



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – Kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor i ti nedbørfelt

NIBIO RAPPORT | VOL.9 | NR.16 | 2023



Dominika Krzeminska, Sigrun Kværnø, Stein Turtumøygard, Marianne Bechmann  
NIBIO Divisjon for miljø og naturressurser

## TITTEL/TITLE

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – Kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor i ti nedbørfelt

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Krzeminska, Dominika; Kværnø, Sigrun; Turtumøygard, Stein; Bechmann, Marianne

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
14.02.2023	9/16/2023	Åpen	52942	22/00581
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03227-4	2464-1162	110	10	

## OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

VO Horten-Larvik og VO Aulivassdraget

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Miguel A. Segarra Valls

## STIKKORD/KEYWORDS:

Vannkvalitet, fosforavrenning, husdyrgjødsel, privat avløp

Water quality, phosphorus, runoff, waste water

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannkvalitet, næringsstoffavrenning

Water quality, nutrient loss

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Formålet med denne rapporten er å gi en metodebeskrivelse med oppsummering av resultater for ti faktaark (vedlegg til denne rapporten), ett for hver av nedbørfeltene: (1) Borrevannet, (2) 'Storelva, Dalselva og Undrumsdal', (3) Merkedamselva, (4) Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen, (5) Færder, (6) Akersvannet, (7) Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken, (8) Istrevassdraget - Ula, (9) Vikfjord og (10) Brunlanes. Tilførsler av totalfosfor til elvene er dominert av arealavrenning fra jordbruksarealer og utslipp fra avløp. Tiltak som vil ha umiddelbar effekt på tilførslene omfatter blant annet oppgradering av private avløpsanlegg, overvintring i stubb på jordbruksarealer, grasdekte vannveier og kantsoner, og etablering av fangdammer. På lengre sikt er redusert gjødsling med fosfor også et viktig tiltak.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## FYLKE/COUNTY:

Vestfold

## GODKJENT /APPROVED



JANNES STOLTE

## PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



DOMINIKA KRZEMINSKA



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Prosjektet er gjennomført og rapporten og faktaarkene skrevet på oppdrag fra Vannområdene Aulivassdraget og Horten-Larvik ved Miguel Angel Segarra Valls. Vannområdene Aulivassdraget og Horten-Larvik har fått tildelt midler fra Miljødirektoratet til å utarbeide en rapport som beskriver eutrofieringssituasjon og utvikling i disse to vannområdene. I henhold til tildelingen, skal rapporten også bidra til målrettet arbeid for å redusere eutrofiproblemene i vannområdene.

Fra NIBIO har Sigrun Kværnø gjort beregning av tilførsler fra jordbruket, kildefordeling og tiltakseffekter. Stein Turtumøygard har gjort beregning av tilførsler fra avløp på grunnlag av data levert fra kommunene i vannområdet, samt innhentet grunnlagsdata for trender i jordbruket fra Landbruksdirektoratets registerdata. Marianne Bechmann har gjort oppsummering av trender i jordbruket. Dominika Krzeminska har vært prosjektleder i NIBIO og har hatt ansvar for tema om vannkvalitet og næringsstoffkonsentrasjoner i bekker/elver på grunnlag av data levert fra vannområdene.

Rapporten og faktaarkene er skrevet med bidrag fra alle medforfattere.

Ås, 14.02.23

Dominika Krzeminska

# Innhold

1	Innledning og bakgrunn.....	5
2	Metode .....	6
2.1	Ti nedbørfelt i Vestfold fylke .....	6
2.2	Økologisk tilstand og vannkvalitet.....	7
2.2.1	Datasett.....	7
2.3	Klassifisering av økologisk tilstand.....	7
2.3.1	Økologisk tilstand i innsjøer .....	7
2.3.2	Økologisk tilstand i elver og bekker .....	8
2.4	Kilder til fosfortilførsler i nedbørfeltene.....	9
2.4.1	Jord- og fosfortap fra jordbruksareal .....	9
2.4.2	Tilførsler av fosfor fra privat og kommunalt avløp.....	10
2.4.3	Tilførsler av fosfor fra andre kilder/arealer.....	11
2.5	Jordbruksdrift .....	11
2.5.1	Trender i vekstfordeling .....	12
2.5.2	Trender i gjødseldyrenheter .....	12
2.5.3	Trender i jordas fosforstatus.....	12
2.5.4	Gjennomførte tiltak i jordbruket.....	12
2.6	Tiltakseffekter.....	13
2.6.1	Avløpstiltak.....	13
2.6.2	Effekter av anbefalte jordbrukstiltak .....	13
3	Resultater .....	15
3.1	Vannkvalitet og økologisk tilstand i nedbørfeltene.....	15
3.1.1	Næringsstoffkonsentrasjoner og økologisk tilstand i innsjøer .....	15
3.1.2	Næringsstoffkonsentrasjoner og økologisk tilstand i elver og bekker .....	16
3.2	Kilder til fosfor .....	19
3.2.1	Avløp .....	21
3.2.2	Jordbruk .....	22
3.3	Aktuelle tiltak og effekter på fosfortilførsler .....	23
3.3.1	Avløp .....	24
3.3.2	Jordbruk .....	25
3.3.3	Punktkilder .....	28
3.4	Andre effekter av tiltak.....	28
4	Konklusjon .....	29
	Litteraturreferanser.....	30
	Vedlegg – 10 faktaark.....	31



# 1 Innledning og bakgrunn

Vannområdene Horten-Larvik og Aulivassdraget omfatter kyst- elve- og innsjøvannforekomster og deres nedbørfelter i de nordlige og sørøstlige delene av Vestfold fylke. Dette er områder med mye jordbruksareal og høy befolkningstetthet. Det er utfordringer med dårlig vannkvalitet og eutrofiering i mange av vannforekomstene, som følge av forhøyede næringsstofftilførsler. Tiltak er nødvendig for å bedre tilstanden i vannforekomstene.

Formålet med denne rapporten er å gi en oppsummering med metodebeskrivelse for ti faktaark (vedlegg til denne rapporten), ett for hvert av ti nedbørfelt i Vestfold:

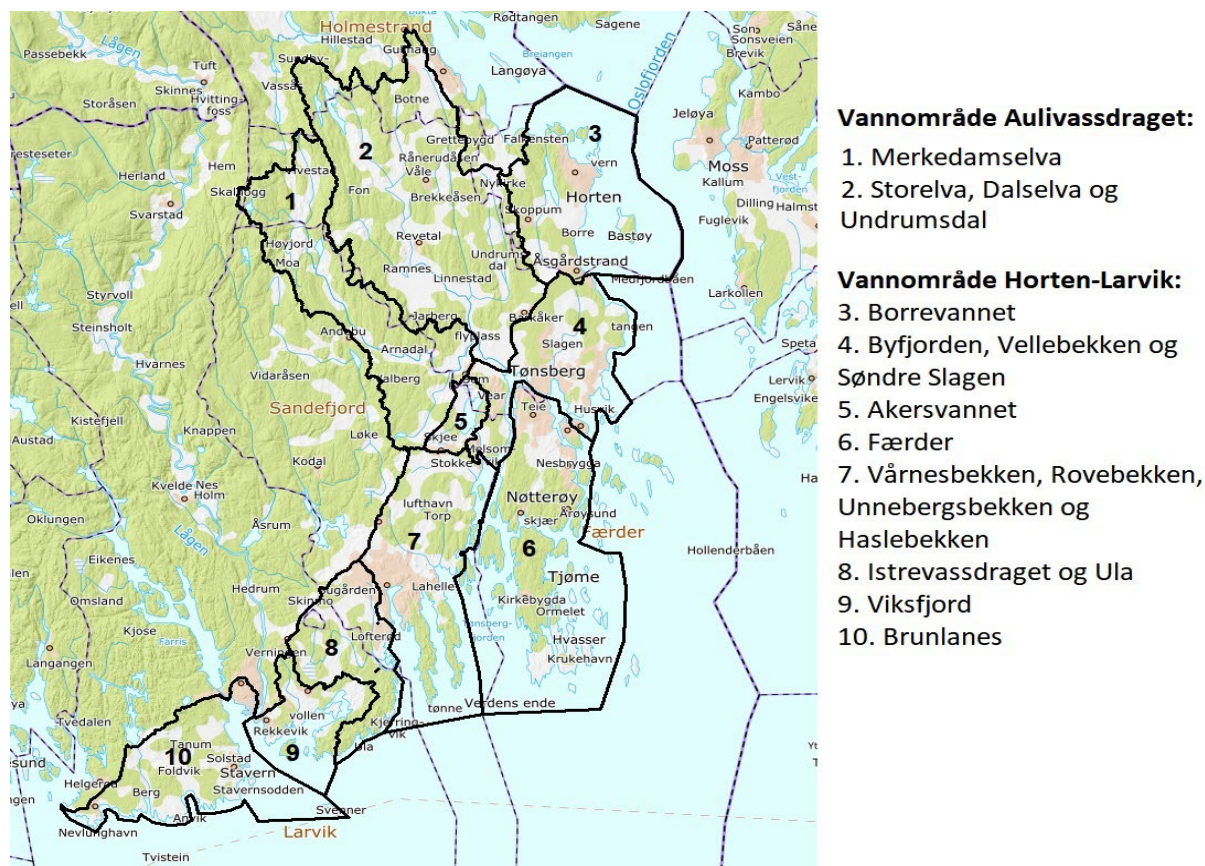
1. Borrevannet
2. 'Storelva, Dalselva og Undrumsdal'
3. Merkedamselva
4. 'Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen'
5. Færder
6. Akersvannet
7. 'Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken'
8. 'Istrevasdraget - Ula'
9. Vikfjord
10. Brunlanes

Formålet med faktaarkene er å oppsummere status for vannkvalitet i utvalgte innsjøer, elver og bekker (tilstand og tilførsler), kilder til fosforavrenning, utvikling i jordbruksdrift og tiltak, og skissere mulige tiltak for å redusere fosforavrenningen til vannforekomstene i de ti nedbørfeltene.

## 2 Metode

### 2.1 Ti nedbørfelt i Vestfold fylke

Det er valgt ut ti nedbørfelt i Vestfold fylke, der de vesentligste tilførslene av næringsstoffer i vassdragene beskrives (figur 2.1). Størrelsen på nedbørfeltene varierer fra 15 til 235 km<sup>2</sup> og andelen jordbruksareal varierer fra 14 til 38 % (tabell 2.1).



Figur 2.1. Kart over de ti nedbørfeltene i Vestfold fylke som er valgt ut for presentasjon i faktaark.

Tabell 2.1. Beskrivelse av de ti utvalgte nedbørfeltene i vannområder Aulivassdraget og Horten-Larvik

Nedbørfelt	Størrelse på nedbørfelt km <sup>2</sup>	Andel jordbruksareal %
Borrevannet	56	26
Storelva, Dalselva og Undrumsdal	235	38
Merkedamselva	129	24
Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	75	24
Færder	93	14
Akersvannet	15	37
Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken	89	32
Istrevassdraget - Ula	60	36
Viksfjord	30	34
Brunlanes	68	29

## 2.2 Økologisk tilstand og vannkvalitet

For hvert nedbørfelt har vi sammenstilt og presentert data for økologisk tilstand for biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer, representert ved ulike eutrofirelevante parametere/indekser. Vi presenterer data både for innsjøer og elver i hvert nedbørfelt. Nedenfor følger informasjon om hvordan vi har sammenstilt og bearbeidet dataene, inkludert klassifisering av økologisk tilstand.

### 2.2.1 Datasett

Arbeidet er basert på data tilgjengeliggjort av vannområdene Aulivassdraget og Horten-Larvik (M. Segarra Valls, pers. medd.), for følgende eutrofirelevante parametere og indekser i utvalgte innsjø- og elvelokaliteter:

#### *Innsjølokaliteter*

- Planteplankton (biologisk kvalitetselement)
  - o Klorofyll *a* (µg/L)
- Næringssalter (fysisk-kjemisk kvalitetselement)
  - o Totalfosfor og totalnitrogen (tot-P og tot-N i µg/L)
  - o Siktedyp (meter)

#### *Elvelokaliteter*

- Bunndyr (biologisk kvalitetselement)
  - o Bunndyr-eutrofieringsindeks (ASPT)
- Påvekstalger (biologisk kvalitetselement)
  - o Eutrofieringsindeks for påvekstalger (PIT)
- Næringssalter (fysisk-kjemisk kvalitetselement)
  - o Totalfosfor og totalnitrogen (tot-P og tot-N i µg/L)
  - o Fosfat (orto-P i µg/L)
  - o Bakterier (E.coli, i antall/100 ml).

## 2.3 Klassifisering av økologisk tilstand

Økologisk tilstand for de parametere som omtales, er klassifisert av vannområdene Aulivassdraget og Horten-Larvik (M. Segarra Valls, pers. medd.), i henhold til metoder beskrevet i avsnittene under.

### 2.3.1 Økologisk tilstand i innsjøer

Økologisk tilstand for ulike eutrofirelevante parametere i innsjøene ble vurdert basert på gjennomsnittverdier for seks siste årene (2016-2021), eller fra alle tilgjengelige prøver i tilfeller med begrensede data (Korrsjø og Ilestadvannet). Vannprøvene er i hovedsak tatt ut fra mai – oktober. Antall prøver i året varierte fra 2 til 6 prøver.

Totalfosfor, totalnitrogen, siktedyp og klorofyll *a* ble klassifisert i henhold til typespesifikke grenseverdier gitt i Klassifiseringsveilederen (Direktoratgruppa 2018).

### **Noen nøkkelbegreper knyttet til overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i elver, bekker og innsjøer**

**Vannforekomst:** en avgrenset og betydelig mengde overflatevann, inndelt etter nedbørfelt og med ensartet vanntype, miljøtilstand og miljømål.

**Vanntype:** klassifisering av vannforekomstenes karakteristika, så som geografiske forhold (økoregion og klimasone), fysisk-kjemiske forhold (kalkinnhold, humusinnhold, turbiditet) og størrelse/dyp.

**Miljøtilstand:** et mål på hvordan det står til i vannet, gjennom klassifisering av vannforekomstenes økologiske tilstand (tilstanden for dyr og planter/alger og deres leveområder) og kjemiske tilstand (nivå av utvalgte miljøgifter) i hhv. fem (svært god til svært dårlig) og to (god eller ikke god) tilstandsklasser. Svært god tilstand tilsvarer referansetilstand/ naturtilstand, dvs. tilstanden som forventes der det er liten eller ingen menneskelig påvirkning på vannforekomsten.

**Miljømål:** det målet forvaltningen har for miljøtilstand i vannforekomstene, som etter vannforskriften er *minst* god tilstand (med unntak i spesielle tilfeller). Dessuten skal alle vannforekomster beskyttes mot videre forringelse.

**Kvalitetslementer:** faglig anerkjente kjemiske, fysiske, hydromorfologiske og biologiske elementer som gir grunnlag for å klassifisere miljøtilstanden. Eksempler er planteplankton, påvekstalger, bunndyr, fisk og næringssalter.

**Parametre:** til alle kvalitetslementer er det definert måleparametere/indekser med tilhørende grenseverdier mellom hver tilstandsklasse, som er egnet til å måle responsen på en gitt påvirkning (f.eks. eutrofiering, forsuring, hydromorfologiske endringer). Eksempler på parametre og indekser er klorofyll a, artssammensetning av ulike vannlevende organismer, siktedyp og konsentrasjoner av ulike næringssalter.

**Vannlokaltet:** prøvetakingsstasjon i vannforekomst, der parametre tilknyttet aktuelle kvalitetslementer måles/prøvetas.

(Kilder: Vannforskriftens vedlegg V; [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no))

	<b>Parameter (indeks)</b>	<b>Påvirkning</b>	<b>Vannkategori</b>
<b>Biologiske kvalitetslementer</b>			
Planteplankton	Klorofyll a (µg/l)	Eutrofiering	Innsjø
Påvekstalger	Artssammensetning (PIT*)	Organisk belastning	Elv
Virvelløse dyr	Artssammensetning (ASPT**)	Eutrofiering	Elv

### 2.3.2 Økologisk tilstand i elver og bekker

Tilstanden for totalfosfor, løst fosfat og totalnitrogen ble vurdert basert på gjennomsnittverdier fra de fem eller seks siste årene (2016/2017-2021), eller fra alle tilgjengelige prøver i tilfeller med begrensede data. Vannprøvene er i hovedsak tatt ut fra mai – oktober. Antall prøver varierer fra 2 til 8 prøver per år. Ettersom det er tatt relativt få prøver per år, og prøver ikke alltid dekker flomepisoder, er det sannsynlig at tilstanden for næringsstoffer er dårligere enn gjennomsnittsverdiene viser.

Økologisk tilstand for bunndyr (ASP) og påvekstalger (PIT) ble vurdert basert på tilgjengelige data. I de fleste tilfeller er den siste prøven tatt i løpet av de siste fem til seks år.

Totalfosfor ble klassifisert i henhold til Klassifiseringsveilederen (Direktoratgruppa 2018) for vassdrag med mindre enn 20 % dekningsgrad av marine leiravsetninger i nedbørfeltet. For vassdrag med mer enn 20 % leirdekning, såkalte leirpåvirka vassdrag eller «leirvassdrag», er det i Vestfold gjort særtilpasninger av klassegrensene (Segarra Valls, 2018). Det har sin bakgrunn i at grensene som er satt i Klassifiseringsveilederen oppfattes som for romslige, og medfører at mange av de tydelig jordbruks- og avløpspåvirkede vassdragene havner i god tilstandsklasse. Det antas at gjennomsnittsverdiene for totalfosfor fra overvåkingen er for lave i forhold til reell fosforkonsentrasjon

i bekkene. Det er derfor foreslått strengere klassegrenser, som er vist i tabell 2.2. Disse er brukt som grunnlag i denne rapporten.

**Tabell 2.2. Tilpassede grenseverdier for totalfosfor i leirvassdrag (M. Segarra Valls, pers.medd.).**

Klassegrenser	Tilpasset grenseverdier
Grense God/Moderat	$0,009286 x^2 + 0,02714 x + 25$
Grense Moderat/Dårlig	$0,01393 x^2 + 0,04071 x + 37,5$
Grense Dårlig/Svært dårlig	$0,020089 x^2 + 0,06107 x + 56,25$

$x = \% \text{ leirdekning i nedbørfeltet}$

Fosfat, totalnitrogen, bunndyr og påvekstalger ble klassifisert i henhold til typespesifikke grenseverdier gitt i Klassifiseringsveilederen (Direktoratgruppa 2018).

Konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i faktaarkene er plottet slik at variasjonen i konsentrasjoner i enkeltår kommer frem. Plottene viser årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon, sammen med klassegrensene vist med farger i bakgrunnen, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.

## 2.4 Kilder til fosfortilførsler i nedbørfeltene

Kildefordelingen for tilførsler av fosfor er basert på tilgjengelig informasjon om kildene og modellberegninger der tilgjengelige data inngår. De beregnede tilførslene inkluderer ikke retensjonsprosesser i innsjøer, bekker og elver (sedimentasjon av partikler og partikkelbundet fosfor, utfelling av løst fosfat og opptak av løst fosfat i alger og cyanobakterier).

### 2.4.1 Jord- og fosfortap fra jordbruksareal

Tap av jordpartikler og partikkelbundet fosfor fra jordbruksarealene er hentet fra (Krzeminska m.fl. 2019), og representerer driften som var på arealene i året 2017. Det er modellen Agricat 2 (Kværnø m.fl. 2014a) som er brukt i disse beregningene. Dette er en enkel, empirisk modell som beregner jordtapet med utgangspunkt i kart over erosjonsrisiko ved høstpløying, modifisert gjennom empiriske formler («jordarbeidings-faktorer») for å representere effekten av aktuell drift (vekst og jordarbeiding). Jordtapet modifiseres videre ved retensjon i en eventuell grasdekt kantsone, og deretter ved retensjon i en eventuell fangdam. Modellen tar hensyn til samspillseffekter mellom ulike tiltak. Jordarbeidingsfaktorene og retensjonsprosentene beregnes utfra empiriske formler basert på målinger i norske feltforsøk. Tap av partikkelbundet fosfor beregnes basert på jordtapet og fosforinnhold på jordpartiklene. Fosforinnholdet beregnes vha. empiriske formler basert på fosforstatus i jord (P-AL) og jordart, og tar hensyn til at fosforinnholdet er høyere på de minste jordpartiklene.

Verken erosjonsrisikokart eller jordarbeidingsfaktorer tar hensyn til andre erosjonsformer enn flateerosjon, f.eks. erosjon i søkk/forsenkninger, såkalt drågerosjon. Jord- og fosfortap fra Agricat 2 er dermed økt i henhold til en antakelse om at drågerosjon utgjør 30 % av totalt jord- og fosfortap, og at vekster og jordarbeiding har samme effekt på drågerosjon som på erosjonsprosessene som erosjonsrisikokartet representerer (flateerosjon, rilleerosjon og jordtap gjennom grøftene).

Agricat 2 beregner heller ikke tap av biotilgjengelig fosfor, som består av løst fosfat samt en del av det partikkelbundne fosforet (Øgaard m.fl. 2012). Biotilgjengelig fosfor er derfor basert på fosfortapet fra Agricat 2, korrigert for drågerosjon, videre korrigert med en faktor som sørger for at løst fosfat utgjør 17 % av totalt fosfortap (Brod m.fl. 2017).



Beregningene gjøres for små enheter (polygoner kalt GID) med unike egenskaper, og resultatene summeres deretter for å representere nedbørfeltene.

I tiltaksanalyser kjøres først Agricat2 for to referansesituasjoner: 1) faktisk/aktuell drift for arealene et gitt år, og 2) høstpløying på alt kornareal og på resten av arealet som i punkt 1). Deretter beregner Agricat 2 fosfortap for utvalgte «scenarier», som kan representere f.eks. ulike tiltakspakker.

## 2.4.2 Tilførsler av fosfor fra privat og kommunalt avløp

### 2.4.2.1 Privat avløp

Beregningene for spredt avløp er gjort med avløpsmodellen WebGIS avløp (Turtumøygard og Hensel, 2021), der datagrunnlaget har vært informasjon fra kommunale registre. Fosfortilførsler er beregnet for hvert anlegg på grunnlag av anleggets type, alder, bygningstype og avstand til resipient. Det er anslått en standard belastning (én husstand) per anlegg. I kilderegnskapet er andel biotilgjengelig fosfor for avløp satt til 80 %.

Beregningene bygger på et usikkert datagrunnlag, spesielt når det gjelder anleggstype, anleggsår, belastning og lokale infiltrasjonsforhold. Der data mangler, har vi generelt valgt å være pessimistiske, både når det gjelder anleggstype og anleggsår. Som standard husstandsstørrelse er benyttet 2.1 personekvivalenter, pe. Standard brukstid for hytter er satt til 3 mnd pr år.

### 2.4.2.2 Kommunalt avløp

Utslipp fra kommunalt avløpsnett er beregnet på grunnlag av data om ledningsnett og antall tilknyttede personer, industri, data om anleggsår og renseanlegg mottatt fra kommunene.

P-tilførsel fra kommunalt avløpsnett («P-lekkasje») er beregnet utfra den totale P-tilførselen til ledningsnett (P-tilført) og gjennomsnittlig andel av dette som kan antas å tapes ut i nedbørfeltet ved lekkasje fra ledningsnett (P-lekkasjeandel):

$$P\text{-lekkasje (kg P/år)} = P\text{-tilført (kg P/år)} \times P\text{-lekkasjeandel} \quad \text{Formel 1}$$

P-tilførselen til ledningsnett (P-tilført) beregnes enten utfra antall tilknyttede personer og P-utslipp per person, for hver person er det antatt en gjennomsnittlig tilførsel på 0.66 kg P/år, eller utfra tall for P-tilførsel i renseanlegg (P-RA) og gjennomsnittlig andel lekkasje på vei inn til renseanlegget:

$$P\text{-tilført, husstander (kg P/år)} = \text{antall personer} \times 0,66 \text{ (kg P/pe/år)} \quad \text{Formel 2}$$

$$P\text{-tilført, renseanlegg (kg P/år)} = P\text{-RA (kg P/år)} / (1 - P\text{-lekkasjeandel}) \quad \text{Formel 3}$$

P-lekkasjeandel beregnes utfra prosent av ledningsnett som er bygd før og etter 1970 (hhv. F70 og E70) og lekkasje-koeffisientene for ledningsnett bygd før og etter 1970, jf. punkt 4 i punktlisten over:

$$P\text{-lekkasjeandel (-)} = (3 \times E_{70} + 6 \times F_{70}) / 100 \quad \text{Formel 4}$$

Metoden er relativt forenklet og basert på gjennomsnittstall. Den tar ikke hensyn til avstanden fra boligene til renseanlegget. Dersom ledningsnett fører avløp over grensen til et annet nedbørfelt, øker dermed usikkerheten i beregningene. Slike eksterne tilførsler vil bli transportert relativt langt, og gjennom to nedbørfelt. Man kunne anta at dette ville øke den samlede lekkasjen. På den annen side vil transportert mengde nederst i nettet gradvis bli redusert som følge av lekkasjer høyere oppe. Vi har ikke kunnskapsgrunnlag for å gjøre detaljerte beregninger av dette scenariet. Vi har derfor valgt å tilordne lekkasjene til det nedbørfeltet der avløpet er generert.

Vi har ikke mottatt data om overløp i ledningsnett.

Tabell 2.3 viser elementer brukt i beregninger av fosforlekkasjer fra kommunalt avløp i de ti nedbørfeltene.

Tabell 2.3. Elementer brukt i beregninger av fosforlekkasjer fra kommunalt avløp i vannområder Aulivassdraget og Horten-Larvik.

Vannområde	Nedbørfelt	Ledningsnett			Antall <i>pe</i> tilknyttet kommunalt nett (Industri)**	Herav antall med privat avløp	P-tilført [kg P/år]
		Meter i 2022	% bygget før 1970	% bygget etter 1980*			
Aulivassdraget	Storelva, Dalselva og Undrumsdal	173847	29%	63%	12 650 (2714)	2698	8349
	Merkedamselva	56 416	14%	72%	4745	420	3132
	<b>Totalt</b>	<b>230264</b>	<b>25%</b>	<b>75%</b>	<b>17404</b>	<b>3118</b>	<b>11489</b>
Horten-Larvik	Borre vannet	172 695	15%	75%	25 459	21	16 803
	Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	461 288	14%	72%	46 828 (5031)	510	30 906
	Færder	269 684	24%	65%	29 606 (2316)	-	19 540
	Akersvannet	35396	10%	79%	3020	6	1993
	Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken	280 300	15%	69%	38 900	-	25 674
	Istrevassdraget - Ula	120 343	10%	72%	13 293	-	8773
	Viksfjord	81 173	7%	77%	6073	-	4008
	Brunlanes	200 998	23%	72%	18 678	-	12 327
	<b>Totalt</b>	<b>1621877</b>	<b>16%</b>	<b>71%</b>	<b>174510</b>	<b>537</b>	<b>129024</b>

\* bruk for beregning avløpstiltak - Kommunalt avløp (avsnitt 2.6.1.2)

\*\* herav industri

### 2.4.3 Tilførsler av fosfor fra andre kilder/arealer

Fosfortilførsler fra andre kilder enn jordbruk og avløp er beregnet ved å multiplisere en koeffisient (Kværnø m.fl., 2014b; Bechmann m.fl., 2016) med arealet av den aktuelle arealtypen. Arealet avledes fra arealressurskart AR5. Disse tallene representerer summen av antropogene og naturlige tilførsler. Kildene omfatter:

- «Våtavsetning»: Deposisjon av fosfor fra regnvær og støvavsetninger direkte på vannflater (ARTYPE = 81). Koeffisienten er satt til 16 g TP/daa/år (Bechmann m.fl., 2016). Andel biotilgjengelig P er satt til 50 %.
- «Beite» er avrenning fra beite (ARTYPE = 23). Koeffisienten er satt til 15 g TP/daa/år. Andel biotilgjengelig P er satt til 50 %.
- «Utmark» er avrenning fra skog (ARTYPE = 30) og annen utmark som åpen fastmark/fjell (ARTYPE = 50), og myr (ARTYPE = 60). Koeffisientene er satt lik hhv. 6, 5 og 8 g TP/daa/år. Andel biotilgjengelig P er satt til 10 %.
- «Samferdsel og bebyggelse» omfatter samferdsel (ARTYPE = 12), som er avrenning fra veier, og bebyggelse (ARTYPE = 11), som er diffus avrenning fra bebygde arealer (bebygd areal og tunarealer). Koeffisienten er satt til 7,5 g TP/daa/år. Andel biotilgjengelig P er satt til 33 %.

## 2.5 Jordbruksdrift

Informasjon om jordbruksdrift er hentet fra Landbruksdirektoratet/Statistisk Sentralbyrå, for driftsenheter innenfor hvert nedbørfelt. Det er inkludert tidsserier for årene 2002 til 2021. Det gjøres oppmerksom på at der det er lite areal med dyrka mark (anslagsvis mindre enn noen tusen dekar), kan det bli en del usikkerhet i tallgrunnlaget. Det samme gjelder dersom det er stort omfang av jordleie i nedbørfeltet. Denne problematikken er viktigst i Akersvannet, som har bare ca. 5000 daa

jordbruksareal og i snitt for undersøkte år nesten 60 % areal som er leid ut til driftsenheter utenfor nedbørfeltet, og 12 % innleid areal. Færder har også relativt lite jordbruksareal (12 800 daa) og samtidig betydelig areal innleid fra områder utenfor nedbørfeltet, i snitt 30 %.

### 2.5.1 Trender i vekstfordeling

Data om areal av ulike vekster er hentet fra årlige søknader om produksjonstilskudd hos Landbruksdirektoratet. Disse dataene er ikke stedfestet annet enn på gnr/bnr på driftsenhet som har søkt om tilskudd. Det er ikke tatt hensyn til jordleie ved innhenting av data i alle nedbørfeltene, med to unntak: I nedbørfeltene Akersvannet og Færder er det så mye jordleie og totalt sett lite areal med dyrka mark, at dataene blir for usikre når jordleie ikke tas hensyn til. Her er derfor jordleie inkludert. Dataene danner grunnlag for vekstfordeling i 2020 og utvikling i vekstfordeling over tid. Det er lagt vekt på arealer med grønnsaker, potet, korn og gras.

### 2.5.2 Trender i gjødseldyrenheter

Data er hentet fra årlige søknader om produksjonstilskudd hos Landbruksdirektoratet. Fra 2017 er registerdata oversendt på nytt format, og dette har medført noe større usikkerhet i datakvaliteten for årene 2017-2020. Disse dataene er ikke stedfestet. Det er ikke tatt hensyn til jordleie ved innhenting av data.

Årlige gjødseldyrenheter (GDE) er beregnet ved å multiplisere husdyrtall med standardverdier per dyreslag, som angitt i Lovdata (Forskrift om husdyrgjødsel, FOR-2002-02-11-337).

### 2.5.3 Trender i jordas fosforstatus

Data er hentet fra Jorddatabanken hos NIBIO. Den inneholder analyser av jordas fosforstatus (P-AL) i jordprøver for årene 1990-2016. Jordprøver etter 2016 har ikke vært tilgjengelige i Jorddatabanken. Det er ikke alle arealer som prøvetas hvert år, noe som kan bidra til variasjon mellom år (Svendgård-Stokke m.fl. 2020). Fosforstatus i jordprøver er for et nedbørfelt beregnet som gjennomsnitt for alle jordprøver og alle år. Det er videre beregnet gjennomsnitt for to tidsperioder: 1990-2007 og 2008-2016, noe som kan gi en indikasjon på om jordas fosforstatus har endret seg over tid.

### 2.5.4 Gjennomførte tiltak i jordbruket

Areal av regionale miljøtiltak er hentet fra søknad om regionale miljøtilskudd hos Landbruksdirektoratet. Arealer med tiltaksgjennomføring registrert i Regionale miljøprogram er knyttet til det nedbørfeltet der driftssenteret ligger. Dataene er hentet fra SSBs database for alle årganger og alle nedbørfelt, med to unntak: I Akersvannet og Færder er data for 2013-2020 hentet direkte fra de digitale kartene som foreligger i eStil-RMP, for å øke nøyaktigheten. For Akersvannet var avviket mellom kartfestet areal av stubb og areal av stubb registrert i SSBs database såpass stort (forholdstall mellom dataene i gjennomsnitt 0,61) at stubbarealet i perioden før 2013 er skalert ned ved å multiplisere med 0,61. Tallene for Akersvannet er derfor ganske usikre. For Færder var det stort sett lite avvik mellom kartfestet stubbareal og stubbareal fra SSB, så her ble ingen korreksjoner gjort.

For grasdekte kantsoner er det gjort en tilleggsberegning av hvor stor andel lengden av de grasdekte kantsonene utgjør av «potensialet» i det enkelte nedbørfeltet. Potensialet er satt til 1,7 ganger total lengde av elv, pluss innsjømkrets, som grenser til jordbruksareal innenfor mindre enn 20 m avstand. Disse tallene er framkommet gjennom analyser i ArcGIS, basert på arealressurskart og kart over elvenett fra NVE. Det er ikke tatt hensyn til at det kanskje dyrkes gras (grasdekt kantsoner dermed ikke relevant som tiltak) på noe av jordbruksarealet langs vassdrag, da informasjon om grasareal ikke er kartfestet. Faktoren 1,7 er skjønnsmessig satt i samråd med vannområdeleder, og begrunnet i at det mange steder vil være mulig med grasdekte kantsoner på begge sider av elva, men ikke overalt.

## 2.6 Tiltakseffekter

### 2.6.1 Avløpstiltak

#### 2.6.1.1 Privat avløp

En oppgradering av private avløpsløsninger kan skje dels ved å oppgradere dårlige anlegg, dels gjennom å knytte disse husstandene til offentlig avløpsnett. Vi har valgt å beregne et scenario der alle private avløpsanlegg er oppgradert til en anleggstype som tilfredsstillende 90 %-kravet. Slamavskillere uten annen rensing utgjør den største andelen ikke-godkjente anlegg i vannområdet. I perioden 2016 til 2021 ble antall personer tilknyttet slike anlegg redusert med 16 % i hele Vestfold. Sanering av dagens slamavskillere vil ta ca. 35 år, basert på saneringstempoet de siste seks årene.

#### 2.6.1.2 Kommunalt avløp

Lekkasje fra det kommunale ledningsnettet er estimert på bakgrunn av tall fra en utredning for Tunevannet i 2016, der en valgte å benytte 0-2 % lekkasjer for ledningsnett bygget etter 1980 (Bechmann m.fl. 2016). Vi har valgt et scenario for Vestfold der man klarer å redusere lekkasjene i spillvannnettet til 1 %. Til sammenligning viser tabell 2.4 den faktiske fornyelsestakten i kommunene som nedbørfeltene ligger i (Kostra, tabellnr. 13144). I tillegg har Tønsberg og Færder kommuner et mål om å separere 1% av avløpsledningene i året i perioden 2022-2033 (Tønsberg hovedplan VA 2022-2033 og Færder hovedplan VA 2022-2033).

**Tabell 2.4. Andel fornyet kommunalt spillvannnett, gjennomsnitt for perioden 2019-2021 (Kilde: KOSTRA tabellnr. 13144)**

Kommune	Faktisk fornyelsestakten i kommunene gjennomsnitt for perioden 2019-2021 [%]
3801 Horten	1,09 %
3802 Holmestrand	0,10 %
3803 Tønsberg	0,68 %
3804 Sandefjord	0,62 %
3805 Larvik	0,88 %
3811 Færder	1,32 %

Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnettet på 1 % hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnettet basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera. Effekten av disse tiltakene er beheftet med stor usikkerhet.

### 2.6.2 Effekter av anbefalte jordbrukstiltak

Effekter av jordbrukstiltak på jord- og fosfortap er hentet fra Krzeminska m.fl. (2019) eller beregnet utfra disse tallene. Følgende tiltak er inkludert:

- Ingen jordarbeiding om høsten (overvintring i stubb) på kornareal i erosjonsrisikoklasse 3-4, erosjonsrisikoklasse 2-4, og alt kornareal;
- Grasdekte kantsoner på alt areal som er indentifisert som tilførende areal til bekker, elver og innsjøer, og som ikke er grasareal;
- Grasdekte vannveier i dråg;
- Redusert fosforstatus i jord, til P-AL = 10 og P-AL = 7 på alt areal der disse verdiene overskrides
- Kombinasjon av tiltakene over

Utgangspunktet og sammenlikningsgrunnlaget for scenariene er arealfordeling av vekster og tiltaksgjennomføring slik den var i 2017. Det vil si at tiltakseffekten som rapporteres her være mindre enn hva den ville vært dersom ingen tiltak var gjennomført i 2017.

Det er lagt til grunn at grasdekt vannvei eliminerer jord- og fosfortap fra drågerosjon (30 % av totalt jord- og fosfortap) helt. Tiltaket reduksjon i jordas fosforstatus er inkludert i beregning av både partikkelbundet fosfor og løst fosfat.



## 3 Resultater

### 3.1 Vannkvalitet og økologisk tilstand i nedbørfeltene

#### 3.1.1 Næringsstoffkonsentrasjoner og økologisk tilstand i innsjøer

Blant de åtte innsjøene med gode data på klorofyll *a*, er det tre innsjøer med svært god og én innsjø med god tilstand for denne parameteren. Tilstanden for klorofyll *a* er moderat i én innsjø, dårlig i én og svært dårlig i to.

Når det gjelder siktedyp, er tilstanden svært dårlig i tre innsjøer, mens resten av innsjøene har alt fra svært god til dårlig tilstand.

Blant de åtte innsjøene med data for totalfosfor, er det fire som har god eller svært god tilstand, én som har moderat tilstand og tre som har svært dårlig tilstand (tabell 3.1).

Konsentrasjonene av totalnitrogen viser moderat og god tilstand i de fleste innsjøene. Ingen av innsjøene har svært dårlig tilstand for totalnitrogen, og bare én innsjø har dårlig tilstand for totalnitrogen (tabell 3.1).

**Tabell 3.1. Samlet oversikt over økologisk tilstand i innsjøer med relevante overvåkingsdata, basert på gjennomsnittsverdier for målte parametre for angitte perioder. Økologisk tilstand for, totalfosfor (Tot-P), totalnitrogen (Tot-N), siktedyp (m), klorofyll (klf *a*) og total vurdering for planteplankton (nEQR) er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Tomme ruter betyr manglende data.**

Vann-område	Vannlokalitet	Vann-forekomst ID	Innsjøtype	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/L]	Tot-N [µg/L]	Siktedyp [m]	Klf <i>a</i> [µg/L]	Planteplankton tot. (nEQR)
Aulivassdraget	<b>Nedbørfelt Storelva, Dalselva og Undrumsdal</b>								
	Korssjø	014-5815-L	L107c	2012-2021 (4)	7	588	4,4	3,7	0,92
	Revovannet	014-313-L	L107c	2016-2017 (27)	45	703	0,9	49	0,13
	<b>Nedbørfelt Merkedamselva</b>								
	Ilestadvannet	014-5838-L	L107c	2016&2021 (6)	10	968	5,1	3,6	0,93
	Grorudvannet	014-5859-L	L105a	2016-2021 (27)	9	316	3,2	11,8	0,57
	Gjennestadvannet	014-5879-L	L108	2012-2016 (14)	18	591	grunn innsjø	6,9	0,89
Horten-Larvik	<b>Nedbørfelt Borrevannet</b>								
	Borrevannet	013-312-L	L107c	2016-2021 (45)	42	1389	1,6	18,1	0,39
	Adalstjern	013-5839-L	L108g	2016-2021 (37)	29	868	2,1	51,1	0,2
	<b>Nedbørfelt Akersvannet</b>								
	Akersvannet	013-314-L	L107c	2016-2021 (28)	59	872	1,5	30,7	-

### 3.1.2 Næringsstoffkonsentrasjoner og økologisk tilstand i elver og bekker

Tabell 3.2 viser informasjon om gjennomsnittsverdier og økologisk tilstand for eutrofirelevante parametere målt i utvalgte elvevannlokaliteter i de ti nedbørfeltene i Vestfold fylke.

Det er totalt 57 vannlokaliteter som er valgt ut innenfor de ti nedbørfeltene, men det er ikke alle parametre som er målt i alle vannlokalitetene (Figur 3.1). Totalfosfor og totalnitrogen er målt i alle 57 vannlokaliteter og fosfat er målt i 56 vannlokaliteter. I 36 av vannlokalitetene (63%) viser totalfosfor dårlig og svært dårlig tilstand og i 41 av vannlokalitetene (73%) er tilstanden for fosfat dårlig eller svært dårlig.

Totalnitrogen viser svært dårlig tilstand i 48 av 57 vannlokaliteter (84%). De høye nitrogenkonsentrasjonene er et tydelig tegn på avrenning fra jordbruk, men er ikke årsak til eutrofiering siden det er fosfor som er det begrensende næringsstoffet for algevekst i systemet. Nitrogen holdes i mindre grad tilbake i innsjøene sammenliknet med fosfor.

Påvekstlger (PIT) viser moderat tilstand i 90% av vannlokalitetene der påvekstlger er registrert (totalt 21 lokaliteter). Bunndyr (ASPT) viser stort sett moderat eller dårlig tilstand (i hhv. 33 og 30 % av vannlokalitetene; totalt 46 vannlokaliteter med ASPT målinger).

Når det gjelder fekale bakterier (*E. coli*), indikerer nivåene dårlig økologisk tilstand i 39 vannlokaliteter (67 %). Fekale bakterier er knyttet til avløp og husdyrgjødsel.

**Tabell 3.2. Gjennomsnittsverdier og økologisk tilstand for totalfosfor (tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (tot-N), påvekstlger (PIT) og bunndyr (ASPT) i 60 vannlokaliteter i de ti nedbørfeltene. Verdiene er beregnet som gjennomsnitt for periodene angitt i tabellen. Fargen indikerer økologisk tilstand, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.**

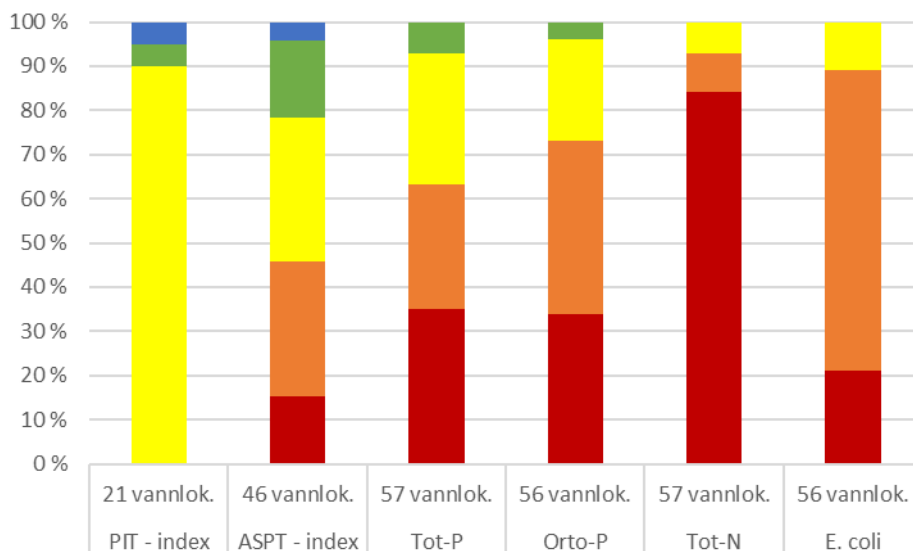
Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leiredekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer	E. coli-bakterier [ant/100ml]			
			Påvekstlger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)			Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]
<b>Vannområde Aulivassdraget</b>									
<b>Nedbørfelt Storelva, Dalselva og Undrumsdal</b>									
Aulielva, Broen	014-33-R	R111 (57%)	16,9 (2020)	4,8 (2017)	2016-2021 (35)	83	49	2646	480
Storelva, Svinevoll	014-128-R	R111 (55%)	-	5,4 (2017)	2016-2021 (23)	66	22	2476	300
Bettumelva	014-130-R	R111 (75%)	19,7 (2017)	5,95 (2020)	2017-2021 (17)	122	79	3631	671
Vesleelv	014-127-R	R111 (90%)	18,0 (2018)	6,38 (2021)	2016-2021 (23)	99	56	6048	370
Ramneselva	014-60-R	R111 (49%)	19,7 (2017)	5,8 (2020)	2016-2021 (23)	70	45	1974	670
Vallebekken	014-108-R	R111 (79%)	20,1 (2017)	4,7 (2020)	2016-2021 (23)	154	101	4213	1100
Storelva, Klopp	014-107-R	R111 (65%)	29,1 (2020)	6,2 (2017)	2016-2021 (23)	79	51	2917	500
Dalselva	014-104-R	R111 (74%)	24,3 (2017)	6,7 (2019)	2016-2021 (23)	99	37	3564	100
Undrumsdal	014-86-R	R111 (65%)	22,9 (2020)	5,5 (2019)	2016-2021 (23)	91	55	3135	530
<b>Nedbørfelt Merkedamselva</b>									
Aulesjordbekken	014-143-R	R108 (<20%)	9,2 (2018)	-	2017-2019 (9)	20	8	2467	420
Kollebekken	014-221-R	R107 (<20%)	-	-	2017-2021 (14)	22	9	2550	800
Vivestadelva	014-245-R	R111 (34%)	-	6,83 (2021)	2017-2021 (17)	43	17	2941	370

Tabell 3.2. forts.

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leiredekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			E. coli-bakterier [ant/100ml]	
			Påvekst-alger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Merkedamselva, Sjue	014-245-R	R111 (30%)	17,2 (2017)	6,9 (2017)	2016-2021 (21)	27	13	1911	200
Hålandbekken	014-133-R	R111 (45%)	-	-	2021 (4)	72	51	1620	2242
Merkedamselva, Gravdal	014-133-R	R111 (37%)	29,8 (2020)	6,3 (2020)	2017-2021 (17)	44	17	3047	1300
Merkedamselva, Hesby	014-135-R	R111 (41%)	26,2 (2016)	5,1 (2018)	2016-2021 (23)	55	26	2761	330
Borgebekken	014-230-R	R111 (38%)	21,3 (2017)	5,6 (2020)	2016-2021 (22)	77	42	4300	355
Skåumbekken	014-228-R	R111 (51%)	-	5,29 (2021)	2017-2021 (17)	74	45	7512	300
Taranrødbekken	014-141-R	R111 (53%)	-	4,5 (2020)	2017-2021 (19)	87	49	9972	1035
<b>Vannområde Horten-Larvik</b>									
<b>Nedbørfelt Borrevannet</b>									
Sandeevlabekkefelt (Nykirke)	013-170-R	R111 (78 %)	-	6,55 (2020)	2015-2022 (24)	65	37	2218	350
Sandelva	013-170-R	R111 (61 %)	19,8 (2012)	5,5 (2020)	2015-2020 (20)	66	42	2830	600
Søndre Semb bekk	013-123-R	R111/ R110 (29 %)	-	4,4 (2019)	2017-2021 (17)	84	67	3062	300
<b>Nedbørfelt Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen</b>									
Melsombekken	014-163-R	R108	-	3,79 (2019)	2016-2021 (20)	100	55	1238	95
Homannsbekken	014-124-R	R111 (53%)	-	-	2017-2021 (18)	106	57	3016	390
Manumbekken	014-169-R	R111 (58%)	-	-	2020-2021 (6)	7173	4607	55550	2600
Robergbekken	014-164-R	R108	-	-	2017-2021 (16)	91	68	1364	150
Slagenbekken	014-121-R	R111 (41%)	-	3,9 (2021)	2016-2021 (24)	173	126	6154	865
Eikbekken	014-123-R	R111 (38%)	-	-	2017-2021 (18)	314	262	5211	1100
Markebo-bekken	013-93-R	R110 (12%)	-	3,83 (2019)	2016-2021 (20)	190	139	8445	675
<b>Nedbørfelt Færder</b>									
Tokenesbekken	014-207-R	R110 (6%)	-	5,71 (2017)	2016-2021 (21)	56	32	2327	300
Bruabekken	014-201-R	R111 (33%)	-	3,45 (2017)	2016-2021 (23)	210	157	5187	1100
Hjemsengbekken	014-203-R	R111/ R110 (28%)	21,7 (2020)	4,67 (2020)	2017-2020 (14)	259	210	3329	1000
Øhrebekken	014-199-R	R111 (30%)	-	3,17 (2020)	2020-2021 (5)	438	378	7000	2300
Budalsbekken	014-213-R	R110 (18%)	18,2 (2017)	5,67 (2017)	2016-2021 (21)	37	24	1719	821
Haugsbekken	014-217-R	R109 (17%)	16,3 (2017)	5,63 (2021)	2015-2020 (22)	41	25	1767	130
Grepan	014-186-R	R110	-	4,4 (2020)	2019-2021 (10)	73	55	1002	210

Tabell 3.2. forts.

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leiredekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer	Kjemiske kvalitetselementer			E. coli-bakterier [ant/100ml]
			Påvekst-alger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)		Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]	
<b>Nedbørfelt Akersvannet:</b>									
Grimestad-bekken	014-162-R	R110	-	5 (2019)	2015-2021 (20)	76	42	3685	250
Haslestad-bekken	014-162-R	R110	10,3 (2018)	4,4 (2019)	2016-2021 (25)	605	549	12904	200
<b>Nedbørfelt Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken</b>									
Djupsund-bekken	015-1467-R	R107	-	-	2020-2021 (4)	46	41	1575	1300
Haslebekken	015-223-R	R109 (17%)	17,1 (2018)	4,27 (2016)	2016-2021 (25)	126	93	3720	2100
Unneberg-bekken	014-113-R	R110 (19%)	-	6,21 (2021)	2016-2021 (24)	48	27	2829	375
Rovebekken	014-111-R	R110 (16%)	-	5,13 (2019)	2016-2021 (23)	54	30	2594	200
Frombekken	014-113-R	R108 (11%)	-	5,5 (2016)	2016-2021 (22)	73	44	2512	415
Vårnesbekken	014-109-R	R111 (35%)	-	5,88 (2021)	2016-2021 (24)	109	74	4738	510
<b>Nedbørfelt Istrevassdraget - Ula</b>									
Brønnum-bekken	015-448-R	R108 (9%)	-	5,42 (2016)	2016-2021 (22)	38	21	2565	170
Virikbekken	015-448-R	R108 (19%)	-	4,8 (2021)	2016-2021 (24)	79	56	2563	610
Marumbekken	015-449-R	R108 (23%)	-	5,00 (2021)	2016-2021 (22)	80	48	3045	335
Istrelva	015-445-R	R110 (23%)	-	4,5 (2018)	2016-2021 (24)	93	51	3825	280
Holtanbekken	015-439-R	R110	-	5,47 (2019)	2017-2020 (13)	40	21	1128	300
<b>Nedbørfelt Viksfjord</b>									
Bjønnes-bekken	015-436-R	R110 (15%)	-	5,08 (2018)	2016-2021 (24)	152	116	4596	555
Klåstadbekken	015-206-R	R110 (10%)	-	5,00 (2020)	2016 (5)	239	-	4555	-
Hovland-bekken	015-1336-R	R111 (31%)	-	-	2017-2021 (18)	307	173	4222	785
Skisaker-bekken	015-1336-R	R110 (18%)	-	-	2017-2021 (18)	5020	4171	65378	1000
<b>Nedbørfelt Brunlanes</b>									
Bergselva	015-278-R	R108	17,6 (2018)	6,33 (2018)	2015-2020 (24)	21	10	1300	125
Agnesbekken	015-426-R	R110	-	-	2017-2021 (18)	43	27	3994	670
Foldvikbekken	015-423-R	R108	-	6,75 (2019)	2016-2021 (23)	82	65	5796	610
Storejordet-bekken	015-1458-R	R108	19,6 (2020)	5,3 (2020)	2018-2021 (16)	265	220	5406	300



**Figur 3.1. Oppsummering av økologisk tilstand for totalfosfor (tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (tot-N), påvekstalger (PIT) og bunndyr (ASPT) i alle 60 vannlokaliteter i alle de ti nedbørfeltene, som prosentfordeling av tilstandsklasser. Fargen indikerer økologisk tilstand, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand.**

## 3.2 Kilder til fosfor

De viktigste kildene til totalfosfor i de ti delnedbørfeltene er jordbruk og avløp (tabell 3.3 og figur 3.2). De to kildene utgjør 87-94% av de totale tilførslene (49-90% fra jordbruk og 6-38% fra avløp). Fosfortilførslene fra skog og utmark, deponisjon på vannflater og samferdsel og bebyggelse utgjør til sammen mellom 6 og 13 % av de totale fosfortilførslene.

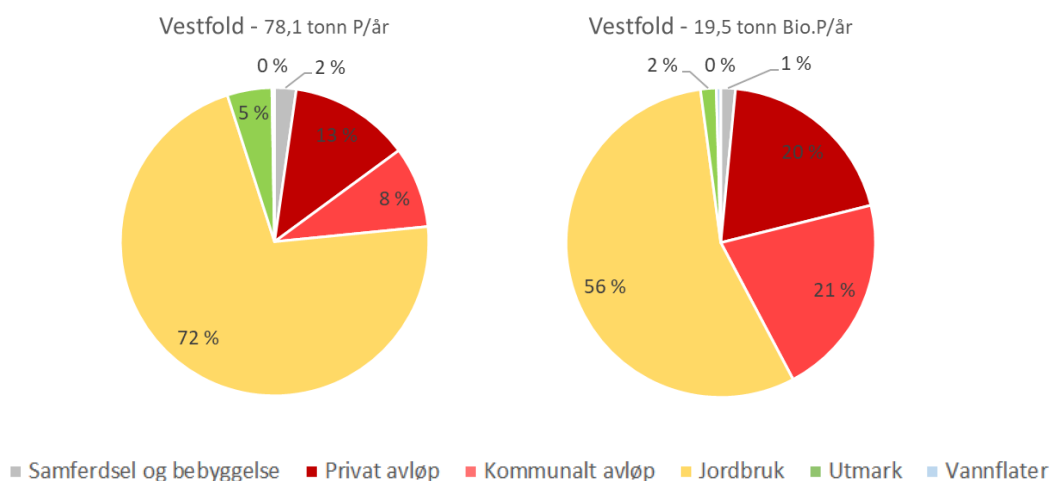
Biotilgjengelig fosfor fra jordbruk utgjør 21-74% av totalt biotilgjengelig fosfor i nedbørfeltene, og er lavest i Færder, Borrevannet og Brunlanes og høyest i 'Storelva, Dalselva og Undrumsdal'. Andelen biotilgjengelig fosfor fra avløp er 24-74 %, og er lavest i 'Storelva, Dalselva og Undrumsdal' og Merkedamselva og høyest i Færder. Biotilgjengelig fosfor kan tas effektivt opp av alger og planter og dermed bidra til eutrofiering. Det kan også transporteres lenger, siden det i motsetning til partikkelbundet fosfor, ikke sedimenterer så lett. Løst fosfat er mest biotilgjengelig, men også en del av det partikkelbundne fosforet er biotilgjengelig. Biotilgjengeligheten avhenger bl.a. av en rekke kjemiske prosesser og typen sediment/partikler som fosforet er bundet til, som igjen avhenger av arealbruken og jordas fosforstatus i nedbørfeltet (Ellison & Brett 2006). Generelt er biotilgjengeligheten til partikkelbundet fosfor lavere i nedbørfelt dominert av skog og fjell enn i nedbørfelt dominert av landbruk eller urbane områder (Ekholm & Krogerus 2003; Ellison & Brett 2006).

I tillegg til de beregnede fosfortilførslene, kan det også være utslipp av partikler og partikkelbundet fosfor fra andre aktiviteter i nedbørfeltene, f.eks. utbygging av veier og boligområder. I tillegg kommer f.eks. bidrag fra elveløpserosjon, og utslipp fra punktkilder, som f.eks. veksthus og gartnerier.



Tabell 3.3. Kildefordeling for tilførsler av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor (kg) i vannområder Aulivassdraget og Horten-Larvik

Nedbørfelt	Jordbruk		Avløp		Skog og utmark		Deposisjon ferskvann		Samferdsel og bebyggelse		Totalt	
	TP	Bio. P	TP	Bio. P	TP	Bio. P	TP	Bio. P	TP	Bio. P	TP	Bio.P
<b>VO Aulivassdraget</b>												
Storelva, Dalselva og Undrumsdal	30264	5159	2046	1637	1023	102	58	29	104	34	33495	6961
Merkedamselva	9745	1662	875	700	647	65	32	16	49	16	11348	2459
Tot. Aulivassdraget	40009	6821	2921	2337	1670	167	90	45	153	50	44843	9420
<b>VO Horten-Larvik</b>												
Borrevannet	2493	426	995	796	198	20	31	15	90	30	3807	1287
Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	4633	790	1343	1018	204	20	3	2	153	51	6336	1881
Færder	2112	361	1612	1290	392	39	6	3	148	49	4270	1742
Akersvannet	948	162	113	90	32	3	38	19	14	5	1145	279
Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken	5420	924	1388	1110	248	25	3	1	148	49	7207	2109
Istrevassdraget - Ula	4403	749	572	458	180	18	6	3	65	21	5226	1249
Vikfjord	1687	288	239	191	94	9	1	0	34	11	2055	499
Brunlanes	2090	356	771	617	210	21	3	1	98	32	3172	1027
Tot. Horten-Larvik	23786	4056	7033	5570	1558	155	91	44	750	248	33218	10073
<b>Totalt</b>	<b>63795</b>	<b>10877</b>	<b>9954</b>	<b>7907</b>	<b>3228</b>	<b>322</b>	<b>181</b>	<b>89</b>	<b>903</b>	<b>298</b>	<b>78061</b>	<b>19493</b>



Figur 3.2. Tilførsel av totalfosfor (venstre) og biotilgjengelig fosfor (høyre) fordelt på kilder i alle de di nedbørfeltene (Vestfold = VO Horten-Larvik og VO Aulivassdraget).

### 3.2.1 Avløp

I tabell 3.4 og figur 3.3 er beregnede fosforutslipp fra privat og kommunalt avløp i de ti nedbørfeltene oppsummert. Det påpekes at beregningene av utslipp fra kommunalt avløp ikke inkluderer overløp fra pumpestasjoner. Fremmedvann inn på pumpestasjonen er generelt ett problem hos alle kommuner, og fører til overløp ved store nedbørsmengder.

Totalt utslipp fra avløp er ca. 9,9 tonn/år for de ti nedbørfeltene, og varierer fra ca. 0,1 tonn/år i Akersvannet til 2,0 tonn/år i Storelva, Dalselva og Undrumsdal.

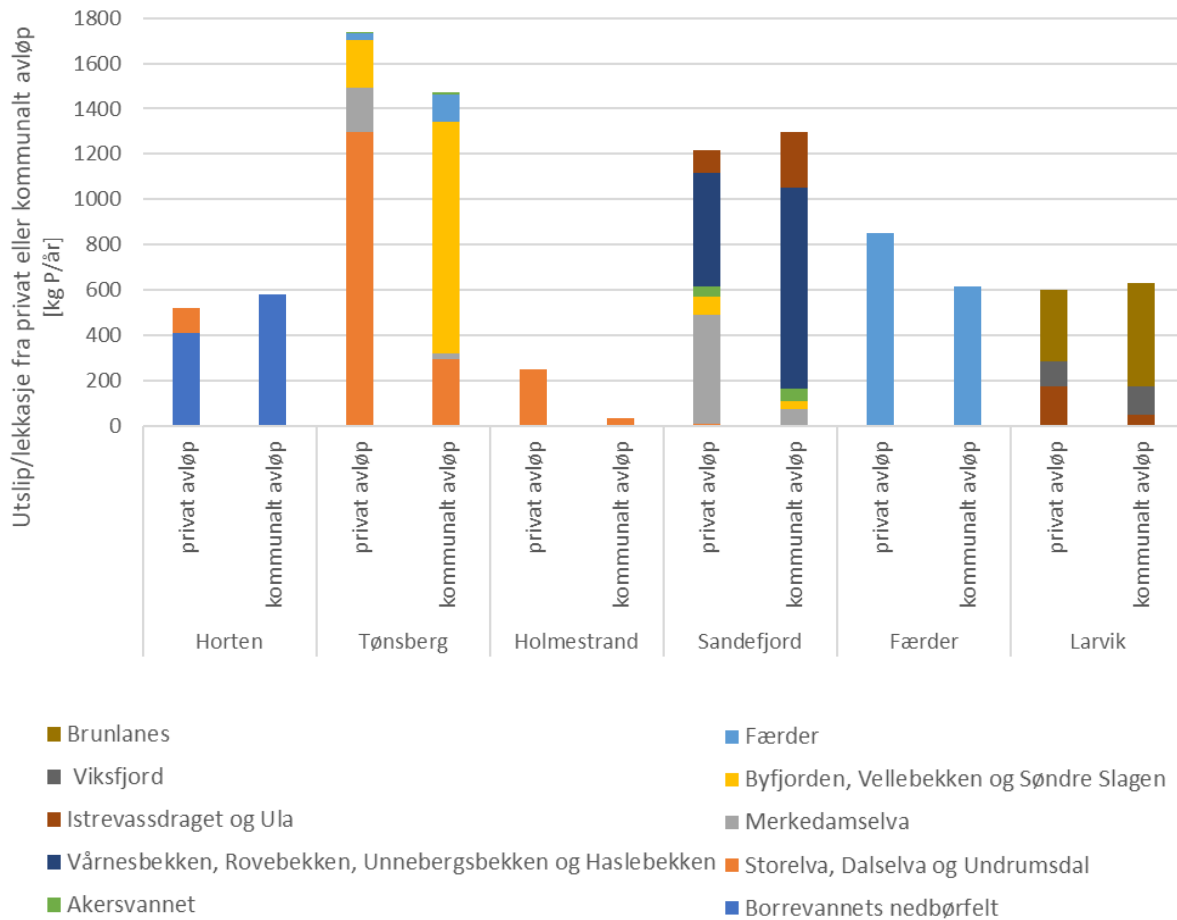
**Tabell 3.4. Antall husstander med privat avløp, andel av godkjente anlegg (%), og utslipp av totalfosfor fra spredt og kommunalt avløp (kg P/år) i vannområder Aulivassdraget og Horten-Larvik. NB: Beregnet utslipp fra kommunalt avløp inkluderer ikke overløp fra pumpestasjoner.**

Nedbørfelt	Antall husstander med privat avløp [-]	Andel av godkjente anlegg [%]	P-utslipp fra privat avløp [kg P/år]	P-utslipp fra kommunalt avløp [kg P/år]	P-utslipp fra avløp totalt [kg P/år]
<b>Vannområde Aulivassdraget</b>					
Storelva, Dalselva og Undrumsdal	1594	7	1653	393*	2046
Merkedamselva	706	15	683	192*	875
Totalt Aulivassdraget	2300	9,5	2336	585*	2921
<b>Vannområde Horten-Larvik</b>					
Borrevannet	633	23	414	581	995
Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	307	9	286	1057	1343
Færder	1507	32	880	732	1612
Akersvannet	40	3	47	66	113
Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken	1395	19	500	888	1388
Istrevassdraget - Ula	677	29	277	295	572
Vikfjord	375	27	111	128	239
Brunlanes	965	25	316	455	771
Totalt Horten-Larvik	5899	24,8	2831		7033
<b>Totalt</b>	<b>8199</b>	<b>20</b>	<b>5167</b>	<b>4787</b>	<b>9952</b>

\*inkluderer utslipp fra store renseanlegg: i 'Storelva, Dalselva og Undrumsdal' 70 kg P/år og i Merkedamselva 90 kg P/år

I de ti nedbørfeltene er det til sammen drøyt 8199 husstander med private avløpsløsninger (tabell 3.4) men bare 20% har godkjente anlegg. For hvert nedbørfelt har 68 til 97 % en avløpsløsning som ikke tilfredsstillende kravet i forurensningsforskriften om 90 % rensing av fosfor. Dette gir et totalt utslipp på om lag 5,2 tonn totalfosfor/år fra privat avløp i de ti nedbørfeltene. Utslippene av totalfosfor varierer fra mindre enn 0,1 tonn/år i Akersvannet til 1,7 tonn/år i 'Storelva, Dalselva og Undrumsdal'.

I sum for de ti nedbørfeltene, er fosforutslipp fra kommunalt avløp beregnet til ca. 4,8 tonn totalfosfor/år (tabell 3.4). For de enkelte nedbørfeltene varierer utslippene av totalfosfor fra mindre enn 0,1 tonn/år i Akersvannet til ca. 1,1 tonn/år i 'Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen'. I Aulivassdraget ('Storelva, Dalselva og Undrumsdal' og Merkedamselva) er utslippene fra private avløpsløsninger betydelig høyere enn utslippene fra kommunalt avløp. I 'Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen' og 'Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken', er det motsatt. I de resterende 6 nedbørfeltene er utslippene fra private avløpsanlegg og utslippene fra kommunalt avløp på likt nivå.



Figur 3.3. Utslipp av totalfosfor fra spredt og kommunalt avløp (kg P/år) i nedbørfeltene, med fordeling på kommuner. NB: Beregnet utslipp fra kommunalt avløp inkluderer ikke overløp fra pumpestasjoner.

### 3.2.2 Jordbruk

Kildefordelingen viser at fosfortilførsler fra jordbruksarealet utgjør totalt 64 tonn totalfosfor/år for de ti nedbørfeltene samlet (tabell 3.3). Det er beregnet totalt 78 tonn/år fra alle kilder samlet, og jordbruket er dermed den største kilden (81 %) til totalfosfor.

Tabell 3.5 viser drift på jordbruksarealene i de tre nedbørfeltene i gjennomsnitt for de siste 20 årene. Kornarealet utgjorde mellom 50 % (Færder) og 77 % (Merkedamselva) av jordbruksarealet. Overvintring i stubb utgjorde mellom 18 % (Istrevassdraget - Ula) og 53 % (Merkedamselva) av totalt kornareal (vårkorn og høstkorn) i gjennomsnitt for årene 2018-2020 (tabell 3.5). Det var lite grasdekte kantsoner langs vassdragene og grasdekte vannveier i dråg (søkk/forsenkninger) på kornareal i nedbørfeltene. I 2020 var det registrert grasdekte kantsoner tilsvarende null (Færder og Viksfjord) til 20 % (Akersvannet) av potensialet mht. lengde av jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø.

Potet- og grønnsaksdyrking er viktig i flere av nedbørfeltene, og har i gjennomsnitt for perioden 2002-2021 utgjort over 10 % av totalt jordbruksareal i syv av nedbørfeltene, med aller størst andel i Brunlanes og Færder (ca. 30 %) og Akersvannet (drøyt 20 %).

Gras dyrkes på inntil ca. 20 % av jordbruksarealet.

Husdyrtettheten varierte fra 0,01 til 0,07 GDE/daa, flest husdyr i forhold til jordbruksarealet i nedbørfeltet til Grymyrbekken.

Tabell 3.5. Beskrivelse av de ti nedbørfeltene i gjennomsnitt for 2002-2021.

Nedbørfelt		Andel korn-areal	Overvintring i stubb	Grasdekte kantsoner i 2020 (km )	Husdyrtall- og tetthet (GDE/daa totalt jordb.a.)	Jordas fosforstatus i gjns. for 2007-2016 (mg P-AL/100 g)
		(% av jordbruksareal)	(% av kornareal)			
Aulivassdraget	Storelva, Dalselva og Undrumsdal	72	41	35	0,07	13
	Merkedamselva	77	53	16	0,07	12
Horten-Larvik	Borrevannet	68	51	1	0,02	13
	Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	65	31	10	0,04	19
	Færder	51	20	0,6 *	0,03	17
	Akersvannet	62	43	2	0,02	16
	Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken	74	32	12)	0,07	14
	Istrevassdraget – Ula	76	18	6	0,04	17
	Viksfjord	73	24	0,2	0,01	18
Brunlanes	58	19	4	0,01	20	

\*2014

Jordas fosforstatus er høy i fire av nedbørfeltene, og ligger der på 12-14 mg/100 g (Merkedamselva, Storelva, Dalselva og Undrumsdal, Borrevannet, Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken) og svært høy i resten av nedbørfeltene (16-20 mg/100 g) (tabell 3.5). Seks av ti nedbørfelt har hatt en økning i fosforstatus fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016, mens fosforstatus er noe redusert i to nedbørfelt.

### 3.3 Aktuelle tiltak og effekter på fosfortilførsler

Generelt er utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i de ti nedbørfeltene (se kildefordeling i avsnitt 3.2). Samlet fosfortransport i nedbørfeltene, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver (M. Segarra Valls, pers. medd.), er drøyt 47 tonn/år (tabell 3.6). Miljømålet for totalfosfor er tilsvarende beregnet til ca. 21 tonn/år. Det vil si at avlastningsbehovet, dvs. den mengden fosfortransporten må reduseres med for å oppnå miljømålet, er totalt ca. 27 tonn/år (56 % reduksjon i fosfortransport). For de ulike nedbørfeltene varierer avlastningsbehovet fra knapt 40 % i Merkedamselva til nesten 90 % i Færder. I de fleste nedbørfeltene er det behov for å redusere fosfortransporten med over 50 %.

Tabell 3.6. Beregnede verdier for dagens transport av totalfosfor, miljømål og avlastningsbehov for de ti nedbørfeltene (M. Segarra Valls, pers. medd.).

	Storelva, Dalselva og Undrumsdal	Merkedamselva	Borrevannet	Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	Færder	Akersvannet	Vårnes-, Rove-, Unnebergs- og Haslebekken	Istrevassdraget - Ula	Viksfjord	Brunlanes	TOTALT
Dagens fosfor-transport (tonn/år)	20,3	4,5	2,3	3,8	3,2	1,3	3,6	3,1	3,2	2,1	47,3
Miljømål for fosfor-transport (tonn/år)	10,9	2,9	0,8	0,9	0,4	0,4	1,7	1,2	0,6	1,0	20,6
Avlastningsbehov (tonn/år)	9,4	1,7	1,6	2,9	2,8	0,9	1,9	1,9	2,5	1,1	26,7
Avlastningsbehov (%)	46 %	37 %	68 %	75 %	88 %	71 %	53 %	62 %	80 %	54 %	56 %

Totalt tilføres om lag 40 % av biotilgjengelig fosfor fra avløpssektoren, og opprydding i avløpsanleggene er derfor viktig. Det er i tillegg nødvendig med høy grad av tiltaksgjennomføring i jordbruket for å kunne nå miljømålet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt høy eller svært høy i nedbørfeltene, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornareal, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker. Tiltakene beskrives mer detaljert i avsnittene under.

### 3.3.1 Avløp

**Private avløpsløsninger:** Det er drøyt 8200 husstander med privat avløp i de ti nedbørfeltene og herav har ca. 80 % en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90 % rensing av fosfor. Oppgradering til 90 % rensing vil totalt innebære at utslippene reduseres med ca. 4,4 tonn P/år, fra ca. 5,2 til ca. 0,8 tonn P/år (tabell 3.7).

**Lekkasjer og utslipp fra kommunalt avløpsnett:** Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnettet på 1 % hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnettet basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera. Dersom en klarer å redusere lekkasjene i avløpsnettet til 1 % vil fosfor-utslippet bli redusert med ca. 3,3 tonn P/år, fra ca. 4,8 til 1,5 tonn P/år (tabell 3.7).



**Tabell 3.7. Dagens utslipp (kg fosfor/år) fra privat og kommunalt avløp, utslipp etter tiltak, og reduksjon i utslipp etter tiltak.**

Nedbørfelt	Privat avløp			Kommunalt avløp			Total
	P-utslipp i dag [kg P/år]	P-utslipp etter tiltak [kg P/år]	Reduksjon i P-utslipp [kg P/år]	P-utslipp i dag [kg P/år]	P-utslipp etter tiltak [kg P/år]	Reduksjon i P-utslipp [kg P/år]	Samlet reduksjon i P-utslipp [kg P/år]
<i>Vannområde Aulivassdraget</i>							
Storelva, Dalselva og Undrumsdal	1 653	223	1 430	393	153	240	1 670
Merkedamselva	683	91	592	192	121	71	631
Tot. Aulivassdraget	2336	314	2022	585	274	311	2301
<i>Vannområde Horten-Larvik</i>							
Borrevannet	414	68	346	581	168	413	759
Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	286	37	249	1 057	309	748	997
Færder	880	126	754	732	195	537	1 291
Akersvannet	47	5	41	66	20	46	87
Vårnes-, Rove-, Unnebergs- og Haslebekken	500	92	408	888	257	631	1 039
Istrevassdraget - Ula	277	60	217	295	88	207	424
Vikfjord	111	28	83	128	40	88	171
Brunlanes	316	76	240	455	123	332	572
Tot. Horten-Larvik	2831	492	2338	4202	1200	3002	5340
<b>Totalt</b>	<b>5 167</b>	<b>806</b>	<b>4 359</b>	<b>4 787</b>	<b>1 475</b>	<b>3 312</b>	<b>7 671</b>

### 3.3.2 Jordbruk

Tiltakseffekten for jordbruksarealer viser effekten av tiltakene gjennomført hver for seg, samt for en tiltakspakke med flere tiltak der samspillseffekter inngår (tabell 3.8). Tallene i tabellen er angitt som fosfortapsreduksjon, i både kg P/år og %, relativt til totalt fosfortap fra alle kilder samlet.

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Ytterligere informasjon om mulige tiltak og tiltakseffekter finnes på Veileder for miljø- og klimatiltak i landbruket (nibio.no/tiltak). Jordbrukstiltakene vil i tillegg til reduserte fosfortilførsler også gi reduserte tilførsler av partikler fra jordbruksarealer, noe som blant annet vil føre til bedre tilstand for bunndyr. Alle tiltakene bidrar også til reduserte nitrogenetap.

**Overvintring i stubb.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i søkk/forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017, vil stubb og direktesåing på alt kornareal (100 %) gi en reduksjon i fosfortap mellom 16 og 38 % i de ti nedbørfeltene (totalt 25,4 tonn P/år reduksjon i fosfortap i forhold til totalt fosfortap fra alle kilder samlet; tabell 3.8). Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i dråg, og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier er beregnet til å gi 20,9 tonn fosfortapsreduksjon i sum for de ti nedbørfeltene, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en totalt 13,3 tonn fosfortapsreduksjon hvis de anlegges langs alle bekker og elver (tabell 3.8).

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15 % for nitrogen, 45-75 % for partikler og 20-45 % for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat (Braskerud og Hauge, 2008).

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes. En grasdekt kantsoner/oppbygging rundt nedløpskummer kan bidra til å rense vannet før det renner ned i kummen.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og rotgrønnsaker bør det etableres jorddekke for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning både for fosforstatus i jorda og for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er høy til svært høy i nedbørfeltene. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 10,3 tonn reduksjon i fosfortap (tabell 3.8). Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav i nedbørfeltene (0,01-0,07 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

Tabell 3.8. Tiltak for reduserte totalfosfortilførsler og estimerte effekter\* i kg P/år og % reduksjon i tap av totalfosfor.

	Storelva, Dalselva og Undrumsdal		Merkedamselva		Borre vannet		Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen		Færder		Akersvannet		Vårnes-, Rove-, Unnebergs- og Haslebekken		Istre vassdraget - Ula		Viksfjord		Brunlanes		TOTALT
	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	kg P/år	%	tonn P/år
<b>Avløp</b>																					
Opprydding i spredt avløp	1 430	4	592	5	346	9	249	4	754	18	41	4	408	6	217	4	83	4	240	8	4,3
Kommunalt avløp – lekkasjer	240	1	71	1	413	11	748	12	537	13	46	4	631	9	207	4	88	4	332	10	3,3
<b>Jordbruk</b>																					
Overvintring i stubb (erosjonsrisikoklasse 3-4)	9 088	27	2 503	22	239	6	629	10	143	3	66	6	850	12	455	9	93	5	173	5	14,2
Overvintring i stubb (erosjonsrisikoklasse 2-4)	12 593	38	3 575	32	532	14	1 593	25	565	13	201	18	1 976	21	1 660	32	552	27	358	11	23,6
Overvintring i stubb, alt kornareal	12 872	38	3 633	32	655	17	1 790	28	680	16	242	21	2 263	31	1 966	38	701	34	577	18	25,4
Grasdekte vannveier	9 067	27	2 919	26	745	20	1 388	22	632	15	284	25	1 624	23	3 121	25	505	25	626	20	20,9
Grasdekte kantsoner	5 852	17	2 024	18	644	17	479	8	611	14	79	7	981	14	1 250	24	549	27	811	26	13,3
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	4 131	12	1 528	13	342	9	859	14	476	11	197	17	1 110	15	843	16	355	17	499	16	10,3
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	21 425	64	6 787	60	1643	43	3 167	50	1 531	36	587	51	3 915	54	3 346	64	1 296	63	1 587	50	45,3
Fangvekster	Ikke estimert																				
Fangdammer	Ikke estimert																				
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert																				
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert																				
<b>Kombinasjon av tiltak**</b>	<b>23 095</b>	<b>69</b>	<b>7 450</b>	<b>66</b>	<b>2402</b>	<b>63</b>	<b>4 164</b>	<b>66</b>	<b>2 822</b>	<b>66</b>	<b>674</b>	<b>59</b>	<b>4 954</b>	<b>69</b>	<b>3 770</b>	<b>72</b>	<b>1 467</b>	<b>71</b>	<b>2 159</b>	<b>68</b>	<b>53,0</b>

\* Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

\*\* Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp

### 3.3.3 Punktkilder

Dersom lagring og håndtering av gjødsel, silo og vaskevann gjennomføres i henhold til gjeldende forskrifter, skal det ikke forekomme lekkasjer som fører til forurensning av vassdragene.

Det er påvist betydelige lokale utslipp av næringsstoffer fra veksthus og gartnerier i nedbørfeltene til Akersvannet (Haslestadbekken og selve Akersvannet) og Viksfjord (Skisakerbekken). I tillegg er det sannsynlig/mulig at slike utslipp forekommer også i Brunlanes (Storejordetbekken), 'Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen' (Manumbekken og Slagenbekken), Færder (Bruabekken og Øhrebekken), 'Vårnes-, Rove-, Unnebergs- og Haslebekken' (Vårnesbekken) og Merkedamselva (Merkedamselva ved Gravdal). Det anbefales å sette inn tiltak for å redusere disse utlippene.

## 3.4 Andre effekter av tiltak

Tiltak innenfor avløp og avrenning fra husdyrgjødsel vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i innsjøene, også gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elvene. 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.

## 4 Konklusjon

Økologisk tilstand for kvalitetselementene planteplankton og næringssalter varierer for de åtte innsjøene (Borrevannet, Adalstjern, Korssjø, Revovannet, Ilestadvannet, Grorudvannet, Gjennestadvannet og Akersvannet) som er vurdert, fra svært god til svært dårlig. Kun Korssjø og Gjennestadvannet har svært god eller god tilstand for alle parameterne som er vurdert, mens de andre innsjøene viser moderat til svært dårlig tilstand for en eller flere parametre.

Økologisk tilstand for elver og bekker er vurdert for 56 elvevannlokaliteter. Tilstanden for de biologiske kvalitetselementene påvekstalter og bunndyr, representert ved parameterne eutrofieringsindeks for påvekstalter og bunndyr-eutrofieringsindeks, er overveiende moderat til svært dårlig, og i noen få tilfeller svært god til god. Tilstanden for de fysiske-kjemiske støtteparameterne totalfosfor, fosfat og nitrogen, er med få unntak moderat til svært dårlig. Totalfosfor viser dårlig til svært dårlig tilstand i 63 % av elvelokalitetene, fosfat i 73 %, og totalnitrogen i hele 93 %. Det er også gjort undersøkelser av fekale bakterier (*E. coli*) i alle elvelokalitetene. Tilstanden for *E. coli* er overveiende dårlig til svært dårlig (i 89% av elvelokalitetene), hvilket indikerer betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel.

Tilførsler av totalfosfor i de ti nedbørfeltene er dominert av arealavrenning fra jordbruksareal (49-90 % av totale tilførsler) og utslipp fra avløp (21-74 % av totale tilførsler). I nedbørfeltene Borrevannet, 'Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen', Færder, 'Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken' og Brunlanes er avløp den største kilden til biotilgjengelig fosfor, mens arealavrenning fra jordbruk er den største kilden for tilførsler av biotilgjengelig fosfor i de to nedbørfeltene i vannområde Aulivassdraget ('Storelva, Dalselva og Undrumsdal' og Merkedamselva) og i tre av nedbørfeltene i vannområde Horten-Larvik (Akersvannet, 'Istrevassdraget - Ula' og Viksfjord).

Tiltakene innenfor avløpssektoren omfatter oppgradering av private avløpsanlegg og reduksjon i eventuelle lekkasjer og overløp fra det kommunale ledningsnett. Jordbrukstiltak som har umiddelbar effekt omfatter overvintring i stubb, direkteåing av høstkorn, grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på kornarealene. Fosforgjødslingstiltakene vil først ha full effekt på lang sikt. Reduksjon av tilførsler fra punktkilder i jordbruket bør også prioriteres, bl.a. er det påvist utslipp fra veksthus og gartnerier i noen nedbørfelt (Akersvannet og Viksfjord), og sannsynlig med slike utslipp i flere andre nedbørfelt.

# Litteraturreferanser

- Bechmann, M., Kværnø, S., Turtumøygard, S., Haande, S., Poverud, L.M. 2016. Evaluering og revidering av tiltaksanalyse for Tunevann. NIBIO Rapport 2(115).
- Braskerud, B., Hauge, A. 2008. Fangdammer for partikkel- og fosforrensing. Bioforsk fokus 3(12).
- Brod E., Bechmann M., Øgaard A.F. 2017. Løst fosfat i jordbruksavrenning – forskjell mellom driftssystemer. VANN, 52(1):47-56.
- Direktoratsgruppen vanddirektivet. 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Ellison, M. E., & Brett, M. T. 2006. Particulate phosphorus bioavailability as a function of stream flow and land cover. Water Research, 40(6), 1258–1268.  
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.01.016>
- Ekholm, P., & Krogerus, K. 2003. Determining algal-available phosphorus of differing origin: Routine phosphorus analyses versus algal assays. Hydrobiologia, 492, 29–42.  
<https://doi.org/10.1023/A:1024857626784>
- Hovedplan VA 2022- 2033, Færder:  
[https://faerder.kommune.no/innsyn.aspx?response=journalpost\\_detaljer&journalpostid=2022041794&scripturi=/innsyn.aspx&skin=infolink&Mid1=5164&](https://faerder.kommune.no/innsyn.aspx?response=journalpost_detaljer&journalpostid=2022041794&scripturi=/innsyn.aspx&skin=infolink&Mid1=5164&)
- Hovedplan VA 2022- 2033, Tønsberg: <https://www.tonsberg.kommune.no/f/p1/iebcc333e-84bo-4ca4-a2c6-f7511fe84b5a/hovedplan-va-tonsberg-20220609.pdf>
- Krzeminska D.; Kværnø S.; Turtumøygard S. 2019. Beregning av jord- og fosfortap i Vestfold og Telemark fylke i Agricat2, driftsår 2017. Revidert utgave. NIBIO-rapport 5(122) 2019
- Kværnø, S.H., Turtumøygard, S., Grønsten, H.A. og Bechmann, M. 2014a. Modellverktøy for beregning av jord- og fosfortap fra jordbruksdominerte områder. Dokumentasjon av modellen Agricat 2. Bioforsk rapport nr. 9(108).
- Kværnø, S.H., Borch, H., Greipsland, I., Buseth-Blankenberg, A.-G., Eggestad, H.O., Bechmann, M. 2014b. Beregning av landbruksavrenning i et utvalg av vannområder i vannregion Glomma. Bioforsk rapport 9(37).
- Mjelde, M. 2014. Handlingsplan for kalksjøer Utredning av miljøkrav for kransalger og arter av tjønnaks i kalksjøer - videreføring. NIVA-rapport 6685-2015. 73 s.
- Turtumøygard, S., Hensel, G.R. 2021. WebGIS avløp, fagsystem for avløp fra private renseanlegg. NIBIO POP 7(31).
- Øgaard, A.F., Skarbøvik, E., Bechmann, M., Krogstad, T. 2012. Biotilgjengelighet av fosfor fra jordbruksavrenning – kunnskapsstatus. VANN 03-2012: 357-368.

## Vedlegg – 10 faktaarkene

1. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Borrevannet
2. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Storelva, Dalselva og Undrumsdal
3. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Merkedamselva
4. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen
5. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Færder
6. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold - kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Akersvannet
7. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold - kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken
8. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold - kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Istrevassdraget - Ula
9. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold - kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Vikfjord
10. Faktaark: Eutrofiering i Vestfold - kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Brunlanes





Foto: Øyvind Stensrud

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

## Borre vannet

Nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand (figur 1) er den nordligste delen av vannområdet Horten-Larvik. Nedbørfeltet drenerer et areal på 56 km<sup>2</sup>. Det er omtrent 35 km med elver og bekker i nedbørfeltet. Borrevannsvassdraget og kystarealene i Horten renner til Ytre Oslofjord. I nedbørfeltet ligger to vann som er vernet som naturreservater: Borrevannet (1,8 km<sup>2</sup>) er en naturlig næringsrik innsjø som er sterkt påvirket av næringsstoff-avrenning fra jordbruk og avløp. Kraftig overgjødning har ført til årviss algeoppblomstring, tidvis oppblomstring av giftige cyanobakterier, gjengroing og dårlig sikt. Adalstjern (0,01 km<sup>2</sup>) er et mindre vann i et myrlandskap med stort naturmangfold. Store deler av nedbørfeltet (56%) har et dekke av løsmasser med marin opprinnelse (marin leire og strandavsetninger), noe som gjør at mange av disse arealene er godt egnet til dyrking. Jordbruksareal utgjør 27% av nedbørfeltet, mens 46% består av skog og utmark og 21% av urbane områder. Det bor ca. 27 000 mennesker i området, hvorav 95% i tettbebygde områder (Horten, Åsgårdsstrand, Skoppum). Resterende 5% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser høye konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen i noen av vannforekomstene, og miljøtilstanden i vannforekomstene varierer mellom moderat og svært dårlig økologisk tilstand (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 3,8 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (66%) kilden til totalfosfor i nedbørfeltet, mens privat og kommunalt avløp bidrar med 26%. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt høy. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførselene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.



## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1. Nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand, med fem utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)**

Tabell 1 og 2 oppsummerer økologisk tilstand av vannkvalitets-elementer i to innsjøer og tre bekker og elver i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2 og 3).

### Innsjøer

Borrevannet er typifisert som en grunn, middels, moderat kalkrik, klar innsjø (L107c). Den er naturlig næringsrik. Allerede på 1950-tallet ble det tatt prøver for analyser av vannkjemi og algesammensetning i Borrevannet. I 1992 ble prosjektet "restaureringsplan for Borrevannet" opprettet med sikte på å overvåke vannkvaliteten og utrede en

tiltaksplan. Målinger fra de senere årene viser svært dårlig tilstand for siktedyp og konsentrasjon av totalfosfor, mens konsentrasjon av totalnitrogen og klorofyll viser dårlig tilstand (tabell 1).

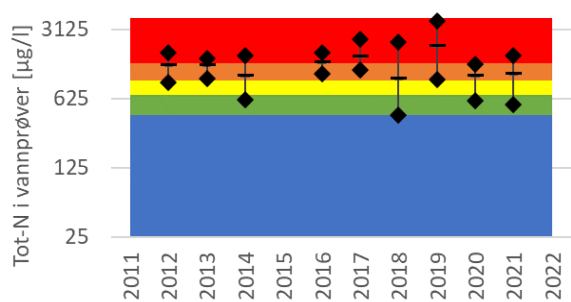
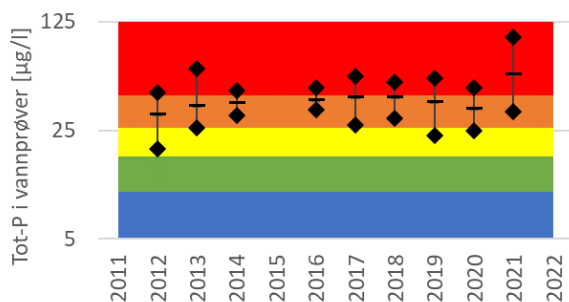
Adalstjern er et næringsfattig myrtjern, typifisert som en svært grunn, liten, kalkfattig, svært humøs innsjø (L108g). Målinger de senere årene viser moderat tilstand for totalfosfor, totalnitrogen og siktedyp, og svært dårlig tilstand for klorofyll (tabell 1). Adalstjern har lite påvirkning fra jordbruk.

Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen gjennom overvåkingsperioden, for både Borrevannet og Adalstjern. Det er ikke noen tydelig endring i konsentrasjoner over tid.

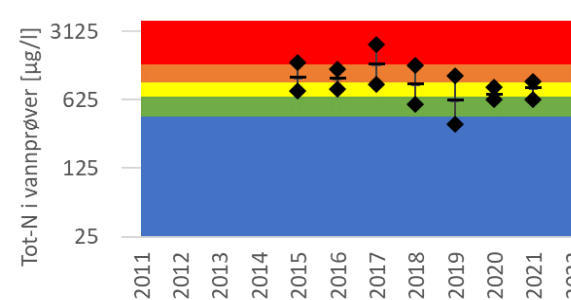
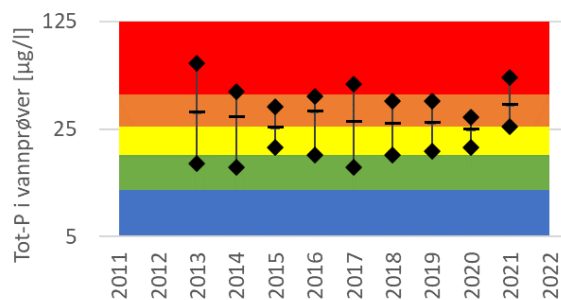
**Tabell 1. Vurdering av økologisk tilstand i Borrevannet og Adalstjern. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for totalfosfor (Tot-P), totalnitrogen (Tot-N), siktedyp, klorofyll (klf a) og total vurdering for planteplankton (nEQR) er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)**

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Innsjøtype	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Tot-N [µg/l]	Siktedyp [m]	Klf a [µg/l]	Plante- plankton tot. (nEQR)
Borrevannet	013-312-L	L107c	2016-2021 (45)	42	1389	1,6	18,1	0,39
Adalstjern	013-5839-L	L108g	2016-2021 (37)	29	868	2,1	51,1	0,2

### Borre vannet



### Adalstjern



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Borrevannet og Adalstjern i perioden 2012/2013-2021. Verdiene er basert på 6-8 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

### Elver og bekker

De tre elvelokalitetene er typifisert som leirvassdrag (R111), med ca. 30-80% dekningsgrad av marin leire i de enkelte nedbørfeltene. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper.

Undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene bunndyr og påvekstlger viser god tilstand i Nykirkebekken, moderat tilstand i Sandeelva og dårlig tilstand i bekken som renner fra Borre golfbane. Tilstanden for konsentrasjoner av totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P) varierer, fra moderat til svært dårlig tilstand. Konsentrasjon av totalnitrogen (tot-N)

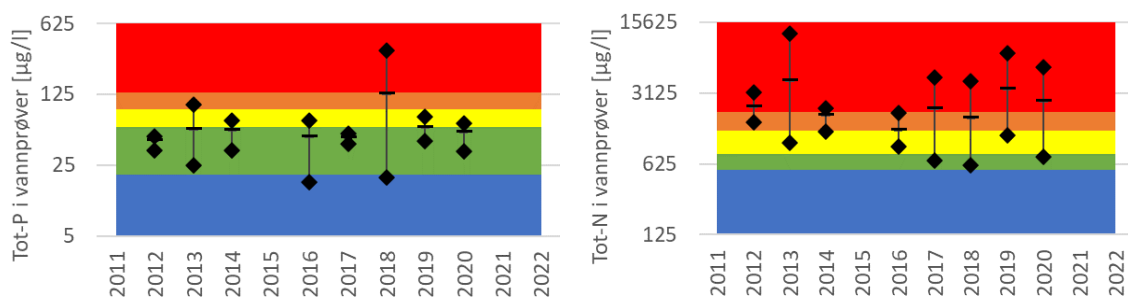
viser svært dårlig tilstand i de tre lokalitetene. Figur 3 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i Nykirkebekken og Sandeelva. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i noen av disse elvene. I begge disse vannlokalitetene har årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor (40-70 µg P/l) vist god tilstand, på grensen til moderat, de fleste årene. Totalnitrogen i de to elvene har vist dårlig til svært dårlig tilstand alle årene. Tilstanden er sannsynligvis dårligere enn prøvene tilsier, siden det kun er tatt fire vannprøver per år og flomepisoder er sannsynligvis underrepresentert i prøvematerialet.

Konsentrasjonene av E. coli-bakterier viser dårlig tilstand i alle elvene/bekkene, noe som tyder på at det er betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel.

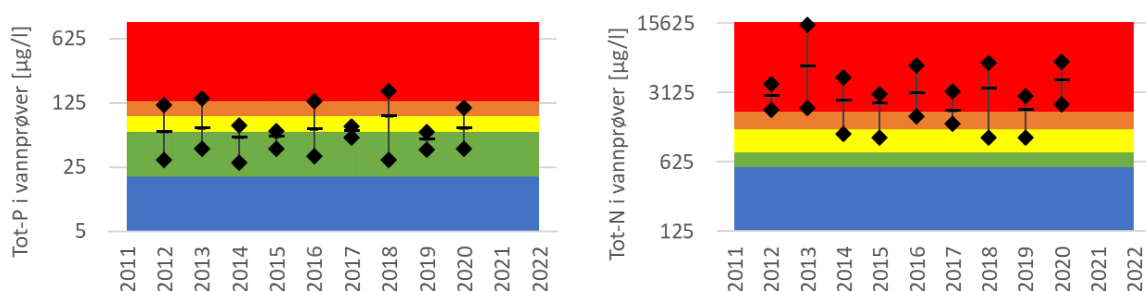
**Tabell 2.** Vurdering av økologisk tilstand i tre elvelokaliteter i nedbørfeltet til Borrevannet. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstlger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier E. coli er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstlger er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning.. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			E. coli-bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstlger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Sandeelva bekkefelt (Nykirke)	013-170-R	R111 (78 %)	-	6,55 (2020)	2015-2022 (24)	65	37	2218	350
Sandelva	013-170-R	R111 (61 %)	19,8 (2020)	5,5 (2020)	2015-2020 (24)	66	42	2830	600
Søndre Semb bekk	013-123-R	R111/R110 (27 %)	-	4,4 (2019)	2017-2021 (17)	84	67	3062	300

### Sandeelva bekkefelt (Nykirke)



### Sandeelva



**Figur 3.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i to lokaliteter i Sandelva i perioden 2012-2020. Verdiene er basert på 4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger: Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Det mangler data for 2015 for Sandeelva bekkefelt (H2 Nykirke). (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

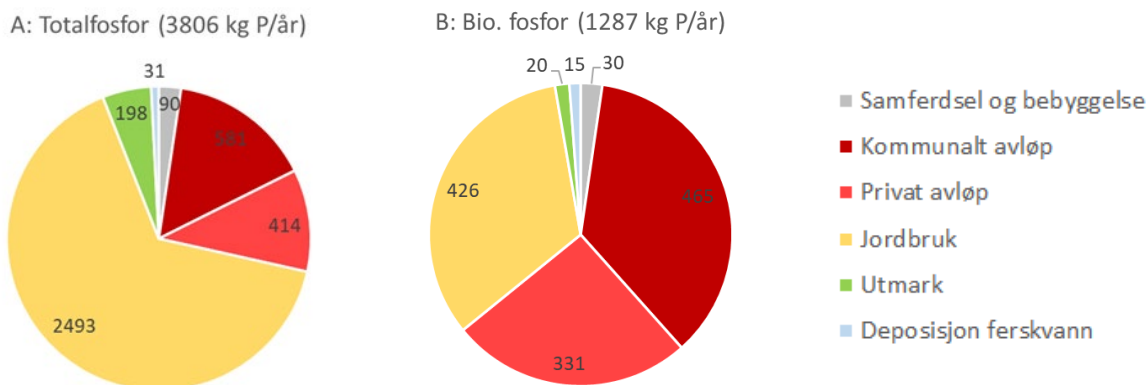
## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand er 56 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 26% av arealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 46%, ferskvann 3% og samferdsel og bebyggelse 21%. Det er 633 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 25 500 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Tønsberg og Horten kommuner).

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførselen av totalfosfor i nedbørfeltet om lag 3,8 tonn i et gjennomsnittså. Det

presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at de reelle tilførslene til vassdrag og fjord kan være lavere.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (2,5 tonn/år, dvs. 66%; figur 4A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 970 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør ca. 1 tonn (26%) av de totale fosfortilførslene i nedbørfeltet. Skog og utmark utgjør 46% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,2 tonn/år, dvs. 5%; figur 4A).



**Figur 4.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)



Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 1,3 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,4 tonn/år (33%) av dette, og avløp med 0,8 tonn/år (62%; figur 4B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 4B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 4A og 4B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 630 husstander med privat avløp i nedbørfeltet, og av disse har ca. 490 (77%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstillende kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra kommunalt avløp er beregnet til ca. 0,4 tonn/år (tabell 3). Mye av tilførslene fra spredt avløp går til bekker, elver og innsjøer. Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (aktuelt for ca. 300 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

**Tabell 3.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand fordelt på kommuner. (Kilder: Horten og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kg P/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett [kg P / år]	Totalt [kg P / år]
Horten	410	580	989
Tønsberg	5	1	6
<b>Totalt</b>	<b>414</b>	<b>581</b>	<b>995</b>

**Tabell 4.** Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet til Borrevannet og kystområdene mellom Falkensten og Åsgårdstrand, fordelt på kommuner. (Kilder: Horten og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Horten	168 352	15 %	44 %	40 %
Tønsberg	4 343	2 %	1 %	97 %
<b>Totalt</b>	<b>172 695</b>	<b>15 %</b>	<b>43 %</b>	<b>42 %</b>

Lekkasjer i det kommunale ledningsnettet er beregnet til 0,6 tonn totalfosfor/år, og utgjør 58% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 3). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. Lekkasjene fra en stor andel av det kommunale

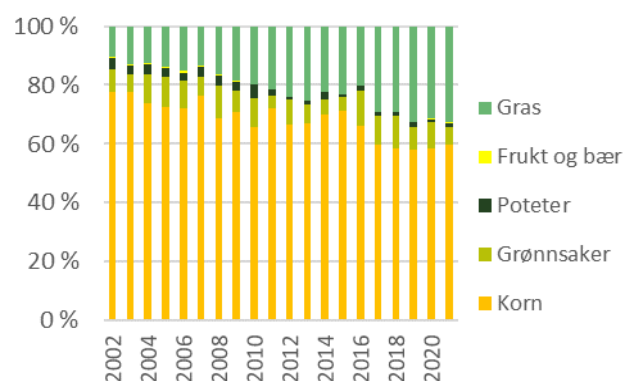
avløpsnettet (i Horten) går direkte ut i fjorden. En stor del av avløps-nettet i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 15% av ledningsnettet som er mer en 55 år gammelt (tabell 4). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnettet på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnettet basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørispeksjon med kamera.

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand endret seg. Det har blitt mer eng, mindre korn og mindre potet på jordbruksarealene, noe som kan bidra til redusert erosjon og tap av partikkelbundet fosfor. Samtidig har det vært en økning i husdyrtall siden 2014, noe som fører til at mer fosfor er tilgjengelig som gjødsel. Jordas gjennomsnittlige fosforstatus har imidlertid ikke økt de siste 20 årene.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på ca. 60% av jordbruksarealet i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand (figur 5). Fra 2002 til 2021 var det en økning i grasareal og en reduksjon i areal med korn, noe som kan bidra til å redusere erosjon og fosfor-avrenning. Det var potet på 1-2% av arealet i 2021 og det ble dyrket grønnsaker på ca. 6% av jordbruksarealet (figur 5). I 2002 var det potet og grønnsaker på et større areal, til sammen 11%. Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Gras beskytter derimot godt mot erosjon. Nedgang i areal med grønnsaker og potet og økt areal med gras bidrar derfor til redusert risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene.

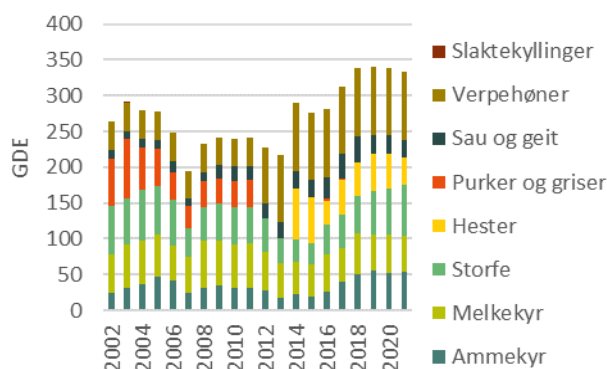


**Figur 5.** Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

## Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 har husdyrtallet økt fra ca. 250 til ca. 330 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 6). I 2021 ble det produsert totalt ca. 4,6 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyr-gjødsel svarer årlig til 0,5 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

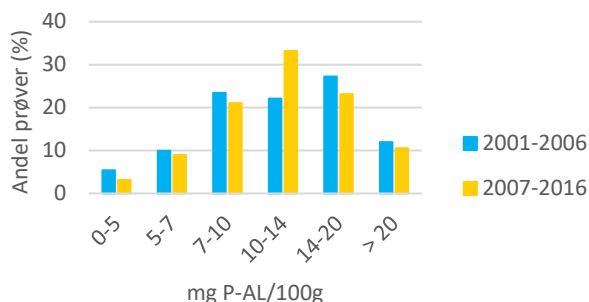
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.  
1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



Figur 6. Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

## Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen, dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus, og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g.

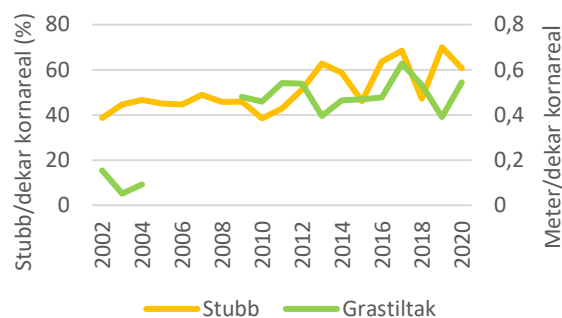


Figur 7. Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet (Kilde: NIBIO).

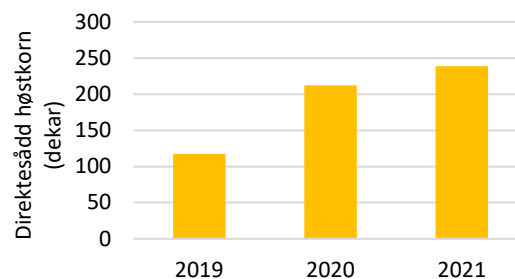
Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet er høy, i gjennomsnitt 13 mg P-AL/100 g, og gjennomsnittet har ikke endret seg fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 7). Det var en reduksjon i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100g i ca. 34% av prøvene (figur 7). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

## Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret rundt 60% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 8), og det har vært en svak økning fra 40% av kornarealet i 2002. Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Omfanget av direktesådd høstkorn i nedbørfeltet økte fra ca. 120 dekar i 2019 til ca. 240 dekar i 2021 (figur 9). Det har vært gjennomført 0,4-0,6 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene. Antall meter med grastiltak har variert fra år til år, men ikke vist noen tydelig trend over tid. I 2020 var det registrert ca. 1 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 3% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 45 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer. Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



Figur 8. Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet i 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



Figur 9. Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet til Borrevannet og kystlinja mellom Falkensten og Åsgårdstrand. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 2,3 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 1,6 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med ca. 70% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Ettersom over 50% av biotilgjengelig fosfor tilføres fra avløpssektoren, vil opprydding i avløpsanleggene kunne bidra vesentlig til bedre vannkvalitet. Tiltaks-gjennomføring i jordbruket vil også bidra til å nå miljømålet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornareal, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker.

Tabell 5. Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i Borrevannets nedbørfelt	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	346	9 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	413	11 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	239	6 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	532	14 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	655	17 %
Grasdekte vannveier	745	20 %
Grasdekte kantsoner	644	17 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	342	9 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	1643	43 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>2402</b>	<b>63 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene i nedbørfeltet med ca. 0,3 tonn/år (9%; tabell 5). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettets vil potensielt kunne gi en

reduksjon i fosfortilførsler på ca. 0,4 tonn/år (11%; tabell 5). Disse tiltakene er spesielt viktige ettersom avløp bidrar med over halvparten av biotilgjengelig fosfor i nedbørfeltet.

### Jordbruksarealer

Jordbruksarealene i nedbørfeltet domineres av leir- og sandjord dannet på hhv. hav- og strandavsetninger, samt morene. Jorda er bakkeplanert på 7% av arealet. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det er også noe areal med høy og svært høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 70% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 5). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

### Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.

Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsengkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direkte-såing av høstkorn i 2017 (om lag 45% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 17%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/ forsengkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 20%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 17% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.



**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 10% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosfor-status i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 9% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyr-gjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,02 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### ***Punktkilder i jordbruket***

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr.

### ***Andre effekter av tiltak***

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

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard



Foto: Miguel Angel Segarra Valls

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

## Storelva, Dalselva og Undrumsdalen

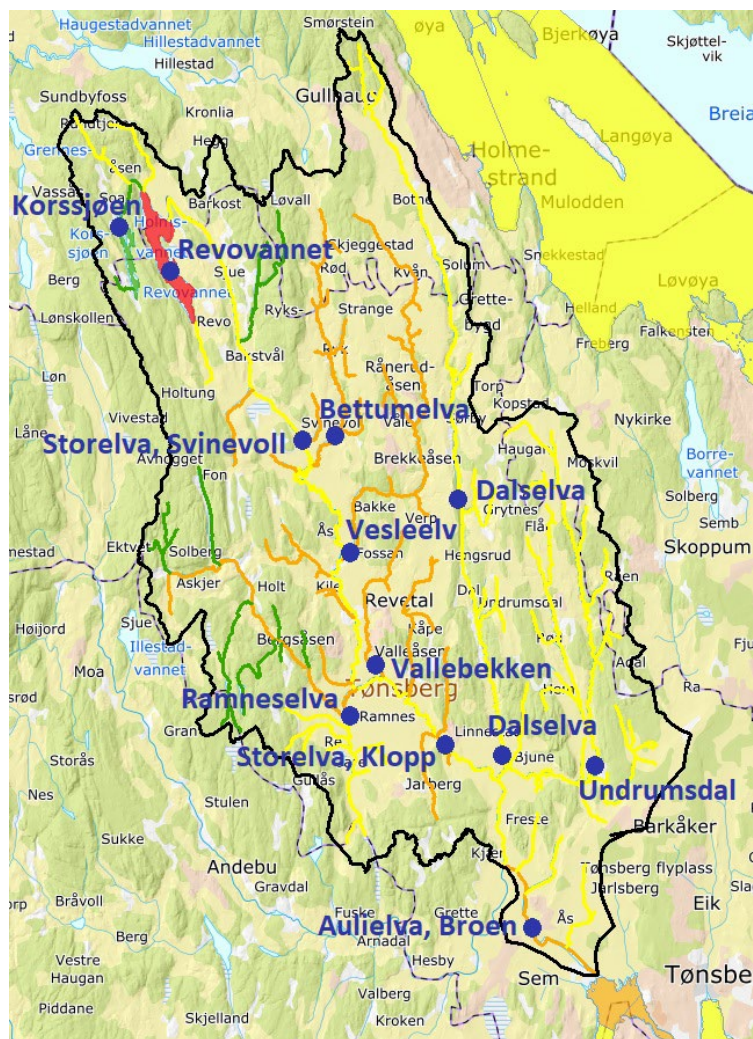
Nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen (figur 1) utgjør omtrent to tredjedeler av Aulivassdraget i Vestfold. Nedbørfeltet drenerer et areal på 235 km<sup>2</sup> fra en høyde på 265 meter over havet, til Aulielvas utløp i Byfjorden i Tønsberg. Det er to større vann, Korssjø (0,5 km<sup>2</sup>) og Revovannet (1,7 km<sup>2</sup>), som befinner seg øverst i nedbørfeltet til Storelva. Det er omtrent 260 km med elver og bekker. Store deler av nedbørfeltet (65%) har et tykt dekke av løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord (marin leire). Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør ca. 40% av nedbørfeltet, mens ca. 55% består av skog og utmark. Nederste del av nedbørfeltet avgrenses av morenerygger. Det bor ca. 16 000 mennesker i området, hvorav 80% i tettbebygde områder (Revetal, Våle, Sem og deler av Barkåker). De resterende 20% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser høye konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen, og overveiende moderat til svært dårlig økologisk tilstand (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 30 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (91%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt høy. Avløp bidrar med 6% av fosfortilførslene. Det er behov for tiltak spesielt på jordbruksarealene, for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.





## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdal, med elleve utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 og 2 oppsummerer økologisk tilstand av vannkvalitets-elementer i to innsjøer og åtte elver og bekker i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2 og 3).

### Innsjøer

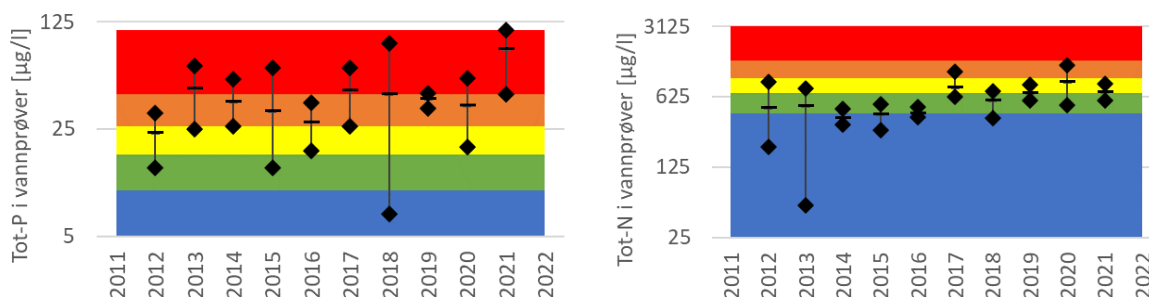
De to innsjøene Korssjø og Revovannet, som begge ligger helt nordvest i nedbørfeltet, er typifisert som grunne, liten

(Korssjø)/middels (Revovannet), moderat kalkrike, klare innsjøer (L107c). De har svært ulik økologisk tilstand: I Korssjø viser gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor (tot-P) og totalnitrogen (tot-N), siktedyp og klorofyll (Klf a) god og svært god økologisk tilstand (tabell 1). I Revovannet er tilstanden moderat for totalnitrogen og svært dårlig for de andre kvalitetselementene (tabell 1). Det er en tendens til at konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen har økt de siste 10 årene (Figur 2)

**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i Korssjø og Revovannet. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for totalfosfor (Tot-P), totalnitrogen (Tot-N), siktedyp, klorofyll (klf a) og total vurdering for planteplankton (nEQR) er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Innsjøtype	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Tot-N [µg/l]	Siktedyp [m]	Klf a [µg/l]	Planteplankton tot. (nEQR)
Korssjø	014-5815-L	L107c	2012-2021 (4)	7	588	4,4	3,7	0,92
Revovannet	014-313-L	L107c	2016-2017 (27)	45	703	0,9	49	0,13

## Revovannet



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Revovannet i perioden 2012-2021. Verdiene er basert på 4-7 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

## Elver og bekker

Alle de utvalgte elvelokalitetene er typifisert som leirvassdrag (elvetype R111), med 55-90% dekningsgrad av marin leire i nedbørfeltene. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturlig tilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper.

Undersøkelser av det biologiske kvalitetselementet påvekstalter viser at den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering er moderat i elvene og bekkene der påvekstalter er undersøkt. Bunndyr indikerer imidlertid en større variasjon i tilstanden for eutrofiering og organisk belastning, og tilstanden for bunndyr varierer fra god til dårlig (tabell 2).

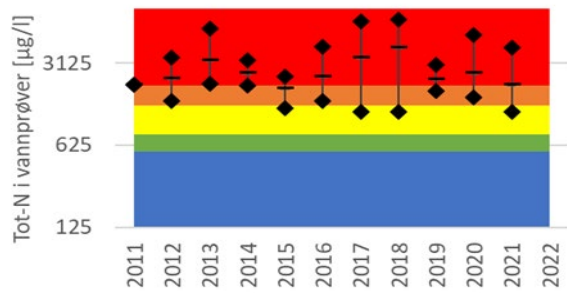
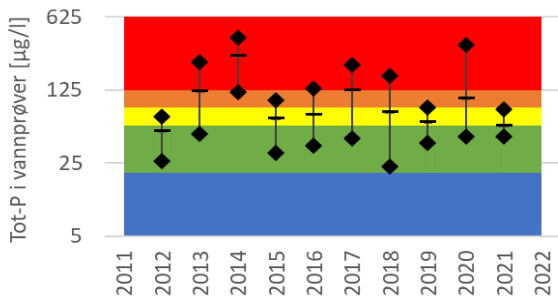
Gjennomsnittskonsentrasjonene av totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P) viser moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand i alle utvalgte elver og bekker. Gjennomsnittskonsentrasjonen av totalnitrogen (tot-N) viser svært dårlig tilstand i alle elver og bekker unntatt i Ramneselva, der tilstanden er dårlig. Alle disse sett under ett, er tilstanden dårligst i Vallebekken, som har svært dårlig tilstand for både totalfosfor, fosfat og totalnitrogen. En mulig årsak kan være evt. påvirkning fra avløpsnett i tettstedet Revetal.

Figur 3 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen flere vannlokaliteter i nedbørfeltet. Her er det ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i noen av elvene. Tilstanden for totalfosfor varierer en del mellom år i begge elvene, det samme for totalnitrogen i Storelva.

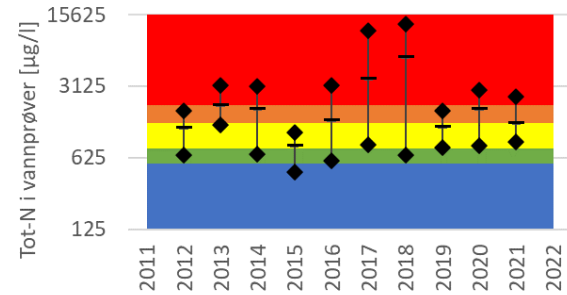
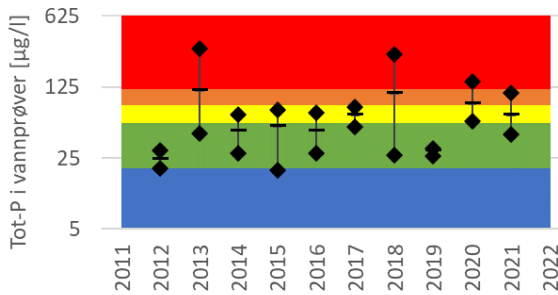
**Tabell 2.** Vurdering av økologisk tilstand i åtte elvevannlokaliteter i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdal. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstalter, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstalter er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstalter PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Aulielva, Broen	014-33-R	R111 (57%)	16,9 (2020)	4,8 (2017)	2016-2021 (35)	83	49	2646	480
Storelva, Svinevoll	014-128-R	R111 (55%)	-	5,4 (2017)	2016-2021 (23)	66	22	2476	300
Bettumelva	014-130-R	R111 (75%)	19,7 (2017)	5,95 (2020)	2017-2021 (17)	122	79	3631	671
Vesleelv, Rånerudåsen og Bakke	014-127-R	R111 (90%)	18,0 (2018)	6,38 (2021)	2016-2021 (23)	99	56	6048	370
Ramneselva	014-60-R	R111 (49%)	19,7 (2017)	5,8 (2020)	2016-2021 (23)	70	45	1974	670
Vallebekken	014-108-R	R111 (79%)	20,1 (2017)	4,7 (2020)	2016-2021 (23)	154	101	4213	1100
Storelva, Klopp	014-107-R	R111 (65%)	29,1 (2020)	6,2 (2017)	2016-2021 (23)	79	51	2917	500
Bjune/Grytnesbekken (2 st.)	014-104-R	R111 (74%)	24,3 (2017)	6,7 (2019)	2016-2021 (23)	99	37	3564	100
Undrumsdal	014-86-R	R111 (65%)	22,9 (2020)	5,5 (2019)	2016-2021 (23)	91	55	3135	530

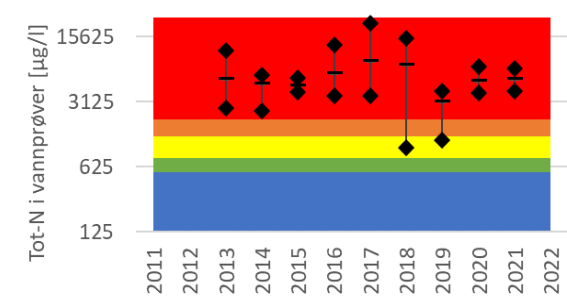
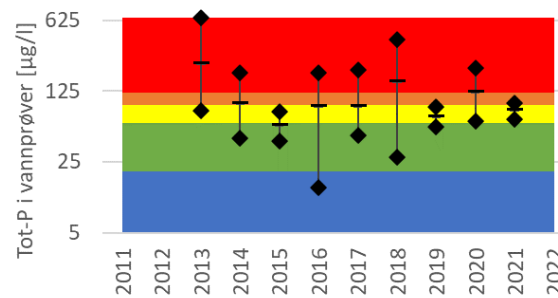
**Aulielva, Broen**



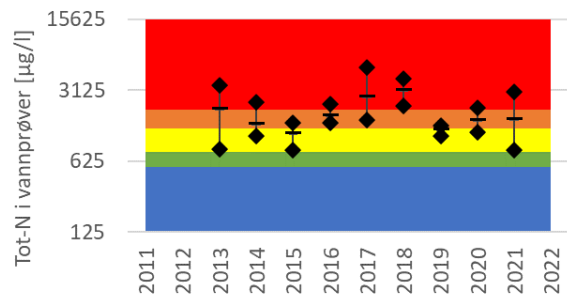
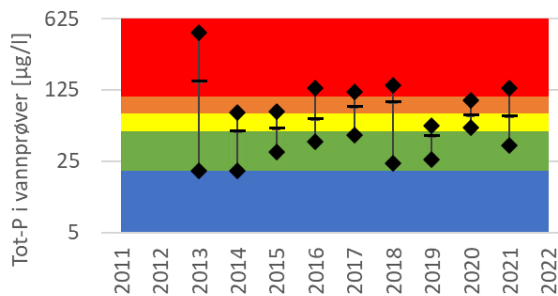
**Storelva, Svinevoll**



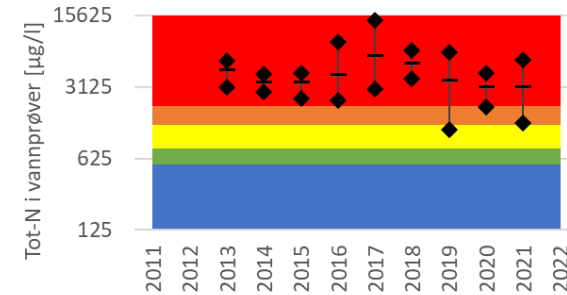
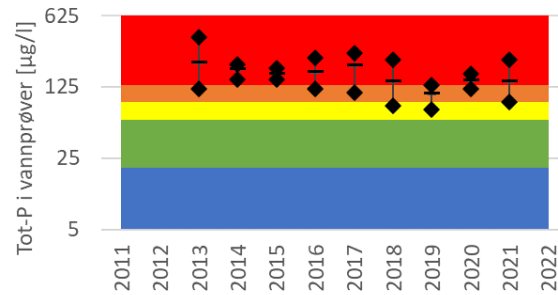
**Vesleelv, Rånerudåsen og Bakke**



**Ramneselva**

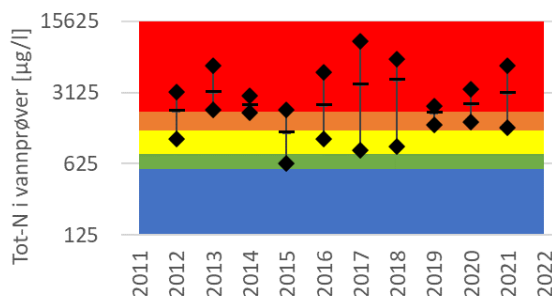
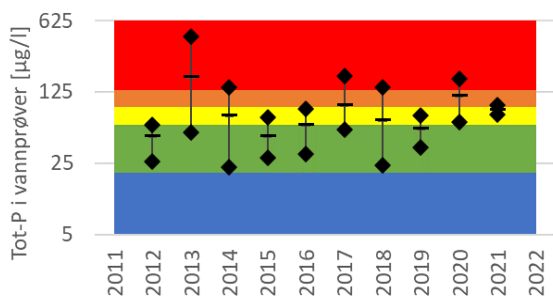


**Vallebekken**

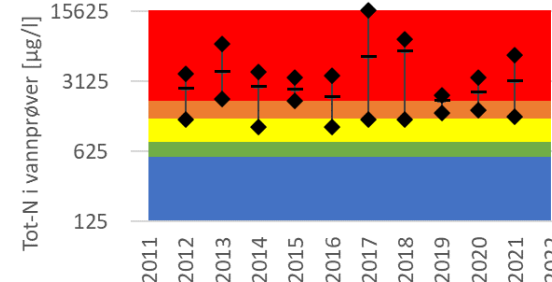
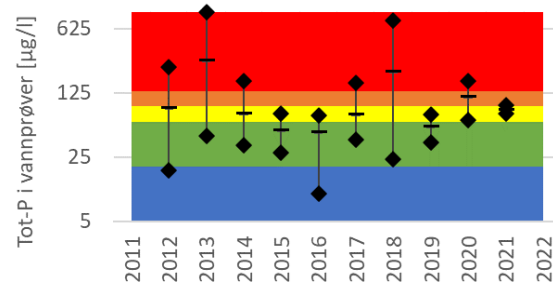


**Figur 3.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i utvalgte elver og bekker i perioden 2012-2022. Verdiene er basert på 3-6 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

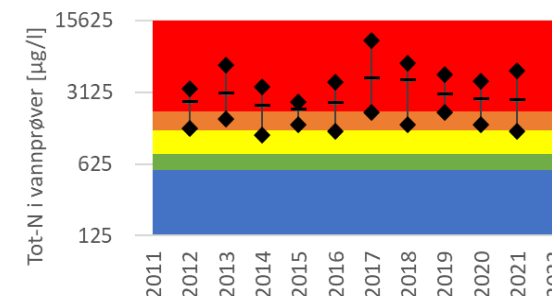
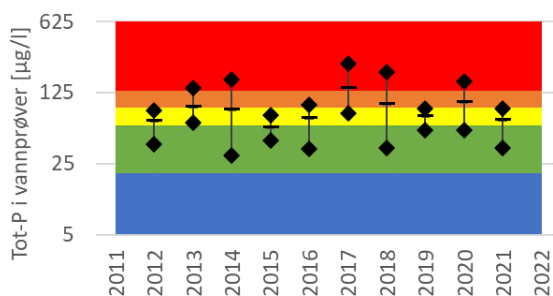
### Storelva, Klopp



### Bjune/Grytnesbekken



### Undrumsdal



**Figur 3 forts.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i utvalgte elver og bekker i perioden 2012-2022. Verdiene er basert på 3-6 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

Totalnitrogen i Vesleelva har vist svært dårlig tilstand i alle årene. Tilstanden er sannsynligvis dårligere enn prøvene tilsier, siden det er tatt få vannprøver per år og flomepisoder er sannsynligvis underrepresentert i prøvematerialet. Konsentrasjonene av E. coli-bakterier viser moderat, dårlig eller svært dårlig tilstand. Tilstanden er svært dårlig i Vallebekken, mens den er moderat i Bjune/Grytnesbekken. I resten elvene og bekkene er tilstanden dårlig. Det tilsier betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel i alle elvene og bekkene.

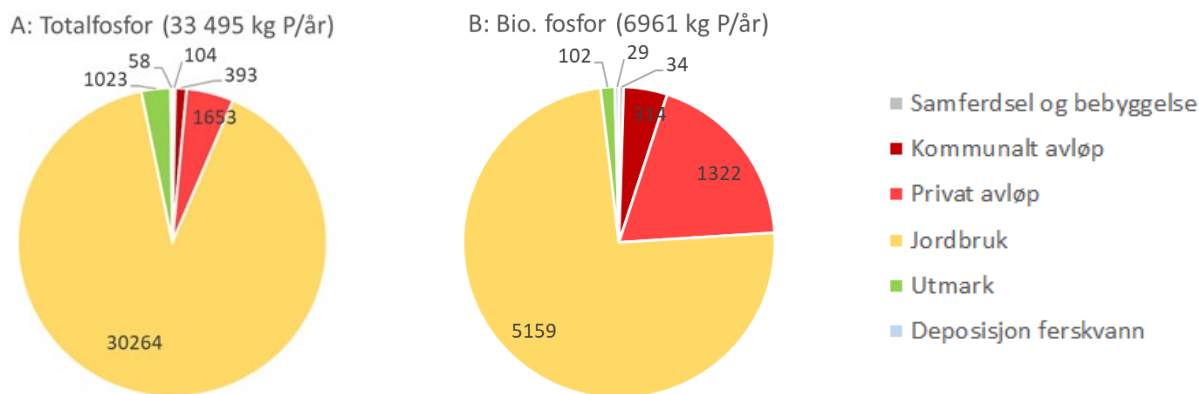
## KILDER TIL FOSFOR

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen om lag 33,5 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at den reelle transporten av næringsstoffer til vassdragene og fjorden kan være noe lavere.

*Nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen er 235 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 38% av totalarealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 53%, ferskvann 2% og samferdsel og bebyggelse 6%. Det er 1594 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 12650 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett (Kilder: NIBIO; Tønsberg, Holmestrand, Sandefjord og Horten kommuner).*

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (30,3 tonn/år, dvs. 91%, Figur 4A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 14 300 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør ca. 2 tonn/år (6%) av de totale fosfortilførslene. Skog og utmark utgjør 53% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (1 tonn/år, dvs. 3%; figur 4A).





**Figur 4.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

Erosjon i elve- og bekkeløp er også en kilde til både jord- og fosfortilførsler, men inngår ikke i dette kilderegnskapet. Jordtap som resultat av elveløpserosjon er av Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) anslått til ca. 4000 tonn/år i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen. Tilknyttet fosfortap kommer an på hvor rikt kantmaterialet er på fosfor, men dette foreligger det ikke informasjon om.

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 7 tonn/år. Jordbruk bidrar med 5,2 tonn/år (74%) av dette, og avløp med 1,6 tonn/år (24%; figur 4B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 4B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deposisjon av fosfor på vannflater (figur 4A og 4B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 1590 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 1490 (93%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til 1,7 tonn/år (tabell 3). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (ca. 1120 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett og restutslipp fra rensesanlegg er beregnet til 0,4 tonn totalfosfor/år, som utgjør ca. 19% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 3). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygd etter 1970, men det er fortsatt 29% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 4). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal

bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera. Kommunale rensesanlegg forutsettes å oppfylle renskravene i forurensnings-forskriften.

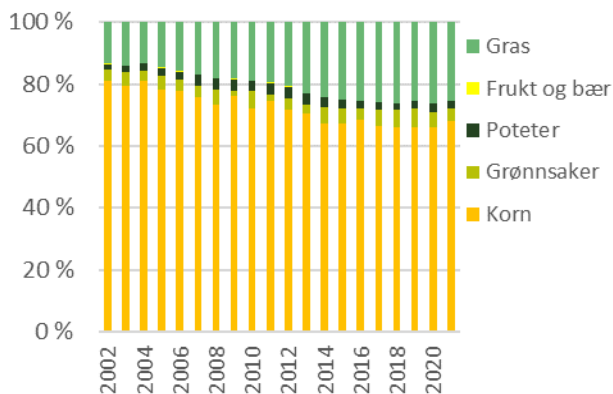
**Tabell 3.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdal, fordelt på kommuner. (Kilder: Holmestrand, Horten, Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kgP/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløp [kgP/år]	Utslipp fra store rensesanlegg [kgP/år]	Totalt [kgP/år]
Holmestrand	248	31	-	278
Horten	109	0	-	109
Sandefjord	6	0	-	6
Tønsberg	1 290	292	-	1 583
<b>Totalt</b>	<b>1 653</b>	<b>323</b>	<b>70</b>	<b>2 046</b>

**Tabell 4.** Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdal, fordelt på kommuner. (Kilder: Holmestrand, Horten, Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Holmestrand	12 418	32 %	56 %	12 %
Horten	5	0 %	0 %	100 %
Tønsberg	161 424	29 %	27 %	45 %
<b>Totalt</b>	<b>173 848</b>	<b>29 %</b>	<b>29 %</b>	<b>42 %</b>





**Figur 5.** Vekstfordeling på jordbruksareal i området 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften på arealene i nedbørfeltet endret seg. Det har blitt mer eng, mindre korn og litt mer grønnsaker på jordbruksarealene. Samtidig er husdyrtallet redusert fra 2018, mens jordas fosforstatus har vist en svak økning, noe som kan bidra til økte fosfortilførsler til vann.

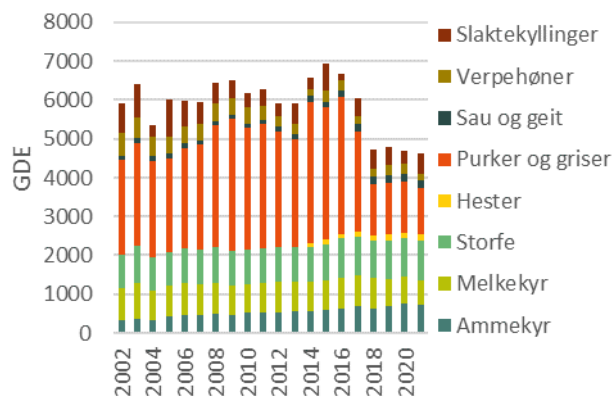
### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på 68% av jordbruksarealet. Fra 2002 til 2020 var det en økning i grasareal og en reduksjon i areal med korn (figur 5). Det var potet og grønnsaker på 6,5% av arealet i 2021, og dette innebærer en svak økning fra 2002 da det tilsvarende var 5,5% (figur 5). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Økt areal med grønnsaker og potet bidrar dermed til økt risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene, mens kornareal som erstattes med gras vil føre til redusert risiko for erosjon og fosfortap.

En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku. 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.

### Husdyrtetthet

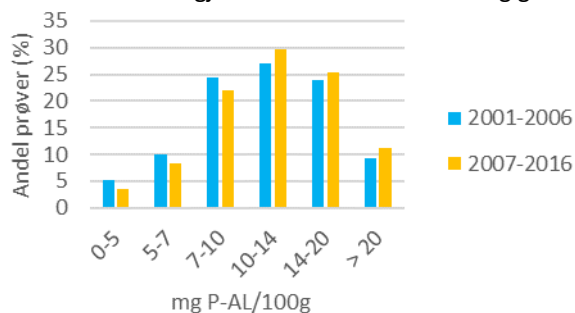
Der det spres mye husdyrgjødsel, kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 ble husdyrtallet redusert fra ca. 6000 til under 5000 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 6). I 2021 ble det dermed produsert totalt ca. 66 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,9 kg fosfor/dekar jordbruksareal i dette området. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.



**Figur 6.** Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i området fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen, dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus, og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Fosforstatus i dyrket mark i området er høy og har i gjennomsnitt økt fra 12 til 13 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 7). Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var dessuten en økning i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g i ca. 36% av prøvene (figur 7). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g, anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

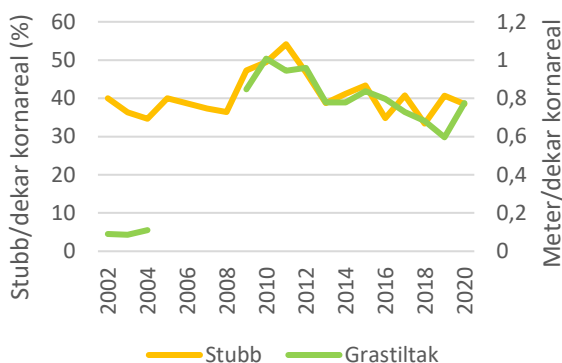


**Figur 7.** Andel av jordprøver med ulike fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i området. (Kilde: NIBIO)

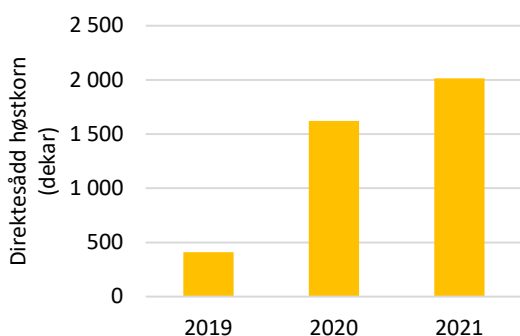
### Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret rundt 40% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 8). Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Arealet med overvintring i stubb var størst i 2011 og har gått ned etter

det. Omfanget av direktesådd høstkorn i nedbørfeltet økte fra ca. 400 dekar i 2019 til ca. 2000 dekar i 2021 (figur 9). Det har vært gjennomført 0,6- 1 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene og siden 2009 har det vært en reduksjon i grastiltak. I 2020 var det registrert ca. 35 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 13% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 280 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 8.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 9.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Den største utfordringen for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdalen er utslipp fra jordbruket. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 20,3 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 9,3 tonn/år. Det betyr at tilførslerne av totalfosfor må reduseres med nesten 50% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Det er nødvendig med betydelig tiltaksgjennomføring i jordbruket. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt høy, og

reduisert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker. I tillegg vil opprydding av de private avløpsanleggene være veldig viktig for å redusere utslippet av biotilgjengelig fosfor (figur 4B).

**Tabell 5.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet til Storelva, Dalselva og Undrumsdal	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	1 430	4 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	240	1 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	9 088	27 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	12 593	38 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	12 872	38 %
Grasdekte vannveier	9 067	27 %
Grasdekte kantsoner	5 852	17 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	4 131	12 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	21 425	64 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>23095</b>	<b>69 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslerne med ca. 1,4 tonn/år (4%; tabell 5). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettet vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på ca. 0,2 tonn/år (1%; tabell 5).

### Jordbruksarealer

På jordbruksarealene er det hovedsakelig leirjord dannet på havavsetninger. Jorda er bakkeplanert på 23% av arealet. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det er også mye areal med høy og svært høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 70% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 5).

Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

**Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 41% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 38%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 27%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 17% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjone-ring, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 12% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling

til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 5% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) kan etablering av fangvekster redusere erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,07 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### **Punktkilder i jordbruket**

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr.

### **Andre effekter av tiltak**

Tiltak innenfor avløp vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i innsjøer, gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elver og bekker. Det vil også redusere bakterieforurensingen og risikoen for spredning av sykdommer. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





Foto: Miguel Angel Segarra Valls

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

## Merkedamselva

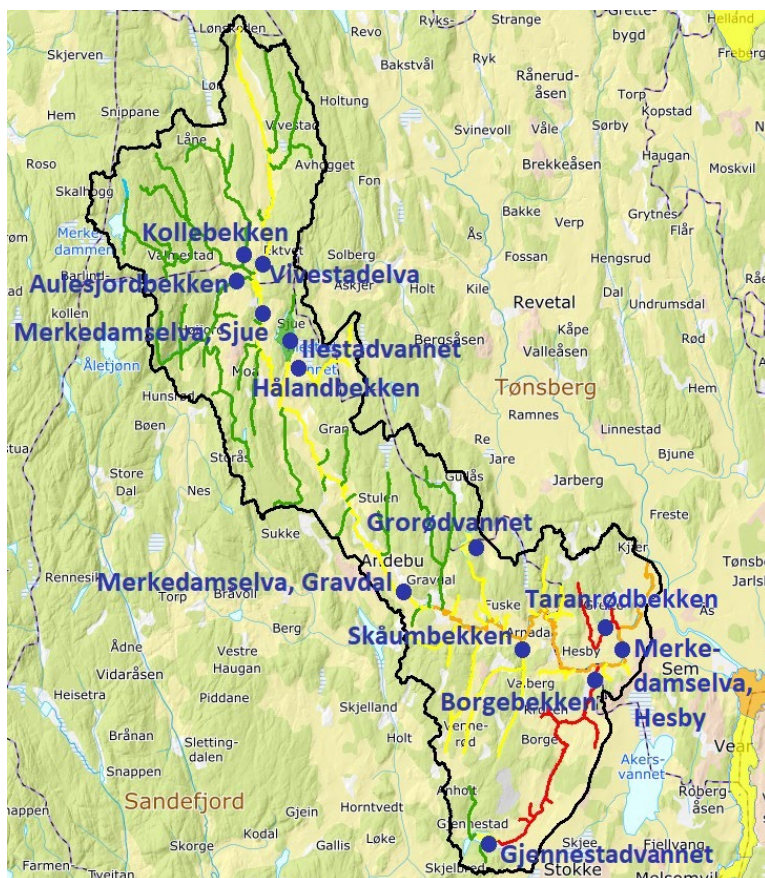
Nedbørfeltet til Merkedamselva (figur 1) utgjør omtrent en tredjedel av Aulivassdraget i Vestfold. Nedbørfeltet drenerer et areal på 129 km<sup>2</sup>, til samløp med Storelva/Aulielva. Det er ca. 180 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Det er tre større vann i nedbørfeltet: Illestadvannet (0,52 km<sup>2</sup>), Grorudvannet (0,19 km<sup>2</sup>) og Gjennestadvannet (0,16 km<sup>2</sup>). Betydelige deler av nedbørfeltet (42%) har et dekke av løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord (marin leire). Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør ca. 25% av nedbørfeltet, mens ca. 70% består av skog og utmark. Nederste del av nedbørfeltet avgrenses av morenerygger. Det bor ca. 6300 mennesker i området, hvorav 76% i tettbebygde områder (deler av Sem og Andebu). Resterende 24% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser variabel økologisk tilstand, fra god tilstand i noen vannforekomster til svært dårlig i andre (figur 1). Tilførsel av totalfosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 11,3 tonn/år. Jordbruk utgjør den største kilden til fosfor (86%) i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt høy. Avløp bidrar med 8% av fosfortilførslene. Det er behov for tiltak spesielt på jordbruksarealene, for å redusere næringsstofftilførsler til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.





## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet til Merkedamselva, med 13 utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 og 2 viser økologisk tilstand for vannkvalitets-elementer 13 vannlokaliteter (prøvetakingsstasjoner), hvorav tre innsjøer og ti elver og bekker, i nedbørfeltet til Merkedamselva. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2 og 3).

### Innsjøer

Illestadvannet er en grunn, middels, moderat kalkrik, klar innsjø (L107c) i den nordøstlige delen av nedbørfeltet. Mens både siktedyp og klorofyll viser svært god tilstand og totalfosfor god tilstand, er tilstanden for totalnitrogen dårlig.

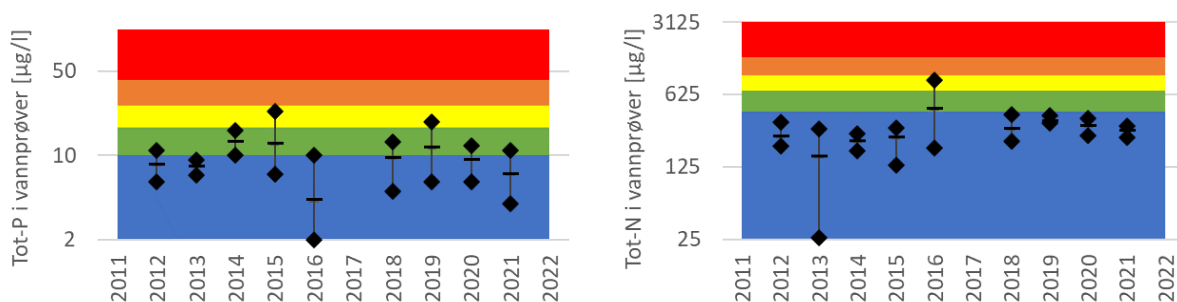
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i Illestadvannet, Grorudvannet og Gjennestadvannet. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for totalfosfor (Tot-P), totalnitrogen (Tot-N), siktedyp og klorofyll (Klf a) og totalvurdering for planteplankton (nEQR) er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Innsjøtype	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Tot-N [µg/l]	Siktedyp [m]	Klf a [µg/l]	Plante- plankton tot. (nEQR)
Illestadvannet	014-5838-L	L107c	2016-2021 (6)	10	968	5,1	3,6	0,93
Grorudvannet	014-5859-L	L105a	2016-2021 (27)	9	316	3,2	11,8	0,57
Gjennestadvannet	014-5879-L	L108	2012-2016 (14)	18	591	grunn innsjø	6,9	0,89

Grorudvannet er en grunn, liten, kalkfattig, klar og grunn innsjø (L105a), for det meste omgitt av skog. Her er tilstanden for totalfosfor god og for totalnitrogen svært god, mens siktedyp og klorofyll likevel viser hhv. dårlig og moderat tilstand. Årlige tall for konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i Grorudvannet viser ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i denne innsjøen (figur 2).

Gjennestadvannet er en grunn, liten, moderat kalkrik, humøs innsjø (L108). Her viser både totalfosfor, totalnitrogen og klorofyll god tilstand, mens tilstand for siktedyp ikke er målt pga. at innsjøen er for grunn.

## Grorudvannet



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Grorudvannet i perioden 2012-2021. Verdiene er basert på 2-5 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Det mangler data i 2017. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

## Elver og bekker

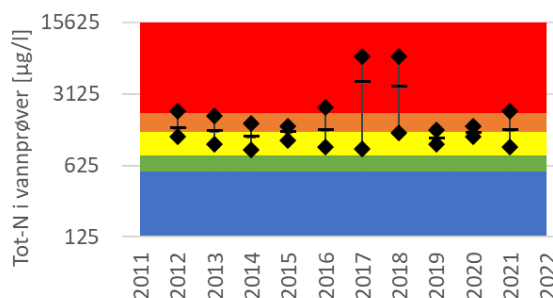
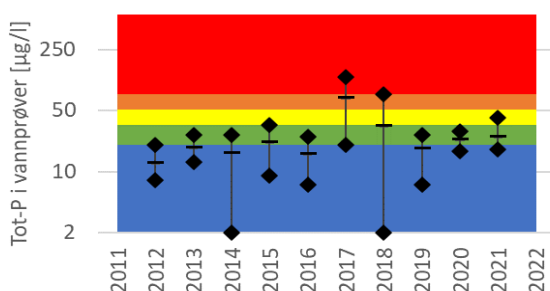
Flesteparten av de ti elvelokalitetene er typifisert som leirvassdrag (R111), med ca. 30-50% dekningsgrad av marin leire i nedbørfeltene. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper. Aulesjordbekken og Kollebekken er ikke leirvassdrag, og har en leirdekningsgrad på mindre enn 20% i nedbørfeltene. Disse to bekkene er typifisert som moderat kalkrike, hhv. humøs (R108) og klar (R107).

Undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene påvekstlger (begroingsalger) og/eller bunndyr er gjort i syv av elvene/bekkene i området. I Aulesjordbekken er tilstanden for påvekstlger svært god, mens i de resterende lokalitetene der påvekstlger er undersøkt er tilstanden moderat. Bunndyr indikerer svært god til god tilstand i de øverste lokalitetene i Merkedamselva (Vivestad, Sjøe og Gravdal), mens tilstanden er dårligere lenger ned i vassdraget (Merkedamselva, Hesby) og i flere av sidebekkene (Borgebekken, Skåumbekken og Taranrødbekken).

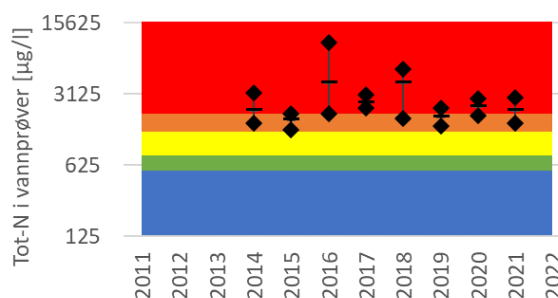
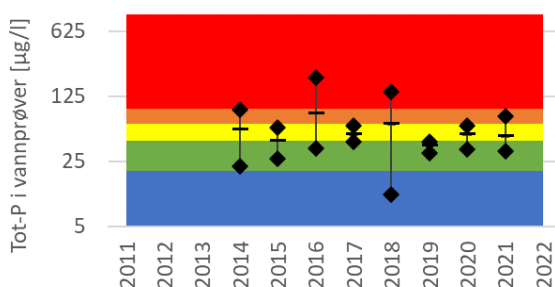
**Tabell 2.** Vurdering av økologisk tilstand i ti elvelokaliteter i nedbørfeltet til Merkedamselva. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstlger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstlger er det benyttet eutfrieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer				<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]
			Påvekstlger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]	Tot-N [µg/l]	
Aulesjordbekken	014-143-R	R108 (<20%)	9,2 (2018)	-	2017-2019 (9)	20	8	2467	420
Kollebekken	014-221-R	R107 (<20%)	-	-	2017-2021 (14)	22	9	2550	800
Vivestadelva	014-245-R	R111 (34%)	-	6,83 (2021)	2017-2021 (17)	43	17	2941	370
Merkedamselva, Sjøe	014-245-R	R111 (30%)	17,2 (2017)	6,9 (2017)	2016-2021 (21)	27	13	1911	200
Hålandbekken	014-133-R	R111 (45%)	-	-	2021 (4)	72	51	1620	2242
Merkedamselva, Gravdal	014-133-R	R111 (37%)	29,8 (2020)	6,3 (2020)	2017-2021 (17)	44	17	3047	1300
Merkedamselva, Hesby	014-135-R	R111 (41%)	26,2 (2016)	5,1 (2018)	2016-2021 (23)	55	26	2761	330
Borgebekken	014-230-R	R111 (38%)	21,3 (2017)	5,6 (2020)	2016-2021 (22)	77	42	4300	355
Skåumbekken	014-228-R	R111 (51%)	-	5,8 (2017)	2017-2021 (17)	74	45	7512	300
Taranrødbekken	014-141-R	R111 (53%)	-	4,5 (2020)	2017-2021 (19)	87	49	9972	1035

### Merkedamselva, Sjue



### Merkedamselva, Hesby



**Figur 3.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i 'Merkedamselva, Sjøe' og 'Merkedamselva, Hesby' i perioden 2012-2021/2014-2021. Verdiene er basert på 4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Aulivassdraget)

Tilstanden for totalfosfor er også god øverst i nedbørfeltet (Aulesjørbekken og Kollebekken), unntatt Vivestadelva, der tilstanden for fosfor er moderat. Bidraget med rent vann fra skogsområder gjør at tilstanden for fosfor i Merkedamselva, ved stasjonen Sjøe blir god igjen. Tilstanden for totalfosfor lenger ned i vassdraget er moderat i Gravdal, Hesby og Skåumbekken, og dårlig i Hålandbekken, Borgebekken og Taranrødbekken. Tilstanden for fosfat (orto-P) er stort sett den samme som for totalfosfor, bortsett fra et par tilfeller der den ligger i en dårligere tilstandsklasse ('Merkedamselva, Sjøe' og Skåumbekken). Tilstanden for totalnitrogen er svært dårlig i de fleste elvene og bekkene, med unntak av i 'Merkedamselva, Sjøe' og Hålandbekken, der tilstanden er dårlig. Figur 3 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i 'Merkedamselva, Sjøe' og 'Merkedamselva, Hesby'. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i noen av disse vannlokalitetene. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor variert mellom 16 µg P/l og 70 µg P/l (god til dårlig tilstand) i 'Merkedamselva, Sjøe', og mellom 36 µg P/l og 83 µg P/l (moderat til dårlig tilstand) 'Merkedamselva, Hesby'. For totalnitrogen har det tilsvarende variert mellom moderat og dårlig tilstand i 'Merkedamselva, Sjøe' og dårlig til svært dårlig tilstand i 'Merkedamselva, Hesby'. I 'Merkedamselva, Sjøe' var det særlig høye gjennomsnittskonsentrasjoner av både totalfosfor og totalnitrogen i 2017 og 2018. Generelt gjelder

at tilstanden i elver og bekker sannsynligvis er dårligere enn prøvene tilsier, siden det er tatt få vannprøver per år og det fanges kjeldent episoder med flom der konsentrasjoner kan være høyere.

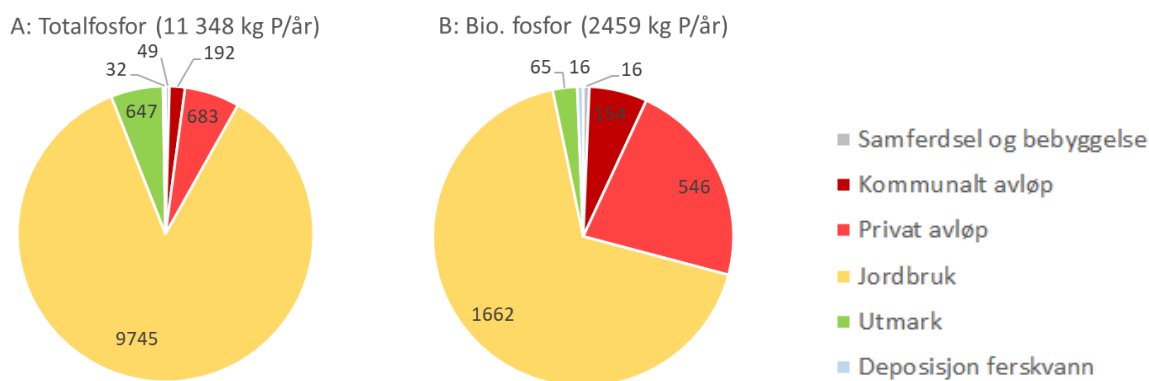
Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser dårlig tilstand i de fleste elvene og bekkene, og svært dårlig tilstand i Hålandbekken, 'Merkedamselva, Gravdal' og Taranrødbekken. Dette tyder på betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel i alle de utvalgte elvene og bekkene.

## KILDER TIL FOSFOR

Merkedamselvas nedbørfelt er 129 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 24% av totalarealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 69%, ferskvann 2% og samferdsel og bebyggelse 5%. Det er 706 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 4750 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Tønsberg og Sandefjord kommuner)

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i nedbørfeltet til Merkedamselva om lag 11,3 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at den reelle transporten av næringsstoffer i vassdraget kan være lavere.





**Figur 4.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Merkedamselva, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (9,7 tonn/år, dvs. 86%; figur 4A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 4280 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør ca. 0,9 tonn/år (8%) av de totale fosfortilførslene. Skog og utmark utgjør 69% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,7 tonn/år, dvs. 6%; figur 4A).

Erosjon i elve- og bekkeløp er også en kilde til både jord- og fosfortilførsler, men inngår ikke i dette kilderegnskapet. Jordtap som resultat av elveløpserosjon er av Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) anslått til ca. 1700 tonn/år i nedbørfeltet til Merkedamselva. Tilknyttet fosfortap kommer an på hvor rikt kantmaterialet er på fosfor. Dette foreligger det ikke informasjon om.

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 2,5 tonn/år. Jordbruk bidrar med 1,7 tonn/år (67%) av dette, og avløp med 0,7 tonn/år (28%) (figur 4B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 4B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 4A og 4B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 710 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 600 (85%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til 0,7 tonn/år (tabell 3). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere

(aktuelt for ca. 480 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett og restutslipp fra renseanlegg er beregnet til 0,2 tonn totalfosfor/år, og utgjør til sammen ca. 22% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 3). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet som er bygget etter 1970, men det er fortsatt 14% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 4).

**Tabell 3.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Merkedamselva, fordelt på kommuner. (Kilder: Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kgP/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett [kgP/år]	Utslipp fra renseanlegg [kgP/år]	Totalt [kgP/år]
Sandefjord	483	75	-	559
Tønsberg	199	27	-	226
<b>Totalt</b>	<b>682</b>	<b>102</b>	<b>90</b>	<b>875</b>

**Tabell 4.** Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet til Merkedamselva, fordelt på kommuner. (Kilder: Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Sandefjord	30 939	4 %	68 %	28 %
Tønsberg	25 477	26 %	23 %	51 %
<b>Totalt</b>	<b>56 416</b>	<b>14 %</b>	<b>48 %</b>	<b>39 %</b>

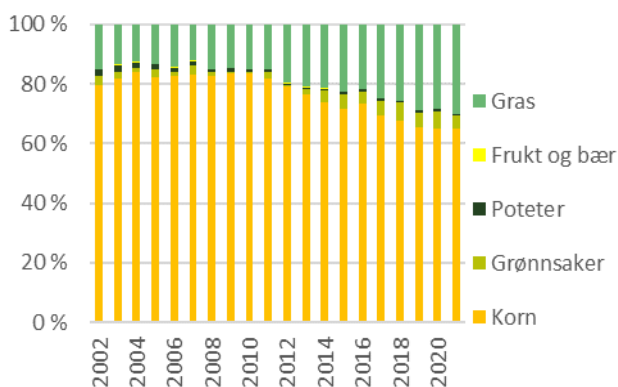
Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjejytting og innvendig rørinspeksjon med kamera. Kommunale renseanlegg forutsettes å oppfylle rensekravene i forurensningsforskriften.

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet til Merkedamselva endret seg. Det har blitt mer eng, mindre korn og potet, og mer grønnsaker på jordbruksarealene. Det har ikke vært noen entydig endring i husdyrtall i de 20 årene, og jordas gjennomsnittlige fosforstatus har gått litt ned ifølge registreringene.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på 65% av jordbruksarealet i nedbørfeltet til Merkedamselva. Fra 2002 til 2021 var det en økning i grasareal og en reduksjon i areal med korn (figur 5). Det var potet og grønnsaker på til sammen ca. 5% av arealet i 2021, med en endring mot mer grønnsaker og mindre potet på jordbruksarealene siden 2002 (figur 5). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Gras beskytter derimot godt mot erosjon. Økt grasareal og nedgang i areal med potet bidrar til redusert risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene, mens en fordobling av arealet med grønnsaker bidrar til økte fosfortap.

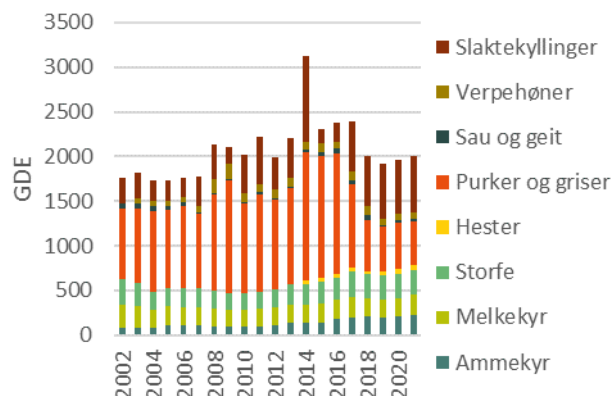


Figur 5. Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. Fra 2002 til 2021 har husdyrtallet økt fra ca. 1700 til ca. 2000 gjødsel-dyrenheter (GDE), og i en periode fra 2008 til 2017 var det over 2000 GDE (figur 6). I 2021 ble det produsert totalt ca. 28 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eien-dommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 1,1 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet.

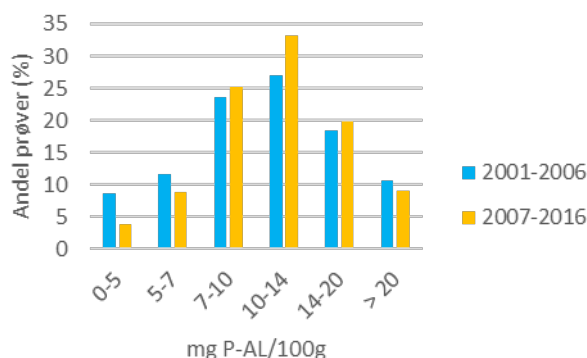
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku. 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



Figur 6. Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Fosforstatus i jord

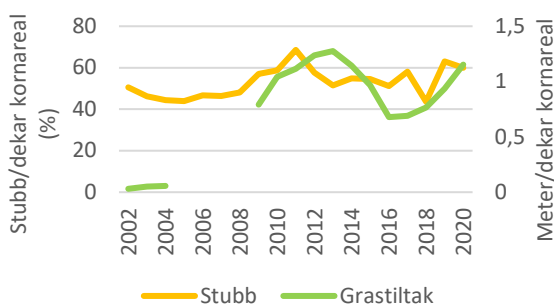
Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for avrenningen, dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus, og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet er høy, men er i gjennomsnitt redusert fra 13 mg P-AL/100 g til 12 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 7). Reduksjon i jordas fosforstatus bidrar til redusert risiko for fosfortap. Fosforstatus er likevel over 14 mg P-AL/100 g i ca. 30% av jordprøvene (figur 7). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100 g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.



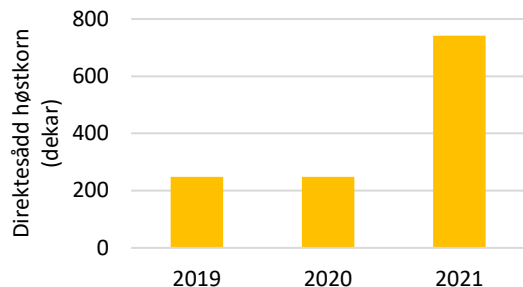
Figur 7. Andel av jordprøver med ulike fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

## Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret rundt 60% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 8), og det har ikke vært noen entydig trend i andel stubbareal de siste 20 årene. Omfanget av direktesådd høstkorn i nedbørfeltet lå på ca. 250 dekar i 2019 og 2020, og økte til nesten 750 i 2021 (figur 9). Det har vært gjennomført 0,7 - 1,3 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene. I 2020 var det registrert ca. 16 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 10% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 165 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 8.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 9.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Den største utfordringen for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet til Merkedamselva er utslipp fra jordbruk. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 4,5 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 1,7 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med nesten 40% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

For å kunne nå miljømålet er det nødvendig med betydelig tiltaksgjennomføring i jordbruket. Fosforstatus i jorda er i

gjennomsnitt høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker. I tillegg vil en opprydding i avløpsanleggene gi reduserte utslipp. Tiltak mot avrenning fra veksthus kan også være aktuelt i dette området.

**Tabell 5.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet til Merkedamselva	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	592	5 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	71	1 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	2 503	22 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	3 575	32 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	3 633	32 %
Grasdekte vannveier	2 919	26 %
Grasdekte kantsoner	2 024	18 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	1 528	13 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	6 787	60 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>7 450</b>	<b>66 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med 0,6 tonn/år (5%; tabell 5). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettverket vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på knapt 0,1 tonn/år (1%; tabell 5).

### Jordbruksarealer

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 5). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

*På jordbruksarealene er det hovedsakelig leirjord dannet på havavsetninger. Jorda er bakkeplanert på 16% av arealet. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det er også mye areal med høy og svært høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 70% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå).*

**Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 56% av kornarealet) vil stubb og direktesåing av høstkorn på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 32%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 26%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 18% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 13% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri

mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 5% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,07 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### **Punktkilder i jordbruket**

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus kan også være aktuelt i området.

### **Andre effekter av tiltak**

Tiltak innenfor avløp vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i innsjøer, gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elver og bekker. Det vil også redusere bakterieforurensingen og faren for spredning av sykdommer. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





Foto: Miguel Angel Segarra Valls

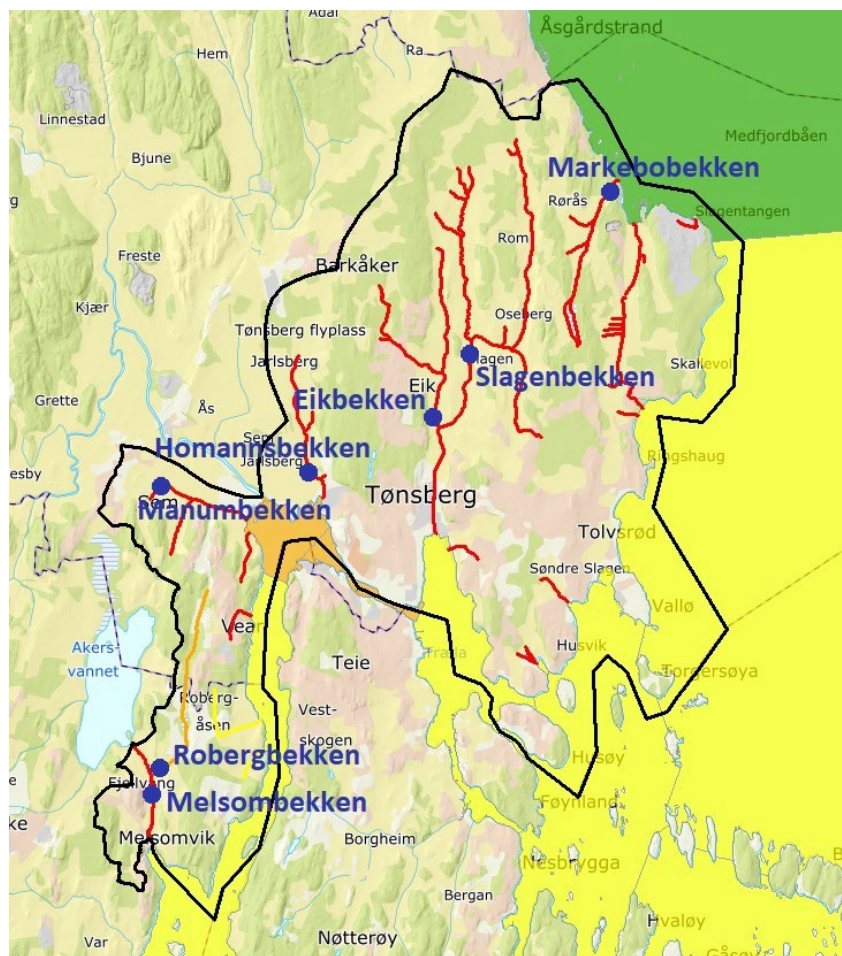
## Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen

Nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen (figur 1) er en del av vannområdet Horten-Larvik, som ligger på østsiden av vestfoldraet. Nedbørfeltet drenerer et areal på 75 km<sup>2</sup>, med utløp i Ytre Oslofjord, Træla, Byfjorden og Vestfjorden. Det er ca. 60 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Store deler av nedbørfeltet (70%) har et dekke av løsmasser som har marin opprinnelse, og flere vassdrag er leirpåvirket. Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør ca. 35% av nedbørfeltet, mens ca. 40% består av skog og utmark, og omtrent 25% er urbane områder (Tønsberg by og Vear). Det bor ca. 47500 mennesker i området, hvorav 99% i tettbebygde områder. Resterende 1% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser høye konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen, og dårlig til svært dårlig økologisk tilstand. Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 6,3 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (73%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt svært høy. Avløp bidrar med 22% av fosfortilførslene. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere tilførslene av næringsstoffer til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.



## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen, med syv utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat). (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 oppsummerer økologisk tilstand av biologiske og kjemiske parametere, samt fekale indikatorbakterier (*E. coli*), i syv prøvetakingsstasjoner i bekker i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2).

Homannsbekken, Manumbekken, Slagenbekken og Eikbekken er typifisert som leirvassdrag (R111), med 40-60% dekningsgrad av marin leire i nedbørfeltene. Dette innebærer naturlig høyere konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper. De tre andre bekkene (Melsombekken, Robergbekken og Markebobekken) har en leirdekningsgrad på mindre enn 20%, og er moderat kalkrike til kalkrike, humøse elvetyper (elvetyper R108 og R110).

Undersøkelser av det biologiske kvalitetselementet bunndyr er begrenset til Melsombekken, Slagenbekken og Markebobekken, og viser at den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering og organisk belastning er svært dårlig i disse bekkene. Påvekstalg er ikke undersøkt i noen av bekkene. Tilstanden for totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P)

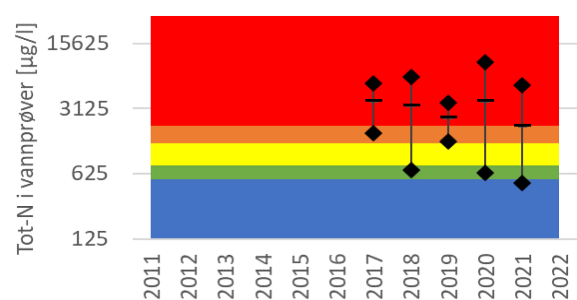
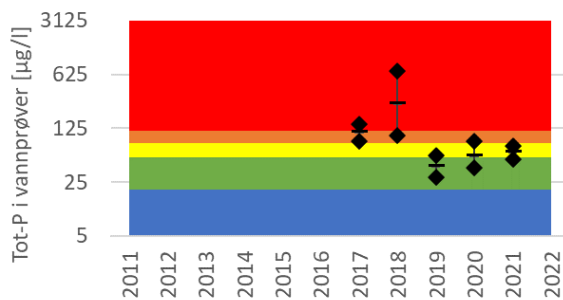
er dårlig i Homannsbekken, og svært dårlig i resten av bekkene. Totalnitrogen (tot-N) viser moderat tilstand i Melsombekken, dårlig tilstand i Robergbekken og ellers svært dårlig tilstand. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen kan være påvirket av avrenning fra veksthus i Slagenbekken og Manumbekken. Manumbekken utmerker seg med ekstremt høye næringsstoffkonsentrasjoner (merk at tallet er basert på kun seks vannprøver). Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i noen av bekkene. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid, med ett mulig unntak: De siste tre årene i perioden ser det ut til at konsentrasjonene av både totalfosfor og totalnitrogen i Slagenbekken og totalfosfor i Homannsbekken har blitt noe redusert. Generelt gjelder at tilstanden sannsynligvis er dårligere enn prøvene tilsier, siden det er tatt få vannprøver per år og det er vanskelig å dekke flomepisoder.

Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser moderat tilstand i Melsombekken og Robergbekken, svært dårlig tilstand i Manumbekken og Eikbekken, og ellers dårlig tilstand. Dette tyder på betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel i alle de utvalgte elvene og bekkene.

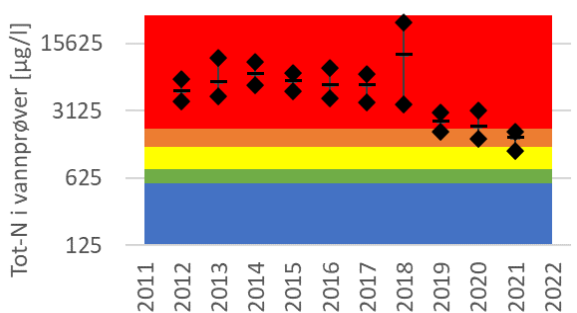
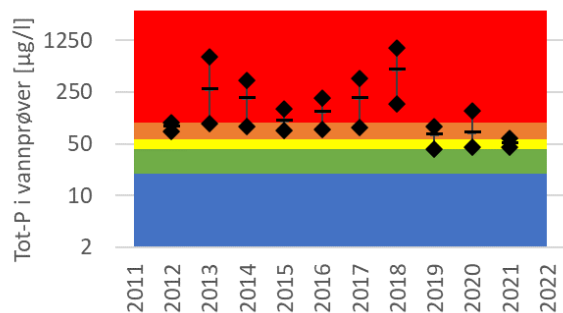
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand mht. eutrofiering i åtte vannlokaliteter i nedbørfeltet Byffjorden, Vellebekken og Søndre Slagen. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstalg, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstalg er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik).

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			E. coli-bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstalg PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [ $\mu\text{g/l}$ ]	Orto-P [ $\mu\text{g/l}$ ]		Tot-N [ $\mu\text{g/l}$ ]
Melsombekken	014-163-R	R108	-	3,79 (2019)	2016-2021 (20)	100	55	1238	95
Homannsbekken	014-124-R	R111 (53%)	-	-	2017-2021 (18)	106	57	3016	390
Manumbekken	014-169-R	R111 (58%)	-	-	2020-2021 (6)	7173	4607	55550	2600
Robergbekken	014-164-R	R108	-	-	2017-2021 (16)	91	68	1364	150
Slagenbekken	014-121-R	R111 (41%)	-	3,9 (2021)	2016-2021 (24)	173	126	6154	865
Eikbekken	014-123-R	R111 (38%)	-	-	2017-2021 (18)	314	262	5211	1100
Markebobekken	013-93-R	R110 (12%)	-	3,83 (2019)	2016-2021 (20)	190	139	8445	675

Homannsbekken



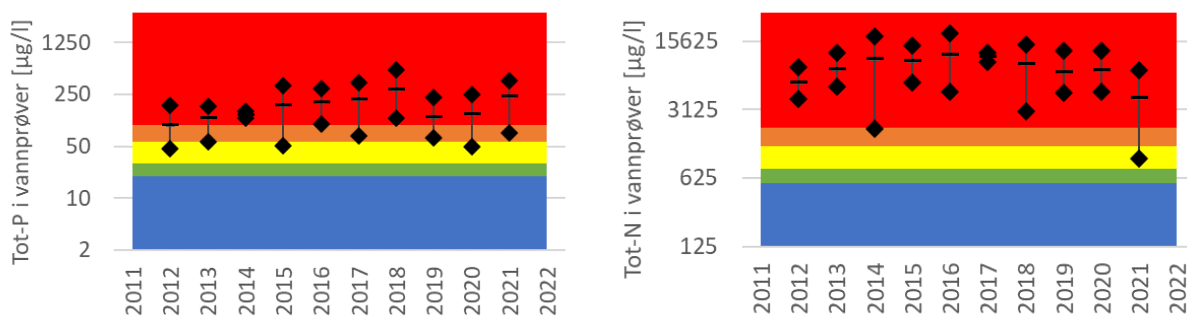
Slagenbekken



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min og maks konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) for tre bekker i perioden 2012-2020. Verdiene er basert på 2-4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)



## Markebobekken



**Figur 2 forts.** Årsgjennomsnitt, min og maks konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) for tre bekker i perioden 2012-2020. Verdiene er basert på 2-4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik.)

## KILDER TIL FOSFOR

*Nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen er 75 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 34% av arealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 39% og samferdsel og bebyggelse 27%. Det er 307 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 46 800 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Tønsberg og Sandefjord kommuner)*

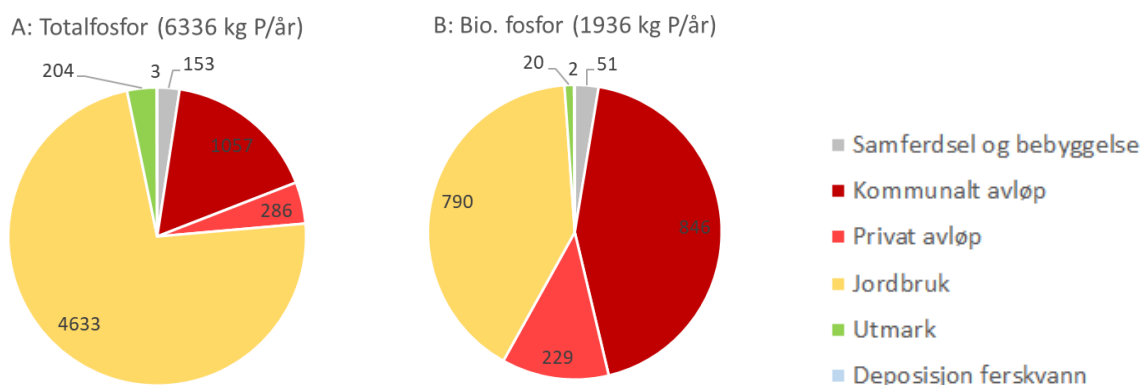
Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen om lag 6,3 tonn i et gjennomsnittså. Tilførsler fra veksthus er ikke estimert i denne rapporten, men overvåkingsdataene indikerer at det kan være en betydelig påvirkning i dette området. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at den reelle transporten av næringsstoffer til fjorden kan være lavere.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (4,6 tonn/år, dvs. 73%; figur 3A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved

erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 1830 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør 1,3 tonn/år (22%) av de totale fosfortilførslene. Skog og utmark utgjør 39% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,2 tonn/år, dvs. 3%; figur 3A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 1,9 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,8 tonn/år (41%) av dette, og avløp med 1,1 tonn/år (56%; figur 3B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 3B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 3A og 3B).



**Figur 3.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 310 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 280 (91%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstillende kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til 0,3 tonn/år (tabell 2). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (ca. 160 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett er beregnet til ca. 1,1 tonn/år, som utgjør 79% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 2). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 14% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 3). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera.

**Tabell 2.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen, fordelt på kommuner. (Kilde: Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett	Totalt
	[kg P/år]	[kg P/ år]	[kgP / år]
Sandefjord	80	35	115
Tønsberg	207	1 021	1 228
<b>Totalt</b>	<b>286</b>	<b>1 057</b>	<b>1 343</b>

**Tabell 3.** Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen, fordelt på kommuner. (Kilder: Horten, Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022	Bygget før 1970	Bygget i 1970 - 1999	Bygget i 2000 - 2022
	[m]	[%]	[%]	[%]
Sandefjord	17 672	11 %	52 %	37 %
Tønsberg	443 610	14 %	34 %	52 %
<b>Totalt</b>	<b>461 289</b>	<b>14 %</b>	<b>34 %</b>	<b>52 %</b>

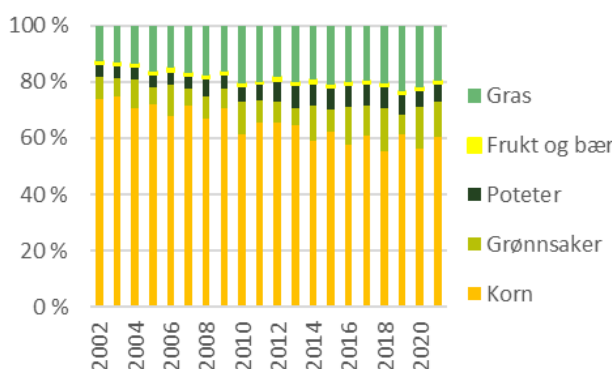
## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i området endret seg. Det har blitt mer eng og mindre korn, men særlig har det blitt mer potet og grønnsaker på jordbruksarealene, noe som bidrar til økt erosjon og tap av fosfor. Samtidig har

det ifølge registreringene vært en periode med flere husdyr (2012-2016) og en svak økning av jordas fosforstatus, noe som også bidrar til økte fosfortilførsler til vann.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på 60% og gras på 20% av jordbruksarealet i området, og det har vært en økning i grasarealet siden 2002 (figur 4). Det ble dyrket potet og grønnsaker på rundt 20% i 2021, en økning fra ca. 13% i 2002. Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Økt areal med grønnsaker og potet bidrar dermed til økt risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene. Økt areal med gras beskytter derimot mot erosjon og fosfortap.

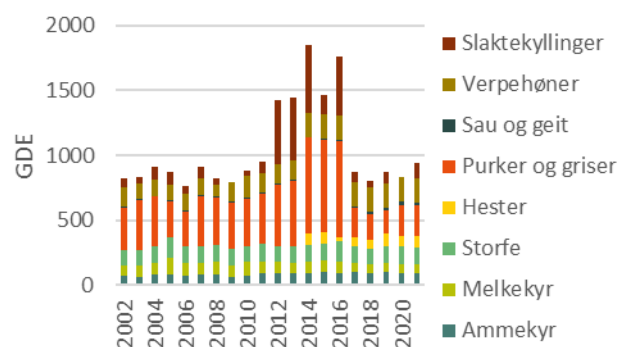


**Figur 4.** Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Husdyrtetthet

En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku. 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager.

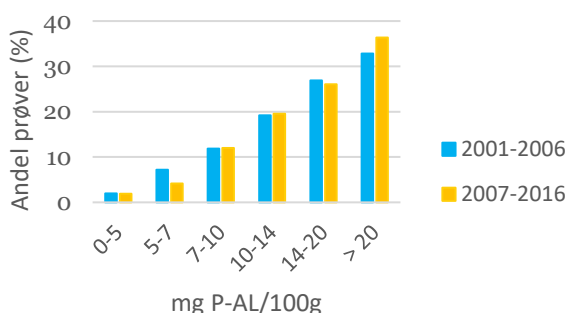


**Figur 5.** Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

I perioden fra 2012 til 2016 var husdyrtallet ifølge registreringene høyere (1400-1800 gjødseldyrenheter (GDE) enn ellers i perioden fra 2002 til 2021 (ca. 800 GDE) (figur 5). I 2021 ble det produsert totalt ca. 11 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,6 kg fosfor/dekar jordbruksareal i dette området. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet og eller hva som er spreddearealet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

### Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen, dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus, og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Gjennomsnittlig fosforstatus i dyrka mark i området er svært høy og har i gjennomsnitt økt fra 18 mg P-AL/100 g til 19 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 6). Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med gjødsel - både husdyrgjødsel og mineralgjødsel - sammenlignet med det som tas ut i avling. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g i ca. 62% av prøvene (figur 6). Stort areal med potet og grønnsaker og mye fosforgjødsel kan være forklaringen på at fosforstatus i jorda er meget høy og at den har økt. Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

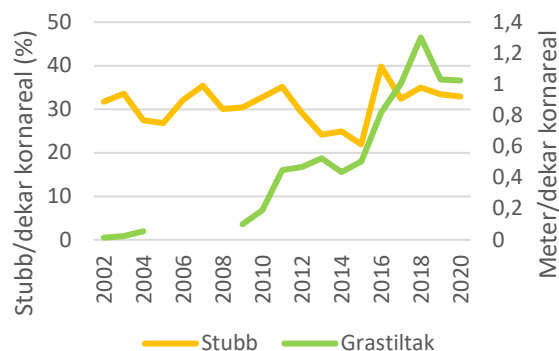


**Figur 6.** Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

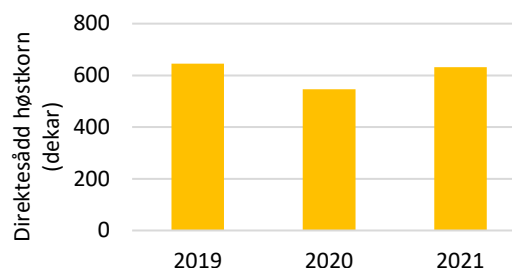
### Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret litt over 30% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 7). Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Omfanget av direktesådd

høstkorn i nedbørfeltet lå på ca. 550-650 dekar i 2019-2021 (figur 8). Det har vært gjennomført 0,1 - 1,3 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner), med en økende trend i fra 2002 til 2020. I 2020 var det registrert ca. 10 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 15% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 75 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 7.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 8.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet ut fra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 3,8 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 2,9 tonn/år. Det betyr at tilførselene av totalfosfor må reduseres med ca. 75% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Ettersom over 50% av biotilgjengelig fosfor tilføres fra avløpssektoren, vil opprydding i avløpsanleggene bidra vesentlig til å nå miljømålene. For å kunne nå miljømålet er det i tillegg nødvendig med høy grad av tiltaksgjennomføring i jordbruket. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt svært høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig

tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker. Tiltak mot avrenning fra veksthus kan også være aktuelt i dette nedbørfeltet.

**Tabell 4.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet Byfjorden, Vellebekken og Søndre Slagen	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	249	4 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	748	12 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	629	10 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	1 593	25 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	1 790	28 %
Grasdekte vannveier	1 388	22 %
Grasdekte kantsoner	479	8 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	859	14 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	3 167	50 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>4164</b>	<b>66 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med ca. 0,2 tonn/år (4% av fosfortilførslene; tabell 4). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnett vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på ca. 0,7 tonn/år (12% av fosfortilførslene; tabell 4).

### Jordbruksarealer

På jordbruksarealene er det hovedsakelig sand- og leirjord, dannet på hhv. strand- og havavsetninger. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 80% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 4). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også

redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

**Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 30% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 28%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 22%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 8% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseeffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 20% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er svært høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 14% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,04 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### ***Punktkilder i jordbruket***

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus kan også være aktuelt i området.

### ***Andre effekter av tiltak***

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

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø,  
Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





Foto: Miguel Angel Segarra Valls

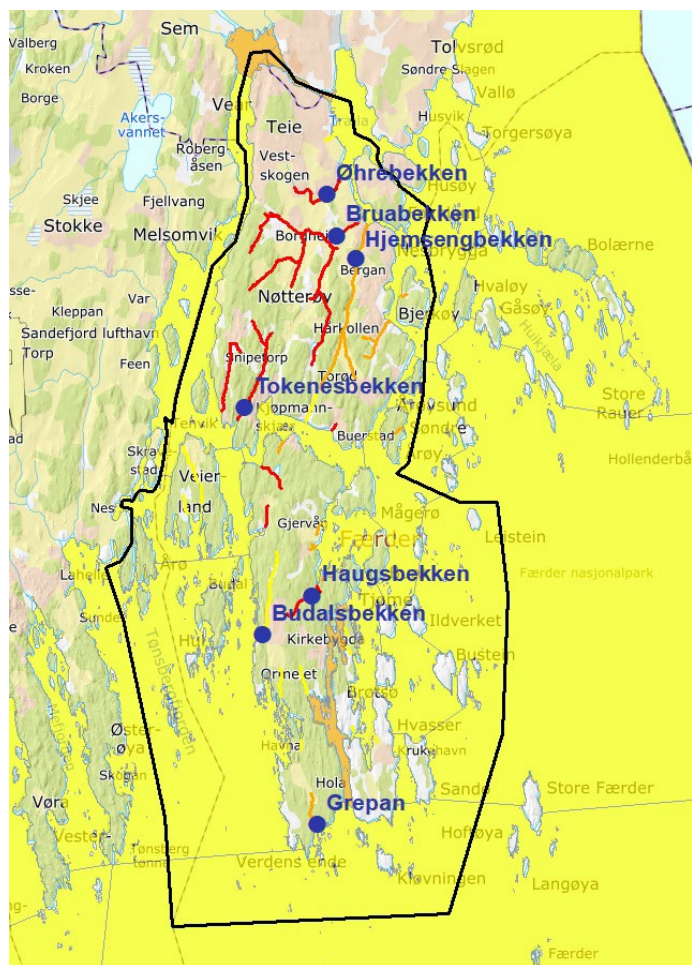
## Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Færder

Færder er et nedbørfelt som består av øyene Nøtterøy og Tjøme samt en rekke mindre øyer rundt, og er en del av vannområdet Horten-Larvik (figur 1). Nedbørfeltet har et landareal på 93 km<sup>2</sup>, med utløp i Tønsbergfjorden og Ytre Oslofjord. Det er ca. 50 km med bekker og elver i nedbørfeltet. På 40% av arealet er det et dekke av løsmasser som har marin opprinnelse, og som potensielt kan brukes til dyrking. Jordbruksareal utgjør imidlertid bare ca. 15% av nedbørfeltet, mens ca. 65% består av skog og utmark. Omtrent 20% av arealet er tettbebygde områder hvor det bor ca. 33 000 mennesker (inkl. deler av Tønsberg kommune). Av disse bor ca. 90% i tettbebygde områder mens resterende 10% bor spredt. Det er i tillegg ca. 3200 hytter i området (SSB 2022).

Overvåking av vannkvalitet i bekkene viser moderat til svært dårlig økologisk tilstand (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 4,3 tonn/år. Jordbruk er den største (49%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På en betydelig del av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt svært høy. Avløp bidrar med 38% av fosfortilførslene, og hele 74% av tilførslene av biotilgjengelig fosfor. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.



## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet Færder, med syv utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 oppsummerer økologisk tilstand av biologiske og kjemiske vannkvalitetsparametere, samt fekale indikatorbakterier (*E. coli*), i syv vannlokaliteter (prøvetakingsstasjoner) i bekker i nedbørfeltet Færder. Den økologiske tilstanden bestemmes ut fra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2).

Tre av bekkene (Bruabekken, Hjemsegbekken og Øhrebekken) er typifisert som leirvassdrag, med rundt 30% dekningsgrad av marin leire i nedbørfeltene. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper. Resten av bekkene har en leirdekningsgrad på mindre enn 20% i nedbørfeltene, og er typifisert som kalkrike elvetyper (R109 og R110).

Økologisk tilstand er dårligst i Øhrebekken, Hjemsegbekken og Bruabekken på Nøtterøy med tilstanden klassifisert som dårlig eller svært dårlig for bunndyr, og svært dårlig for alle kjemiske kvalitetsparametere: totalfosfor

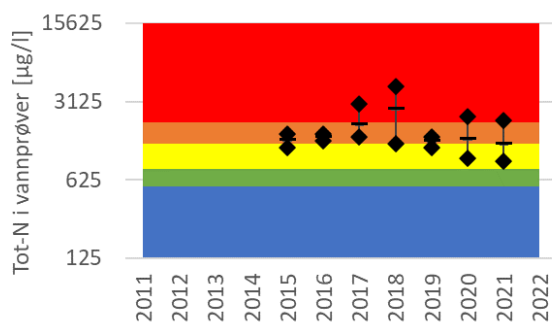
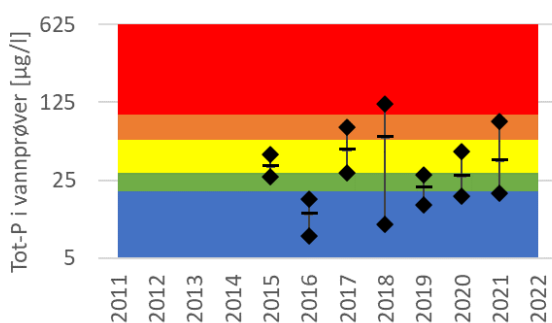
(tot-P), fosfat (orto-P) og totalnitrogen (tot-N). Hjemsegbekken har også tall for påvekstalg, som viser moderat tilstand med hensyn til eutrofiering. Næringsstoffkonsentrasjonene kan også være påvirket av avrenning fra golfbane og planteskoler i nedbørfeltet til Bruabekken. I tillegg er tilstanden for *E. coli*-bakterier også svært dårlig, hvilket indikerer påvirkning fra husdyrgjødsel og/eller avløp.

I de andre bekkene er tilstanden til dels bedre, og varierer fra moderat til dårlig. Budalsbekken og Haugsbekken på Tjøme har tall for både påvekstalg og bunndyr, som viser moderat tilstand med hensyn til eutrofiering. Bunndyr viser også moderat tilstand i Tokensesbekken på Nøtterøy, og dårlig i Grepan på Tjøme. Mht. konsentrasjoner av totalfosfor og fosfat, er tilstanden moderat til dårlig. Totalnitrogen viser svært dårlig tilstand i Haugsbekken og Tokensesbekken, dårlig tilstand i Budalsbekken og moderat tilstand i Haugsbekken. Konsentrasjoner av *E. coli* varierer fra moderat (Haugsbekken) til dårlig (Budalsbekken, Tokensesbekken og Grepan).

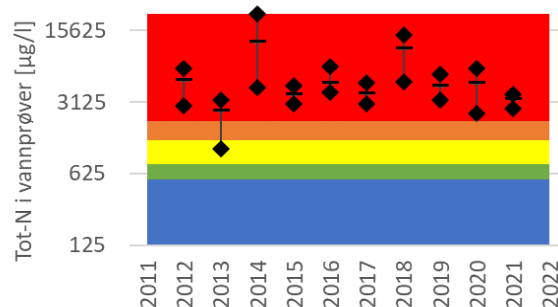
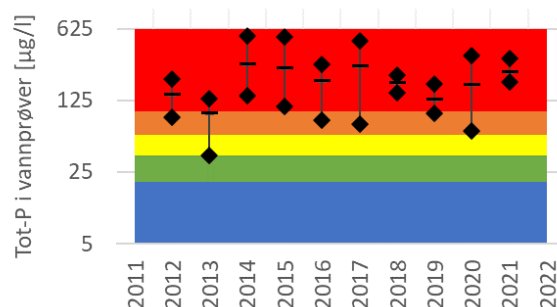
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i syv vannlokaliteter i nedbørfeltet Færder. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstalg, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstalg er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstalg PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Tokenesbekken (Nøtterøy)	014-207-R	R110 (6%)	-	5,71 (2017)	2016-2021 (21)	56	32	2327	300
Bruabekken (Nøtterøy)	014-201-R	R111 (33%)	-	3,45 (2017)	2016-2021 (23)	210	157	5187	1100
Hjemsengbekken (Nøtterøy)	014-203-R	R111/R110 (28%)	21,7 (2020)	4,67 (2020)	2017-2020 (14)	259	210	3329	1000
Øhrebekken (Nøtterøy)	014-199-R	R111 (30%)	-	3,17 (2020)	2020-2021 (5)	438	378	7000	2300
Budalsbekken (Tjøme)	014-213-R	R110 (18%)	18,2 (2017)	5,67 (2017)	2016-2021 (21)	37	24	1719	821
Haugsbekken (Tjøme)	014-217-R	R109 (17%)	16,3 (2017)	5,63 (2021)	2015-2020 (22)	41	25	1767	130
Grepan (Tjøme)	014-186-R	R110	-	4,4 (2020)	2019-2021 (10)	73	55	1002	210

#### Budalsbekken



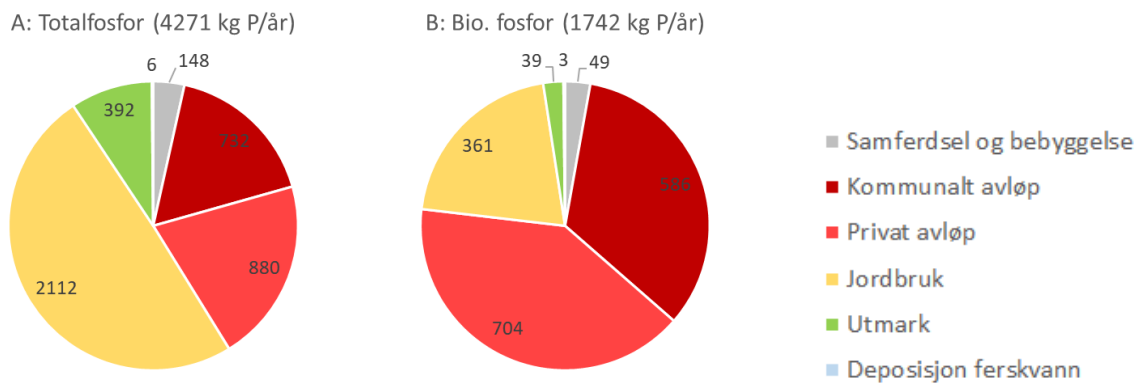
#### Bruabekken



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) i Budalsbekken og Bruabekken i perioden 2015-2021/2012-2021. Verdiene er basert på 2-4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i to av bekkene. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i noen av dem. I Budalsbekken varierer årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor fra 13 (svært god tilstand) til 62 µg P/l (dårlig tilstand), mens

tilstanden for totalnitrogen er moderat til svært dårlig. I Bruabekken ligger årlig gjennomsnittskonsentrasjon av både totalfosfor (93-282 µg P/l) og totalnitrogen innenfor klassen svært dårlig tilstand. Det gjelder også en stor andel av enkeltprøvene, særlig for totalnitrogen.



Figur 3. Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet Færder, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet til Færder er 93 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 14% av arealet, skog, åpen fastmark og myr 64% og samferdsel og bebyggelse 21%. Det er 1507 helårsboliger og hytter med privat avløpsløsning i nedbørfeltet til Færder. Om lag 29 600 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Færder og Tønsberg kommuner)

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i Færder nedbørfelt om lag 4,3 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at den reelle tilførselen til vassdragene kan være noe lavere. I tillegg går noe av tilførslene direkte til fjorden og ikke til vassdragene på øyene.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (2,1 tonn/år, dvs. 49%; figur 3A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 750 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør 1,6 tonn/år (38%) av de totale fosfortilførslene. Skog og utmark utgjør 64% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,4 tonn/år, dvs. 9%; figur 3A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 1,7 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,4 tonn/år (21%) av dette, og avløp med 1,3 tonn/år (74%; figur 3B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav bio-tilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 3B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deposisjon av fosfor på vannflater (figur 3A og 3B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 1510 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 1020 (68%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til 0,9 tonn/år (tabell 2). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (ca. 820 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Tabell 2. Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet Færder, fordelt på kommuner. (Kilde: Færder og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett	Totalt
	[kg P/år]	[kg P/ år]	[kgP / år]
Færder	848	613	1 461
Tønsberg	31	119	150
<b>Totalt</b>	<b>880</b>	<b>732</b>	<b>1 611</b>

Tabell 3. Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet Færder, fordelt på kommuner (Kilder: Færder og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Færder	255 405	23 %	39 %	38 %
Tønsberg	14 278	36 %	23 %	41 %
<b>Totalt</b>	<b>269 684</b>	<b>24 %</b>	<b>38 %</b>	<b>39 %</b>

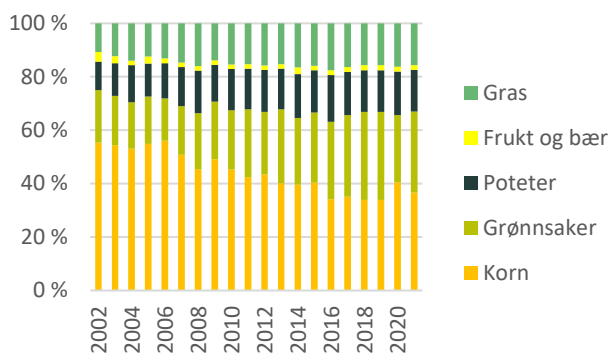
Lekkasjer i det kommunale ledningsnettet er beregnet til 0,7 tonn totalfosfor/år, og utgjør ca. 45% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 2). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnettet i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 24% av ledningsnettet som er mer en 55 år gammelt (tabell 3). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnettet på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnettet basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera.

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet endret seg. Det har blitt mer grønnsaker og potet og mindre korn på jordbruksarealene, noe som bidrar til økt erosjon og tap av fosfor. Samtidig har det vært en økning i antall husdyr og en svak økning av jordas fosforstatus, noe som over tid også bidrar til økte fosfortilførsler til vann.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på i overkant av 40% av jordbruksarealet. Fra 2002 til 2021 var det en reduksjon i areal med korn (figur 4) og arealet med potet og grønnsaker økte fra ca. 20 til 40% av jordbruksarealet (figur 4). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen store deler av året. Økt areal med grønnsaker og potet bidrar dermed til økt risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene. Tallene for vekstfordeling er usikre ettersom det er mye jordleie i nedbørfeltet.



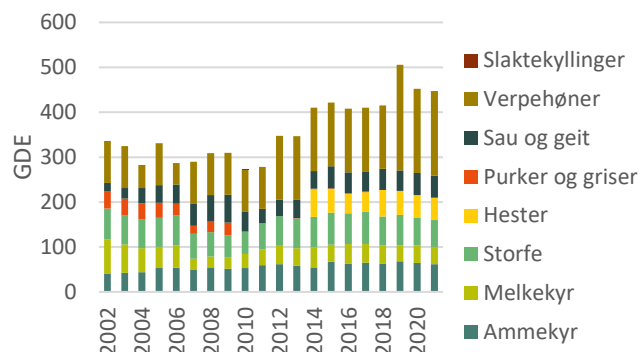
Figur 4. Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 har husdyrtallet økt fra ca. 300 til ca. 450 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 5). I 2021 ble det produsert totalt 6 tonn fosfor

i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,3 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

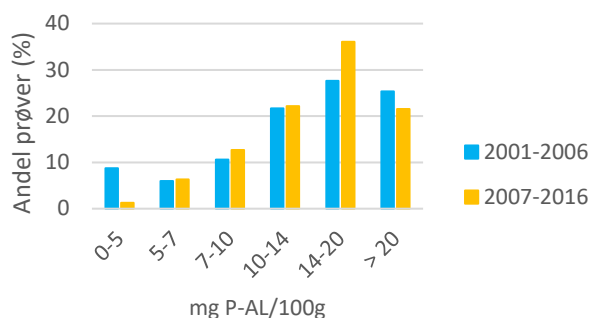
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.  
 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



Figur 5. Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. I gjennomsnitt er fosforstatus i dyrket mark svært høy og har dessuten økt fra 16 mg P-AL/100 g til 17 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 6).



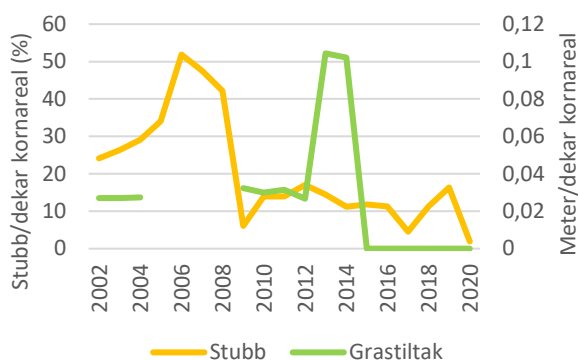
Figur 6. Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)



Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var dessuten en økning i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100g i 58% av jordprøvene (figur 6). Økning i husdyrtall og dermed husdyrgjødselmengden i tillegg til en stor andel areal med potet og grønnsaker er årsaken til at fosforstatus i jorda er svært høy og har økt. Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

### Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram var det bare 2% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) som overvintret i stubb i 2020 (figur 7). Arealet med stubb har vært synkende siden toppen på over 50% i 2006, og har ligget rundt 10% siden 2009. Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn, som det for øvrig ikke har vært noe omfang av i nedbørfeltet. De siste årene har det ikke vært registrert grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) på jordbruksarealet. I 2014 var det registrert knapt 600 m med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 1% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 55 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 7.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå, Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten vannforekomstene i Færder. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 3,2 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 2,8 tonn/år. Det betyr

at tilførselene av totalfosfor må reduseres med nesten 90% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Ettersom 75% av biotilgjengelig fosfor tilføres fra avløpssektoren, vil opprydding i avløpsanleggene bidra vesentlig til å nå miljømålene. For å kunne nå miljømålet er det i tillegg nødvendig med høy grad av tiltaksgjennomføring i jordbruket. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt svært høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker. Tiltak mot utslipp fra planteskoler kan også være aktuelt.

**Tabell 4.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet Færder	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	754	18 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	537	13 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	143	3 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	565	13 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	680	16 %
Grasdekte vannveier	632	15 %
Grasdekte kantsoner	611	14 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	476	11 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	1 531	36 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>2822</b>	<b>66 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførselene med ca. 0,7 tonn/år (18%; tabell 4). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnett vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på 0,5 tonn/år (13%; tabell 4).

### Jordbruksarealer

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 4). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførselene, men effekten er ikke beregnet.



*På jordbruksarealene, som hovedsakelig ligger på Nøtterøy, er det mest sand- og leirjord, dannet på hhv. strand- og havavsetninger. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 65 % av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)*

**Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsengkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb i 2017 (om lag 5% av kornarealet) vil stubb og evt. direktesåing av høstkorn på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 16%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 15%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 14% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker bør det etableres **fangvekster** for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjons-

dammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er svært høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 11% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,03 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### **Punktkilder i jordbruket**

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus kan også være aktuelt i området.

### **Andre effekter av tiltak**

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

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard



Foto: Miguel Angel Segarra Valls

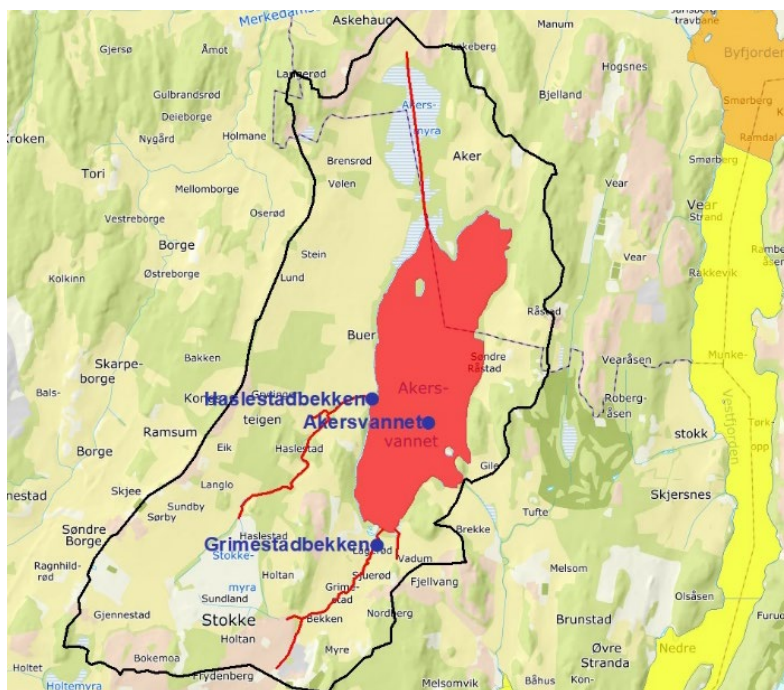
## Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Akersvannet

Nedbørfeltet til Akersvannet er en del av vannområdet Horten-Larvik, og befinner seg mellom Sem (Tønsberg) i nord og Stokke (Sandefjord) i sør. Nedbørfeltet drenerer et areal på 15 km<sup>2</sup>, til Akersvannets utløp i Melsombekken, som renner videre ut i Melsomvik i Tønsbergfjorden. Det er ca. 8 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Akersvannet (2,4 km<sup>2</sup>) var drikkevannskilde for Nøtterøy, Stokke og Tønsberg i perioden 1930-1970, og var reservevannkilde for Vestfold i flere tiår etter det. I dag er Akersvannet en eutrof innsjø, med dårlig vannkvalitet og kraftige algeoppblomstringer om sommeren. Store deler av nedbørfeltet (66%) har et dekke av løsmasser med marin opprinnelse, og jordsmonnen er preget av nærheten til Vestfoldraet. Morenejorda rundt Akersvannet gjør at disse arealene er meget godt egnet til dyrking, og grønnsaksproduksjon har økt betydelig i de siste årene. Det bor ca. 3100 mennesker i området, hvorav 97% i tettbebygde områder (Stokke og deler av Sem). Resterende 3% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser at den økologiske tilstanden for fosfor er dårlig til svært dårlig (figur 1). Overvåkingsdataene viser høye konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen. Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 1,1 tonn/år. Jordbruk er den største (83%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt svært høy. Avløp bidrar med 10% av totalfosfortilførslene. Næringsstoffavrenning fra veksthus er ikke estimert her, men overvåkingsdata indikerer at dette utgjør en viktig påvirkning i nedbørfeltet til Akersvannet. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks-, veksthus-, og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.



## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet til Akersvannet nedbørfelt, med tre utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 og 2 oppsummerer økologisk tilstand i innsjøen Akersvannet og i to utvalgte bekker i nedbørfeltet til Akersvannet. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2 og 3).

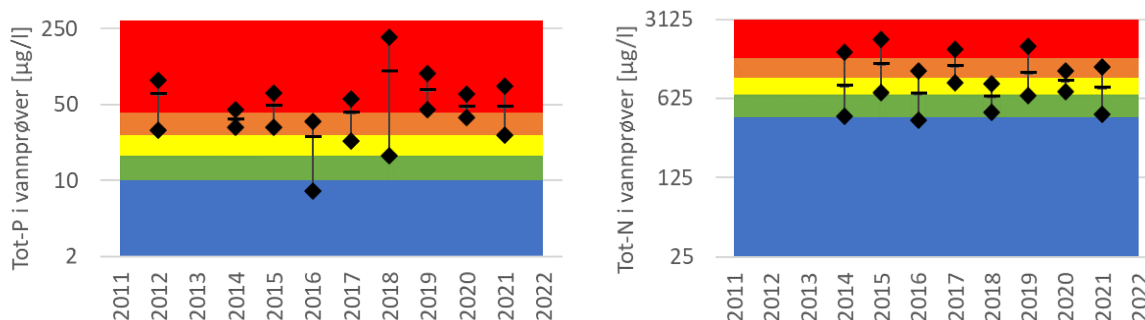
### Innsjøer

Akersvannet, som er typifisert som en moderat kalkrik, klar innsjø (L107c), har svært dårlig vannkvalitet med kraftige

algeoppblomstringer i sommerstid. Den økologiske tilstanden er svært dårlig for siktedyp og konsentrasjon av totalfosfor (tot-P), moderat for totalnitrogen (tot-N) og dårlig for klorofyll (Klf a) (tabell 1). Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid (figur 2). Årsgjennomsnittet for totalfosfor har de fleste årene vist dårlig til svært dårlig tilstand, mens årsgjennomsnittet for totalnitrogen har vist god til moderat tilstand i fem av åtte år, og dårlig tilstand i tre av årene.

**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i Akersvannet. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for totalfosfor (Tot-P), totalnitrogen (Tot-N), siktedyp og klorofyll (Klf a) er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Innsjøtype	Periode (antall prøver)	Tot-P [ $\mu\text{g/l}$ ]	Tot-N [ $\mu\text{g/l}$ ]	Siktedyp [m]	Klf a [ $\mu\text{g/l}$ ]	Planteplankton tot. (nEQR)
Akersvannet	013-314-L	L107c	2016-2021 (28)	59	872	1,5	30,7	-



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Akersvannet i perioden 2012/2014-2021. Verdiene er basert på 4-6 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

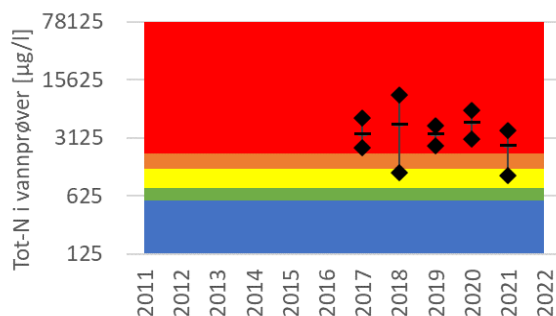
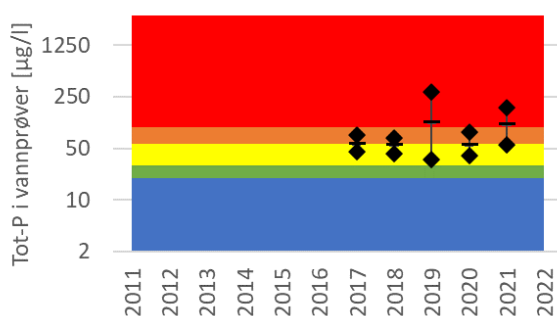
## Elver og bekker

Grimestadbekken og Haslestadbekken er begge typifisert som kalkrike, humøse elvetyper (R110). Undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene bunndyr og påvekstlger viser at den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering og organisk belastning er dårlig i Grimestad-bekken og svært dårlig i Haslestadbekken. Tilsvarende viser konsentrasjonene av totalfosfor og fosfat (orto-P) dårlig tilstand i Grimestadbekken og svært dårlig tilstand i Haslestadbekken. Totalnitrogen viser svært dårlig tilstand i begge bekkene. I Haslestadbekken er det påvist utslipp av

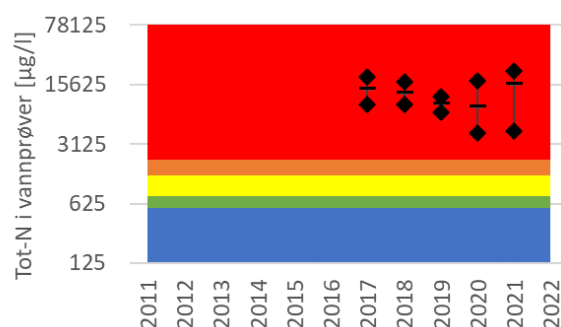
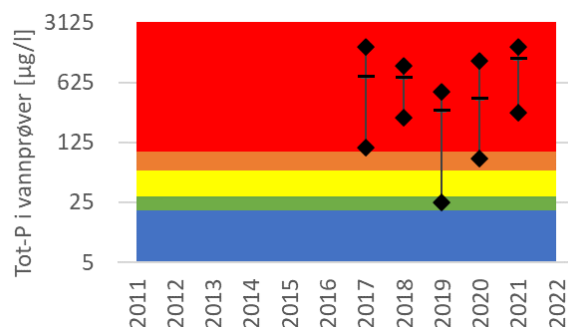
næringsstoffer fra veksthus, og dette anses å være en viktig forklaring for de ekstreme næringsstoffverdier som registreres i bekken. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i de to bekkene (figur 3). Konsentrasjonene tilsvarer stort sett svært dårlig tilstand alle fem år, med unntak av totalfosfor i Grimestadbekken, der tilstanden varierer mellom moderat og svært dårlig.

Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser dårlig tilstand i begge bekkene. Det tyder på betydelig påvirkning fra avløp eller husdyrgjødsel.

### Grimestadbekken



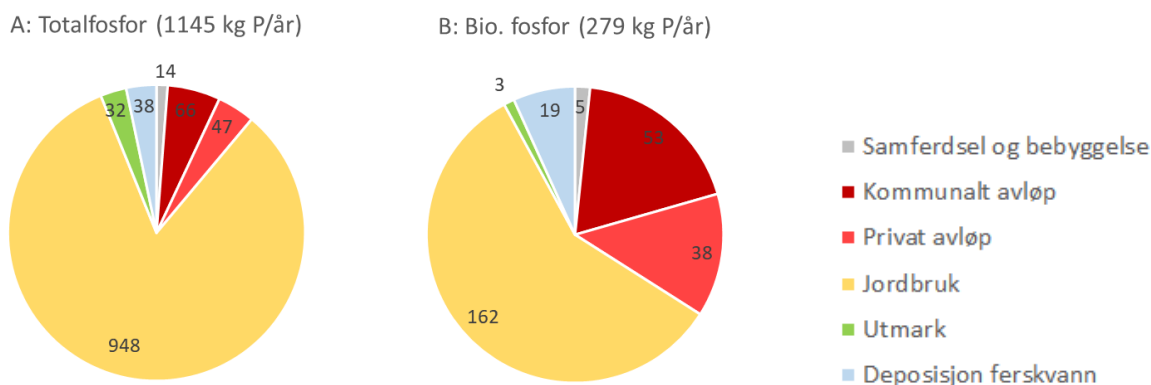
### Haslestadbekken



**Figur 3.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Grimestadbekken og Haslestadbekken i perioden 2017-2021. Verdiene er basert på 4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

**Tabell 2.** Vurdering av økologisk tilstand i to vannlokaliteter i nedbørfeltet til Akersvannet. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstlger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstlger er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstlger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Grimestadbekken	014-162-R	R110		5 (2019)	2015-2021 (20)	76	42	3685	250
Haslestadbekken	014-162-R	R110	10,3 (2018)	4,4 (2019)	2016-2021 (25)	605	549	12904	200



Figur 4. Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Akersvannet, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet til Akersvannet er 15 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 37% av totalt areal, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 33%, ferskvann 16% og samferdsel og bebyggelse 12%. Det er 40 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet til Akersvannet. Om lag 3020 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Tønsberg og Sandefjord kommuner)

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i nedbørfeltet til Akersvannet om lag 1,1 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at de reelle tilførslene til vassdragene og innsjøene kan være noe lavere. På en annen side er tilførslene fra veksthus ikke estimert, men overvåkingsdataene fra Haslestad-bekken indikerer at dette utgjør en betydelig forurensning-skilde i nedbørfeltet.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (ca. 1 tonn/år, dvs. 83%; figur 4A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 370 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør ca. 0,1 tonn/år (10%) av de totale fosfortilførslene i nedbørfeltet. Skog og utmark utgjør 33% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenheter fra denne arealtypen, blir det forholdsvis lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (3%; figur 4A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Beregnede tilførsler av biotilgjengelig fosfor i nedbørfeltet til Akersvannet er totalt på 0,3 tonn/år. Jordbruk bidrar med ca. 0,2 tonn/år (58%) av dette, og avløp med ca. 0,1 tonn/år (32%; figur 4B). Vi minner om at

fosfortilførsler fra veksthus ikke er tatt med i beregningene. Imidlertid viser overvåkingsdataene fra Haslestadbekken at mer enn 90% av fosforet som transporteres i denne veksthuspåvirket bekken er biotilgjengelig fosfor (tabell 2).

Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 4B). Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deposisjon av fosfor på vannflater (figur 4A og 4B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 40 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har de fleste (97%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra private avløpsanlegg er på totalt ca. 50 kg/år (tabell 3). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (aktuelt for alle husstandene), som utgjør en betydelig kilde til forurensning fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett er beregnet til 66 kg totalfosfor/år, og utgjør 58% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 3). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 10% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 4). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera.



**Tabell 3.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Akersvannet, fordelt på kommuner. (Kilder: Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett	Totalt
	[kg P/år]	[kg P/ år]	[kgP / år]
Sandefjord	45	53	98
Tønsberg	2	12	14
<b>Totalt</b>	<b>47</b>	<b>66</b>	<b>112</b>

**Tabell 4.** Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet til Akersvannet, fordelt på kommuner. (Kilder: Sandefjord og Tønsberg kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022	Bygget før 1970	Bygget i 1970 - 1999	Bygget i 2000 - 2022
	[m]	[%]	[%]	[%]
Sandefjord	2 490	9 %	55 %	36 %
Tønsberg	1 008	12 %	23 %	64 %
<b>Totalt</b>	<b>3 497</b>	<b>10 %</b>	<b>48 %</b>	<b>42 %</b>

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

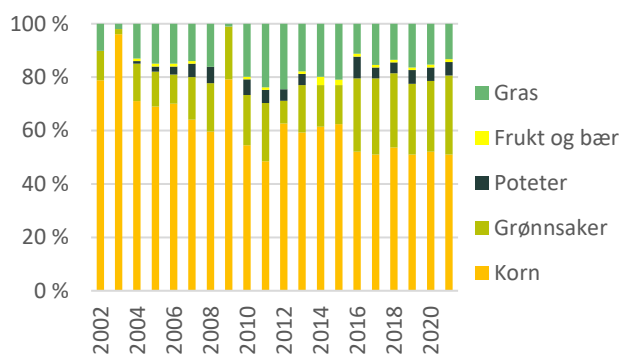
Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet til Akersvannet endret seg. Det har vært en reduksjon i husdyrtall, en økning i arealet med grønnsaker og en kraftig økning i jordas fosforstatus. På grønnsaksareal er det stor risiko for erosjon og fosfortap, spesielt der fosforstatus er høy, og de arealene betyr mye for fosfortilførslene til Akersvannet.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på ca. 50% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. Andelen korn har ligget på dette nivået siden 2015, før det var andelen stort sett høyere. Grønnsaksdyrking har ifølge registreringene økt fra 10-20% av totalt jordbruksareal i perioden 2002- 2015 til nærmere 30% i 2016-2021 (figur 5). Areal med poteter har variert mellom 0 og 8% av totalt jordbruksareal i hele perioden (figur 5). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Økt areal med grønnsaker bidrar dermed til økt risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene. Tallene for vekstfordeling er usikre ettersom det er et lite nedbørfelt med mye jordleie.

### Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager.



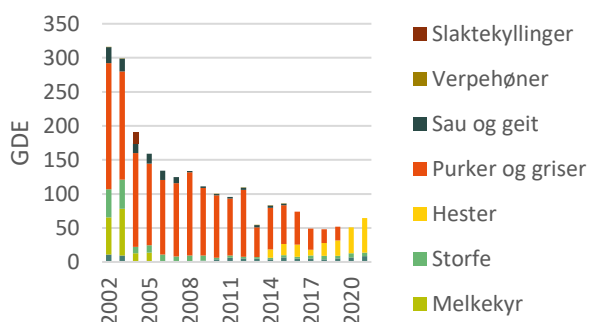
**Figur 5.** Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

I perioden fra 2002 til 2021 er husdyrtallet i nedbørfeltet til Akersvannet redusert fra ca. 300 til ca. 50 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 6). I 2021 ble det produsert totalt ca. 700 kg fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,1 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet.

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

En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.

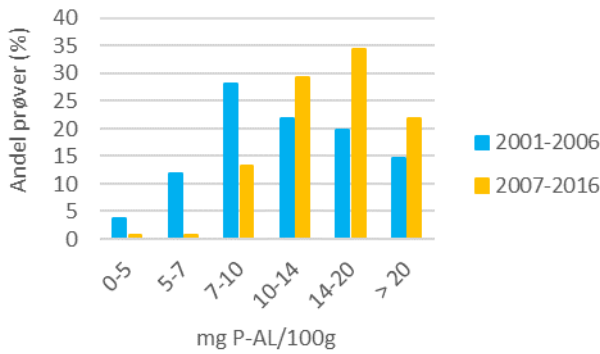
1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



**Figur 6.** Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet var høy og har i gjennomsnitt økt fra 13 mg P-AL/100 g til 16 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 7).

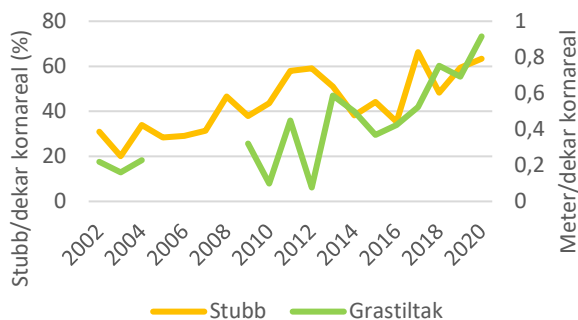


**Figur 7.** Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

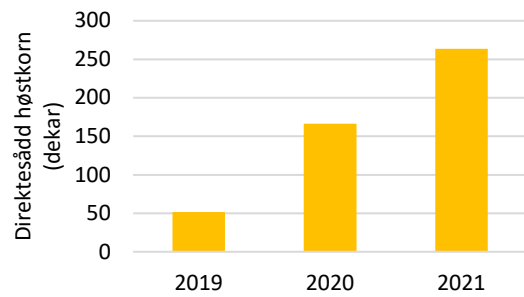
Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var en kraftig økning i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over P-AL 14 mg P-AL/100g i 56% av jordprøvene (figur 7). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor. Økning i areal med grønnsaker og dermed økning i gjødselmengden er årsaken til at fosforstatus i jorda har økt.

### Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret ca. 60% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høst Kornareal) i stubb i 2020 og trenden har generelt vært økende fra 2002 (figur 8). Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høst Korn. Omfanget av direktesådd høst Korn i nedbørfeltet økte fra ca. 50 dekar i 2019 til ca. 260 dekar i 2021 (figur 9). Det har vært gjennomført 0,1-0,9 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene, med en økende trend fra 2013 og utover. I 2020 var det registrert ca. 2 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 20% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 10 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 8.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høst Korn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå, Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)



**Figur 9.** Areal med direktesådd høst Korn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i Akersvannet og tilførselsbekkene. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 1,3 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 0,9 tonn/år. Det betyr at tilførselene av totalfosfor må reduseres med ca. 70% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

**Tabell 5.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet til Akersvannet	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	41	4 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	46	4 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	66	6 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	201	18 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	242	21 %
Grasdekte vannveier	284	25 %
Grasdekte kantsoner	79	7 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	197	17 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	587	51 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder (bl.a. stanse utslipp fra veksthus)	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>674</b>	<b>59 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

For å kunne nå miljømålet er det nødvendig med høy grad av tiltaksgjennomføring i jordbruket og opprydding i avløpsanleggene, samt stanse utslipp fra veksthus i nedbørfeltet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt svært

høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker.

### **Privat og kommunalt avløp**

Foreslått opprydning i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med ca. 40 kg (4%; tabell 5). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettets vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på ca. 46 kg (4%; tabell 5).

### **Jordbruksarealer**

*På jordbruksarealene er det hovedsakelig sandjord dannet på strandavsetninger. På mesteparten av arealet er risiko for flateerosjon klassifisert som lav til middels. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 85% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)*

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 5). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

**Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 57% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 21%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 25%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 7% hvis de anlegges langs bekkene. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon. Dette tiltaket er spesielt viktig i nedbørfeltet til Akersvannet, gitt den store andelen grønnsaker.

**Fangdammer.** Etablering av nye fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, og vedlikehold (tømming) av eksisterende fangdammer vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes. For mulige løsninger, se på NLR-rapport om 'tiltak for redusert tilførsel av næringsstoffer til Akersvannet'.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (rundt 35% av jordbruksarealet de siste årene) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er svært høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 17% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,02 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### ***Punktkilder i jordbruket***

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus er også nødvendig.

### ***Andre effekter av tiltak***

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

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø,  
Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





Foto: Miguel Angel Segarra Valls

## Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor: Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken

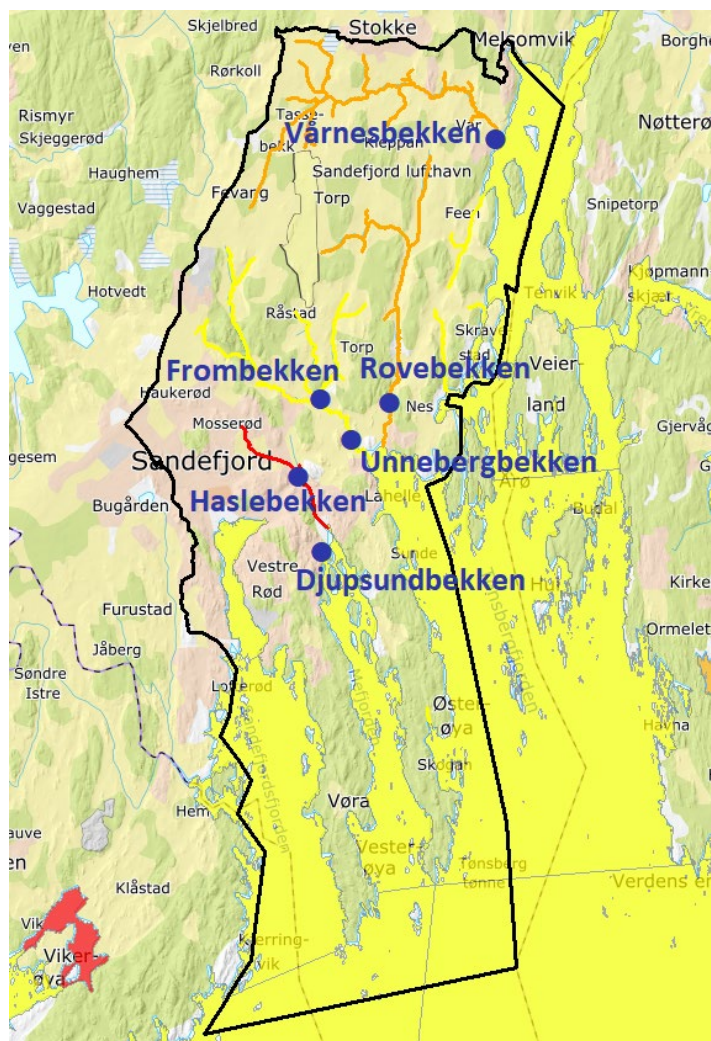
Nedbørfeltene til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken er en del av vannområde Horten-Larvik, og ligger mellom Stokke i nord og Sandefjord by i sør (figur 1). Nedbørfeltet drenerer et areal på 89 km<sup>2</sup>, med utløp i Tønsbergfjorden og Mefjorden. Det er ca. 60 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Store deler av nedbørfeltet (58%) har et dekke av løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord (marin leire) eller som er vasket av bølger i strandsonen (sandholdige marine strandavsetninger). Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør 33% av nedbørfeltet, mens 45% består av skog og utmark. Det bor ca. 42 000 mennesker i området, hvorav 93% i tettbebygde områder (store deler av Sandefjord og deler av Stokke og Melsomvik). Resterende 7% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser svært høye konsentrasjoner av nitrogen, og moderate til svært høye konsentrasjoner av fosfor. Den økologiske tilstanden i bekkene varierer fra moderat til svært dårlig (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 7,2 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (75%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt høy. Avløp bidrar med 19% av totalfosfortilførslene, og 53% av tilførselen av biotilgjengelig fosfor. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.





## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergbekken og Haslebekken, med seks utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 oppsummerer økologisk tilstand av biologiske og kjemiske vannkvalitetsparametere, samt fekale indikatorbakterier (*E. coli*), i seks vannlokaliteter (figur 1) i utvalgte elver og bekker i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergbekken og Haslebekken. Den økologiske tilstanden bestemmes ut fra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2).

Vårnesbekken er typifisert som leirvassdrag (R111), med 35% dekningsgrad av marin leire i nedbørfeltet. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elve-typer. De andre bekkene har nedbørfelt med en leir-dekningsgrad på mindre enn 20%, og er typifisert som moderat kalkrike til kalkrike, klare eller humøse elvetyper (R107, R108, R109, R110).

Undersøkelser av de biologiske kvalitetsparametere bunndyr og påvekstalg (begrøingsalger) fra siste fem år, viser at den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering og organisk belastning varierer fra svært dårlig

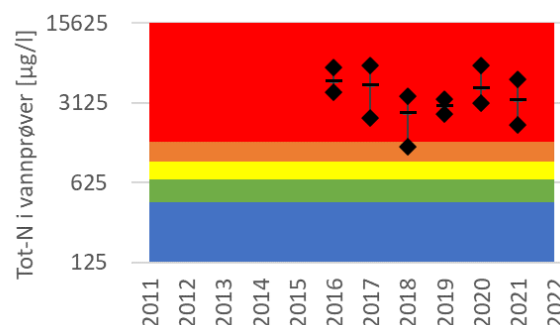
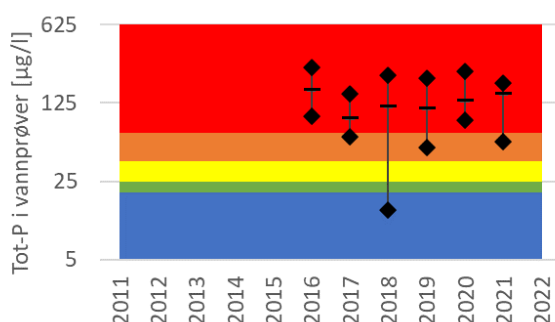
i Haslebekken, dårlig i Rovebekken, moderat i Vårnesbekken og Frombekken, og god i Unnebergbekken. Konsentrasjoner av totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P) viser moderat tilstand i Unnebergbekken og Rovebekken, dårlig tilstand i Djupsundbekken og Frombekken, og svært dårlig tilstand i Haslebekken og Vårnesbekken. Totalnitrogen (tot-N) viser svært dårlig tilstand i alle bekkene. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen kan være påvirket av utslipp fra veksthus i Vårnesbekken. Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i fire bekker. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i noen av bekkene. Tilstanden for totalnitrogen har i alle bekkene vært svært dårlig i alle år, mens årsgjennomsnitt for totalfosfor stort sett varierer mellom to tilstandsklasser (moderat til dårlig i Unnebergbekken og Rovebekken, dårlig til svært dårlig i Vårnesbekken), unntatt i Haslebekken, der tilstanden for totalfosfor har vært svært dårlig i alle år.

Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser dårlig eller svært dårlig tilstand i alle bekkene. Det tyder på betydelig påvirkning fra avløp eller husdyrgjødsel.

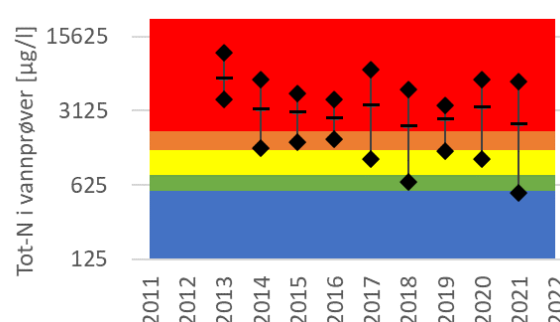
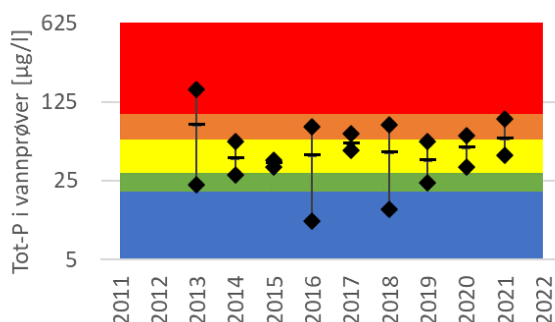
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i seks vannlokaliteter i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergbekken og Haslebekken. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstalger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstalger er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstalger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Djupsundbekken	015-1467-R	R107	-	-	2020-2021 (4)	46	41	1575	1300
Haslebekken	015-223-R	R109 (17%)	17,1 (2018)	4,27	2016-2021 (25)	126	93	3720	2100
Unnebergbekken	014-113-R	R110 (19%)	-	6,21 (2021)	2016-2021 (24)	48	27	2829	375
Rovebekken	014-111-R	R110 (16%)	-	5,13 (2019)	2016-2021 (23)	54	30	2594	200
Frombekken	014-113-R	R108 (11%)	-	5,5 (2016)	2016-2021 (22)	73	44	2512	415
Vårnesbekken	014-109-R	R111 (35%)	-	5,88 (2021)	2016-2021 (24)	109	74	4738	510

Haslebekken (SAS)

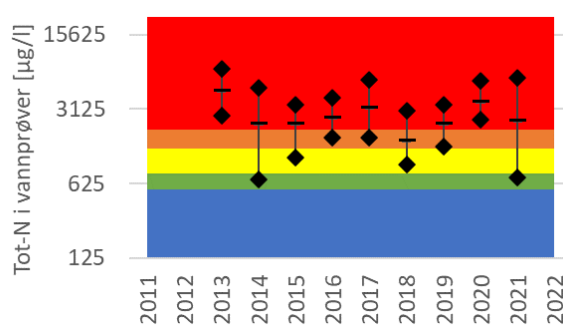
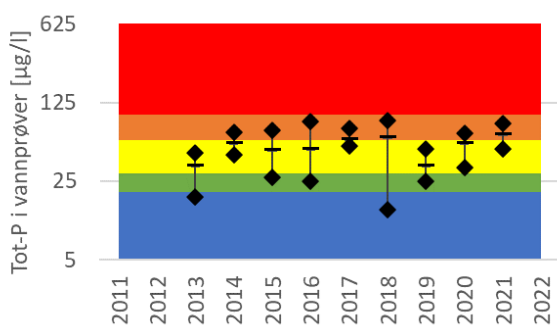


Unnebergbekken

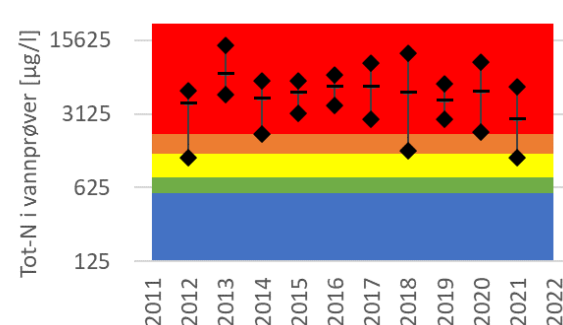
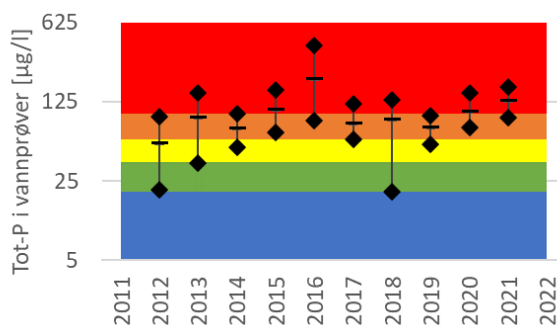


**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i fire bekker i perioden 2012-2020. Verdiene er basert på 4-5 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

### Rovebekken



### Vårnesbekken



**Figur 2 forts.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i fire bekker i perioden 2012-2020. Verdiene er basert på 4-5 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

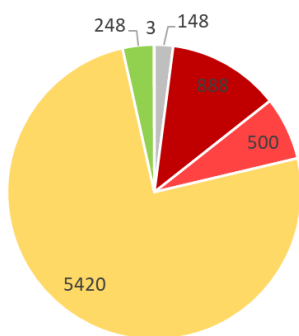
## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken er 89 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 32% av arealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 45%, og samferdsel og bebyggelse 22%. Det er 1395 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 38900 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Sandefjord kommune)

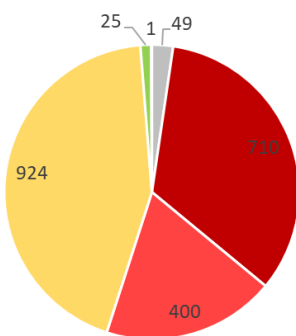
Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken om lag 7,2 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at den reelle transporten av næringsstoffer i vassdragene kan være lavere.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (5,4 tonn/år, dvs. 75%; figur 3A).

A: Totalfosfor (7207 kg P/år)



B: Bio. fosfor (2109 kg P/år)



- Samferdsel og bebyggelse
- Kommunalt avløp
- Privat avløp
- Jordbruk
- Utmark
- Deposisjon ferskvann

**Figur 3.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 2140 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør 1,4 tonn/år (19%) av de totale fosfortilførslene. Skog og utmark utgjør 45% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsmessig lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,2 tonn/år, dvs. 4%; figur 3A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 2,1 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,9 tonn/år (44%) av dette, og avløp med 1,1 tonn/år (53%; figur 3B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 3B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 3A og 3B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 1400 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 1130 (81%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til ca. 0,5 tonn/år (tabell 2). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (ca. 340 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett er beregnet til ca. 0,9 tonn/år, og utgjør ca. 64% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 2). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet.

**Tabell 2.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken. (Kilde: Sandefjord kommune; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kg P/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett [kg P/ år]	Totalt [kgP / år]
Sandefjord	500	888	1388

**Tabell 3.** Alder på kommunalt avløpsnett nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken. (Kilder: Sandefjord kommune; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022	Bygget før 1970	Bygget i 1970 - 1999	Bygget i 2000 - 2022
	[m]	[%]	[%]	[%]
Sandefjord	280 300	15 %	56 %	29 %

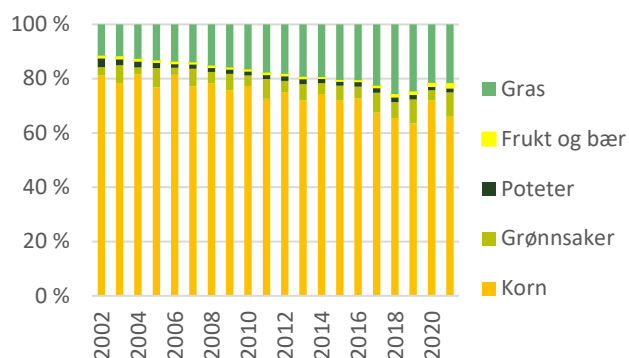
En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 15% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 3). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera.

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i området endret seg. Det har blitt mer eng og mindre korn på jordbruksarealene, mens det totale arealet med potet og grønnsaker har økt. Antall husdyr i området har ikke vist entydig endring de siste 20 årene, mens jordas fosforstatus har vist en svak økning, noe som bidrar til økte fosfortilførsler til vann.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på 66% av jordbruksarealet. Fra 2002 til 2021 var det en økning i grasareal og en reduksjon kornareal (figur 4), noe som bidrar til å redusere erosjon og fosforavrenning. På den annen side har arealet med potet og grønnsaker økt. I 2021 var det potet og grønnsaker på ca. 11% av arealet i 2020, mens det i 2002 var 7% (figur 4). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Økt areal med grønnsaker og potet bidrar dermed til økt risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene. Økt areal med gras gir derimot beskyttelse mot erosjon og fosfortap.



**Figur 4.** Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

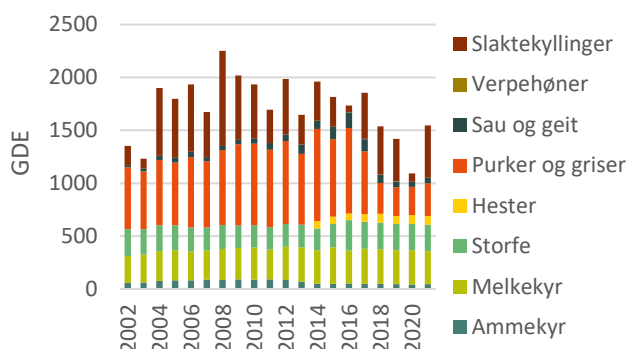
### Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. Antall husdyr i området varierer ifølge registreringene mellom år og er over 2000 gjødseldyrenheter (GDE) i enkelte år (figur 5). I 2021 ble det produsert totalt ca. 22 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbør-



feltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 1,2 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

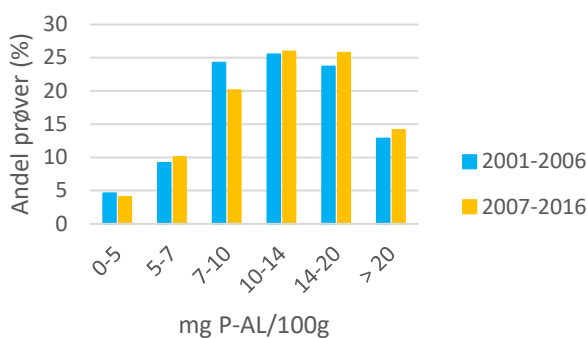
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.  
 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



**Figur 5.** Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus.



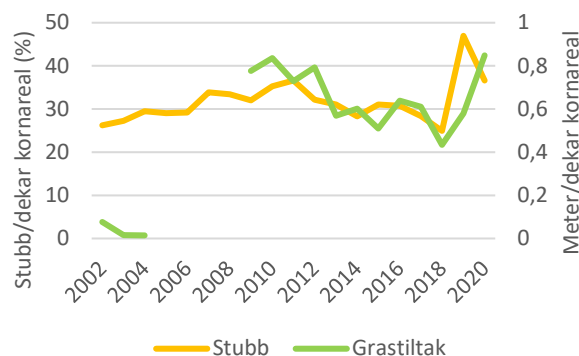
**Figur 6.** Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Fosforstatus i dyrket mark i området er høy og har i gjennomsnitt økt fra 13 mg P-AL/100 g til 14 mg P-AL/100g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 6). Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med

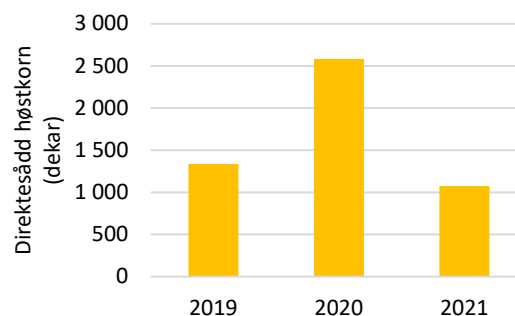
gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var en økning i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100g i ca. 40% av prøvene (figur 6). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

### Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret rundt 40% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 7). Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Omfanget av direktesådd høstkorn i nedbørfeltet lå på mellom ca. 1100 og 2600 dekar i 2019-2021 (figur 8). Det er gjennomført 0,4-0,8 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene og det er ingen entydig trend i grastiltak. I 2020 var det registrert ca. 12 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 15% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 80 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 7.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 8.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)



## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 3,6 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 1,9 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med drøyt 50% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Ettersom over 50% av biotilgjengelig fosfor tilføres fra avløpssektoren, vil opprydding i avløpsanleggene bidra vesentlig til å nå miljømålene.

**Tabell 4.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet til Vårnesbekken, Rovebekken, Unnebergsbekken og Haslebekken	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	408	6 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	631	9 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	850	12 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	1 976	21 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	2 263	31 %
Grasdekte vannveier	1 624	23 %
Grasdekte kantsoner	981	14 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	1 110	15 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	3 915	54 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>4 954</b>	<b>69 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

Det er i tillegg nødvendig med høy grad av tiltaks gjennomføring i jordbruket for å kunne nå miljømålet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker. Tiltak mot avrenning fra veksthus kan også være også aktuelt.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med ca. 0,4 tonn/år (6%; tabell 4). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnett vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på ca. 0,6 tonn/år (9%; tabell 4).

### Jordbruksarealer

På jordbruksarealene er det hovedsakelig sand- og leirjord dannet på hhv. strand- og havavsetninger. Jorda er bakkeplanert på 4% av arealet. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det er også noe areal med høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 70% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 4). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

#### Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.

Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 26% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 31%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

#### Grasdekte vannveier og kantsoner.

Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 22%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 14% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseeffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen,

45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 10% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 15% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,07 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### **Punktkilder i jordbruket**

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus kan også være aktuelt i området.

### **Andre effekter av tiltak**

Tiltak innenfor avløp og avrenning fra husdyrgjødsel vil, i tillegg til effekten på eutrofiering, gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elver og bekker. Det vil også redusere

bakterieforurensingen. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





Foto: Miguel Angel Segarra Valls

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

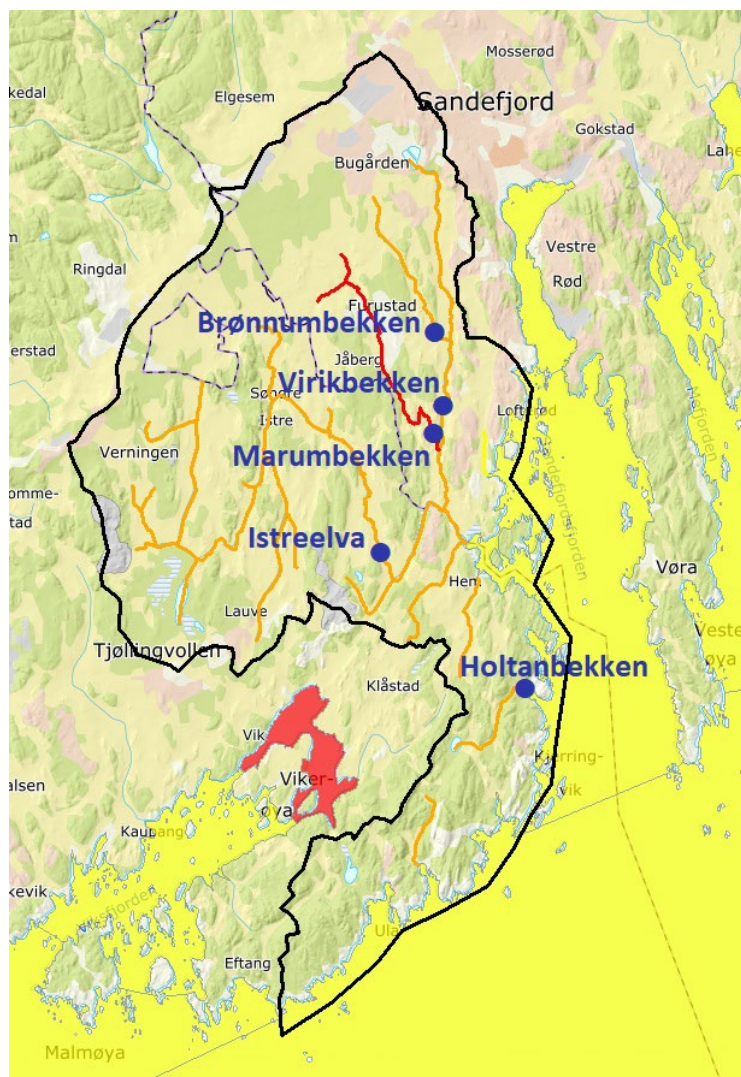
## Istrevassdraget-Ula

Området Istrevassdraget-Ula er en del av vannområdet Horten-Larvik, og befinner seg i grensen mellom Sandefjord by i nord og Tjølling og Ula (Larvik) i sør (figur 1). Nedbørfeltet drenerer et areal på 60 km<sup>2</sup>, med utløp i Sandefjordsfjorden og Indre Skagerak. Det er ca. 50 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Store deler av nedbørfeltet (70%) har et dekke av løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord (marin leire) eller som er vasket av bølger i strandsonen (sandholdige marine strandavsetninger). Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør ca. 35% av nedbørfeltet, mens ca. 50% består av skog og utmark. Det bor ca. 15 000 mennesker i området, hvorav 90% i tettbebygde områder (deler av Sandefjord). De resterende 10% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser overveiende høye konsentrasjoner av fosfor og/eller nitrogen, og den økologiske tilstanden er moderat til svært dårlig (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 5,2 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (84%) kilden til totalfosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt svært høy. Avløp bidrar med 11% av fosfortilførslene. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.



## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula, med fem utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 oppsummerer økologisk tilstand for biologiske og kjemiske vannkvalitetslementer, samt fekale indikatorbakterier (*E. coli*), i fem vannlokaliteter (prøvetakingsstasjoner) i utvalgte elver og bekker i nedbørfeltet til Istrevassdraget og kysten til Ula. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2).

De utvalgte bekkene og elvene er i utgangspunktet klassifisert som moderat kalkrike til kalkrike, humøse elvetyper (R108 og R110). Marumbekken, Istreelva og Virikbekken har alle rundt 20% leirdekningsgrad i nedbørfeltene, og ligger derfor i grenseland for klassifisering som leirvassdrag (R111). Grunnlag for fastsatt naturtilstand og miljømål er derfor noe mer usikkert her enn i elvetyperne med lavere leirdekningsgrad.

Undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene bunndyr fra siste fem år, viser at den økologiske tilstanden med hensyn til organisk belastning varierer fra moderat i Brønnumbekken og Holtanbekken, til dårlig i de tre vann-

lokalitetene. Konsentrasjon av totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P) viser nesten samme mønster, med moderat tilstand i Brønnumbekken og Holtanbekken, og dårlig eller svært dårlig tilstand i Istreelva, Virikbekken og Marumbekken. Tilstanden for totalnitrogen (tot-N) er moderat i Holtanbekken, og svært dårlig tilstand i Istreelva og de andre tre bekkene. Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i Virikbekken og Istreelva. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid her. I Virikbekken ligger årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor mellom 58 og 95 µg P/l, dvs. dårlig tilstand alle år, mens i Istreelva er variasjonen i årsgjennomsnitt (48 – 133 µg P/l) litt større mht. tilstandsklasse (dårlig til svært dårlig). De årlige gjennomsnittskonsentrasjonene av totalnitrogen viser svært dårlig tilstand i både Istreelva og Virikbekken.

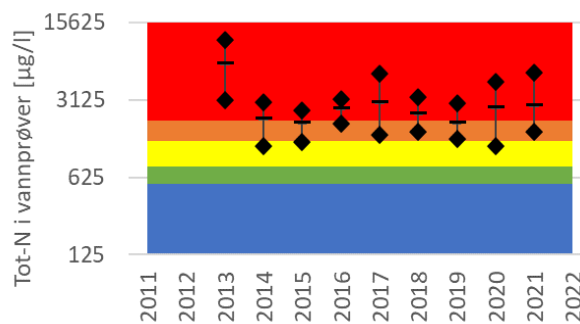
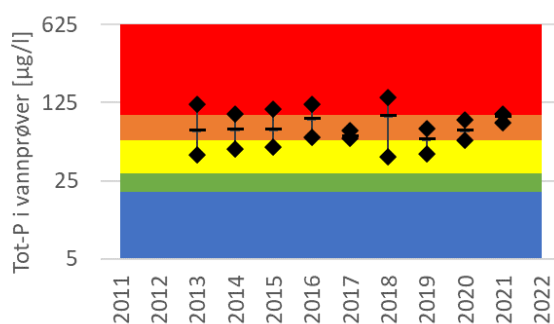
Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser dårlig økologisk tilstand i alle vannlokalitetene unntatt Brønnumbekken, der tilstanden er moderat. Dette tyder på betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel.



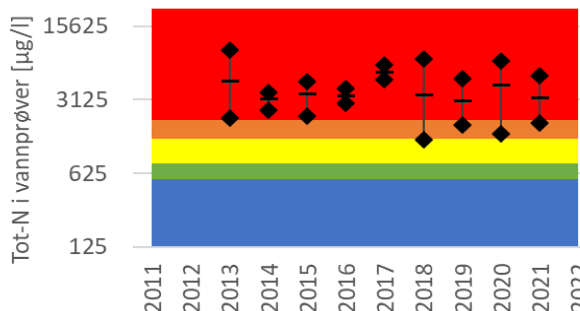
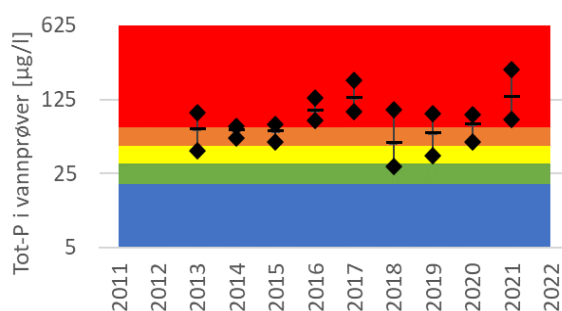
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i fem utvalgte vannlokaliteter i nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstalger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstalger er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstalger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Brønnumbekken	015-448-R	R108 (9%)	-	5,42 (2016)	2016-2021 (22)	38	21	2565	170
Virikbekken	015-448-R	R108 (19%)	-	4,8 (2021)	2016-2021 (24)	79	56	2563	610
Marumbekken	015-449-R	R111 (23%)	-	5,00 (2021)	2016-2021 (22)	80	48	3045	335
Istreeelva	015-445-R	R111 (23%)	-	4,5 (2018)	2016-2021 (24)	93	51	3825	280
Holtanbekken	015-439-R	R110	-	5,47 (2019)	2017-2020 (13)	40	21	1128	300

Virikbekken



Istreeelva nedst.



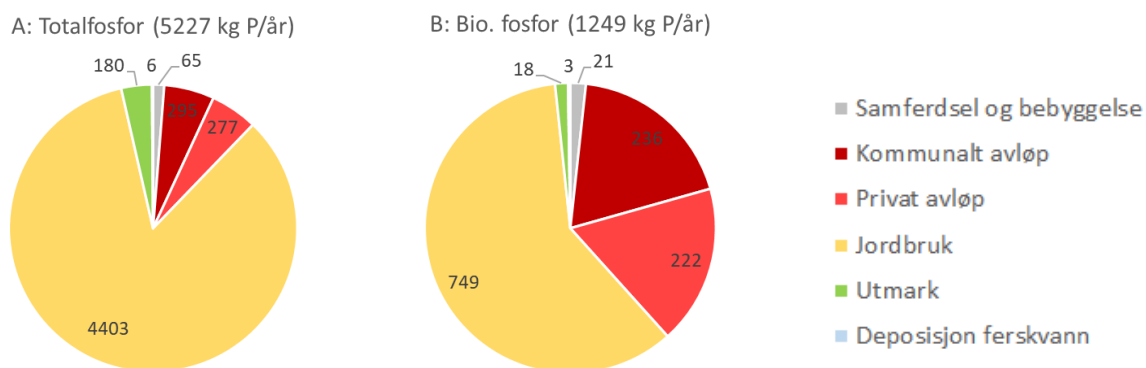
**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Virikbekken og Istreeelva i perioden 2013-2021. Verdiene er basert på 4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula er 60 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 36% av arealet, beite og overflatedyrka areal tilnærmet 0%, skog, åpen fastmark og myr 48%, ferskvann 1% og samferdsel og bebyggelse 14%. Det er 677 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 13 300 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Larvik og Sandefjord kommuner)

Ifølge kilderegenskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i nedbørfeltet til Istrevassdraget-Ula om lag 5,2 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at de reelle tilførslene av næringsstoffer til fjorden kan være lavere.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (4,4 tonn/år, dvs. 84%; figur 3A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet tap av matjord fra jordbruksareal er om lag 1710 tonn/år.



**Figur 3.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør 0,6 tonn/år (11%) av de totale fosfor-tilførslene. Skog og utmark utgjør 48% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsmessig lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,2 tonn/år, dvs. 4%; figur 3A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 1,2 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,7 tonn/år (60%) av dette, og avløp med 0,5 tonn/år (37%; figur 3B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 3B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 3A og 3B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 680 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 480 (71%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til knapt 0,3 tonn/år (tabell 2). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (aktuelt for ca. 350 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett er beregnet til ca. 0,3 tonn/år, og utgjør ca. 52% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 2). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 10% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 3). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040.

I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørispeksjon med kamera.

**Tabell 2.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula, fordelt på kommuner. (Kilde: Larvik og Sandefjord kommuner; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett	Totalt
	[kg P/år]	[kg P/ år]	[kgP / år]
Larvik	174	47	221
Sandefjord	103	248	351
<b>Totalt</b>	<b>277</b>	<b>295</b>	<b>571</b>

**Tabell 3.** Alder på kommunalt avløpsnett nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula, fordelt på kommuner. (Kilder: Larvik og Sandefjord kommuner; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Larvik	45547	5 %	47 %	48 %
Sandefjord	74796	13 %	63 %	24 %
<b>Totalt</b>	<b>120343</b>	<b>10 %</b>	<b>57 %</b>	<b>33 %</b>

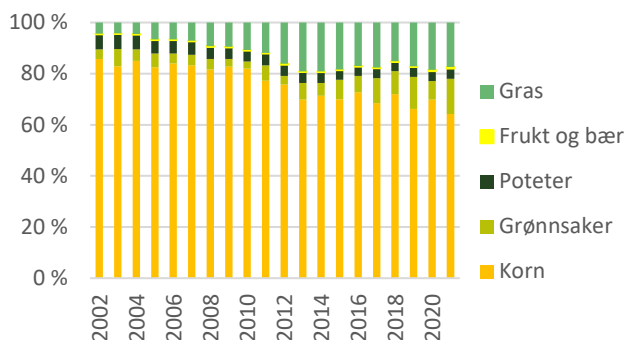
## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula endret seg. Det har blitt mer eng og grønnsaker, og mindre korn og potet på jordbruksarealene. Samtidig har det vært en økning i antall husdyr og en økning av jordas fosforstatus, noe som over tid bidrar til økte fosfortilførsler til vann.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på vel 60% av jordbruksarealet i området. Fra 2002 til 2020 var det en økning i areal med gras og grønnsaker, og en reduksjon i areal med korn (figur 4).

Det var grønnsaker og potet på ca. 18% av jordbruks-arealet i 2021, mens det tilsvarende i 2002 var kun 10% (figur 4). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Gras beskytter derimot godt mot erosjon. Økt areal med grønnsaker bidrar dermed til økt risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene, mens økt areal med gras og redusert areal med potet bidrar til det motsatte.

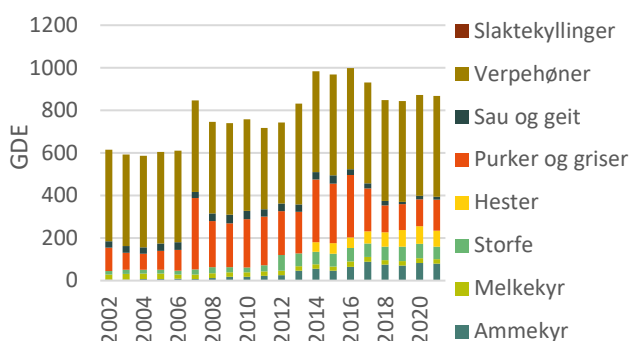


**Figur 4.** Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 har husdyrtallet økt fra ca. 600 til ca. 850 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 5). I 2021 ble det produsert totalt ca. 12 tonn fosfor i husdyrgjødsel, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i området. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,7 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

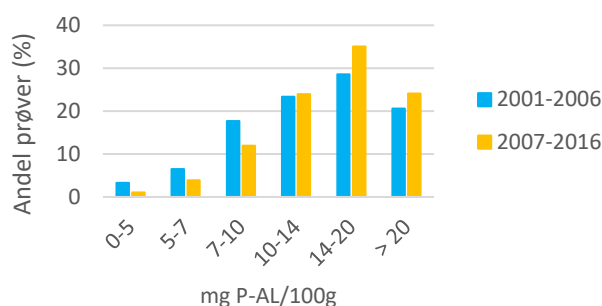
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.  
 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



**Figur 5.** Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

### Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100g. Gjennomsnittlig fosforstatus i dyrket mark er svært høy og har økt fra 15 mg P-AL/100 g til 17 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 6). Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var dessuten en økning i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode.

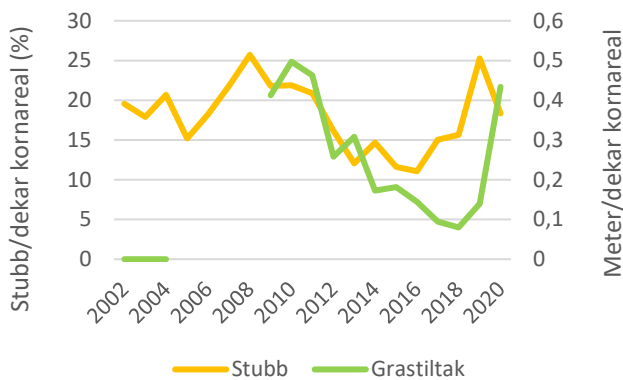


**Figur 6.** Andel av jordprøver med ulike fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

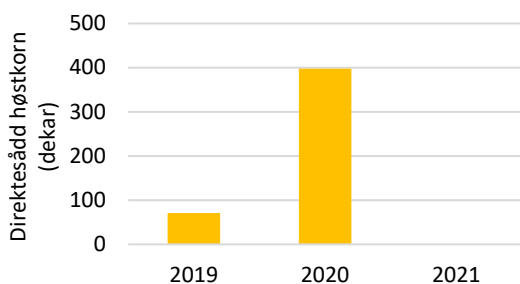
I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100 i ca. 60% av prøvene (figur 6). Økning i areal med grønnsaker, samt økning i husdyrtall og dermed husdyrgjødselmengden kan være forklaringen på at fosforstatus i jorda har økt. Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100 anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.

### Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret rundt 20% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 7). Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Omfanget av direktesådd høstkorn i nedbørfeltet lå på ca. 70 dekar i 2019 og økte til ca. 400 dekar i 2020, mens i 2021 var det ikke registrert noe direktesådd høstkorn (figur 8). Det har vært gjennomført 0,1-0,5 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 år og ingen entydig trend i grastiltak. I 2020 var det registrert ca. 6 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 8% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca.70 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 7.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 8.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 3,1 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 1,9 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med ca. 60% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

For å kunne nå miljømålet er det nødvendig med høy grad av tiltaksgjennomføring i jordbruket og opprydding i avløpsanleggene. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt svært høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med ca. 0,2 tonn (4%; tabell 4). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettet vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på ca. 0,2 tonn (4%; tabell 4).

**Tabell 4.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet til Istrevassdraget - Ula	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	217	4 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	207	4 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	455	9 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	1 660	32 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	1 966	38 %
Grasdekte vannveier	3 121	25 %
Grasdekte kantsoner	1 250	24 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	843	16 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	3 346	64 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>3 770</b>	<b>72 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

## Jordbruksarealer

På jordbruksarealene er det hovedsakelig sand- og leirjord dannet på hhv. strand- og havavsetninger. På mesteparten av jordbruksarealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det er også noe areal med høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 85% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 4). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

### Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.

Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsenkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 11% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap



på 38%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 25%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 24% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 15% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er svært høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 16% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,04 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### **Punktkilder i jordbruket**

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr.

### **Andre effekter av tiltak**

Tiltak innenfor avløp vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i fjorden, gi redusert organisk belastning, og dermed bedre oksygenforhold for bunndyr og fisk i elver og bekker. Det vil også redusere bakterieforurensingen og risikoen for spredning av sykdommer. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard



Foto: Miguel Angel Segarra Valls

Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

## Viksfjord

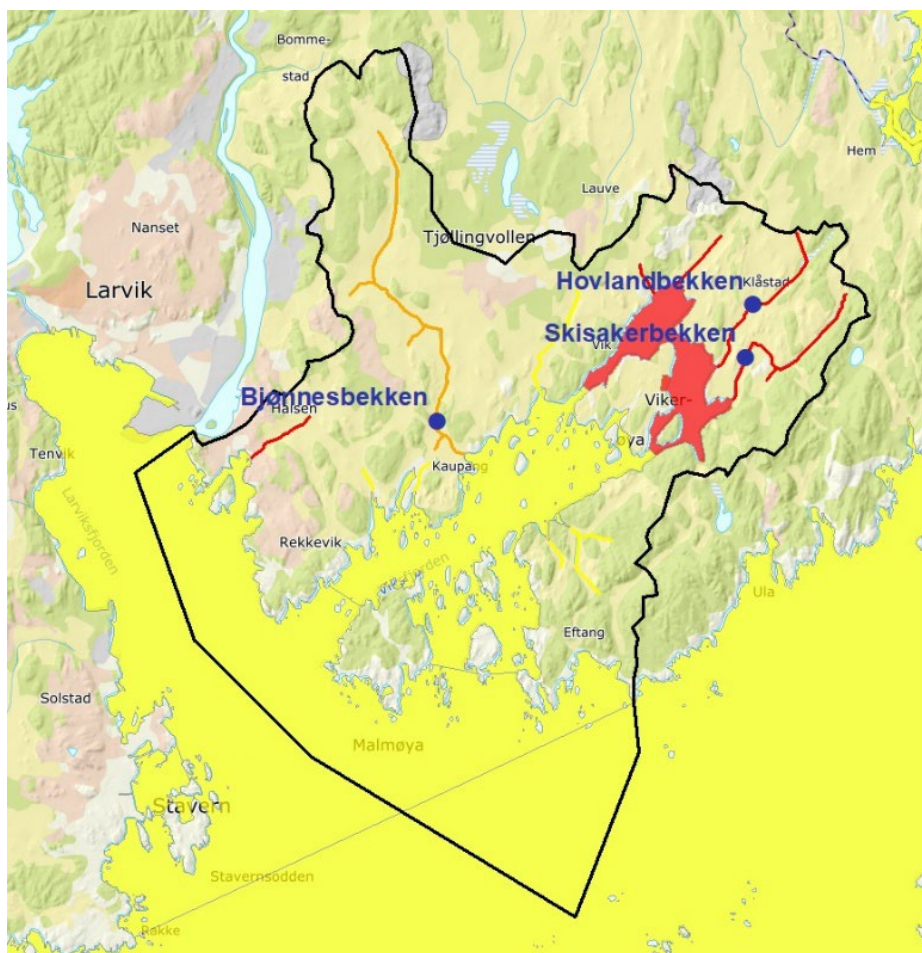
Nedbørfeltet til Viksfjord er en del av vannområdet Horten-Larvik, og befinner seg øst for utløpet av Numedalslågen. Nedbørfeltet drenerer et areal på 30 km<sup>2</sup>, og Bjønnesbekken er det største vassdraget. Det er ca. 20 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Viksfjorden huser store ålegressforekomster av nasjonal viktighet, verdifulle grunne bløtbunnsområder, landskapsvernområder og et naturreservat. Årvisse oppblomstringer av grønnalger truer ålegresset og det rike fuglelivet i indre Viksfjord. Store deler av nedbørfeltet (60%) har et dekke av løsmasser som opprinnelig er avsatt i hav og fjord (marin leire) eller som er vasket av bølger i strandsonen (sandholdige marine strandavsetninger). Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør 35% av nedbørfeltet, mens 50% består av skog og utmark. Det bor ca. 6800 mennesker i området, hvorav 88% i tettbebygde områder (deler av Larvik). De resterende 11% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser høye konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen, og den økologiske tilstanden er dårlig til svært dårlig (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 2,1 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (82%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt svært høy. Avløp bidrar med 11% av totalfosfor-tilførslene. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.





## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet Viksfjord, med tre utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 oppsummerer økologisk tilstand for biologiske og kjemiske vannkvalitetslementer, samt fekale indikatorbakterier (*E. coli*), i fire vannlokaliteter (prøvetakingsstasjoner) i utvalgte bekker i nedbørfeltet Viksfjord. Den økologiske tilstanden bestemmes utfra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2).

Hovlandbekken er typifisert som leirvassdrag (R111), med 31% dekningsgrad av marin leire i nedbørfeltet. Dette innebærer naturlig høye konsentrasjoner av partikler og næringsstoffer, især fosfor. Naturtilstand og miljømål er vanskeligere å fastsette i leirvassdrag enn i andre elvetyper. Bjønnesbekken, Klåstadbekken og Skisakerbekken har en leirdekningsgrad på mindre enn 20% i nedbørfeltene, og er begge typifisert som kalkrike, humøse elvetyper (R110).

Biologiske kvalitetslementet bunndyr gjort i Bjønnesbekken og Klåstadbekken viser hhv. dårlig og svært dårlig tilstand. Konsentrasjoner av totalfosfor (tot-P), fosfat (orto-

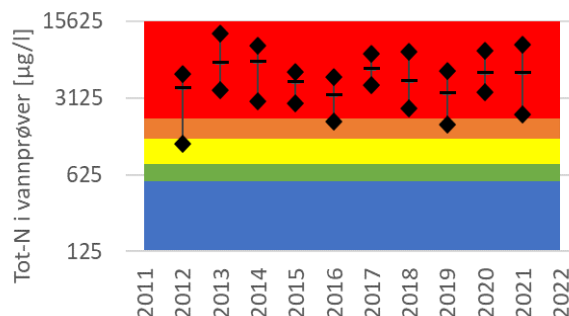
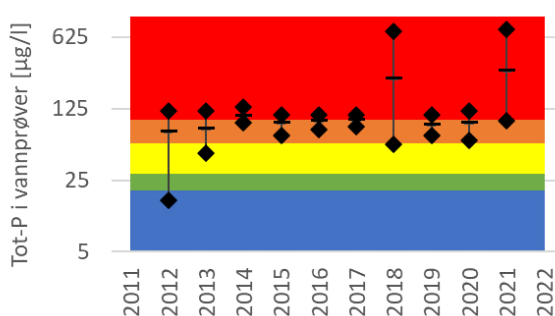
P) og totalnitrogen (tot-N) viser alle svært dårlig tilstand i alle bekkene. I Skisakerbekken er det påvist utslipp av næringsstoffer fra veksthus, og dette anses å være en viktig forklaring for de ekstreme næringsstoffsaltverdiene som registreres i bekken (Figur 2). Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i Bjønnesbekken og Skisakerbekken. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid i de to bekkene. Årsgjennomsnitt for konsentrasjon av totalnitrogen viser svært dårlig tilstand i alle år for begge bekkene, med betydelig høyere konsentrasjon i Skisakerbekken. Det samme gjelder totalfosfor i Skisakerbekken, mens totalfosfor i Bjønnesbekken varierer mellom dårlig (80 – 106 µg P/l) og svært dårlig tilstand (>240 µg P/l) fra år til år.

Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser svært dårlig tilstand i Skisakerbekken og dårlig tilstand i de to andre bekkene. Det tyder på betydelig påvirkning fra avløp eller husdyrgjødsel.

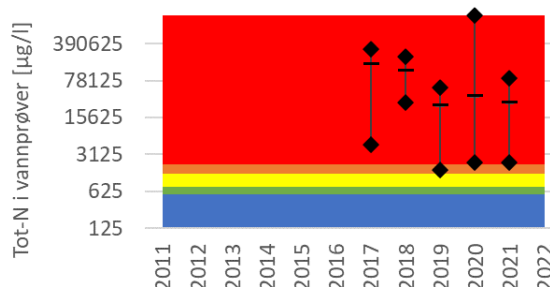
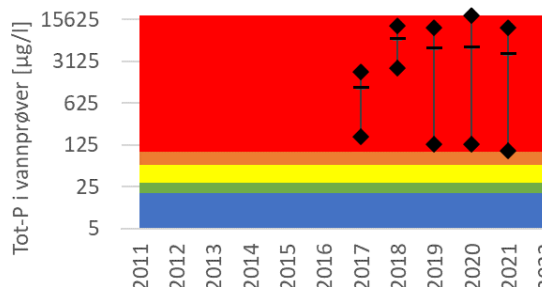
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i fire vannlokaliteter i nedbørfeltet Viksfjord. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstalg, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstalg er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstalg PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Bjønnesbekken	015-436-R	R110 (15%)	-	5,08 (2018)	2016-2021 (24)	152	116	4596	555
Klåstadbekken (myndighetspålagt overvåkning)	015-206-R	R110 (10%)	-	5,00 (2020)	2016 (5)	239	-	4555	-
Hovlandbekken	015-1336-R	R111 (31%)	-	-	2017-2021 (18)	307	173	4222	785
Skisakerbekken	015-1336-R	R110 (18%)	-	-	2017-2021 (18)	5020	4171	65378	1000

### Bjønnesbekken



### Skisakerbekken



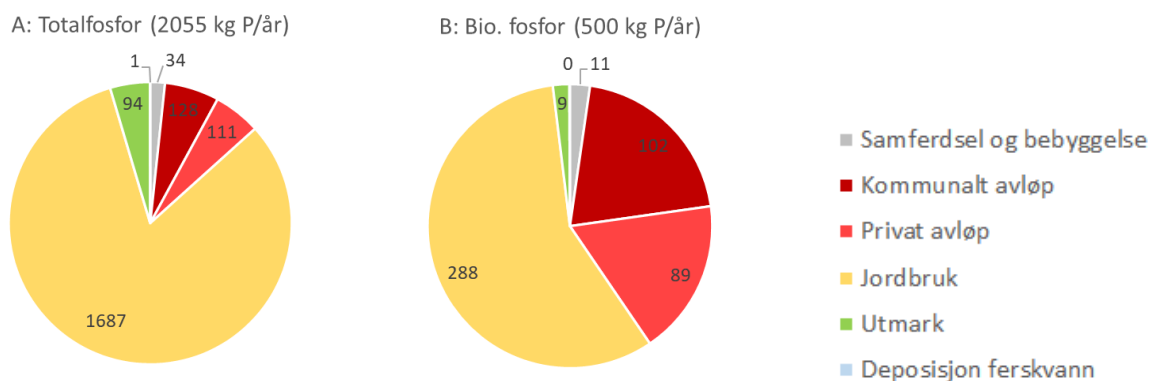
**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Bjønnesbekken og Skisakerbekken i perioden 2012/2017-2021. Verdiene er basert på 2-4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik).

## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet Viksfjord er 30 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 34% av arealet, beite og overflatedyrka areal 1%, skog, åpen fastmark og myr 51%, og samferdsel og bebyggelse 15%. Det er 375 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 6100 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Larvik kommune)

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførslene av totalfosfor i Viksfjord nedbørfelt om lag 2,1 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke er korrigert for retensjonsprosesser, slik at de reelle tilførslene til fjorden kan være lavere. På den annen side er tilførslene fra veksthus ikke estimert, men overvåkingsdataene fra Skisakerbekken indikerer at dette utgjør en betydelig forurensningskilde i nedbørfeltet.





Figur 3. Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet til Viksfjord, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (1,7 tonn/år, dvs. 82%; figur 3A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 640 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør i overkant av 0,2 tonn/år (11%) av de totale fosfortilførslene. Skog og utmark utgjør 51% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsmessig lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,1 tonn/år, dvs. 5%; figur 3A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførslene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 0,5 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,3 tonn/år (58%) av dette, og avløp med i underkant av 0,2 tonn/år (38%; figur 3B). Vi minner om at fosfortilførsler fra veksthus ikke er inkludert i tallene. Overvåkingsdataene fra Skisakerbekken viser at mer enn 80% av fosforet som transporteres i denne veksthuspåvirkebecken, er biotilgjengelig fosfor (tabell 1).

Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 3B). Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deponisjon av fosfor på vannflater (figur 3A og 3B).

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 375 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 275 (73%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstiller kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til 0,1 tonn/år (tabell 2). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (ca. 210 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett er beregnet til drøyt 0,1 tonn/år, og utgjør 54% av de totale fosfor-

tilførslene fra avløpssektoren (Tabell 2). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 7% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 3). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040.

I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinnspeksjon med kamera.

Tabell 2. Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet Viksfjord, fordelt på kommuner. (Kilde: Larvik kommune; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kg P/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett [kg P/år]	Totalt [kgP / år]
Larvik	111	128	239

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Larvik	81 173	7 %	43 %	50 %

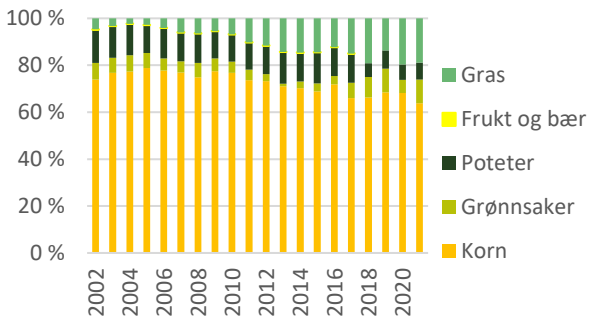
Tabell 3. Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet Viksfjord, fordelt på kommuner. (Kilder: Larvik kommune; NIBIO)

## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet Viksfjord endret seg. Det har blitt mer eng og mindre korn på jordbruksarealene. Samtidig har det samlede arealet med grønnsaker og potet gått ned. Antall husdyr har ifølge registreringene variert uten en entydig trend i samme periode. Jordas fosforstatus har gått ned, noe som bidrar til reduserte fosfortilførsler til vann.

## Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på 64% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. Fra 2002 til 2020 var det en økning i areal med eng, og en reduksjon i areal med korn (figur 4). Det samlede arealet med grønnsaker og potet er redusert, det utgjorde ca. 17% av arealet i 2020, mens det i 2002 var 21% (figur 4). Ved dyrking av potet og rotgrønnsaker ligger jorda åpen og erosjonsutsatt store deler av året. Gras beskytter derimot godt mot erosjon. Nedgang i areal med grønnsaker og potet og økt areal med gras bidrar dermed til redusert risiko for erosjon og fosfortap fra jordbruksarealene.

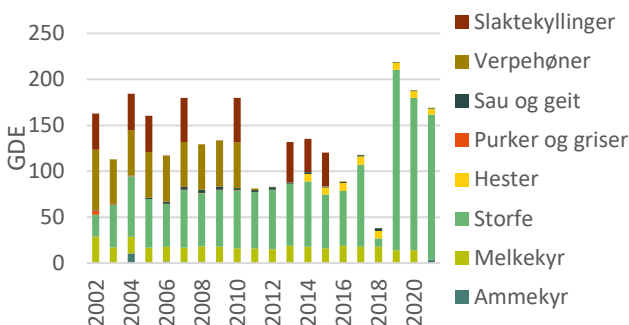


Figur 4. Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

## Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 husdyrtettheten variert, men ifølge registreringene er det ikke noen entydig trend (figur 5). I 2020 ble det dermed produsert totalt ca. 11 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,5 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

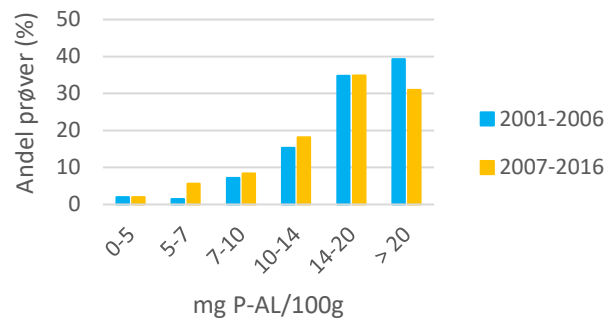
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku. 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



Figur 5. Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

## Fosforstatus i jord

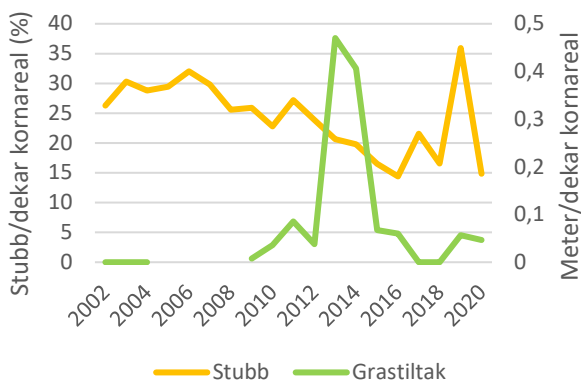
Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus. Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100 g. Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet var svært høy, men har i gjennomsnitt gått ned fra 21 mg P-AL/100 g til 18 mg P-AL/100 g fra perioden 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 6). Fosforstatus er høy når det tilføres mer fosfor med gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var dessuten en nedgang i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg P-AL/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg P-AL/100 i 66% av prøvene (figur 6). Når fosforstatus er over 14 mg P-AL/100 anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og gras.



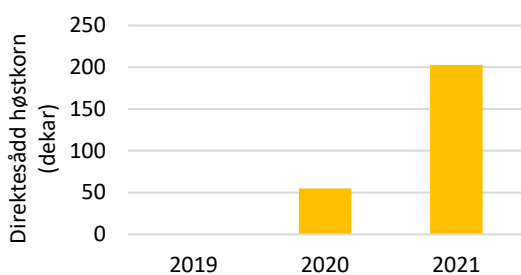
Figur 6. Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

## Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram var det 15% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) som overvintret i stubb i 2020 (figur 7) og den andelen har gått ned de siste 20 årene, bortsett fra i 2019 da det var 35% som overvintret i stubb. Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. I 2019 var det ikke registrert noe direktesådd høstkorn i nedbørfeltet, mens omfanget var på 55 dekar i 2020 og økte til ca. 200 dekar i 2021 (figur 8). Det har vært gjennomført 0 - 0,5 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene i nedbørfeltet. I 2020 var det registrert ca. 200 m med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 1% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 25 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.



**Figur 7.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 8.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet Viksfjord. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 3,2 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 2,5 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med 80% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Det er nødvendig med høy grad av tiltaksgjennomføring i jordbruket, opprydding i avløpsanleggene og stans av utslipp fra veksthus for å kunne nå miljømålet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt svært høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med ca. 80 kg (4%; tabell 4). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettet vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på ca. 90 kg (4%; tabell 4).

**Tabell 4.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet Viksfjord	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	83	4 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	88	4 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	93	5 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	552	27 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	701	34 %
Grasdekte vannveier	505	25 %
Grasdekte kantsoner	549	27 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	355	17 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	1 296	63 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder (bl.a. stanse utslipp fra veksthus)	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>1 467</b>	<b>71 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

### Jordbruksarealer

På jordbruksarealene er det hovedsakelig sand- og leirjord dannet på hhv. strand- og havavsetninger. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, dyrkes på ca. 85% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 4). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

### Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.

Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsengkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 17% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap

på 34%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 25%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 27% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er **grasstripe i åker**, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 10% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er svært høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 17% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,01 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### *Punktkilder i jordbruket*

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus er også nødvendig.

### *Andre effekter av tiltak*

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

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





Foto: Rune A. Karlsen

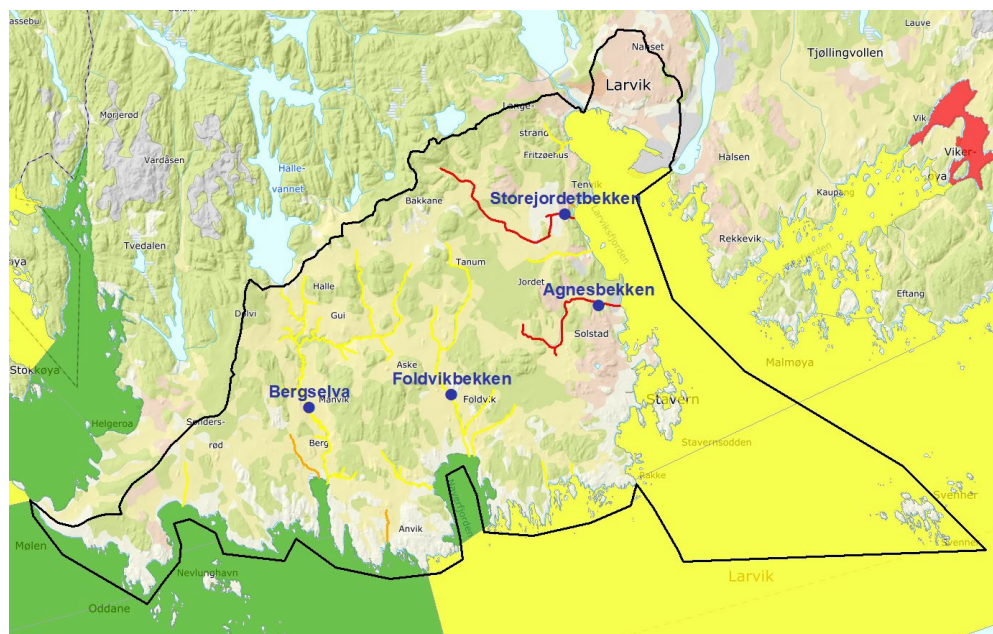
Eutrofiering av vassdrag i Vestfold – kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor:

## Brunlanes

Nedbørfeltet Brunlanes omfatter arealene sør for vestfoldraet mellom Larvik by og Mølen, ei rullesteinstrand der Vestfoldraet forsvinner i havet (figur 1). Nedbørfeltet drenerer et areal på 68 km<sup>2</sup>, med utløp i Larviksfjorden, Naverfjorden og Indre Skagerak. Det er ca. 45 km med bekker og elver i nedbørfeltet. Bergselva/Halleelva har sitt opphav i Halle vannet i nord. Store deler av nedbørfeltet (60%) har et dekke av løsmasser som er vasket av bølger i strandsonen (sandholdige marine strandavsetninger/strandvasket morene). Mange av disse arealene er godt egnet til dyrking, og landbruket har lange tradisjoner i området. Jordbruksareal utgjør 30% av nedbørfeltet, mens 50% består av skog og utmark. Det bor ca. 21 000 mennesker i området, hvorav 90% i tettbebygde områder (Stavern og deler av Larvik). De resterende 10% bor spredt.

Overvåking av vannkvalitet i området viser at den økologiske tilstanden er moderat til svært dårlig (figur 1). Tilførsel av fosfor i nedbørfeltet er estimert til i gjennomsnitt 3,2 tonn/år. Jordbruk utgjør den største (66%) kilden til fosfor i nedbørfeltet. På store deler av jordbruksarealet dyrkes erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker, og jordas fosforstatus er i gjennomsnitt svært høy. Avløp bidrar med 24% av fosfortilførslene, og 60% av tilførslene av biotilgjengelig fosfor. Det er behov for tiltak innenfor både jordbruks- og avløpssektoren for å redusere næringsstofftilførslene til vannforekomstene i nedbørfeltet. I det følgende blir utfordringene med vannkvaliteten, kildene til næringsstofftilførsler, samt mulige tiltak beskrevet nærmere.

## VANNKVALITET OG ØKOLOGISK TILSTAND



**Figur 1.** Nedbørfeltet Brunlanes, med fem utvalgte vannlokaliteter der vannkvalitet overvåkes. Vannforekomstene (elv, innsjø og kyst) i nedbørfeltet er vist med farge som representerer økologisk tilstandsklasse, som her er grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Norges Vassdrags- og energidirektorat)

Tabell 1 oppsummerer økologisk tilstand for biologiske og kjemiske vannkvalitetsparametere, samt fekale indikatorbakterier (*E. coli*), i fire vannlokaliteter (prøvetaksstasjoner) i utvalgte elver og bekker i nedbørfeltet Brunlanes. Den økologiske tilstanden bestemmes ut fra gjennomsnittsverdier for overvåkingsperioden, men verdier for enkeltår og enkeltprøver kan avvike betydelig fra gjennomsnittet (figur 2). De utvalgte bekkene og elvene har en leirdekningsgrad på mindre enn 20%, og er typifisert som moderat kalkrike til kalkrike, humøse elvetyper (R108 og R110).

Undersøkelser av de biologiske kvalitetselementene bunndyr og påvekstlger (begrøingsalger) fra siste fem år viser at den økologiske tilstanden med hensyn til eutrofiering og organisk belastning er moderat i Bergselva, Storejordetbekken, og god (kun bunndyr) i Foldvikbekken.

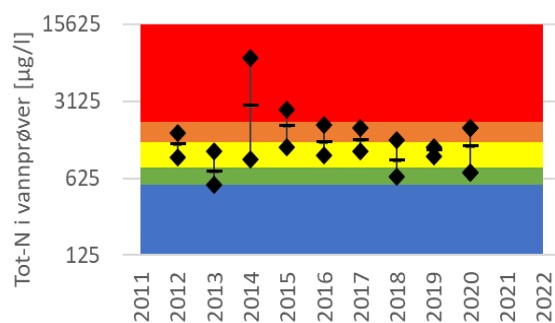
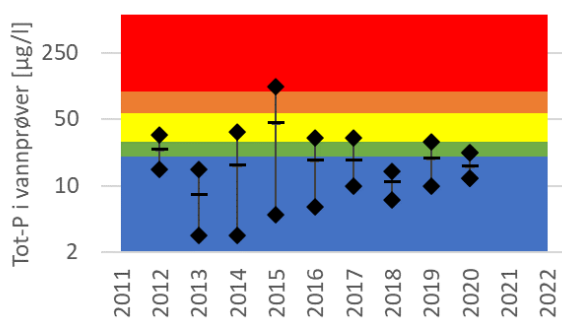
Agnesbekken har ikke data for verken bunndyr eller påvekstlger.

Konsentrasjoner av totalfosfor (tot-P) og fosfat (orto-P) viser god til moderat tilstand i Bergselva og Agnesbekken og dårlig til svært dårlig tilstand i Foldvikbekken og Storejordetbekken. Totalnitrogen viser svært dårlig tilstand i bekkene, mens Bergselva har moderat tilstand for totalnitrogen. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen kan være påvirket av utslipp fra veksthus og golfbane i Storejordetbekken. Figur 2 viser årlige konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i Bergselva og Foldvikbekken. Det er ingen tydelig endring i konsentrasjoner over tid, bortsett fra kanskje en tendens til nedgang i totalnitrogen for Foldvikbekken.

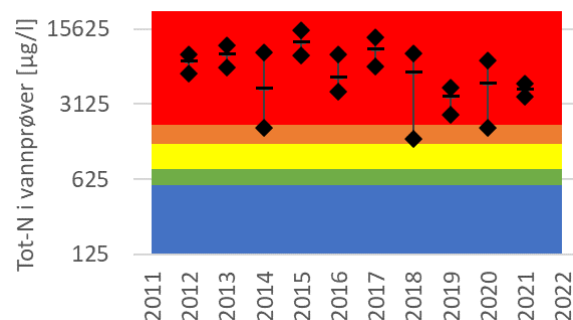
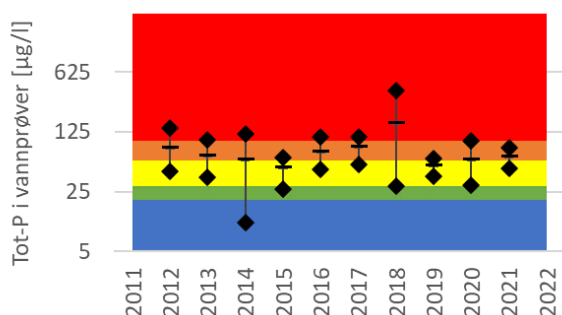
**Tabell 1.** Vurdering av økologisk tilstand i fire elvelokaliteter i nedbørfeltet Brunlanes. Tallene er beregnede gjennomsnittsverdier for perioden angitt i tabellen. Økologisk tilstand for påvekstlger, bunndyr, totalfosfor (Tot-P), fosfat (Orto-P), totalnitrogen (Tot-N) og fekale bakterier *E. coli* er markert med farge, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. For påvekstlger er det benyttet eutrofieringsindeksen PIT og for bunndyr ASPT-indeksen for organisk belastning. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

Vannlokalitet	Vannforekomst-ID	Elvetype (Leirdekning)	Biologiske kvalitetselementer		Kjemiske kvalitetselementer			<i>E. coli</i> -bakterier [ant/100ml]	
			Påvekstlger PIT (sist prøvetatt)	Bunndyr ASPT (sist prøvetatt)	Periode (antall prøver)	Tot-P [µg/l]	Orto-P [µg/l]		Tot-N [µg/l]
Bergselva	015-278-R	R108	17,6 (2018)	6,33 (2018)	2015-2020 (24)	21	10	1300	125
Agnesbekken	015-426-R	R110	-	-	2017-2021 (18)	43	27	3994	670
Foldvikbekken	015-423-R	R108	-	6,75 (2019)	2016-2021 (23)	82	65	5796	610
Storejordetbekken	015-1458-R	R108	19,6 (2020)	5,3 (2020)	2018-2021 (16)	265	220	5406	300

## Bergselva



## Foldvikbekken



**Figur 2.** Årsgjennomsnitt, min. og maks. konsentrasjon av totalfosfor (venstre) og totalnitrogen (høyre) målt i Bergselva og Foldvikbekken i perioden 2012-2021. Verdiene er basert på 4 vannprøver per år. Økologisk tilstandsklasse iht. Klassifiseringsveilederen (2018) er vist med farger, der blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. (Kilde: Vannområde Horten-Larvik)

I Bergselva viser årlig gjennomsnittskonsentrasjon av totalfosfor svært god til god tilstand de fleste årene, mens totalnitrogen varierer mellom moderat, dårlig og svært dårlig tilstand. I Foldvikbekken varierer totalfosfor mellom moderat og svært dårlig, og totalnitrogen viser svært dårlig tilstand alle år. Generelt gjelder at tilstanden sannsynligvis er dårligere enn prøvene tilsier, siden det er tatt få vannprøver per år og ingen prøver tas under flom. Konsentrasjonene av *E. coli*-bakterier viser moderat økologisk tilstand i Bergselva og ellers dårlig økologisk tilstand i de fire bekkene. Det tyder på betydelig påvirkning fra avløp og/eller husdyrgjødsel.

## KILDER TIL FOSFOR

Nedbørfeltet Brunlanes er 68 km<sup>2</sup>. Fulldyrka jordbruksareal utgjør 29% av arealet, beite og overflatedyrka areal tilnærmet 0%, skog, åpen fastmark og myr 52%, ferskvann tilnærmet 0% og samferdsel og bebyggelse 19%. Det er 965 husstander med privat avløpsløsning i nedbørfeltet. Om lag 18700 personer er tilknyttet offentlig ledningsnett. (Kilder: NIBIO; Larvik kommune.

Ifølge kilderegnskapet, som er basert på beregninger med modeller og koeffisienter, er tilførselene av totalfosfor i nedbørfeltet Brunlanes om lag 3,2 tonn i et gjennomsnittså. Det presiseres at beregnede tilførsler ikke

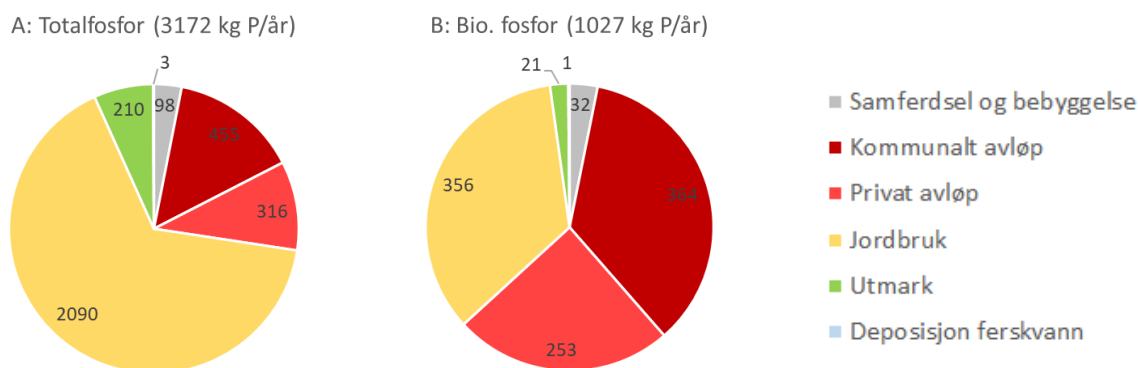
er korrigert for retensjonsprosesser, slik at de reelle tilførselene til fjorden kan være lavere.

Arealavrenning fra jordbruket er den største kilden til totalfosfor i nedbørfeltet (2,1 tonn/år, dvs. 66%; figur 3A). Fosfor fra jordbruksarealene tapes hovedsakelig ved erosjon. Beregnet jordtap fra jordbruksareal er om lag 770 tonn/år. Samlet tilførsel av totalfosfor fra privat og kommunalt avløp utgjør 0,8 tonn/år (24%) av de totale fosfortilførselene. Skog og utmark utgjør 52% av arealet i nedbørfeltet, men pga. lite fosforavrenning per arealenhet fra denne arealtypen, blir det forholdsmessig lite tilførsel av totalfosfor fra disse arealene (0,2 tonn/år, dvs. 7%; figur 3A).

Fosfor som algene kan utnytte kalles biotilgjengelig fosfor, og inkluderer alt løst fosfat og deler av fosforet som er bundet til partikler. Tilførselene av biotilgjengelig fosfor er totalt på 1 tonn/år. Jordbruk bidrar med 0,4 tonn/år (35%) av dette, og avløp med 0,6 tonn/år (60%; figur 3B). Fosfor i avrenning fra skog og utmark har lav biotilgjengelighet. Disse arealene bidrar dermed med lav andel biotilgjengelig fosfor (figur 3B).

Det er lite tilførsel av totalfosfor og biotilgjengelig fosfor i form av fosforavrenning fra samferdsel og bebyggelse og deposisjon av fosfor på vannflater (figur 3A og 3B).





**Figur 3.** Kildefordeling av totalfosfor (A) og biotilgjengelig fosfor (B) i nedbørfeltet Brunlanes, i kg P/år. (Kilde: NIBIO)

## PRIVAT OG KOMMUNALT AVLØP

Det er ca. 965 husstander med privat avløp i nedbørfeltet og av disse har ca. 730 (75%) en avløpsløsning som ikke tilfredsstillende kravet i forurensningsforskriften om 90% rensing av fosfor. Utslipp av totalfosfor fra privat avløp er beregnet til 0,3 tonn/år (tabell 2). Ved fremtidig opprydning vil det være naturlig å fokusere spesielt på slamavskillere (ca. 570 husstander), som utgjør en betydelig kilde til forurensing fra privat avløp.

Lekkasjer i det kommunale ledningsnett er beregnet til 0,5 tonn totalfosfor/år, og utgjør ca. 59% av de totale fosfortilførslene fra avløpssektoren (tabell 2). Eventuelt utslipp grunnet overløp fra pumpestasjoner er ikke med i regnskapet. En stor del av avløpsnett i nedbørfeltet er bygget etter 1970, men det er fortsatt 23% av ledningsnett som er mer en 55 år gammelt (tabell 3). Norsk Vann utarbeidet i 2017 en nasjonal bærekraftstrategi for vannbransjen. Her anbefales det en gjennomsnittlig fornyelsestakt for avløpsnett på 1% hvert år frem til 2040. I tillegg forutsettes det kontinuerlig utbedring av ledningsnett basert på blant annet lekkasjelytting og innvendig rørinspeksjon med kamera.

**Tabell 2.** Utslipp fra privat avløp og lekkasje fra kommunalt avløp i nedbørfeltet Brunlanes, fordelt på kommuner. (Kilde: Larvik kommune; NIBIO)

Kommune	Utslipp fra privat avløp [kg P/år]	Lekkasjer fra kommunalt avløpsnett [kg P/ år]	Totalt [kgP / år]
Larvik	316	455	770

**Tabell 3.** Alder på kommunalt avløpsnett i nedbørfeltet Brunlanes, fordelt på kommuner. (Kilder: Larvik kommune; NIBIO)

Kommune	Ledningsnett			
	Total lengde i 2022 [m]	Bygget før 1970 [%]	Bygget i 1970 - 1999 [%]	Bygget i 2000 - 2022 [%]
Larvik	200 998	23 %	37 %	40 %

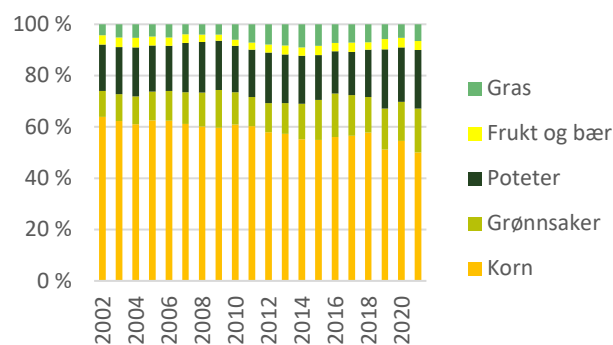
## TRENDER I JORDBRUKSDRIFT

Over de siste 20 årene har jordbruksdriften i nedbørfeltet Brunlanes endret seg lite. Nedbørfeltet er dominert av potet- og grønnsaksdyrking med en svak tendens til økning i disse arealene på bekostning av kornarealer. Endringen kan bidra til økt risiko for erosjon og tap av fosfor. Samtidig har det vært en reduksjon i antall husdyr, men det er ikke registrert noen endring i gjennomsnittlig fosforstatus. Fosforstatus i jorda er svært høy, noe som kan bidra til høye fosfortilførsler til vann.

### Vekstfordeling

I 2021 ble det dyrket korn på 50% av jordbruksarealet i nedbørfeltet til Brunlanes. Fra 2002 til 2021 var det en liten økning i potet- og grønnsaksareal, og en tilsvarende reduksjon i areal med korn (figur 4). Det var potet på ca. 23% av arealet i 2021, mens det i 2002 var 18% (figur 4). Grønnsaksarealene har økt fra 10 til 17% av jordbruksarealet i løpet av de siste 20 årene.

I Brunlanes er det tidligproduksjon av poteter og grønnsaker som kan bare foregå på steder i landet med varm sandjord. Produktene høstes allerede i juni/juli og det er utbredt å så fangvekster etterpå. Korn blir brukt som vekstskifte, og blir oftest høstpløyd pga. at potene og grønnsakene skal svært tidlig i jorda. Høstpløying og produksjon av potet og grønnsaker medfører risiko for erosjon og fosfortap, mens fangvekst kan redusere risikoen noe.



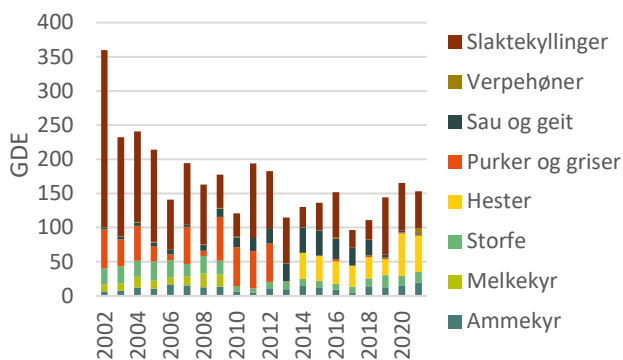
**Figur 4.** Vekstfordeling på jordbruksareal i nedbørfeltet 2002-2021. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)



## Husdyrtetthet

Der det spres mye husdyrgjødsel kan det være ekstra risiko for avrenning av fosfor rett etter spredning og som følge av høy fosforstatus i jorda. Dessuten kan det være lekkasje av næringsstoffer fra gjødsellager. I perioden fra 2002 til 2021 har husdyrtallet gått ned fra ca. 350 til ca. 150 gjødseldyrenheter (GDE) (figur 5). I 2021 ble det produsert totalt ca. 2 tonn fosfor i husdyrgjødsel i nedbørfeltet, basert på antall husdyr som hører hjemme på eiendommer i nedbørfeltet. Denne mengden husdyrgjødsel svarer årlig til 0,2 kg fosfor/dekar jordbruksareal. Det er ikke kjent hvor mye av husdyrgjødsel som faktisk spres innenfor nedbørfeltet. Det er ikke tilgjengelig informasjon om endringer i bruken av mineralgjødsel.

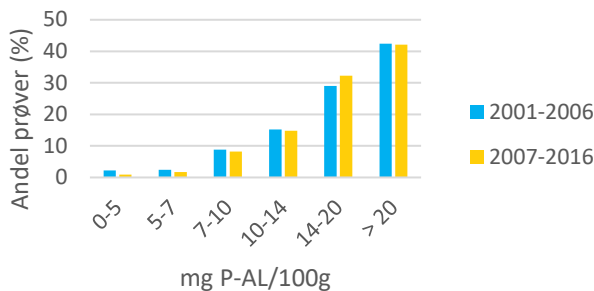
En gjødseldyrenhet (GDE) er definert som fosformengden produsert av en melkeku.  
 1 GDE = 1 melkeku = 2 hester = 7 sauer = 18 griser = 80 verpehøns = 1400 slaktekyllinger.



**Figur 5.** Trend i antall gjødseldyrenheter (GDE, en gjødseldyrenhet svarer til 14 kg fosfor i husdyrgjødsel) i perioden 2002-2021 på gårdsbruk i nedbørfeltet fordelt på dyreslag. (Kilde: Statistisk sentralbyrå)

## Fosforstatus i jord

Jordas fosforstatus (P-AL) har betydning for fosforavrenningen dels fordi partiklene som eroderes inneholder mer fosfor ved høy fosforstatus og dels fordi mer løst fosfat vaskes ut fra jorda når fosforstatus øker. Biotilgjengeligheten av fosfor i avrenningen øker dessuten med økende fosforstatus.



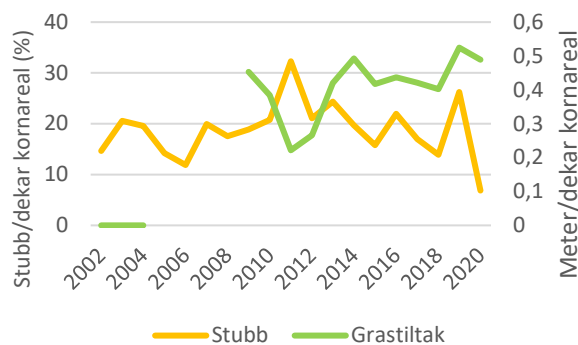
**Figur 6.** Andel av jordprøver med ulik fosforstatus (mg P-AL/100g) i dyrka mark i to perioder (2001-2006 og 2007-2016) basert på jordprøver fra gårdsbruk i nedbørfeltet. (Kilde: NIBIO)

Anbefalt fosforstatus for korn- og grasdyrking er 5-7 mg P-AL/100g. Fosforstatus i dyrket mark i nedbørfeltet er svært høy, i gjennomsnitt 20 mg P-AL/100 g i begge periodene 2001-2006 til perioden 2007-2016 (figur 6). Fosforstatus øker når det tilføres mer fosfor med gjødsel, både husdyrgjødsel og mineralgjødsel, sammenlignet med det som tas ut i avling. Det var en liten økning i andel jordprøver med fosforstatus over 14 mg/100 g fra første til siste periode. I siste periode (2007-2016) var fosforstatus over 14 mg/100 g i ca. 74% av prøvene (figur 6). Når fosforstatus er over 14 mg/100 g anbefales det å ikke gjødsle med fosfor til korn og potet, men det gjødsles normalt til grønnsaker uavhengig av fosforstatus. Stort areal med potet og grønnsaker med mye fosforgjødsling kan være årsaken til at fosforstatus i jorda har økt.

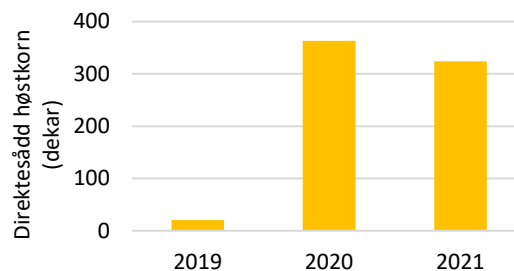
## Tiltaksgjennomføring i jordbruket

Ifølge registreringer i Regionalt miljøprogram overvintret kun 7% av totalt kornareal (sum av vårkorn- og høstkornareal) i stubb i 2020 (figur 7). Stubb refererer her til RMP-tiltaket «ingen jordarbeiding om høsten», og inkluderer ikke direktesådd høstkorn. Omfang av direkte-sådd høstkorn i nedbørfeltet var 20 dekar i 2019, og økte til hhv. ca. 360 og 320 dekar i 2020 og 2021 (figur 8). Den lave andelen åker i stubb er knyttet til tidligproduksjon av poteter og grønnsaker.

Det har vært gjennomført 0,2-0,5 meter grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) per dekar kornareal de siste 10 årene.



**Figur 7.** Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten, inkluderer ikke direktesådd høstkorn) og grastiltak (grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner) i nedbørfeltet 2002-2020. (Kilde: Statistisk Sentralbyrå)



**Figur 8.** Areal med direktesådd høstkorn i nedbørfeltet i årene 2019-2021. (Kilde: Landbruksdirektoratet/eStil-RMP)

I 2020 var det registrert ca. 4 km med grasdekte kantsoner langs vassdrag, som tilsvarer 7% av potensialet for dette nedbørfeltet (ca. 50 km jordbruksareal som grenser mot elv/innsjø). Både overvintring i stubb og grastiltak er viktige tiltak for å redusere erosjon og fosfortap fra kornarealer.

## AKTUELLE TILTAK OG EFFEKTER PÅ FOSFORTILFØRSLER

Utslipp fra både jordbruk og avløp er en stor utfordring for vannkvaliteten i vannforekomstene i nedbørfeltet Brunlanes. Samlet fosfortransport i nedbørfeltet, beregnet utfra målte konsentrasjoner av totalfosfor i bekker og elver, er 2,1 tonn/år, mens avlastningsbehovet for totalfosfor er 1,1 tonn/år. Det betyr at tilførslene av totalfosfor må reduseres med drøyt 50% for å oppnå miljømålet for totalfosfor.

Ettersom over 50% av biotilgjengelig fosfor tilføres fra avløpssektoren, vil opprydding i avløpsanleggene bidra vesentlig til å nå miljømålet. Det er i tillegg nødvendig med tiltaksgjennomføring i jordbruket for å kunne nå miljømålet. Fosforstatus i jorda er i gjennomsnitt svært høy, og redusert gjødsling med fosfor på jordbruksarealene med høyest fosforstatus er et viktig tiltak. Erosjonshindrende tiltak er bl.a. overvintring i stubb på kornarealer, samt grasdekte vannveier og grasdekte kantsoner på areal med korn, potet og grønnsaker.

**Tabell 4.** Tiltak for reduserte fosfortilførsler og estimerte effekter. (Kilde: NIBIO)

Tiltak i nedbørfeltet Brunlanes	Reduksjon i totalfosfortilførsler*	
	[kg P/år]	[%]
Opprydding i privat avløp	240	8 %
Kommunalt avløp – lekkasjer	332	10 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 3-4	173	5 %
Overvintring i stubb, erosjonsrisikoklasse 2-4	358	11 %
Overvintring i stubb, alt kornareal	577	18 %
Grasdekte vannveier	626	20 %
Grasdekte kantsoner	811	26 %
Reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7 (effekt på løst fosfat ikke estimert)	499	16 %
Kombinasjon av stubb på alt kornareal, grasdekte kantsoner og reduksjon i jordas fosforstatus til P-AL 7	1 587	50 %
Fangvekster	Ikke estimert	
Fangdammer	Ikke estimert	
Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel	Ikke estimert	
Reduksjon i punktkilder	Ikke estimert	
<b>Kombinasjon av alle tiltak, jordbruk + avløp</b>	<b>2 195</b>	<b>68 %</b>

\*Tiltakseffekter på jordbruksareal er beregnet med utgangspunkt i driften på arealene i 2017. Tallene er ikke korrigert for retensjonsprosesser.

Tiltak mot avrenning fra veksthus og golfbaner er også aktuelt.

### Privat og kommunalt avløp

Foreslått opprydding i privat avløp vil potensielt kunne redusere fosfortilførslene med ca. 0,2 tonn/år (8%; tabell 4). Foreslåtte tiltak mot lekkasjer på det kommunale ledningsnettverket vil potensielt kunne gi en reduksjon i fosfortilførsler på 0,3 tonn/år (10%; tabell 4).

### Jordbruksarealer

På jordbruksarealene er det hovedsakelig sandjord dannet på strandavsetninger. Jorda er bakkeplanert på 4% av arealet. På mesteparten av arealet er erosjonsrisiko mht. flateerosjon klassifisert som lav til middels, men det også er en del areal med middels og høy erosjonsrisiko. Det er stedvis risiko for drågerosjon. Erosjonsutsatte kulturer som korn, potet og grønnsaker dyrkes på ca. 90% av jordbruksarealet i nedbørfeltet. (Kilder: NIBIO; Statistisk sentralbyrå)

Tiltakseffekten for jordbruksarealer er beregnet i forhold til jordbruksdriften i 2017. Tiltakseffekten for fosfortap er angitt i % av total fosfortilførsel fra alle kilder (tabell 4). Tiltakseffekten for jordtap (ikke vist) vil være noe høyere enn for fosfortap. En del av jordbrukstiltakene vil også redusere nitrogentilførslene, men effekten er ikke beregnet.

### Overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn.

Overvintring i stubb (ingen jordarbeiding om høsten) på kornarealer, eller gras på arealer utsatt for erosjon, er viktige tiltak. Det bidrar til å redusere erosjon både på flater og i forsengkninger (dråg). På høstkornareal har direktesåing i stedet for pløying samme effekt. Med utgangspunkt i omfang av overvintring i stubb og direktesåing av høstkorn i 2017 (om lag 14% av kornarealet) vil stubb og direktesåing på resten av kornarealet (100%) gi en reduksjon i fosfortap på 18%. Disse tiltakene gir også redusert tap av nitrogen fra kornarealene.

**Grasdekte vannveier og kantsoner.** Grasdekte vannveier er et målrettet tiltak for å redusere erosjon i søkk/forsenkninger (dråg), og grasdekte kantsoner reduserer erosjon på arealer nær bekken eller elva. Etablering av grasdekte vannveier i nedbørfeltet er beregnet til å gi en reduksjon i fosfortap på 20%, og tilsvarende er det for grasdekte kantsoner beregnet en reduksjon i fosfortap på 25% hvis de anlegges langs alle vassdrag. Et annet aktuelt rensetiltak med gras er grasstripe i åker, som anlegges på tvers av fallet i lange hellinger, og reduserer den effektive hellingslengden slik at det blir mindre overflateavrenning og erosjon.

**Fangdammer.** Etablering av fangdammer, der forholdene ligger til rette for det, vil kunne holde tilbake jord og næringsstoffer og redusere den negative effekten av fosfor

nedstrøms fangdammen. Norske studier viser at renseseffekten av fangdammer er målt til 3-15% for nitrogen, 45-75% for partikler og 20-45% for fosfor, med større effekt på partikkelbundet fosfor enn på løst fosfat.

**Hydrotekniske tiltak.** Der det er problemer med at overflatevann forårsaker overflateavrenning og erosjon, kan hydrotekniske tiltak være en løsning. Aktuelle tiltak er f.eks. nedløpskummer, kumdammer og avskjæringsgrøfter. Det er avgjørende at disse tiltakene utføres på riktig måte mht. beliggenhet, utforming og dimensjonering, hvis ikke kan de virke mot sin hensikt og i verste fall gi store erosjonsskader. Evt. ødelagte/ikke-fungerende anlegg bør repareres/oppgraderes.

**Tiltak i potet og grønnsaker.** På arealer der det dyrkes poteter og grønnsaker (ca. 10% av jordbruksarealet i nedbørfeltet) bør det etableres fangvekster for å hindre erosjon og fosforavrenning, f.eks. fangvekster sådd etter høsting og brede kantsoner langs bekker og elver. Gras i vannførende dråg, og fangdammer eller sedimentasjonsdammer i jordbruksbekker, bør også vurderes. På lang sikt vil reduksjon i fosforgjødsling ha betydning for fosforstatus i jorda og dermed for risikoen for avrenning av partikkelbundet fosfor og løst fosfat.

**Redusert gjødsling.** Jordas fosforstatus er svært høy i nedbørfeltet. Effekten av å redusere jordas fosforstatus på alt areal til middels nivå (P-AL 7) eller lavere er beregnet til 17% reduksjon i fosfortap. Et tiltak er bruk av fosforfri mineralgjødsel til korn og gras på arealer med fosforstatus over 14 mg/100 g. Å legge vekt på redusert fosforgjødsling til potet og grønnsaker på arealer med høy fosforstatus vil også bidra til å redusere fosfortapet. Tiltak som reduserer jordas fosforstatus har ikke umiddelbar effekt, men virker over lang tid. Balansert gjødsling med nitrogen tilpasset plantenes opptak av nitrogen, vil også bidra til redusert avrenning av nitrogen.

**Miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel.** Risikoen for fosforavrenning reduseres ved spredning av husdyrgjødsel om våren eller i vekstsesongen, fordeling av husdyrgjødsel på tilgjengelig spredeareal og da særlig på arealene med de laveste fosfortallene, samt spredning med god avstand til åpent vann. Husdyrtettheten er lav (0,01 GDE/dekar) og tilsier at det er tilstrekkelig spredeareal i området.

### **Punktkilder i jordbruket**

Håndtering av vaskevann og husdyrgjødsel uten lekkasjer er viktige tiltak på gårdsbruk med husdyr. Tiltak mot avrenning av næringsstoffer fra veksthus kan også være aktuelt i området.

### **Andre effekter av tiltak**

Tiltak innenfor avløp vil, i tillegg til effekten på eutrofiering i innsjøer, gi redusert organisk belastning, og dermed bedre

oksygenforhold for bunndyr og fisk i elver og bekker. Det vil også redusere bakterieforurensingen. Redusert erosjon og avrenning av partikler vil også kunne bedre leveforholdene for bunndyr og fisk, som er avhengige av at substratet ikke tilslammes.

---

Forfattere: Dominika Krzeminska, Sigrun H. Kværnø, Marianne Bechmann, Stein Turtumøygard





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.