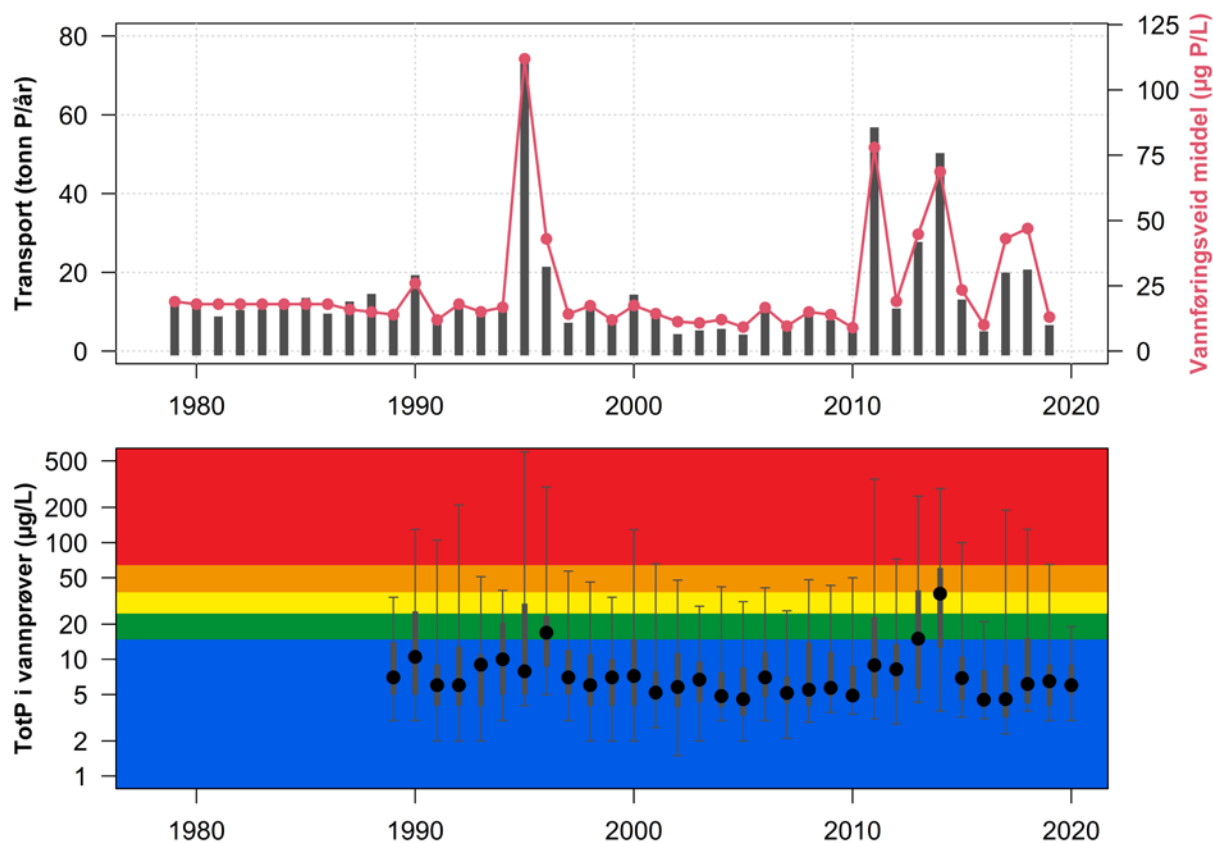
Til tross for en god del jordbruk langs vassdraget har den årlige mediankonsentrasjonen av totalfosfor i nedre del av Gausa vært innenfor svært god tilstand de fleste årene siden slutten av 80-tallet (figur 1B). Enkelte år skiller seg derimot ut med høyere konsentrasjoner – spesielt 2014 og til dels 2013 (figur 1B). Selv om de årlige mediankonsentrasjonene er relativt lave, forekommer det jevnlig enkeltmålinger med høye konsentrasjoner. I Gausa er konsentrasjonen av totalfosfor positivt korrelert med vannføring<sup>1</sup>, noe som tyder på at arealavrenning er en viktig kilde til fosfor. Når det gjelder nitrogen har konsentrasjonen de siste årene tilsvart moderat eller dårlig økologisk tilstand (figur 2B). Fordi fosfor antas å være det begrensende næringsstoffet for biologisk vekst, benyttes ikke totalnitrogen i den samlede vurderingen av økologisk tilstand. Høye nitrogenkonsentrasjoner er allikevel et tydelig tegn på forurensing. Konsentrasjonene av fekale indikatorbakterier (*E. coli*) i nedre deler av Gausa har de senere år vært innenfor moderat tilstand<sup>3</sup>. Dette viser at det fortsatt forekommer noe påvirkning fra avløp eller husdyrgjødsel.

## 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 Gausa nær utløpet i Lågen. Både transport

**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand mht. eutrofiering i Gausa-vassdraget. 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 påvekstalger 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 | Påvekstalger   | Bunndyr         | Totalfosfor | Totalnitrogen | Samlet økologisk tilstand | Kommentar & kilde til data   |
|------------------------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------|---------------|---------------------------|--|
| Gausa Follebu bruk – Lågen         | 002-4723-R       | G <sup>+</sup> | SG <sup>+</sup> | SG*         | M             | G                         | <sup>†</sup> Tilstand basert på gjennomsnitt av NIVAs undersøkelser i 2020 og 2017. *Total-fosfor måles 24 ganger årlig gjennom Mjøs-overvåkingen. Tilstand for N og P er basert på gjennomsnitt for tre siste år. |
| Gausa Jøra – Follebu bruk          | 002-4722-R       | G              | SG              | -           | -             | G                         | 2010/2011; Vann-nett   |
| Vesleelva                          | 002-2325-R       | M <sup>+</sup> | G <sup>+</sup>  | -           | -             | M                         | <sup>†</sup> NIVA 2020 og 2015.  |
| Jøra inntaksdam Holsfossen – Gausa | 002-4724-R       | G              | G               | -           | -             | G                         | 2010/2011; Vann-nett   |
| Jøra Augga - inntaksdam Holsfossen | 002-4725-R       | G              | G               | -           | -             | G                         | 2010/2011; Vann-nett   |
| Augga                              | 002-2533-R       | G              | G               | -           | -             | G                         | 2010/2011; Vann-nett   |



**Figur 1. A Øverst:** Estimert årlig transport av totalfosfor (tonn P/år) via Gausa til Mjøsa. Rød linje viser volumveid middelkonsentrasjon av totalfosfor ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) ved utløpet. **B Nederst:** Punktene viser årlig mediankonsentrasjon av totalfosfor (basert på 24 vannprøver per år) for perioden 1989-2020. 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.

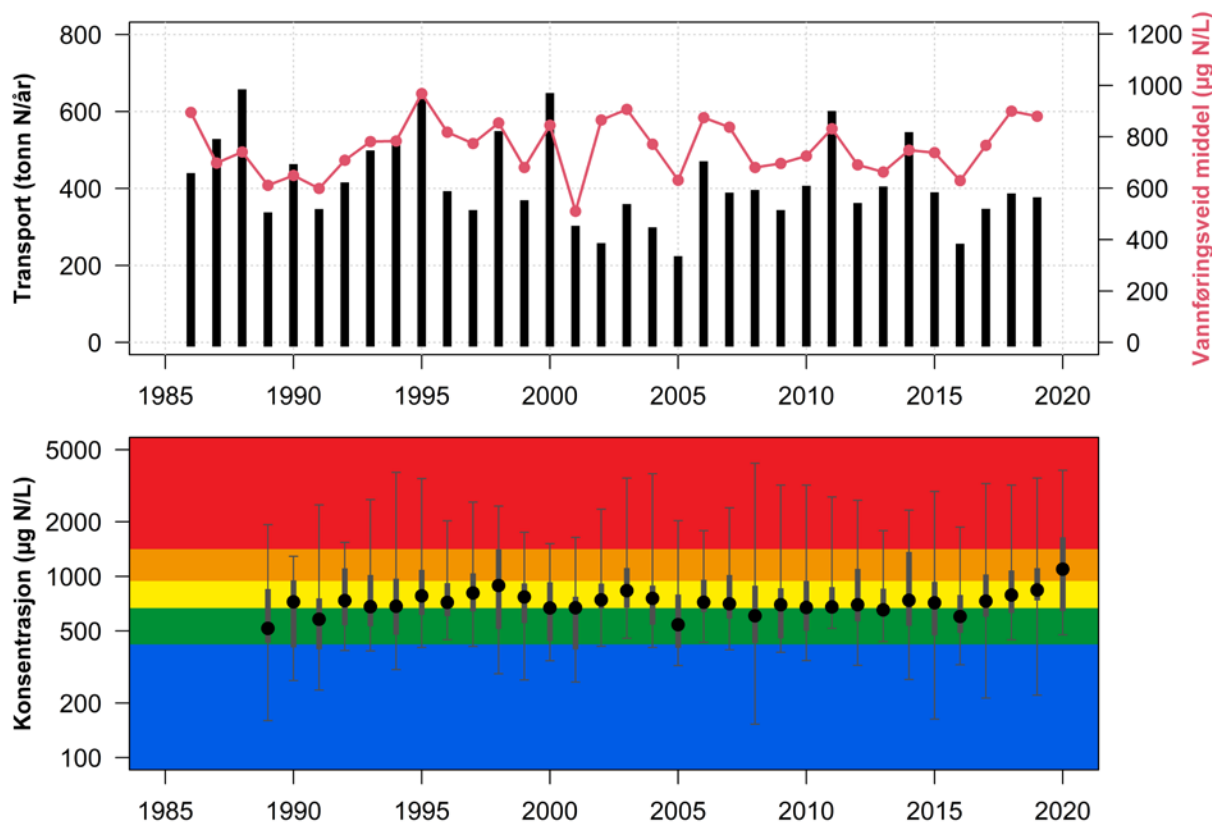
og konsentrasjon av totalfosfor var relativt stabile frem til starten av 2000-tallet, med unntak av flomåret 1995 (figur 1A). Perioden fra 2000-2009 hadde også stabilt lave fosfortransporter (i gjennomsnitt 6,5 tonn per år). Det siste tiåret har fosfortransporten variert vesentlig mer fra år til år. I perioden 2010-2019 var gjennomsnittlig årlig fosfortransport 20,6 tonn – en betydelig økning fra tiåret før. Dette skyldes i hovedsak den høye transporten i flom-årene 2011, 2013 og 2014. I perioden 2010-2019 sto Gausa i snitt for 12 % av den totale fosfortransporten fra de seks største tilløpselvene (median for 2010-2019). De tre foregående tiårene har denne andelen ligget mellom 7 og 10 %.

For totalnitrogen er det ingen entydig trend i verken transport eller konsentrasjon gjennom perioden (figur 2A og 2B). Gjennomsnittlig årlig nitrogentransport var allikevel noe høyere på 80- og 90-tallet (hhv. 480 og 440 tonn per år) enn på 2000-tallet (358 tonn per år) og perioden 2010-2019 (397 tonn per år). Data fra de siste fem årene indikerer muligens en økende trend for nitrogenkonsentrasjon (figur 2B). Om vi summerer

nitrogentilførselen fra de seks største tilløpselvene til Mjøsa bidrar Gausa med omkring 10 % av totalen (median for perioden 2010-2019). Sannsynligvis bidrar ikke nitrogenet til eutrofiering av Mjøsa, ettersom vekst av planteplanktonet i Mjøsa antas å være begrenset av fosfor. Høye nitrogenkonsentrasjoner er allikevel et tydelig tegn på forurensing, og det er ønskelig å redusere nitrogentilførselene, ettersom nitrogen fra Mjøsa til slutt ender opp i Oslofjorden via Glomma. I kyst- og havområdene kan nitrogen potensielt få større negative effekter enn i Mjøsa. Det kan heller ikke utelukkes at nitrogen påvirker økologien i elvene og i Mjøsa med mulige effekter på f.eks. artssammensetning.

*Gausas nedbørfelt er 941 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 6 % av totalarealet, beite og overflatedyrka areal 2 %, skog, åpen fastmark og myr 87 %, vannflater 3 % og samferdsel og bebyggelse 1 %. Det er ca. 1475 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet.*





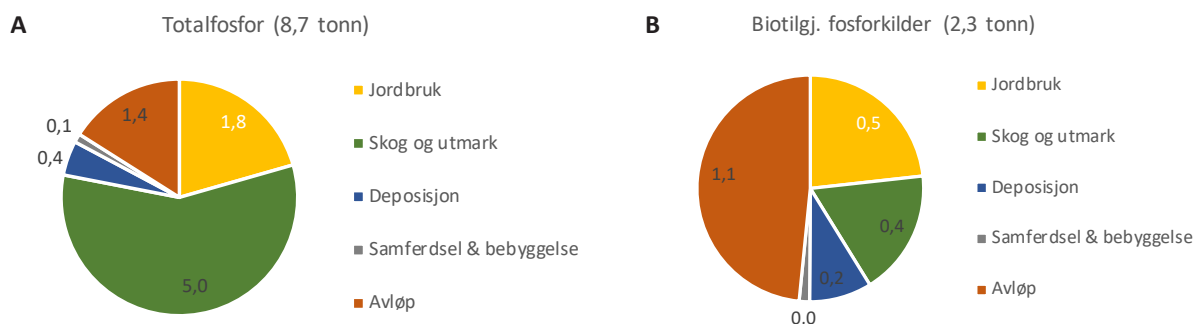
**Figur 2. A Øverst:** Estimert årlig transport av totalnitrogen (tonn N/år) via Gausa til Mjøsa. Rød linje viser volumveid middelkonsentrasjon av totalnitrogen ( $\mu\text{g/l}$ ) ved utløpet. **B Nederst:** Punktene viser årlig mediankonsentrasjon av totalnitrogen (basert på 24 vannprøver per år) for perioden 1989-2020. 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.

### KILDER TIL FOSFOR

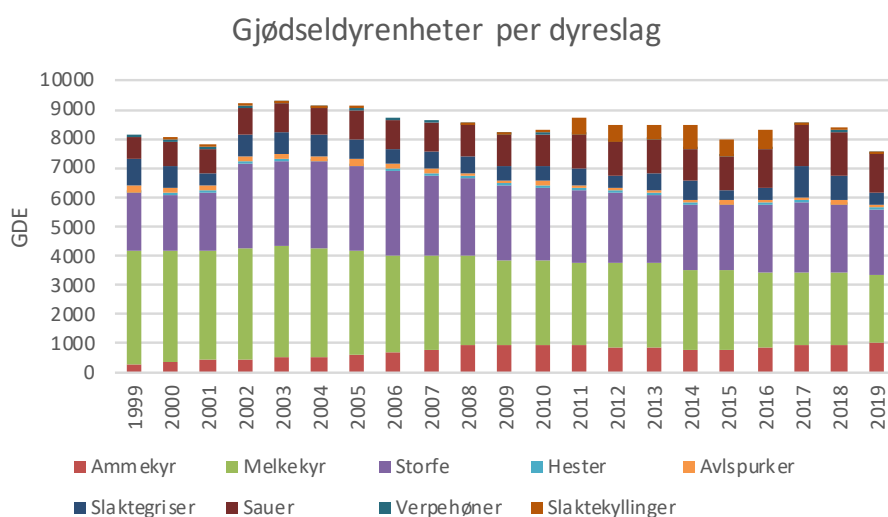
Ifølge et kilderegnskap fra 2016 (figur 3A) tilføres Gausa på om lag 8,7 tonn totalfosfor i et gjennomsnittsår. Arealavrenning fra jordbruket er den største (1,8 tonn/år) av de menneskede kildene til totalfosfor i elva. Samlet tilførsel for spredt avløp er også en viktig kilde med 1,4 tonn totalfosfor. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 2,3 tonn og det er avløp som bidrar med den største delen av det biotilgjengelige fosfor (figur 3B). Av de ca. 1475 husstander med spredt avløp i nedbørfeltet har ca. 1291 (88 %) i 2020 en avløpsløsning som ikke tilfreds-

stiller kravet om 90 % rensing av fosfor. De høye tallene for *E. coli* som påvises i elva kan delvis tilskrives avløp.

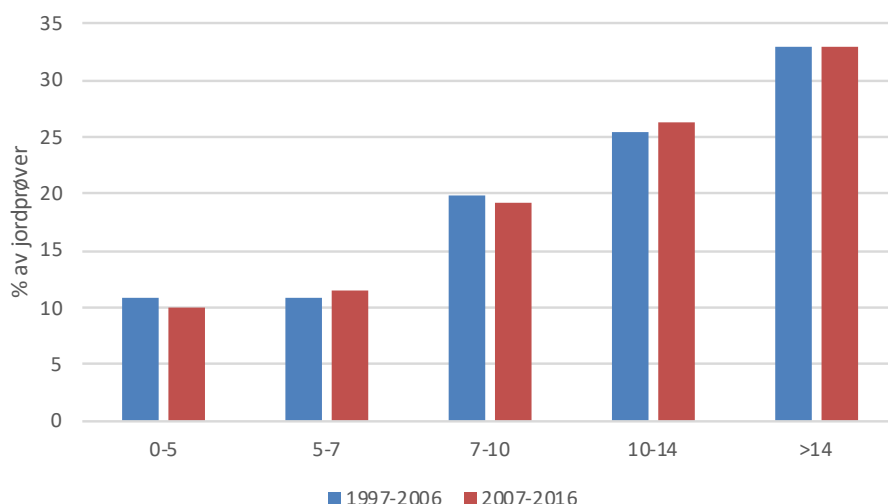
Skog og utmark utgjør det meste av arealet i nedbørfeltet og bidrar derfor med mye totalfosfor (5,0 tonn/år), selv om avrenningen av fosfor per arealenhet er liten. Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet, og skogen bidrar derfor med forholdsvis lite biotilgjengelig fosfor i det totale kilderegnskapet (figur 3A).



**Figur 3.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) (tonn) i nedbørfeltet til Gausa basert på tidligere beregninger<sup>3</sup>.



**Figur 4.** Trend i antall gjødseldyrenheter (en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 1999-2019 på gårdsbruk i nedbørfeltet til Gausa fordelt på dyreslag (Kilde: Statistisk sentralbyrå).



**Figur 5.** Fordeling av fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (1997-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet til Gausa (Jord-databanken, NIBIO).

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Jordbruket i Gausas nedbørfelt er dominert av grasdyrking og husdyrproduksjon. Fosforstatus i dyrka mark er høy. Over de siste 20 årene har det vært noe variasjon i husdyrtetthet, men ingen entydig endring.

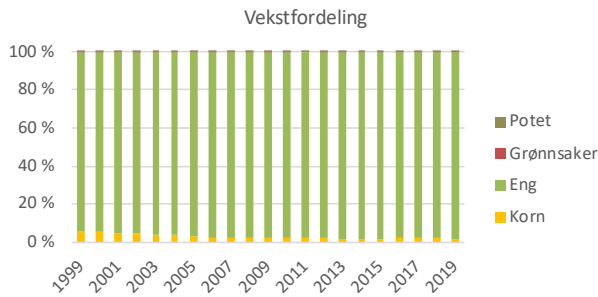
### Husdyrgjødsel

Samlet husdyrtall (beregnet som gjødseldyrenheter, GDE) i nedbørfeltet til Gausa har ikke vist noen entydig endring i perioden fra 1999 til 2019 (figur 4). I 2002 var det en kraftig økning i antall storfe, som avtok frem mot 2014. Regnet i fosformengde svarer antall GDE i 2019 til 106 tonn fosfor tilgjengelig i husdyrgjødsel og den totale mengde husdyrgjødsel svarer til 1,3 kg fosfor/dekar jordbruksareal årlig, beregnet ut fra antall dyr som er hjemmehørende på eiendommene i nedbørfeltet. Til sammenligning tilsvarer kravet om spredeareal i forskrift om organisk gjødsel en tillatt spredning av 3,5 kg fosfor/dekar. Avrenning av husdyrgjødsel kan også ha bidratt til *E.coli* i elva.

Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel i nedbørfeltet til Gausa.

### Fosforstatus i jord

Fosfortallet i jorda har betydning for avrenningen av fosfor fordi partikler som eroderes inneholder mer fosfor og fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når innholdet øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Ved fosfortall over 14 mg P-AL/100 g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor. Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet er i gjennomsnitt høy, om lag 13,5 mg P-AL/100 g ifølge jordprøveresultatene (figur 5). For en tredjedel av jordprøvene fra perioden 2007-2016 fra jordbruksarealer i Gausas nedbørfelt er fosfortallet over 14 mg P-AL/100 g. Gjennomsnittlig fosfortall har økt med 4 % de siste 20 årene. Husdyrtettheten og dermed husdyrgjødselmengden over tid har betydning for hvor mye fosfor som er lagret i jorda.



**Figur 6.** Trend i vekstfordeling på jordbruksareal på gårdsbruk i nedbørfeltet til Gausa for perioden 1999-2019 (Kilde: Statistisk sentralbyrå).

### Vekstfordeling

I Gausas nedbørfelt dyrkes det i hovedsak gras (figur 6). De siste 20 årene har kornarealet blitt redusert fra 5 til 2 %, noe som kan bidra til redusert erosjon, og dermed redusert avrenning av fosfor men arealet er lite og betydningen tilsvarende lav. Det er ubetydelige arealer med grønnsaker og potet i nedbørfeltet til Gausa.

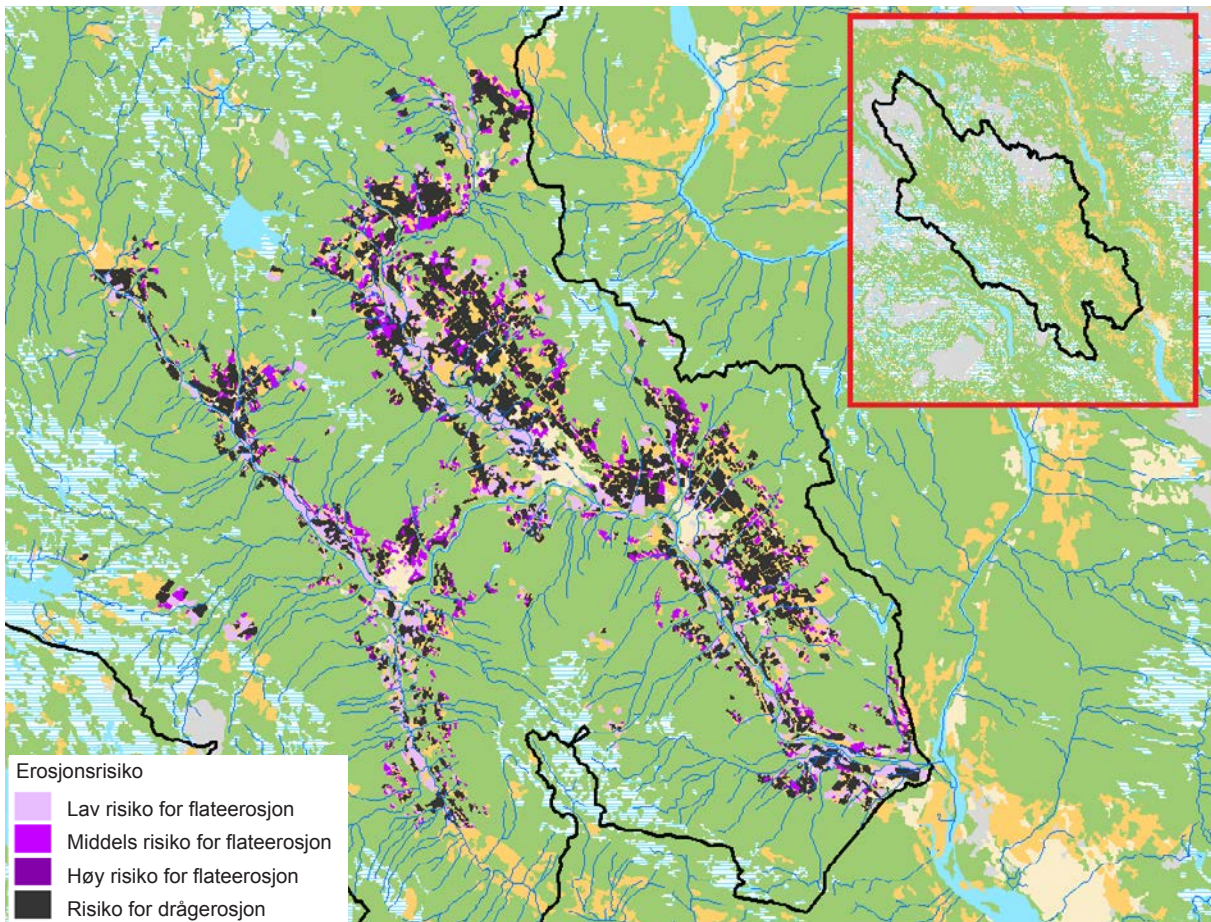
### PROBLEMMOMRÅDER I JORDBRUKET

En forutsetning for effekt av vannmiljøtiltak er at tiltakene målrettes mot aktuelle kilder og risikofakto-

rer på hvert gårdsbruk. For jordbruksarealer betyr høy erosjonsrisiko i kombinasjon med høye fosfortall i jorda at det er særlig høy risiko for fosforavrenning. Elva kan imidlertid også få betydelig tilførsel av fosfor fra arealer med lavere erosjonsrisiko dersom det i sum er mye jordbruksareal som bidrar.

### Erosjon

Fosfortap som følge av erosjon fra jordbruksarealene i Gausas nedbørfelt skjer ved flateerosjon (1,1 tonn fosfor) og erosjon i vannførende dråg (0,4 tonn fosfor). Deler av jordbruksarealet er jordsmonnscartlagt, og har derfor også tall for erosjonsrisiko (figur 7). Jordsmonnet preges av sand og silt, med varierende motstandskraft mot erosjon. På de flattere elveslette-ene er det lav risiko for flateerosjon<sup>4</sup>, mens det i de brattere skråningene er middels til høy risiko for flateerosjon. Store deler av arealet har også risiko for drågerosjon, både i bratt og mindre bratt terreng. Det er imidlertid gras på mesteparten (ca. 95 %) av jordbruksarealet og gras beskytter godt mot erosjon. Erosjon på jordbruksareal bidrar dermed per areal-enhet lite med partikkelbundet fosfor til Mjøsa.



**Figur 7.** Kart over nedbørfeltet til Gausa. Erosjonsrisikokart for jordsmonnscartlagt jordbruksareal, som gjelder når alt er høstpløyd (kilden: nibio.no, NIBIO).

**Tabell 2.** Antall gjødseldyrenheter (GDE) og GDE per dekar totalt jordbruksareal i nedbørfeltene til utvalgte vannforekomster.

| Delnedbørfelt   | GDE  | GDE per daa totalt jordbruksareal |
|---|------|-----------------------------------|
| Augga   | 678  | 0,08                              |
| Bennsjøen-Benna-Dørja                                   | 335  | 0,13                              |
| Gausa   | 2291 | 0,09                              |
| Jøra bekkefelt Svatum                                   | 669  | 0,07                              |
| Jøra fra Brenna til samløp Augga                        | 1303 | 0,11                              |
| Ongsjøen-Ongsjoa-Fagerlivatnet-Børka-Espedalselva-Gryta | 182  | 0,04                              |
| Sjøsætervatnet, Raudsjøen                               | 192  | 0,04                              |
| Vesleelva   | 2569 | 0,11                              |

### Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av løst fosfat ved avrenning rett etter spredning, ved lekkasje fra gjødsellager, og som følge av høye fosfortall i jorda. Husdyrtettheten er høyest i vannforekomstene Bennsjøen-Benna-Dørja, Jøra fra Brenna til samløp Augga og Vesleelva (tabell 2). Spreddearealkravet er til sammenligning maksimalt 0,25 GDE/dekar.

### ANDRE KILDER TIL NÆRINGSSTOFFER

Bekke- og elveerosjon kan forekomme i nedbørfeltet til Gausa, men omfanget er ikke kjent. Andre arealer kan i flomsituasjoner bli oversvømt. Både erosjon i skrenter mot elva og oversvømmelser kan gi tilførsel av næringsstoffer til elva. I skogsdriften er det ikke kjennskap til hendelser som kan ha ført til redusert vannkvalitet, men generelt vil hogst føre til økte konsentrasjoner av nitrogen på grunn av mineralisering av organisk stoff og manglende vegetasjon til å ta opp næringsstoffer.

### AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

En stor utfordring for vannkvaliteten i Gausavassdraget er utslipp fra spredt avløp. Opprydding i avløpsanleggene bør derfor prioriteres. I tillegg er det mye fosfor i jordbruksjorda og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealer med høy fosforstatus er et viktig tiltak for å bedre vannkvaliteten i elva, og redusere tilførsler til Mjøsa.

#### Spredt avløp

Det er ca. 1475 husstander med spredt avløp i nedbørfeltet og herav har ca. 1291 (88 %) i 2020 en avløpsløsning som ikke tilfredsstillende kravet i forurensningsforskriften om 90 % rensing av fosfor. En opprydding i spredt avløp vil potensielt kunne redusere tilførslene til Gausa med ca 1,2 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.

#### Jordbruksarealer

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2016 og viser effekten av tiltakene gjennomført hver for seg<sup>4,5</sup> (tabell 3).

**Tabell 3.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter<sup>3</sup>.

| Tiltak i nedbørfeltet til Gausa                                     | Reduksjon i fosfortilførsler*<br>kg fosfor/år |
|---|---|
| Opprydding i spredt avløp   | 1200  |
| Reduksjon i jordas fosfortall (effekt på løst fosfat ikke estimert) | >250  |
| Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel                             | Ikke estimert                                 |
| Reduksjon i jordbrukets punktkilder                                 | Ikke estimert                                 |

\*Tiltakseffekter for jordbruksarealer er beregnet for 2016 med Agricat2-modellen<sup>3</sup>



*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. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal i Gausas nedbørfelt til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 250 kg fosfor reduksjon<sup>4</sup> i tap av partikkelbundet fosfor og vil i tillegg gi reduksjon i tap av løst fosfat. 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 (0,09 GDE/dekar) tilsier at det er tilstrekkelig areal i området i forhold til spredearealkravet (maks. 0,25 GDE/dekar). Om husdyrgjødsel prioriteres på 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 fôringsplass 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

<sup>1</sup> Lyche Solheim m.fl. 2018. NIVA-rapport 7273.

<sup>2</sup> Kile, M.R. 2016. NIVA notat 0381

<sup>3</sup> Kværnø m.fl. 2019. NIBIO-rapport 5/173

<sup>4</sup> Kværnø m.fl. 2020. NIBIOpop 6/38

<sup>5</sup> Veileder for miljø- og klimatiltak i landbruket: [www.nibio.no/tiltak](http://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).