

# ÅRSRAPPORT 2015

PURA: Vannområdet Bunnefjorden  
med Årungen- og Gjersjøvassdraget





# INNHOOLD

FORORD .....	4
SAMMENDRAG .....	8
1. VANNKVALITETSOVERVÅKING I VANNOMRÅDE PURA I 2015 .....	15
2. TILSTANDSVURDERING FOR HVERT TILTAKSOMRÅDE .....	18
2.1 Gjersjøvassdraget .....	19
2.2 Årungenvassdraget .....	58
2.3 Bunnefjorden .....	79
3 RESULTATER PR. KVALITETSELEMENT .....	114
3.1 Innsjøer .....	114
3.2 Elver og bekker .....	122
VEDLEGG 1 - VANNKVALITETSOVERVÅKING I VANNOMRÅDET PURA .....	125
Viktige fokusområder i PURA; bakgrunn, status og videre utfordringer .....	125
Vannkvalitetsovervåking og vannforskriften .....	126
Typer av vannkvalitetsovervåking og strategi i PURA .....	128
Effekt av tiltak – teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet: Avvikssystem .....	129
Særskilte tiltak innen landbruket .....	130
VEDLEGG 2 - MATERIALE OG METODER .....	132
Tidspunkt for prøvetaking .....	132
Fysisk-kjemiske parametere .....	133
Biologiske kvalitetslementer .....	133
Tilstandsklassifisering .....	135
Beregning av forurensningskilder og tilførsler av fosfor .....	137
VEDLEGG 3: ORDLISTE .....	138
VEDLEGG 4: BASISDATA FOR ALLE VANNKJEMISKE DATA FRA INNSJØER OG ELVER/BEKKER .....	143
VEDLEGG 5: SMÅKREPS - DETALJERT INFORMASJON OM TILSTANDSVURDERING .....	148
VEDLEGG 6 - REFERANSER .....	150

## FORORD

Prosjektet PURA – vannområdet Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget - er opprettet som en følge av innføringen av EUs Vanddirektiv, "EU Water Framework Directive" (Europaparlamentet, 2000). Direktivet ble vedtatt i 2000 og implementert i norsk lovverk 01.01.2007 ved "Forskrift om rammer for vannforvaltningen – Vannforskriften" (Vannforvaltningsforskriften, 2006). Hovedmålet med direktivet er å sikre god miljøtilstand, tilnærmet naturtilstand, i vassdrag, grunnvann og kystvann.

PURA er et interkommunalt prosjekt som eies av kommunene Ås, Ski, Frogn, Oppegård og Nesodden og som også har arealer i Oslo kommune. Vannområdet er en del av vannregion 1, Glomma. Vannregionmyndighet og overordnet ansvarlig for regionale prosesser er Østfold fylkeskommune. Akershus fylkeskommune er prosessansvarlig for vannområdene i Oslo og Akershus. Fylkesmannen i Oslo og Akershus er fagmyndighet for arbeidet i vannområdene. Målet for PURA er å oppnå god kjemisk og økologisk tilstand i vannområdet innen 2015/2021.<sup>1</sup>

Som et viktig ledd i gjennomføring og oppfølging av tiltak inngår tiltaksrettet vannkvalitetsovervåking i PURAs tiltaksområder. I årsrapport for 2015 redegjøres det for status for vannkvalitet i tiltaksområdene i ferskvann sett i forholdet til målene beskrevet i "Tiltaksanalyse for PURA" av 2009. Rapporten viser status for vannkvaliteten i 2015 og de siste års utvikling i forhold til målet for vannkvalitet innen utgangen av 2015. Rapportering av forholdene i de to marine tiltaksområdene Bunnebotn og Bunnefjorden inngår i Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord sin årsberetning og i delrapporter, se [www.indre-oslofjord.no](http://www.indre-oslofjord.no) (Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, årsberetning 2015).

Ambisjonsnivået for miljømål i PURA er beskrevet i PURAs to tiltaksanalyser: "Tiltaksanalyse for PURA" (2009) for første planperiode 2010-2015 og "Lokal tiltaksanalyse 2016-2021 for vannområdet PURA, Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget" (2013) for andre planperiode 2016-2021. Tiltaksanalysen fra 2013 er en revidert versjon av tiltaksanalysen fra 2009. Her er blant annet tilførselsregnskap og avlastningsbehov oppdatert og forslag til tiltak med effekter og kostnader er gitt. Miljømålene er justert som følge av nytt klassifiseringssystem for vurdering av miljøtilstand i vann (ref. "Klassifisering av miljøtilstand i vann", Direktoratgruppen, veileder 02:2013). I den foreliggende årsrapporten er miljømålene i tiltaksanalysen fra 2009 lagt til grunn, siden rapporteringsåret (2015) ligger innenfor første planperiode. Miljømålene er basert på teoretisk beregnede fosforreduksjoner (avlastningsbehov) for ulike forurensningskilder. I tillegg til dette er det tatt inn miljømål for de ulike vannforekomstene basert på vannforvaltningsforskriftens føringer (ref. "Klassifisering av miljøtilstand i vann" veileder 01:2009 og 02:2013, begge utgitt av Direktoratgruppen).

Klassifisering av miljøtilstanden i PURAs vannområde er i "Tiltaksanalyse for PURA" av 2009 foretatt i henhold til korrigeret veileder for det norske klassifiseringssystemet, veileder 01:2009 "Klassifisering av miljøtilstand i vann" (SFT, 2007). I 2009 ga Direktoratgruppen ut "Klassifisering av miljøtilstand i vann" (Direktoratsgruppen, 2009). I årsrapport for PURA 2008-2010 ble denne benyttet for å klassifisere innsjøene. I den foreliggende årsrapporten er fastsettelse av klassegrenser og miljømål samt beregninger av EQR-verdier foretatt i henhold til den nye veilederen fra Direktoratgruppen: "Klassifisering av miljøtilstand i vann", veileder 02:2013.

---

<sup>1</sup> Det overgripende målet for vannforvaltningen i Norge er at alt vann skal ha god kjemisk og økologisk tilstand innen 2021. PURA har vært med i første planperiode og skulle derfor oppnå dette målet innen 2015, som er koordinert med EU-landenes frister.

Gjennom PURAs overvåkingsprogram for vannkvalitet legger eierkommunene opp til en årlig felles samordnet rapportering av vanndata. Rapporteringen knyttes opp mot effekt av tiltak. Effekten fremkommer ved at en beregnet teoretisk vannkvalitet (basert på tilførselsdata) sammenlignes med den målte vannkvaliteten. Fosfor er her en nøkkelparameter, og vi får et avvikssystem som for hvert år viser utviklingen i avviket mellom beregnet og målt total fosfor (TP) og beregnet og målt total reaktiv fosfor (TRP). TRP gir et estimat på biotilgjengelig fosfor (BAP).

Avviket mellom beregnet og målt vannkvalitet følges fra år til år. Den beregnede og målte vannkvaliteten sammenlignes med den biologiske parameteren bunnfauna i bekker/elver og planktonalger i innsjøer. Dette gir en fosforbasert biologisk tiltaksanalyse. Systemet kan benyttes for hele vannområdet og lokalt i den enkelte kommune. Man har med dette et helhetlig redskap for å vurdere forurensningssituasjonen, behov for tiltak og effekten av gjennomførte tiltak. Ved å vurdere effekt av tiltak opp mot måloppnåelse for hver enkelt vannforekomst vil man kunne identifisere svikt i tiltaksgjennomføringen og eventuelle kunnskapshull og på den måte foreta de nødvendige justeringer.

Det er mange som har bidratt ved gjennomføring av overvåkingen og utarbeidelse av rapporten. Vannprøvetaking er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i samarbeid med Ski kommune. Databearbeiding og delrapportering er utført av NIVA.

*Medarbeidere fra NIVA:*

- David Strand, prosjektleder hos NIVA fra september 2014 til mai 2015 og delansvarlig for bidrag til PURAs årsrapport
- Sigrid Haande, prosjektleder hos NIVA fra mai 2015 (permisjon fra september 2014) og delansvarlig for bidrag til PURAs årsrapport. I tillegg ansvarlig for feltarbeid i innsjøer
- Birger Skjelbred, ansvarlig for planteplanktonanalyser
- James Sample, ansvarlig for kartfigurer
- Markus Lindholm, kvalitetssikring

*Medarbeidere fra NINA:*

- Thomas Corell Jenssen, og hovedansvarlig for analyse og rapportering av småkrepser.

*Medarbeidere fra Ski kommune:*

- Anne-Marie Holtet, administrasjon av prøvetaking og prøveforsendelse, analyse av TRP, rapportering av resultater, bidrag til rapportering
- Knut Bjørnskau, bidrag til rapportering
- Tor Bergan, prøvetaking i elver og bekker, bistand ved feltarbeid i innsjøene, analyse av TRP
- Morten Myhre, prøvetaking i elver og bekker, bistand ved feltarbeid i innsjøene

Analyser av vannkjemiske og bakteriologiske parametere i prøvene fra elver og bekker ble gjennomført av Eurofins og av Ski kommune (TRP). Vannkjemiske parametere i prøvene fra innsjøene ble gjennomført av NIVAs analyselaboratorium.

Under utarbeidelsen av rapporten har en gruppe i PURA bestående av Anne-Marie Holtet, Knut Bjørnskau og prosjektleder gitt innspill. Prosjektleder har sammenfattet PURAs bidrag/innspill og temagruppe Biologi/limnologi har sørget for kvalitetssikring av rapporten.

Samtlige takkes for sin innsats.

Ås, 22.04.2016

Anita Borge, prosjektleder PURA

# ET BLIKK PÅ ARBEIDET I ET VANNOMRÅDE

## UTFORDRING:

### FOSFOR OG EUTROFIERING

Fosfor er et viktig næringsstoff for planter. Tilføres bekker, elver og innsjøer fra bl.a. landbruksarealer, kloakk og veier. For mye fosfor til vannet gir overgjødning (eutrofiering) med tilgroing og algevekst. Oksygenet brukes opp av algene, og det blir dårlig levevilkår for andre organismer. Drikkevanns- og badevannskvaliteten kan forringes, og i verste fall kan algeoppblomstring medføre produksjon av giftige stoffer.

### DIAGNOSE: EQR

Ecological Quality Ratio. Sier noe om vannkvaliteten i forhold til en tilnærmet naturlig økologisk tilstand. Ligger mellom 0 og 1, der 1 er naturlig økologisk tilstand.

### PARAMETER:

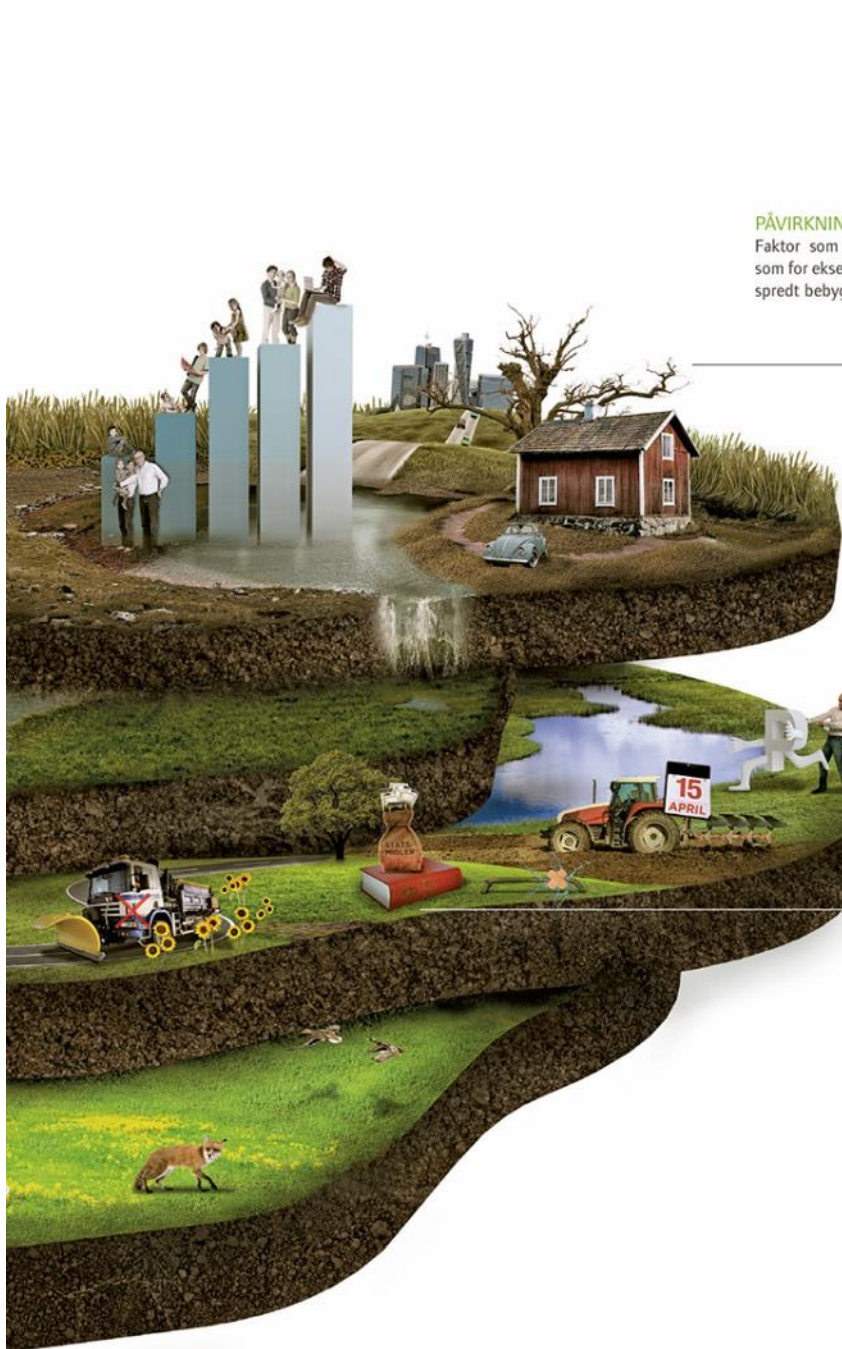
Målbar enhet i vannet som sier noe om vannets tilstand. Eksempler på parametre: Konsentrasjon av fosfor, arter og mengde av planktonalger, mengde klorofyll.

### MILJOMÅL:

#### NATURLIG ØKOLOGISK TILSTAND

En tilstand der dyr og planter lever i et miljø som er i harmoni med menneskelig aktivitet





#### PÅVIRKNINGSKILDER

Faktor som påvirker miljøtilstanden i vann, som for eksempel landbruk, kommunalt avløp, spredt bebyggelse, tette fiater.

#### MILJØTILTAK

Miljøtiltak er en samlebetegnelse på flere typer aktiviteter der målet er å bedre økologisk og kjemisk tilstand i vannet. Et viktig tiltak er å hindre fosfortilførsel til vann.

#### VIRKEMIDLER

Styringsredskaper av juridisk, økonomisk eller administrativ art som er nødvendig for å igangsette miljøtiltak. Eksempler er lover, forskrifter, subsidier, avgifter, (om)organisering av forvaltningen, forsknings- og utviklingsprosjekter, informasjon.

Illustrasjon: Sommerseth Design

## SAMMENDRAG

Tilstandsklassifisering og vurdering av økologisk tilstand i tiltaksområdet i PURA i 2015 baserer seg på biologiske og vannkjemiske parametere. I innsjøene er det tatt prøver av planteplankton og prioriterte vannkjemiske parametere som total fosfor. I elvene og bekkene er det tatt prøver av prioriterte vannkjemiske parametere som total fosfor og totalt reaktivt fosfor, et mål på biotilgjengelig fosfor. I 2015 ble det ikke tatt prøver av biologiske parametere (begringsalger/bunnfauna) i elvene og bekkene.

Tabellene 1-3 og figurene 1-3 viser økologisk tilstand i tiltaksområdene i 2015, samt mål og hovedutfordringer for å nå målene for de tre hovedvassdragene i vannområdet PURA. Målene for de enkelte tiltaksområdene er beskrevet i PURAs tiltaksanalyse (2009) og i den reviderte tiltaksanalysen fra 2013.

### **Vannkvalitetsovervåkingen har følgende delmål i PURA:**

- ✓ Kartlegge vannkvaliteten i alle større og mindre vannforekomster/tiltaksområder som kan være forurenset.
- ✓ Kartlegge alle forurensningskilder av betydning.
- ✓ Overvåke langsiktige endringer i vannkvaliteten i alle viktige vannforekomster/tiltaksområder som følge av lokal vannforurensning og å vurdere eventuelle langsiktige endringer i lokalitetenes økologiske tilstand og biologiske mangfold.
- ✓ Gi datagrunnlag for fastsettelse av kjemiske og biologiske (økologiske) vannkvalitetsmål, vurdering av måloppnåelse på grunnlag av foreslåtte tiltak, samt kostnadsvurderinger.
- ✓ Gi datagrunnlag som viser effekter av forskjellige typer tiltak og å gi et bedre beslutningsgrunnlag for ytterligere iverksettelse av tiltak.
- ✓ Beregne teoretisk årlig vannkvalitet basert på tilførselsdata som sammenliknes med målt vannkvalitet. Avvik følges fra år til år. Den beregnede og målte vannkvaliteten sammenlignes med den biologiske parameteren bunnfauna i bekker/elver og planktonalger i innsjøer. Dette gir en fosforbasert biologisk tiltaksanalyse.



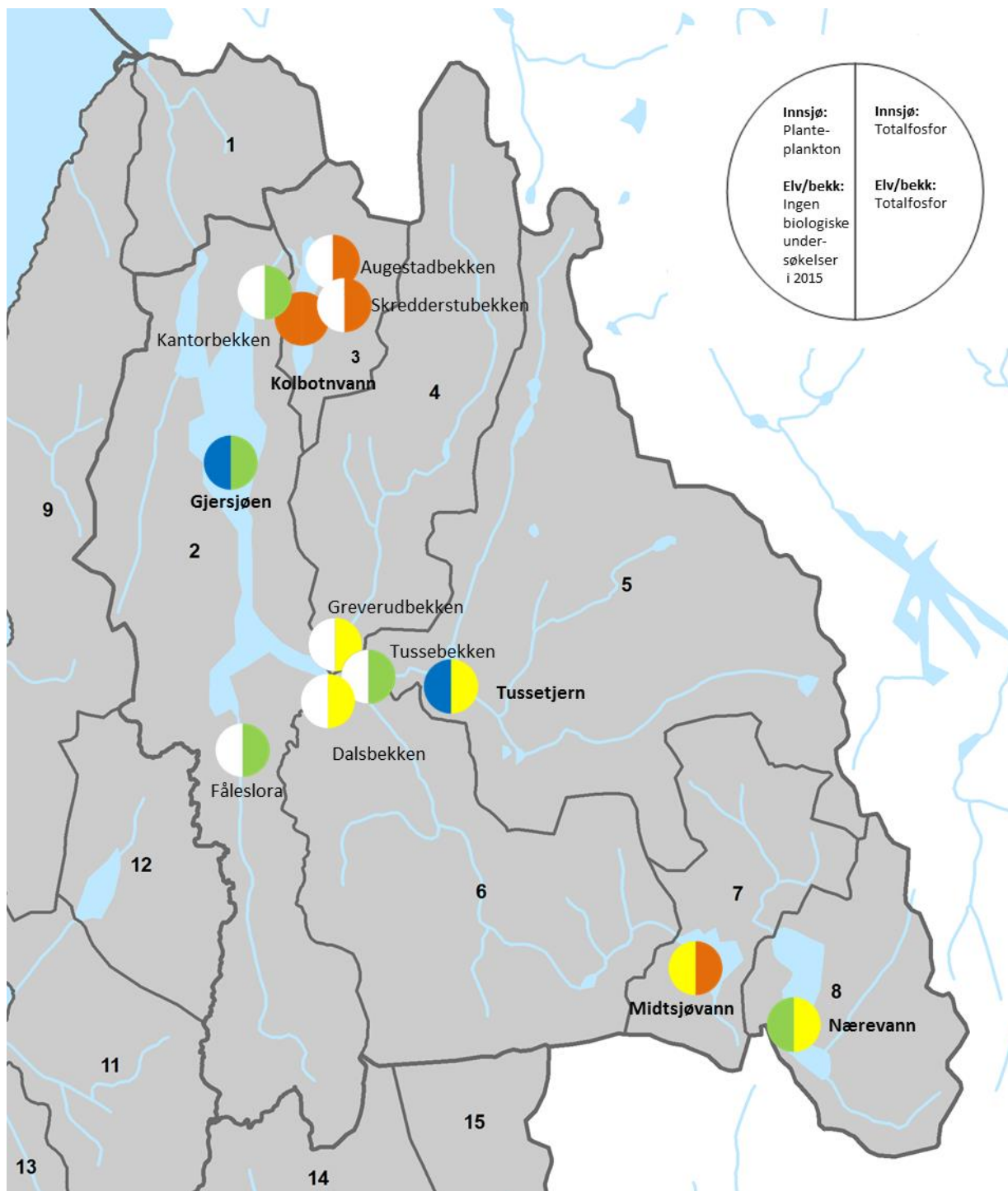
## GJERSJØVASSDRAGET

Tabell 1. Totalvurdering av økologisk tilstand (nEQR) i tiltaksområdene i Gjersjøvassdraget i 2015 og mål for vannkvalitet. Normalisert EQR (nEQR) er forklart i egen tekstboks i Vedlegg 2. I 2015 er det ikke tatt prøver av biologiske kvalitetselement i elver/bekker og økologisk tilstand for disse er derfor kun basert på måling av total fosfor.

TO-nr	Navn tiltaksområde	Mål	Økologisk tilstand 2015
2	Gjersjøen	God økologisk tilstand. Ingen masseoppblomstringer av blågrønnbakterier. Slørene er en viktig naturtype (våtmarksområde) og viktig for fugler. Gjersjøen gir godt råvann for drikkevann. Badevannskvalitet. Redusert avrenning fra vei.	God (nEQR=0,70)
3	Kolbotnvann	God økologisk tilstand. Ingen masseoppblomstringer av giftige blågrønnbakterier. Balansert fiskestatus. Badevannskvalitet. Redusert avrenning fra vei.	Dårlig (nEQR=0,38)
4	Greverud-bekken	God økologisk tilstand. Redusere utslipp fra deponi (alunskifer). Redusert avrenning fra vei.	Moderat (nEQR<0,60)
5	Tussebekken/ Tussetjern	God økologisk tilstand. Beholde/ forbedre badevannskvalitet i Tussetjern. Redusert avrenning fra vei og avfallsdeponi.	God (nEQR>0,60)
6	Dalsbekken	God økologisk tilstand.	Moderat (nEQR<0,60)
7	Midtsjøvann	God økologisk tilstand. Innsjøen er et naturreservat (fuglelokalitet). Ikke oppblomstring av blågrønnbakterier. Badevannskvalitet.	Moderat (nEQR=0,53)
8	Nærevann	God økologisk tilstand. Innsjøen er et naturreservat (fuglelokalitet). Ikke oppblomstring av blågrønnbakterier.	Moderat (nEQR=0,50)

### Hovedutfordringer i Gjersjøvassdraget:

- ✓ Overgjødsling og avrenning fra avløp og fra tette flater som veier og bebygde arealer.
- ✓ Avrenning fra massedeponi og alunskifer.
- ✓ Gjersjøen er spesielt sårbar siden den er drikkevannskilde, og beredskap mot akuttutslipp må være høy.



Figur 1. Økologisk tilstand i tiltaksområdene i Gjøresjøvassdraget i 2015 basert på planteplankton og total fosfor i innsjøer og total fosfor i elver/bekker (det ble ikke tatt prøver av begroingsalger eller bunnfauna i bekkene i 2015 og dette er vist ved hvit farge). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).

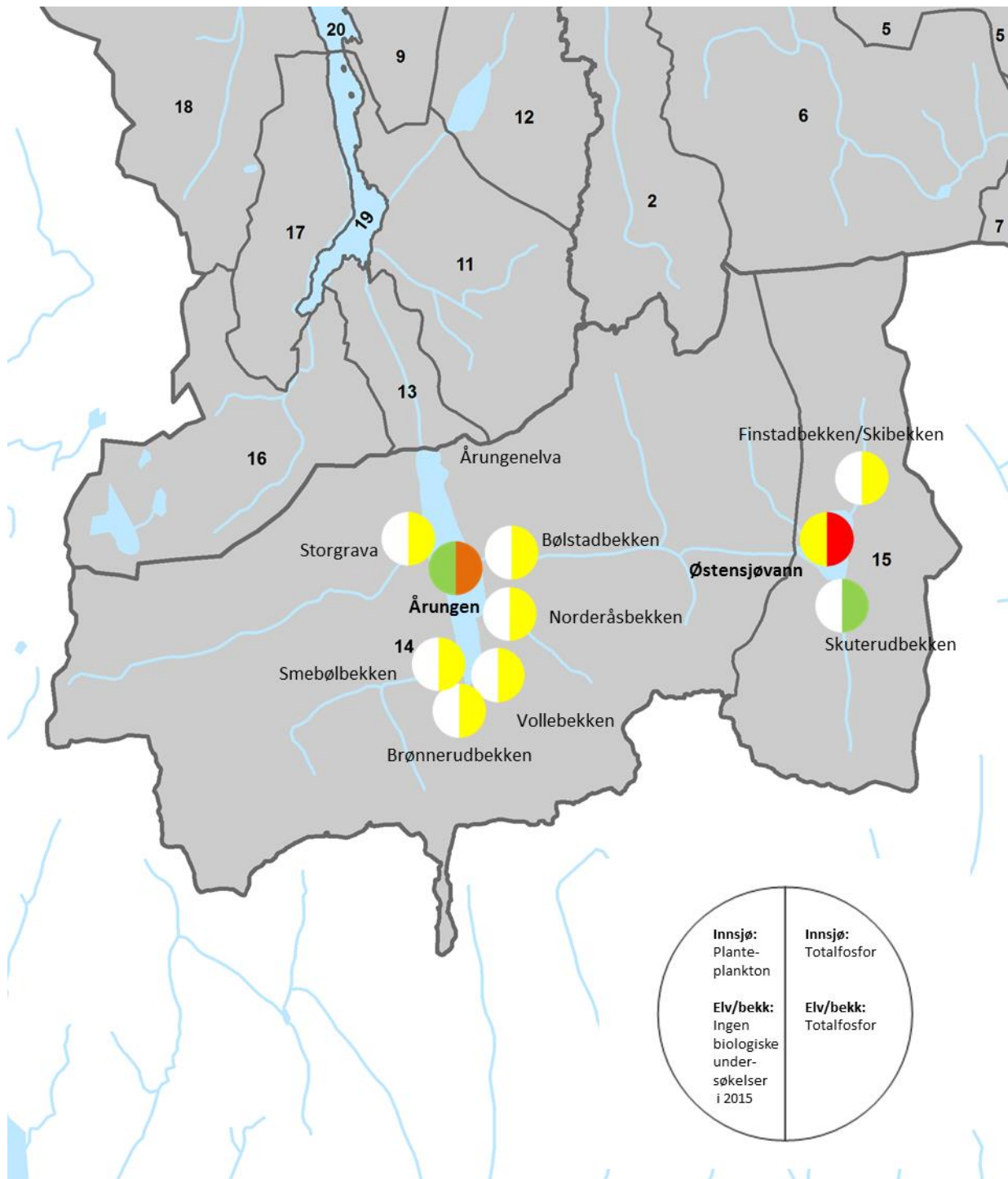
## ÅRUNGENVASSDRAGET

Tabell 2. Totalvurdering av økologisk tilstand (nEQR) i tiltaksområdene i Årungenvassdraget i 2015 og mål for vannkvalitet. Normalisert EQR (nEQR) er forklart i egen tekstboks Vedlegg 2. I 2015 er det ikke tatt prøver av biologiske kvalitetselement i elver/bekker og økologisk tilstand for disse er derfor kun basert på måling av total fosfor.

TO-nr	Navn tiltaksområde	Mål	Økologisk tilstand 2015
14	Årungen	God økologisk tilstand. God fiskestatus. Ikke oppblomstring av blågrønnbakterier. Vasspest skal ikke være en dominerende vannplante i strandsonen. Redusert avrenning fra vei.	Moderat (nEQR=0,50)
15	Østensjøvann	God økologisk tilstand. Balansert fiskestatus. Naturreservat (fuglelokalitet). Ikke oppblomstring av blågrønnbakterier som kan nå Årungen.	Moderat (nEQR=0,58)

### Hovedutfordringer i Årungenvassdraget:

- ✓ Det er overgjødning og påfølgende algeoppblomstringer i vannmassene.
- ✓ Fare for masseutvikling av giftproduserende blågrønnbakterier i Årungen som kan medføre badeforbud og som også kan påvirke badevannskvaliteten i Bunnefjorden. Denne situasjonen oppsto sist i 2007.
- ✓ Bunn sedimentene i Årungen inneholder store mengder næringsstoffer (spesielt fosfor) som fører til intern gjødning.



Figur 2. Økologisk tilstand i tiltaksområdene i Årungenvassdraget i 2015 basert på planteplankton og total fosfor i innsjøer og total fosfor i elver/bekker (det ble ikke tatt prøver av begroingsalger eller bunnfauna i bekkene i 2015 og dette er vist ved hvit farge). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).

## BUNNEFJORDEN

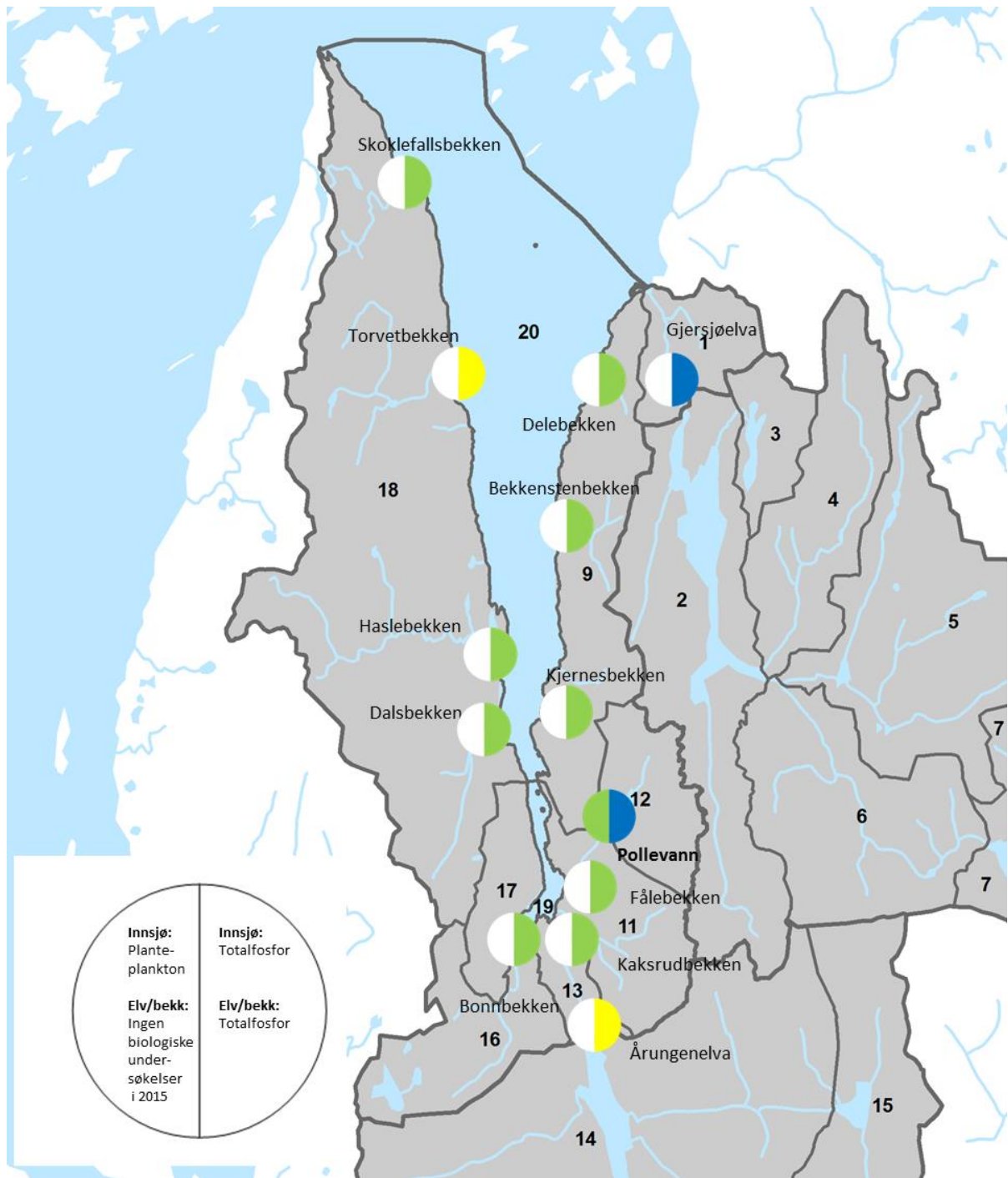
Tabell 3. Totalvurdering av økologisk tilstand (nEQR) i tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden i 2015 og mål for vannkvalitet. Normalisert EQR (nEQR) er forklart i egen teksts bok Vedlegg 2. I 2015 er det ikke tatt prøver av biologiske kvalitetselement i elver/bekker og økologisk tilstand for disse er derfor kun basert på måling av total fosfor.

TO-nr	Navn tiltaksområde	Mål	Økologisk tilstand 2015
1	Gjersjøelva	God økologisk tilstand. Fiskestatus opprettholdes eller forbedres.	Svært God (nEQR=0,83)
9	Ås/Oppegård til Bunnefjorden	God økologisk tilstand. Delebekken og Bekkenstenbekken bør vernes.	God (nEQR>0,60)
11	Fålebekken/ Kaksrudbekken	God økologisk tilstand.	God (nEQR>0,60)
12	Pollevann	God økologisk tilstand. Ikke oppblomstring av alger som kan bli giftproduserende. Naturreservat.	God (nEQR=0,63)
13	Årungenelva	God økologisk tilstand. Fiskestatus opprettholdes eller forbedres.	Moderat (nEQR<0,60)
16	Bonnbekken	God økologisk tilstand. Fiskestatus opprettholdes eller forbedres.	God (nEQR>0,60)
17	Frogn til Bunnebotn	God økologisk tilstand.	*
18	Frogn/ Nesodden til Bunnefjorden	God økologisk tilstand.	Moderat (nEQR<0,60)

\* I tiltaksområde 17 har det frem til 2016 vært foretatt meget begrenset vannprøvetaking i regi av PURA. Fra og med 2016 er vannkvalitetsovervåkingen intensivert i dette området.

### Hovedutfordringer i Bunnefjorden:

- ✓ Overgjødning, algeoppblomstring og oksygenmangel i dyplagene i fjorden. I bunnsedimentene i Bunnefjorden finnes det ulike typer miljøgifter.
- ✓ Klimatiske variasjoner og klimaforandringer utgjør en trussel for oksygenkonsentrasjonen i fjorden.
- ✓ Giftproduserende blågrønnbakterier kan transporteres fra Årungen via Årungenelva til Bunnefjorden. Dette kan påvirke badevannskvaliteten i Bunnefjorden. Denne situasjonen oppsto sist i 2007.



Figur 3. Økologisk tilstand i tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden i 2015 basert på planteplankton og total fosfor i innsjøer og total fosfor i elver/bekker (det ble ikke tatt prøver av begroingsalger eller bunnfauna i bekkene i 2015 og dette er vist ved hvit farge). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).

# 1. VANNKVALITETSOVERVÅKING I VANNOMRÅDE PURA I 2015

Vannområdet PURA består av de tre vassdragene Gjersjøvassdraget, Årungen vassdraget og Bunnefjorden. Vannområdet PURA er inndelt i totalt 19 tiltaksområder, der 17 er ferskvannsføremøster og 2 er marine tiltaksområder (tabell 4 og figur 4). Denne rapporten omhandler status for den tiltaksrettede vannkvalitetsovervåkingen i de 17 tiltaksområdene med ferskvann. For de marine tiltaksområdene Bunnebotn og Bunnefjorden vises det til årsberetning og delrapporter fra Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, se [www.indre-oslofjord.no](http://www.indre-oslofjord.no).

## Tiltaksområde

Begrepet «tiltaksområde» er innført for det som tidligere ble omtalt som PURAs vannføremøster. Et tiltaksområde kan ha flere vannføremøster etter vannforskriftens definisjoner. På denne måten er det samsvar mellom PURAs definisjon av vannføremøster og Vann-netts definisjon.

Det har blitt gjennomført en omfattende overvåking av ferskvannslokalitetene i vannområde PURA i 2015. Resultatene fra denne overvåkingen er presentert i detalj i kapittel 2 "Tilstandsvurdering for hvert tiltaksområde" og i kapittel 3 "Resultater for hvert kvalitetselement".

I Vedlegg 1 er det gitt utfyllende informasjon om vannkvalitetsovervåkingen i PURA, fokusområder, vannforskriften og lokal tiltaksrettet vannkvalitetsovervåking med fokus på å undersøke effekt av tiltak. Særskilte tiltak innen landbruk er også beskrevet.

I Vedlegg 2 er det gitt utfyllende informasjon om metoder, tidspunkt for prøvetaking og en oversikt over hvilke parametere som er undersøkt i 2015. I vedlegg 2 gis det også en grundig oversikt over tilstandsklassifisering iht. vannforskriften og en innføring i beregningsmetode for forurensingskilder og tilførsler av fosfor.

I Vedlegg 3 finnes en ordliste hvor viktige begreper i vannkvalitetsovervåkingen forklares.

I Vedlegg 5 er det er oversikt over alle basisdata.

## Vannkvalitetsmål for tiltaksområdene i PURA

I PURAs tiltaksanalyse fra 2009 ble det fastsatt vannkvalitetsmål for tiltaksområdene i vannområdet. Disse vannkvalitetsmålene er særlig knyttet til påvirkning av eutrofiering, og det er gitt spesifikke mål for total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

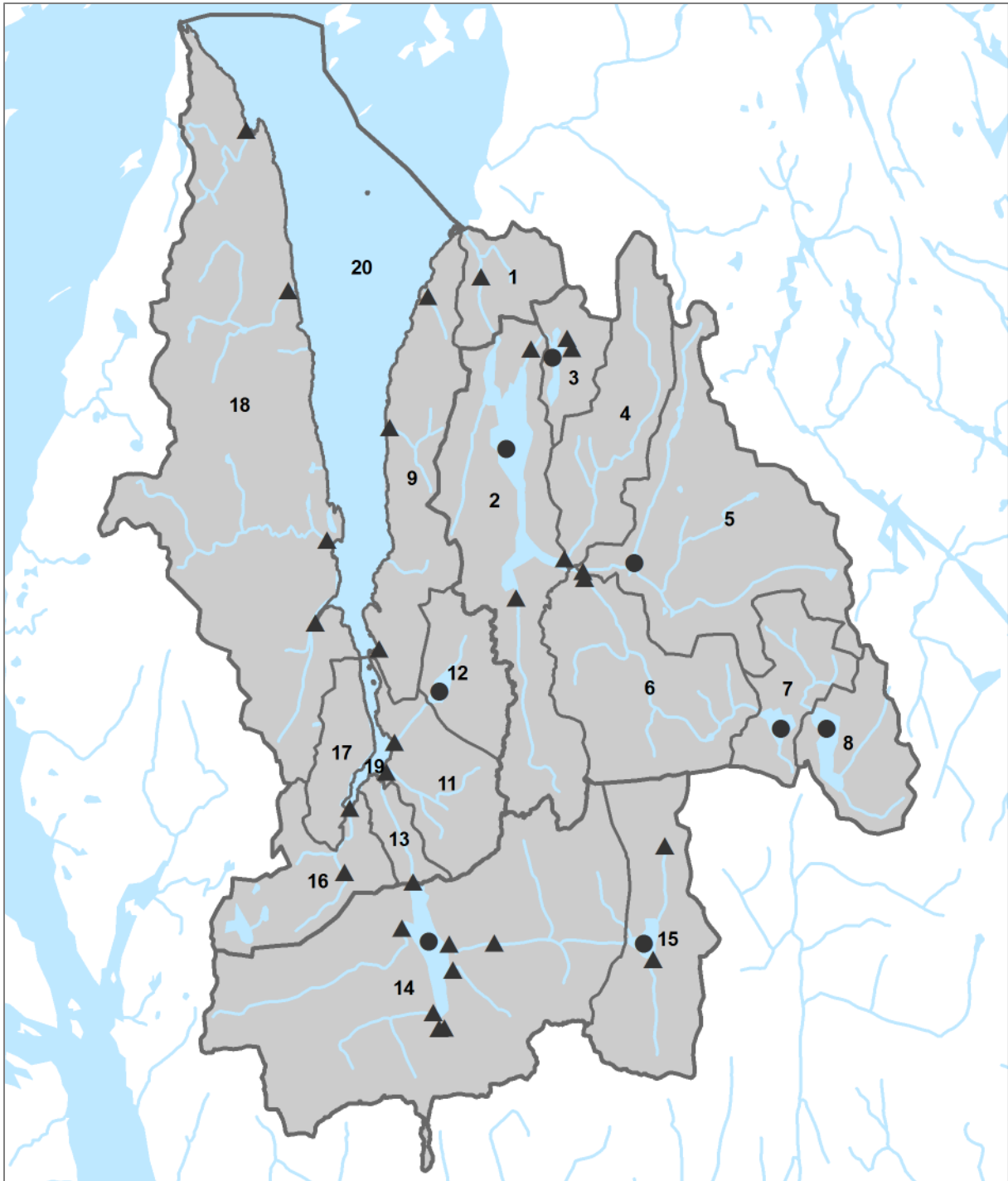
I kapittel 2 i denne rapporten er det vist utvikling i vannkvalitet (total fosfor og TRP) og mål for 2015 for hvert tiltaksområde. Målet for 2015 for det enkelte tiltaksområde tilsvarer vannkvalitetsmålet som ble fastsatt i PURAs tiltaksanalyse fra 2009.

Det gjøres oppmerksom på at PURAs vannkvalitetsmål for 2015 og miljømålene for 2015 iht. vannforskriften ikke samsvarer. I arbeidet med revidering av tiltaksanalyse for PURA 2016-2021 er vannkvalitetsmålene reviderte og iht. vannforskriftens mål. Disse reviderte målene gjelder for 2021.

Tabell 4. PURA er inndelt i tre vassdrag med til sammen 2 marine tiltaksområder og 17 tiltaksområder i ferskvann. Til sammen 8 innsjøer og 27 bekker og elver er inkludert i overvåkingen av ferskvannsforkomster i 2015. Se faktaboks i Vedlegg1 under "Vannkvalitetsovervåking og vannforskriften" for mer informasjon om vanntyper for tiltaksområdene". MERK: Ulike nummer for innsjøtype og elvetype. \*Ingen prøvetaking i 2015, men historiske data finnes hos Limno-Consult).

Tiltaksområde (nr. navn)		Stasjon	Kode	Kommune	Stasjons- type	Vanntype
<b>Gjersjøvassdraget:</b>						
2	Gjersjøen	Gjersjøen	GJE	Oppegård/Ås	Innsjø	8 (moderat kalkrik, klar)
		Fåleslora	FÅL	Oppegård/Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Kantorbekken	KAN	Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
3	Kolbotnvann	Kolbotnvann	KOL	Oppegård	Innsjø	10 (kalkrik, klar)
		Augestadbekken	AUG	Oppegård	Elv	9 (kalkrik, klar)
		Skredderstubekken	SKR	Oppegård	Elv	9 (kalkrik, klar)
4	Greverudbekken	Greverudbekken	GRE	Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
5	Tussebekken/ Tussetjern	Tussetjern	TUS	Ski/Oppegård	Innsjø	11 (kalkrik, humøs)
		Tussebekken	TUS1	Ski/Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
6	Dalsbekken	Dalsbekken	DAL	Ski/Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
7	Midtsjøvann	Midtsjøvann	MID	Ski	Innsjø	11 (kalkrik, humøs)
8	Nærevann	Nærevann	NRE	Ski	Innsjø	11 (kalkrik, humøs)
<b>Årungenvassdraget:</b>						
14	Årungen	Årungen	ÅRU	Ås	Innsjø	11 (kalkrik, humøs)
		Bølstadbekken	BØL	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Norderåsbekken	NOR	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Vollebekken	VOL	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Brønnerudbekken	BRØ	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Smebølbekken	SME	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Storgrava	STO	Frogn	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
15	Østensjøvann	Østensjøvann	ØST	Ås	Innsjø	11 (kalkrik, humøs)
		Finstadbekken/ Skibekken	FIN	Ski	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Skuterudbekken	SKU	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
<b>Bunnefjorden:</b>						
1	Gjersjøelva	Gjersjøelva	GJE1	Oppegård	Elv	7 (moderat kalkrik, klar)
9	Ås/Oppegård til Bunnefjorden	Delebekken	DEL	Ås/Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Bekkenstenbekken	BEK	Ås/Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Kjernesbekken	KJE	Ås/Oppegård	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
11	Fålebekken/ Kaksrudbekken	Fålebekken	FBK	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Kaksrudbekken	KAK	Ås	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
12	Pollevann	Pollevann	POL	Ås	Innsjø	11 (kalkrik, humøs)
13	Årungenelva	Årungenelva	ÅRU1	Frogn	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
16	Bonnbekken	Bonnbekken	BON	Frogn	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
17	Frogn til Bunnebotn	*		Frogn	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
18	Frogn/Nesodden til Bunnefjorden	Dalsbekken Frogn	DBK	Frogn	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Haslebekken	HAS	Frogn/ Nesodden	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Torvetbekken	TOR	Nesodden	Elv	11 (leirpåvirkete elver)
		Skoklefallsbekken	SKO	Nesodden	Elv	11 (leirpåvirkete elver)





Figur 4. Prøvetakingsstasjoner i vannområde PURA. Inndeling i vassdragene Gjesjøvassdraget, Årungenvassdraget og Bunnefjorden, og inndeling i tiltaksområder. For navn på tiltaksområdene (nr. 1-18), se tabell 4 på foregående side. Prøvetakingsstasjonene er merket med: ●(innsjø) og ▲(elv/bekk).

## 2. TILSTANDSVURDERING FOR HVERT TILTAKSOMRÅDE

I kapittel 2 presenteres de tre vassdragene, de 17 tiltaksområdene og den enkelte stasjonen som er overvåket i 2015 i den rekkefølgen som presenteres i tabell 4. Nedenfor gis det en alfabetisk oversikt av innsjøene og bekkene/elvene som er overvåket i 2015 med henvisning til sidetallet de presenteres på.

Augestadbekken	31
Bekkenstenbekken	83
Bonnbekken	99
Brønnerudbekken	64
Bølstadbekken	67
Dalsbekken	44
Dalsbekken Frogn	106
Delebekken	83
Finstadbekken/Skibekken	74
Frogn til Bunnebonn (Knardalsbekken)	103
Fålebekken	88
Fåleslora	23
Gjersjøelva	79
Gjersjøen	19
Greverudbekken	35
Haslebekken	107
Kaksrudbekken	88
Kantorbekken	25
Kjernesbekken	83
Kolbotnvann	27
Midtsjøvann	48
Norderåsbekken	68
Nærevann	52
Pollevann	92
Skoklefallsbekken	109
Skredderstubekken	33
Skuterudbekken	75
Smebølbekken	65
Storgrava	66
Torvetbekken	108
Tussebekken	39
Tussetjern	39
Vollebekken	63
Østensjøvann	70
Årungen	58
Årungenelva	95

## 2.1 Gjersjøvassdraget

### TILTAKSOMRÅDE 2: GJERSJØEN

---

#### GJERSJØEN



Vassdrag:	Gjersjøvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	2
Vannforekomst (Vann-nett):	005-297-L
Beliggenhet:	Oppegård, Ås
Vanntype:	8 (moderat kalkrik, klar)
Høyde over havet (m):	40
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	2,64
Maksdyb/middeldyb (m):	63/22

---

#### Beliggenhet

Innsjøen Gjersjøen ligger i Oppegård og Ås kommuner. Store deler av nedbørsfeltet ligger i tillegg i Ski kommune, samt en liten del i Oslo kommune. Gjersjøen får tilrenning fra Kantorbekken, Greverudbekken, Tussebekken, Dalsbekken og Fåleslora (Vassflobekken).

#### Økologisk tilstand

Den totale økologiske tilstanden er klassifisert som god i 2015. Det er en del forskjellige arter fisk i innsjøen som abbor, gjedde og mort. Gjørs er satt ut. I tilførselsbekken Kantorbekken er det mort. I Fåleslora er det ikke observert fisk.

#### Utfordringer

Hovedutfordringen i vassdraget er overgjødning (eutrofiering). Masseoppblomstring av giftige blågrønnbakterier må unngås. Fosfor tilføres i stor grad fra andre tiltaksområder oppstrøms. Gjersjøen er spesielt sårbar ettersom innsjøen er drikkevannskilde for mange mennesker, og beredskap mot akuttutslipp må derfor være høy, spesielt med hensyn på E6, E18 og gamle Mossevei som passerer gjennom nedbørsfeltet. Nærheten til disse sterkt trafikkerte veiene medfører et behov for fokus på salt-problematikk.

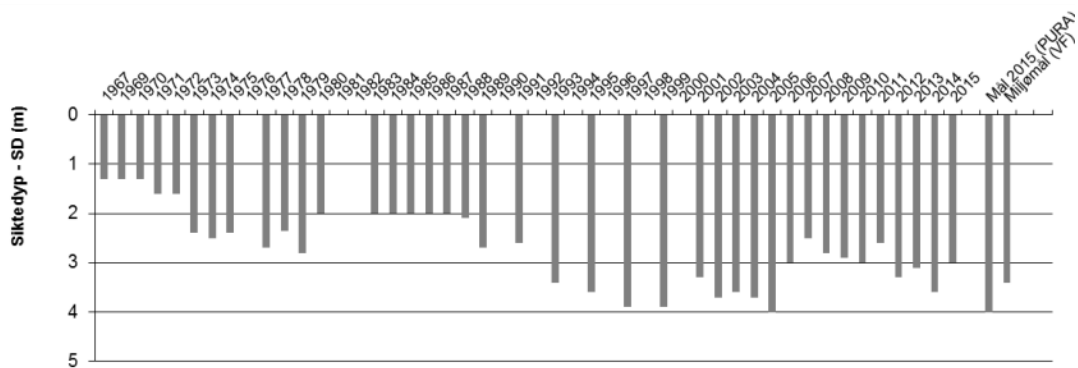
#### Dagens og fremtidig bruk

Gjersjøen er drikkevannskilde for Oppegård og Ås kommuner, og forsyner i underkant av 40.000 innbyggere med drikkevann. Innsjøen benyttes også til friluftsliv, bading og fritidsfiske. Den sørlige delen, Slorene, er i Naturbase registrert som en viktig naturtype (våtmarksområde). Tiltaksområdet er rikt på kulturminner og turstier.

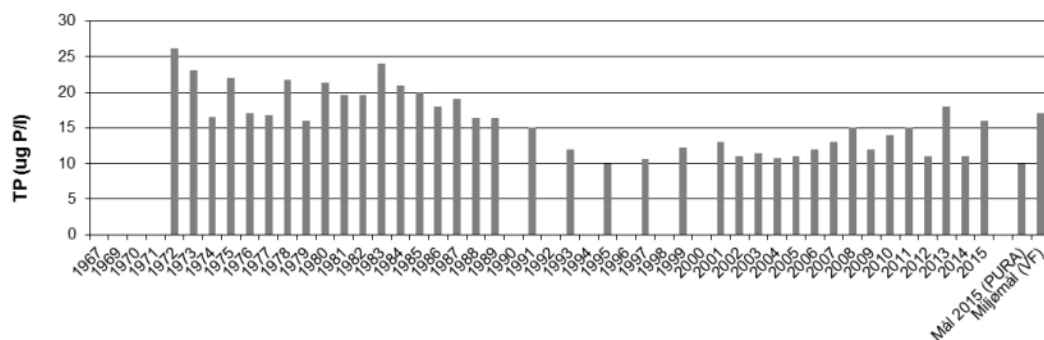
#### Vannkvalitet

Det har funnet sted en betydelig bedring i vannkvaliteten siden 1968, men det har ikke vært noen signifikant endring siden 1990. Andelen blågrønnbakterier i algesamfunnet har sunket betydelig.

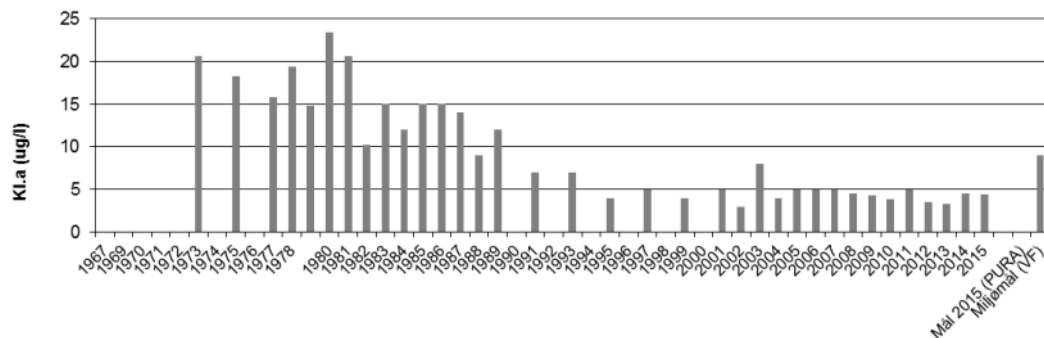
Figurene 5 til 8 viser siktedyp, total fosfor, klorofyll a og % blågrønnbakterier av den totale fyttoplanktonbiomassen fra tidligere tider frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



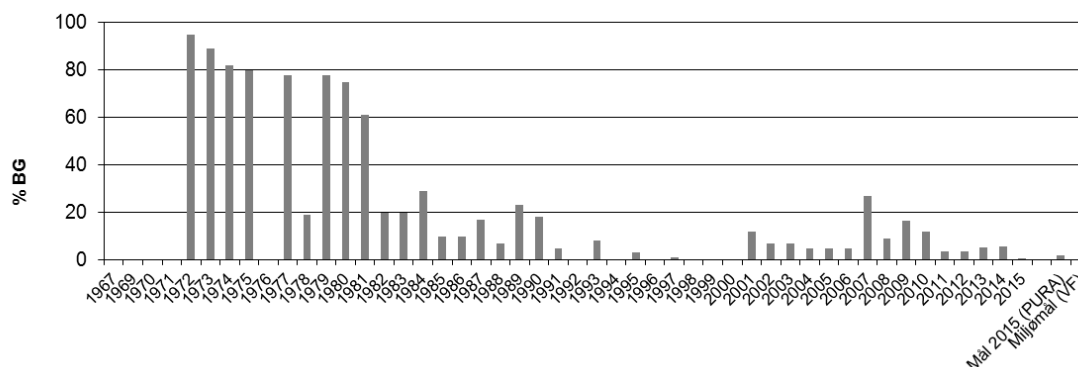
Figur 5. Siktedyp i Gjersjøen 1967-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.



Figur 6. Total fosfor i Gjersjøen 1983-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.



Figur 7. Klorofyll-a i Gjersjøen 1967-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.



Figur 8. % Blågrønnbakterier (av den totale planteplanktonbiomasse) i Gjersjøen 1972-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse). Det mangler data fra noen av årene.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Gjersjøen iht. vannforskriften

Tabell 5 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Gjersjøen, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013).

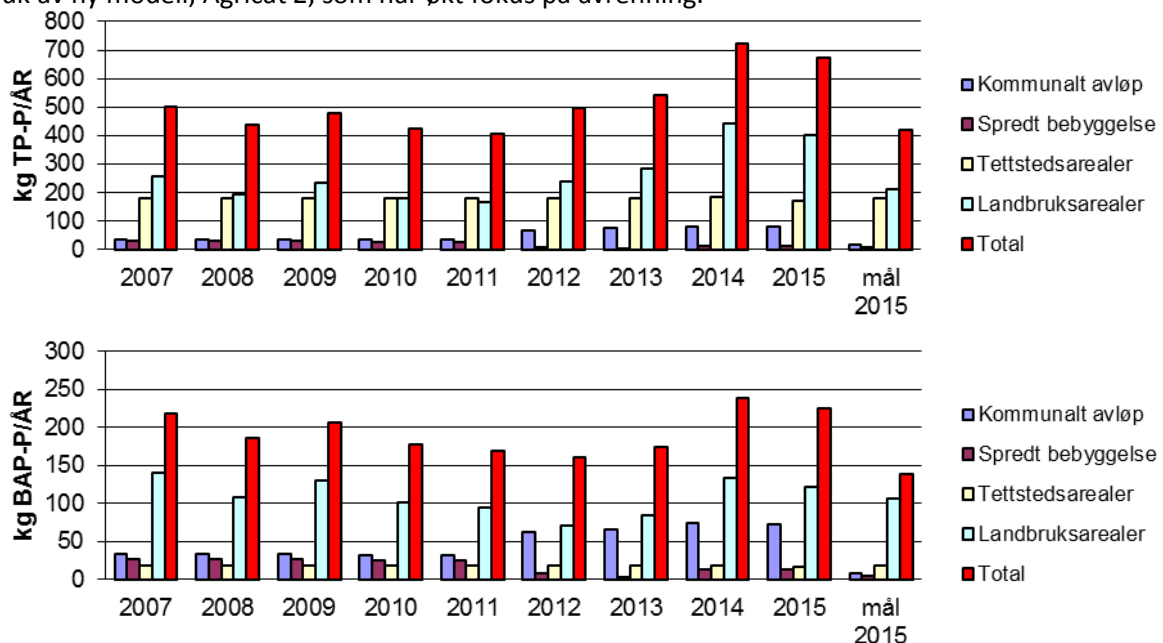
Tabell 5. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Gjersjøen i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Plantep plankton: Klorofyll-a, µg/l	4,35	SG	0,88
Plantep plankton: Biovolum, mg/l	0,66	G	0,79
Plantep plankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		SG	0,83
Plantep plankton: Trofisk indeks, PTI	2,18	SG	0,89
Plantep plankton: Cyanomax, mg/l	0,02	SG	0,98
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>		<b>SG</b>	<b>0,86</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	15,7	G	0,62
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	1417	D	0,20
Siktedyp (m)	3,0	M	0,56
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>M</b>	<b>0,46</b>
<b>Total klasse</b>		<b>G</b>	<b>0,70</b>

1) Det foreligger seks prøver av Tot-N, og dette er tilstrekkelig for en tilstandsklassifisering

### Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 9 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 9. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Gjersjøen i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 6 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 6. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	9,9	9,2	8,9	8,7	8,3	11	12	13	13	6,6
Målt TP-kons.	13	15	12	14	15	11	18	11	16	10
Avvik kons. (%)	-24	-39	-26	-38	-45	0	33	21	24	< $\pm$ 50 %

### Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner

Kommunalt avløp: -

Spredt bebyggelse: -

### Konklusjoner/årsakssammenhenger

Middelkonsentrasjonen av total fosfor har variert mellom 10-18  $\mu\text{g/L}$  siden 1990, men det har vært en betydelig forbedring siden 1960-1980-tallet grunnet omfattende tiltak innen avløp. I 2015 var middelkonsentrasjonen av total fosfor 15,7  $\mu\text{g/l}$ , noe som er en økning fra 2014 da det ble målt 11,2  $\mu\text{g/l}$  total fosfor i innsjøen, men ligger innenfor den observerte variasjonen siden 1990. Variasjoner fra år til år skyldes nå ofte klimavariasjoner. Flommer fører til økte tilførsler av total fosfor til innsjøen. Når og hvor mye nedbør som kommer til hvilke tider av året er også av betydning for fosforkonsentrasjonen i innsjøene i vekstsesongen (mai-oktober).

Siktedypet har forbedret seg noe siden 1990, mens det har vært en betydelig forbedring siden 1960-1980-tallet. Siktedypet har vært noe lavere de siste årene, sammenlignet med perioden 1993-2005. Siktedypet var i 2015 noe mindre enn i 2014. Det har blitt observert at humusinnholdet i Gjersjøen har vært økende det siste tiåret, og dette kan forklare at det måles lavere siktedyp.

Middelkonsentrasjonen av total nitrogen viste en økning frem til begynnelsen av 1980-årene. Siden har det vært på omtrent samme nivå (ikke vist i figur).

Middelkonsentrasjonen av klorofyll-a har variert fra 3-8  $\mu\text{g/l}$  siden 1990 og det har vært en betydelig forbedring siden 1960-1980-tallet. Andelen blågrønnbakterier av den totale planteplanktonbiomassen har vært lav siden 1990.

Det ble ikke tatt prøver av småkrepser i Gjersjøen i 2015.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): God økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Gjersjøen kommer fra avrenning fra landbruk og tettstedsarealer. Det har vært en nedgang i tilførsler av fosfor fra spredt bebyggelse i Oppegård med avrenning til Gjersjøen. Dette skyldes for en stor del at man i denne bebyggelsen har tette tanker.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +24 %.

## TILFØRSELSBEKKER TIL GJERSJØEN

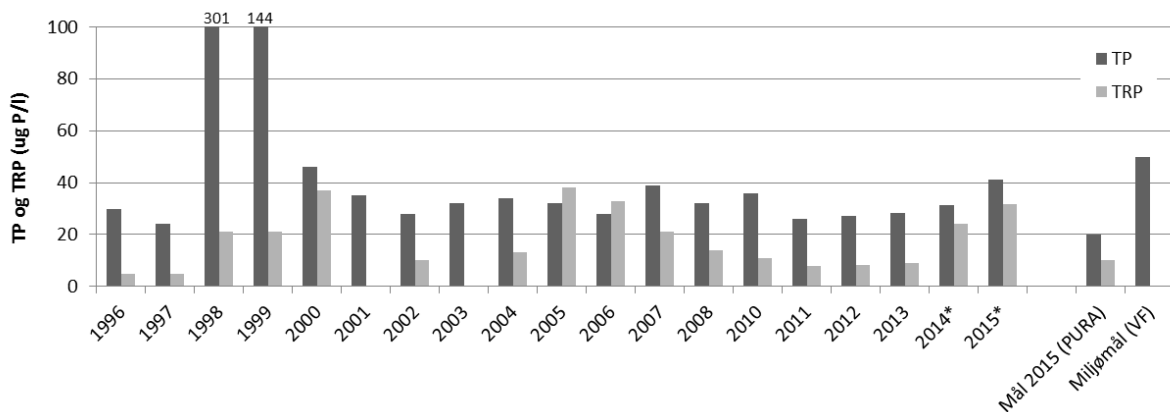
### FÅLESLORA



Vassdrag: Gjersjøenvassdraget  
Tiltaksområde (PURA): 2  
Vannforekomst (Vann-nett): 005-17-R  
Beliggenhet: Oppegård, Ås  
Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Gjersjøen

Lokaliteten er sterkt påvirket av veiavrenning og kan ved høy vannføring gi topper med dårlig vannkvalitet. Figur 10 viser utvikling i total fosfor og total reaktivt fosfor i Fåleslora fra 1996 og frem til i dag, sammenlignet med målet gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 10. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Fåleslora 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Fåleslora iht. vannforskriften

Tabell 7 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Fåleslora, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 7. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Fåleslora i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Begroingsalger, PIT (nEQR)	*	*		
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			3,00 (0,14)	
<b>Vannkjemisk kvalitetselement</b>	Tot-P, µg/l (nEQR)	27,3 (>0,60)	26,0 (>0,60)	31,5 (>0,60)	41,1 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>SD (0,14)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

\* Ikke egnet substrat til å kunne ta prøver

### Konklusjoner

I Fåleslora har middelkonsentrasjonen av total fosfor vært relativt lik siden 2000-tallet. Konsentrasjonen av totalnitrogen og konduktivitet (et mål på saltholdighet) har økt de siste årene. I perioden fra 2007-2011 var totalnitrogen innholdet 4-8 mg N/l (årgjennomsnitt), mens det i 2012-2015 igjen var noe lavere (2-3 mg N/l). Avrenning fra vei kan være en mulig årsak. Det er satt økt fokus på forurensninger fra vei, blant annet gjennom rapporten "Avrenning av miljøgifter fra tette flater. Litteraturstudium" (Aquateam COWI, 2015) utarbeidet i regi av Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid. Konklusjoner herfra vil kunne gi et godt grunnlag for å igangsette tiltak mot forurensninger fra vei.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: God økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): Det var ikke egnet substrat til å kunne ta prøver.  
Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse svært dårlig.  
Lav ASPT verdi indikerer høy organisk belastning.



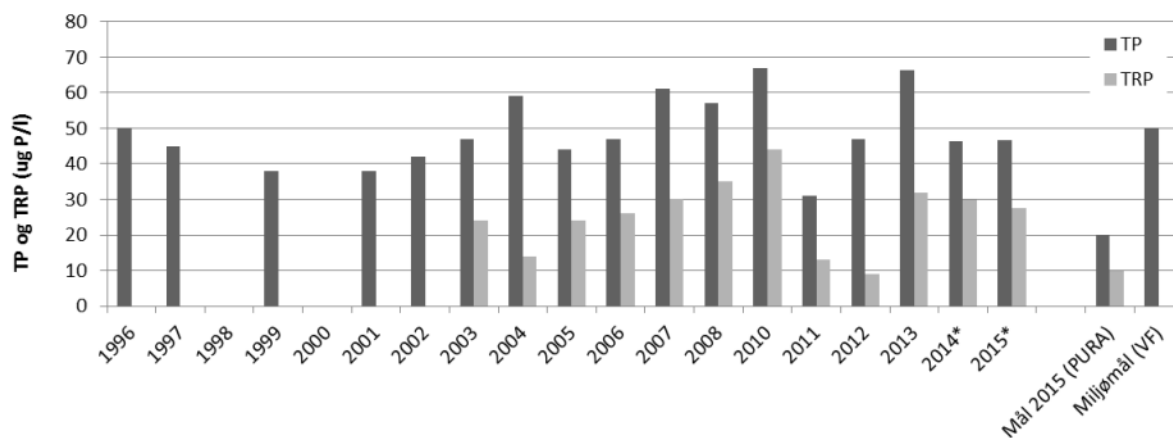
## KANTORBEBKEN



Vassdrag: Gjersjøenvassdraget  
Tiltaksområde (PURA): 2  
Vannforekomst (Vann-nett): 005-17-R  
Beliggenhet: Oppegård, Ås  
Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Gjersjøen

Kantorbekken renner ut av Kolbotnvann og ned i den nordøstre delen av Gjersjøen. Figur 11 viser utviklingen i total fosfor og total reaktivt fosfor i Kantorbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 11. TP og TRP i Kantorbekken 1996-2015, med mål for 2015. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Kantorbekken iht. vannforskriften

Tabell 8 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Kantorbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 8. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Kantorbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	22,11 (0,52)	21,80 (0,52)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			3,67 (0,17)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	46,8 (>0,60)	66,4 (<0,60)	46,3 (>0,60)	46,7 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,52)</b>	<b>M (0,52)</b>	<b>SD (0,17)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

### Konklusjoner

I Kantorbekken har middelkonsentrasjonen av total fosfor variert mellom 40-70 µg/l siden 1996. Bekken påvirkes av forholdene i Kolbotnvann og antakeligvis også økte tilførsler fra avløp. Månedlige målinger av termostabile koliforme bakterier i Kantorbekken gjennom mange år viser at det er svært høyt bakterietall i denne bekken og at det de siste årene også har vært en økning i mengden bakterier som måles (Haande mfl. 2016).

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: God økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013. Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og det ble også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) og soppen *Leptomitus lacteus* som indikerer organisk belastning.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse svært dårlig. Lav ASPT verdi indikerer høy organisk belastning.

Tilførselsbakkene Greverudbekken, Dalsbekken og Tussebekken er egne tiltaksområder og beskrives under hhv. tiltaksområde 4, 5 og 6 i kap 2.

## TILTAKSOMRÅDE 3: KOLBOTNVANN

---

### KOLBOTNVANN



Vassdrag:	Gjersjøvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	3
Vannforekomst (Vann-nett):	005-5537-L
Beliggenhet:	Oppegård
Vanntype:	10 (kalkrik, klar)
Høyde over havet (m):	95
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,3
Maksdyb/middeldyb (m):	19/8

---

#### Beliggenhet

Kolbotnvann ligger i Oppgård kommune inntil Kolbotn sentrum. Kolbotnvann drenerer via Kantorbekken til Gjersjøen. Skredderstubekken og Augestadbekken er de to største bekkene som renner gjennom tettbebygd strøk i tiltaksområdet, før de munner ut i Kolbotnvann.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstand er dårlig i 2015. Det er stort sett årlige oppblomstringer av arter av blågrønnbakterier som kan produsere gift i innsjøen, men det er ikke hvert år algene produserer påviselige mengder gift. I 2015 var det oppblomstring av blågrønnbakterier i innsjøen og det ble påvist algegifter (microcystin) i september (1,4 µg/l) og oktober (2,1 µg/l). Det er en del forskjellige typer fisk, som abbor, gjedde og mort.

#### Utfordringer

Hovedutfordringen i tiltaksområdet er overgjødning (eutrofiering) som følge av tilførsler av næringsstoffer fra kommunalt avløpsnett, og avrenning fra tette flater som veier, parkeringsplasser, etc. For å hindre fosforutslipp fra bunnsedimenter er det igangsatt et innsjørestaurerende tiltak med lufting av dyppvannet. Dette har så langt hatt positiv effekt (Haande mfl. 2016).

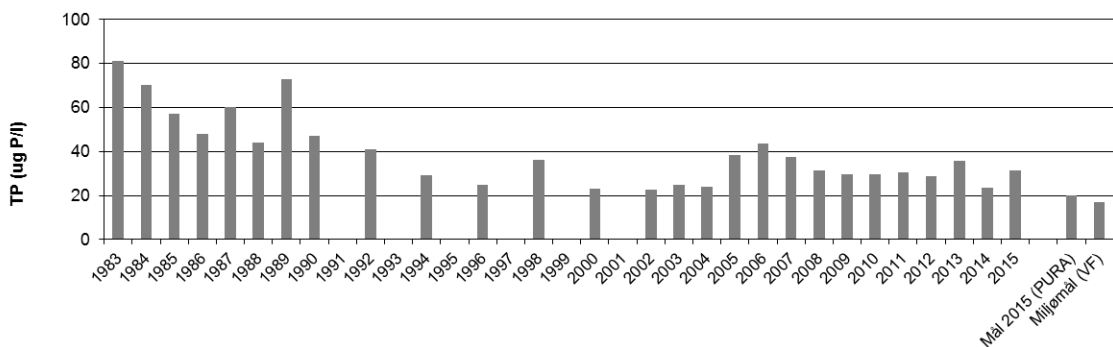
#### Dagens og fremtidig bruk

Det både bades og fiskes i Kolbotnvann til tross for dårlig vannkvalitet. Det er et mål at innsjøen fortsatt skal kunne benyttes til slike formål, og at masseoppblomstring av giftige blågrønnbakterier må unngås.

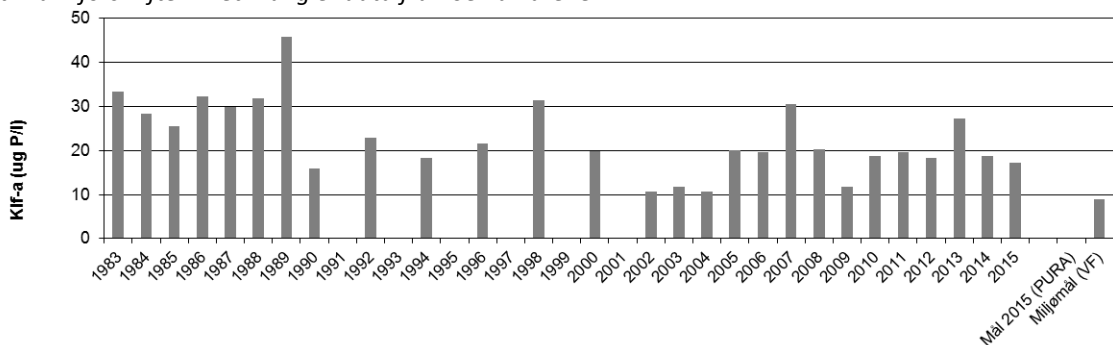
#### Vannkvalitet

Det har funnet sted en betydelig bedring i vannkvaliteten siden 1968, men det har ikke vært noen signifikant endring siden 1990. Andelen blågrønnbakterier i algesamfunnet har sunket betydelig, men det kan være store variasjoner fra år til år.

Figur 12 og 13 viser utviklingen av total fosfor og klorofyll-a i Kolbotnvann fra 1983 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



Figur 12. Total fosfor i Kolbotnvann 1983-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.



Figur 13. Klorofyll-a i Kolbotnvann 1983-2015, med miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Kolbotnvann iht. vannforskriften

Tabell 9 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Kolbotnvann, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

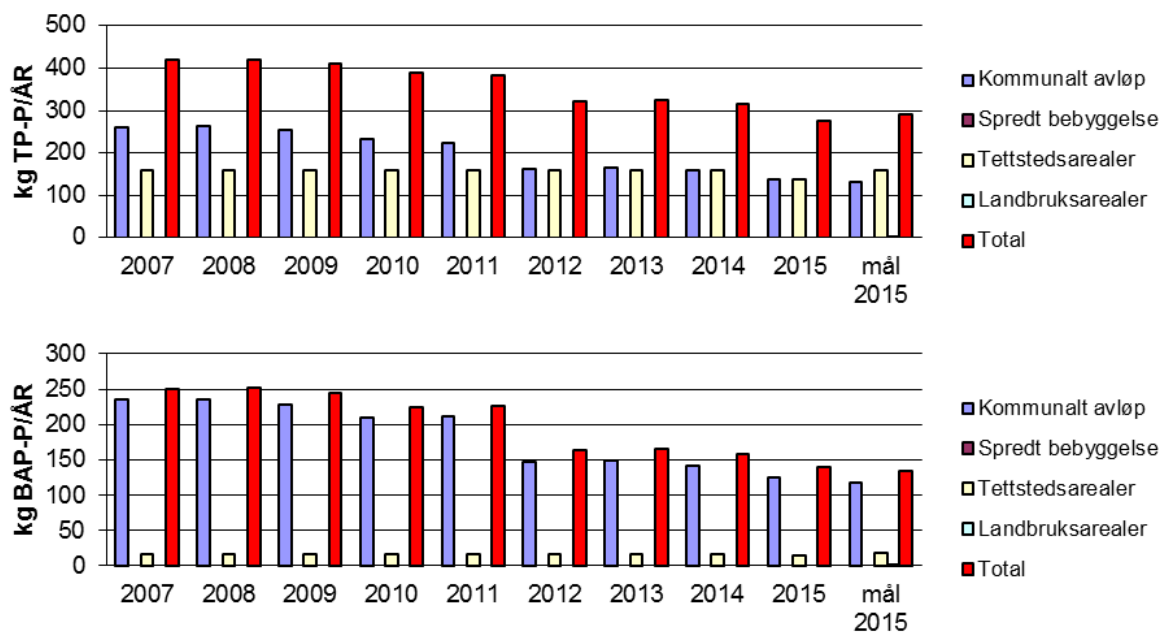
Tabell 9. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Kolbotnvann i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetsэлеment	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	17,3	M	0,41
Planteplankton: Biovolum, mg/l	2,23	M	0,42
Planteplankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		M	0,41
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,68	D	0,34
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	2,29	D	0,38
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>D</b>	<b>0,38</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	31,2	D	0,31
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	700	M	0,58
Siktedyp (m)	2,2	D	0,29
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>D</b>	<b>0,39</b>
<b>Total klasse</b>		<b>D</b>	<b>0,38</b>

1) Det foreligger seks prøver av Tot-N, og dette er tilstrekkelig for en tilstandsklassifisering

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 14 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015.



Figur 14. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Kolbotnvann i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 10 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 10. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	50,3	50,9	48,4	45,8	46,1	38	38	37	32	34,7
Målt TP-kons.	32	25	30	30	30,6	28	36	24	31	20
Avvik kons. (%)	+57	+104	+62	+53	+51	36	6	55	4	< $\pm 50$ %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: -  
 Kommunalt avløp: 12 m ledningsnett er rehabilitert/sanert  
 Spredt bebyggelse: -

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Middelkonsentrasjonen av total fosfor ble betydelig redusert i perioden fra 1960-1980 grunnet omfattende tiltak innen avløp. Siden 1990 har det vært mindre endringer i fosforinnholdet i Kolbotnvann, men det har fortsatt vært for høyt. På midten av 2000-tallet ble det igjen observert en økning i fosforinnholdet i Kolbotnvann og dette medførte igangsetting av lufting av bunnvannet for å redusere interngjødsling av fosfor fra bunnvannet. Dette tiltaket har så langt hatt positiv effekt (Haande mfl. 2016).

Middelkonsentrasjonen av klorofyll-a ble betydelig redusert i perioden fra 1960-1980, men det har også siden 1990-tallet vært problemer med oppblomstring av blågrønnbakterier. I perioder hvor det er oppblomstring av giftproduserende blågrønnbakterier har Oppegård kommune valgt å gi en anbefaling om ikke å bade i Kolbotnvann. Dette ble ikke gjort i 2015, da konsentrasjonen av algegifter ikke oversteg Verdens helseorganisasjon (WHO) sin anbefaling på maks 10 µg/l ved bading.

Det ble ikke tatt prøver av småkreps i Kolbotnvann i 2015.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Dårlig økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Kolbotnvannet kommer fra avløp og tettstedsarealer.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +4 %.

## TILFØRSELSBEKKER TIL KOLBOTNVANN

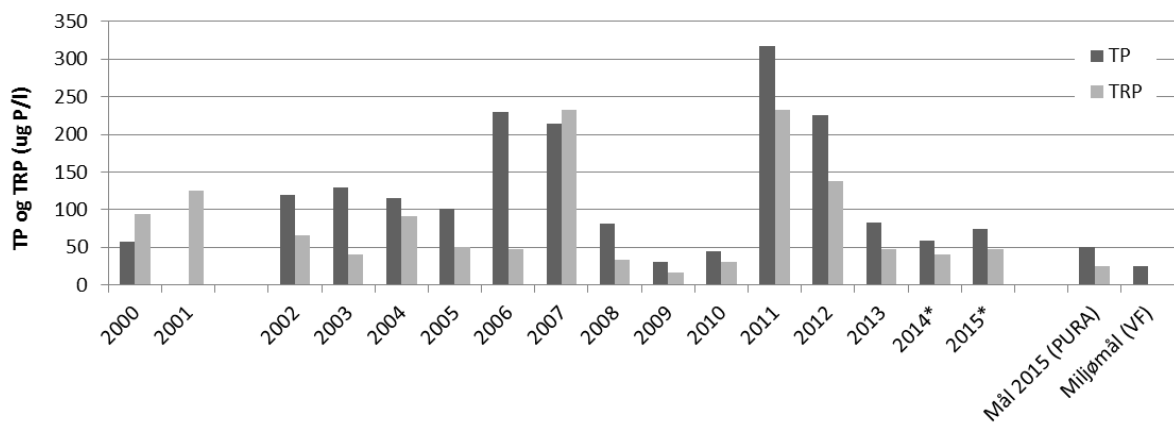
### AUGESTADBEKKEN



Vassdrag: Gjersjøvassdraget  
Tiltaksområde (PURA): 3  
Vannforekomst (Vann-nett): 005-16-R  
Beliggenhet: Oppegård  
Vanntype: 9 (kalkrik, klar)  
Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Kolbotnvann

Figur 15 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Augestadbekken fra 2000 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 15. TP og TRP i Augestadbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Augestadbekken iht. vannforskriften

Tabell 11 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Augestadbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 11. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Augestadbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	32,73 (0,38)	31,16 (0,40)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			4,5 (0,23)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	225,7 (0,07)	83,5 (0,25)	58,5 (0,40)	74,9 (0,29)
Total klasse (nEQR)		D (0,38)	D (0,40)	D (0,23)	D (0,29)

### Konklusjon

I Augestadbekken er det store år til år variasjoner i middelkonsentrasjonen av total fosfor, og bekken påvirkes i særlig grad av tilførsler fra avløp. Det måles av og til ekstremt høye verdier av total fosfor og termostabile koliforme bakterier og dette viser at det forekommer store punktutslipp til bekken (Haande mfl 2016).

Den store forskjellen i TP- og TRP- verdier i 2006 skyldes antagelig en feilkilde. At TRP i 2007 ligger høyere enn TP skyldes antagelig også en feilkilde.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: Dårlig økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse dårlig i 2012 og 2013. Flere arter indikerer en betydelig påvirkning av eutrofi og det ble også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som indikerer organisk belastning.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse dårlig. Lav ASPT verdi indikerer høy organisk belastning.



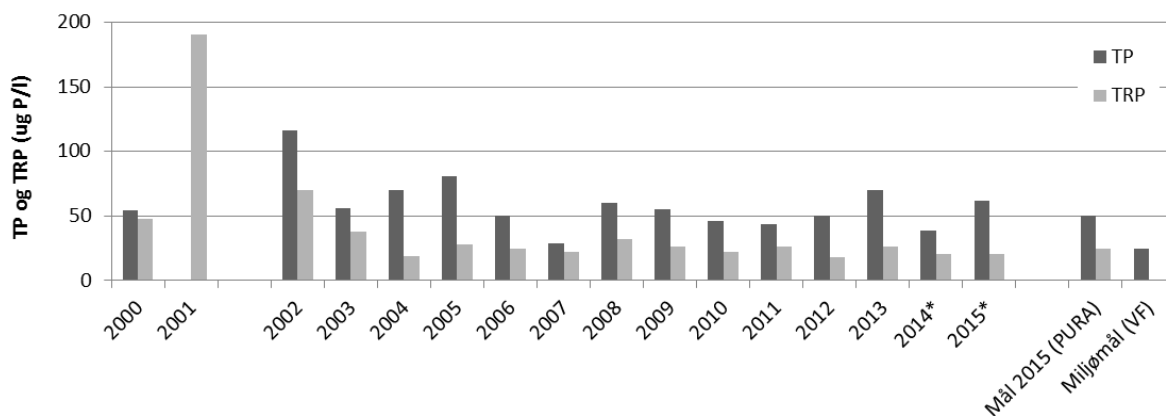
## SKREDDERSTUBEKKEN



Vassdrag: Gjersjøvassdraget  
Tiltaksområde (PURA): 3  
Vannforekomst (Vann-nett): 005-16-R  
Beliggenhet: Oppegård  
Vanntype: 9 (kalkrik, klar)  
Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Kolbotnvann

Figur 16 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Skredderstubekken fra 2000 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 16. TP og TRP i Skredderstubekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Skredderstubekken iht. vannforskriften

Tabell 12 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Skredderstubekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 12. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Skredderstubekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	39,06 (0,30)	39,63 (0,28)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			4,43 (0,21)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	50,0 (0,30)	70,02 (0,31)	38,9 (0,50)	61,9 (0,37)
Total klasse (nEQR)		D (0,30)	D (0,28)	D (0,21)	D (0,37)

### Konklusjon

I Skredderstubekken er det år til år variasjoner i middelkonsentrasjonen av total fosfor, og bekken påvirkes i særlig grad av tilførsler fra avløp. Det måles av og til meget høye verdier av total fosfor (se vedlegg 4, tabell V4-2), og dette viser at det forekommer store punktutslipp til bekken. Det har vært en svak nedgang i TRP siden 2000, men TP har ikke endret seg signifikant.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: Dårlig økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse dårlig i 2012 og 2013. Flere arter indikerer en betydelig påvirkning av eutrofi og det ble også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som indikerer organisk belastning.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse dårlig. Lav ASPT verdi indikerer høy organisk belastning.

## TILTAKSOMRÅDE 4: GREVERUDBEKKEN

---

### GREVERUDBEKKEN



Vassdrag: Gjersjøvassdraget  
Tiltaksområde (PURA): 4  
Vannforekomst (Vann-nett): 005-51-R  
Beliggenhet: Oppgård, Ås  
Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Gjersjøen

---

#### **Beliggenhet**

Greverudbekken ligger i Oppgård, Oslo og Ski kommuner og er en del av Gjersjøvassdraget. Tiltaksområdet består av en bekk som renner ut i Gjersjøen i sørenden ved våtmarksområdet Slorene. I Naturbase er Slorene registrert som en viktig naturtype.

#### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden er moderat i 2015. Det er abbor og gjedde i bekkene.

#### **Utfordringer**

Hovedutfordringen i tiltaksområdet er overgjødning (eutrofiering) som følge av tilførsler fra jordbruk, kommunalt avløpsnett og avrenning fra veier og andre tette flater. Greverudbekken er således noe påvirket av erosjon, og mesteparten av partiklene fra erosjon sedimenterer i Gjersjøen. Avrenning av næringsalter og plantevernmidler fra en golfbane kan også medvirke til å forverre tilstanden i bekkene. Det er utslipp av svovelsyre fra et alunskiferdeponi på Taraldrud. Dette gir lav pH og høyt innhold av tungmetaller i vannet. Det er en målsetning å redusere utslipp fra alunskiferdeponi og redusere avrenning fra vei.

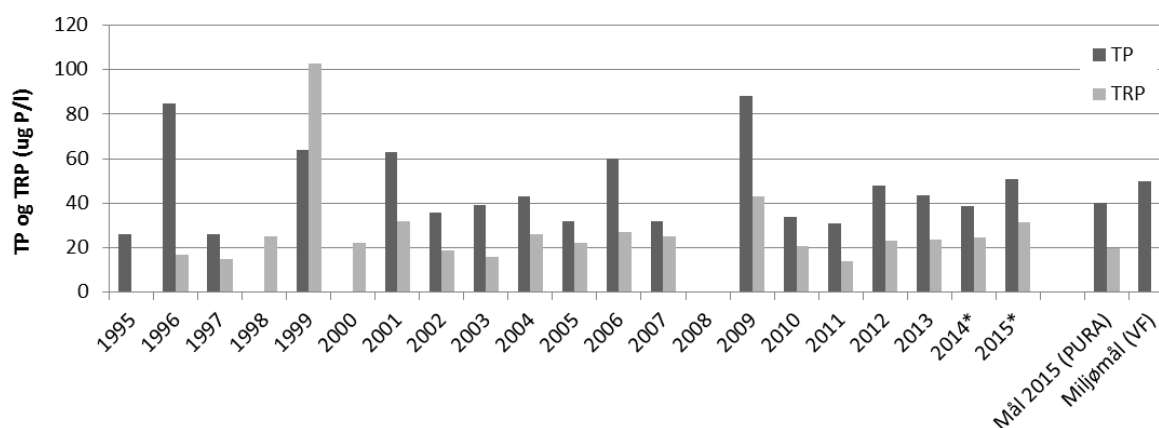
#### **Dagens og fremtidig bruk**

Greverudbekken benyttes til produksjon av kunstsnø som brukes til lysløype. Det er etablert en golfbane i bekkens nedbørfelt. Det er et mål at bekkene også i fremtiden skal benyttes til friluftsliv.

#### **Vannkvalitet**

Det har ikke vært noen signifikant endring i vannkvaliteten siden 1995.

Figur 17 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Greverudbekken fra 1995 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 17. TP og TRP i Greverudbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

#### Klassifisering av økologisk tilstand i Greverudbekken iht. vannforskriften

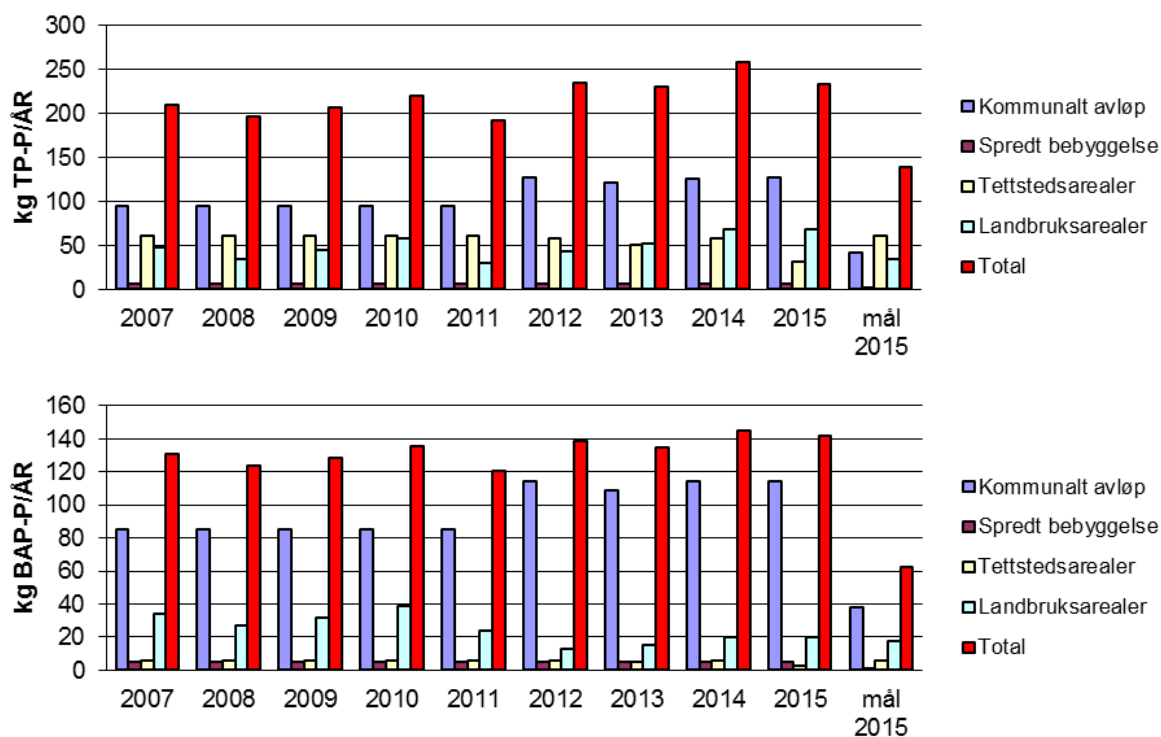
Tabell 13 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Greverudbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 13. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Greverudbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	24,09 (0,49)	21,64 (0,52)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			5,6 (0,51)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	47,9 (>0,60)	43,4 (>0,60)	38,8 (>0,60)	50,7 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,49)</b>	<b>M (0,52)</b>	<b>M (0,51)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 18 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015.



Figur 18. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Greverudbekken i perioden fra 2007-2015

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 14 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 14. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	42,3	39,6	41,6	44,3	38,4	47	46	52	47	28
Målt TP-kons.	32,0	25,0	88,0	34,0	31,0	48	43	39	51	40
Avvik kons. (%)	32,2	+58	-52,7	+30,3	+23,8	-2	7	32	-9	< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	26,4	24,9	24,9	27,4	24,2	28	27	41	27	12,6
Målt TRP-kons.	25,0		43,0	21,0	14,0	23	13	-	-	20
Avvik kons. (%)	+6,0		-42,0	+30,5	+72,9	22	108			< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, gjødselplaner  
 Kommunalt avløp: 148 m ledningsnett er rehabilitert/sanert  
 Spredt bebyggelse: -

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Flommer og økt erosjon fører til økte konsentrasjon av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP). Middelkonsentrasjonen av TP og TRP har variert mye fra år til år og har ikke vist noen tydelig langsiktig tendens i utviklingen siden 1996 (data for 2008 mangler).

Et alunskiferdeponi øverst i tiltaksområdet er en stor utfordring for vannkvaliteten i Greverudbekken. Noen forebyggende tiltak er gjennomført, men deponiet bør fjernes.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: Moderat økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse moderat.

Den største tilførselen av fosfor til Greverudbekken kommer fra avløp og avrenning fra tettstedsarealer.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: -9.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

## TILTAKSOMRÅDE 5: TUSSEBEKKEN/TUSSETJERN

### TUSSEBEKKEN/TUSSETJERN



Vassdrag:	Gjersjøvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	5
Vannforekomst (Vann-nett):	005-67-R 005-5611-L
Beliggenhet:	Ski/Oppegård
Vanntype:	11 (leirpåvirkete elver) 11 (kalkrik, humøs innsjø)
Høyde over havet (m):	91
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,1
Maksdyb/middeldyp (m):	3-15 (estimert)

#### Beliggenhet

Tussebekken/Tussetjern er et tiltaksområde bestående av elver og små tjern som ligger i Ski, Oppegård og Oslo kommuner og tilhører Gjersjøvassdraget. Assurtjern utgjør en del av tiltaksområdet.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden i både Tussebekken og Tussetjern er god i 2015. Det er fisk i Tussebekken og Tussetjern: abbor, gjedde, mort, flire og brasme.

#### Utfordringer

Tiltaksområdet er eutroft og påvirket av forurensningskilder som kommunalt avløp, avrenning fra tette flater (herunder vegsalt) og noe forurensning fra deponi. De siste årene er det observert mer begroing på steinene i strandsonen ved Tussetjern. Fisk og andre levende organismer trues og fritidssysler vanskeligjøres.

Vegavrenning: Tussetjern (og Assuren) er blitt atypiske tjern da de er sterkt preget av avrenning fra E6 og fyllinger. Dette har resultert i økt saltholdighet i tjernene, noe som kan medføre at den fosforbaserte klassifiseringen ikke gir korrekt svar på graden av eutrofiering (trofigrad). Innsjøene kan få en annen lagdeling, da vann med høy saltholdighet er tyngre enn vann med lav saltholdighet, og det salte bunnvannet er mer utsatt for oksygenreduksjon/-svinn. Anleggsarbeidet i forbindelse med utvidelse av to-felts til fire-felts motorvei og tunnelbygging har også medført store påkjenninger for vassdraget. Dette arbeidet er nå avsluttet.

Deponi: En kommunal fyllplass ved Paddetjern er nedlagt og det er etablert en rensepark i dette området. Det er under etablering et deponi og det planlegges å etablere en motocrossbane i Assurdalen. Tiltaksområde Gjersjøen ligger nedstrøms Tussebekken/Tussetjern. Deponi og motocrossbane vil kunne få konsekvenser for begge disse tiltaksområdene, både under anleggs- og driftsfasen.

Fritidsliv: Kloppa friluftsområde ved Assurtjern i Ski kommune er et populært utfartssted, men badevannet har de senere årene fått dårligere og dårligere kvalitet. Dette innebærer blant annet oksygensvikt og dannelse av illeluktende gasser.

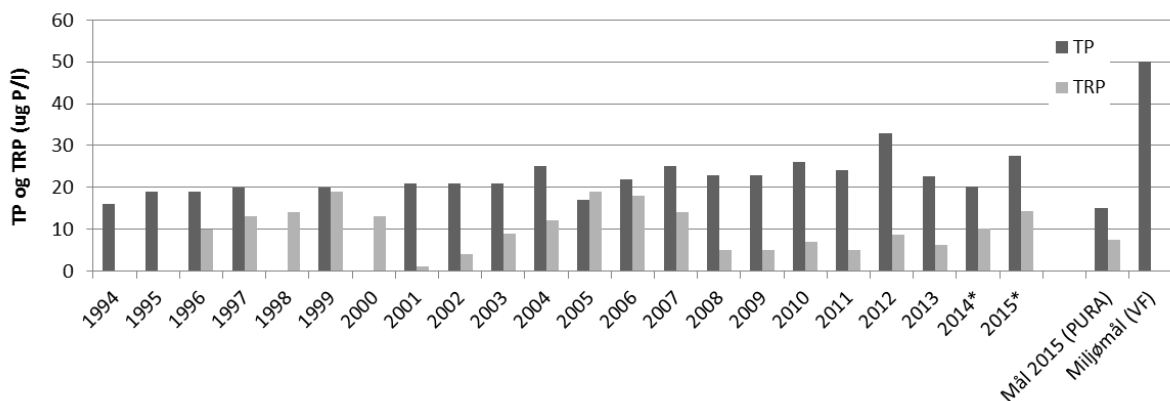
## Dagens og fremtidig bruk

Tussetjern brukes til bading og fritidsfiske. I 2012 og 2013 var den økologiske tilstanden moderat, mens i 2014 og 2015 er den økologiske tilstanden god. Det er et ønske å opprettholde god økologisk tilstand, beholde/forbedre badevannskvalitet og bedre forhold for friluftsliv generelt. Gode rekreasjonsområder i og ved bekker og vann er en av målsettingene. Den hygieniske vannkvaliteten som måles i forbindelse med badevann er god.

## Vannkvalitet

Det har ikke vært noen signifikant endring i vannkvaliteten siden 1994.

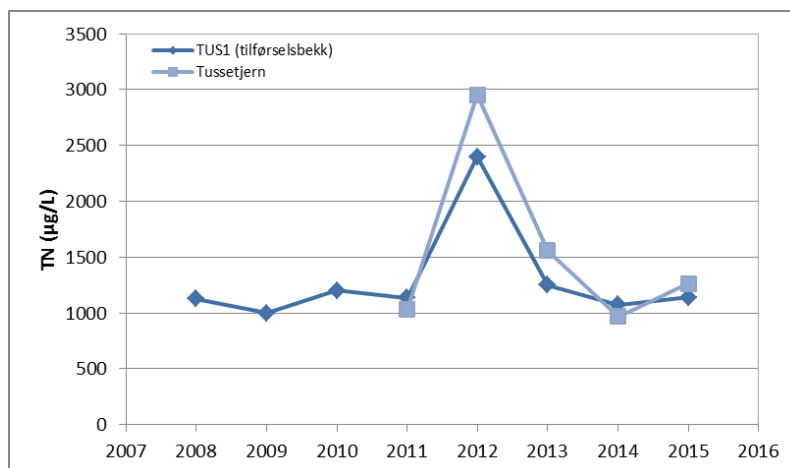
Figur 19 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Tussebekken fra 1994 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 19. TP og TRP i Tussebekken 1994-2014, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

## Situasjonen i Tussetjern i 2012 og utvikling i årene etter

Data fra 2008-2011 viser at Tussetjern har hatt en total nitrogenverdi på rundt 1000 µg/L, mens det i 2012 ble målt totalnitrogenverdier på 2500-3100 µg/L (figur 20). I 2013 og 2014 var det en tilbakegang i totalnitrogenverdiene både i tilløpsbekken og i selve tjernet og i 2015 var totalnitrogenkonsentrasjonen tilbake på nivå som før utbyggingen.



Figur 20. Total nitrogenkonsentrasjon i Tussetjern i 2011-2015, og i innløpsbekk (TUS1) i 2008-2015.



### Klassifisering av økologisk tilstand i Tussebekken og Tussetjernet iht. vannforskriften

Tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene, samt total vurdering av økologisk tilstand er vist i tabell 15 for Tussebekken og i tabell 16 for Tussetjernet. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 15. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Tussebekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Begroingsalger, PIT (nEQR)	18,26 (0,57)	30,40 (0,41)		
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,2 (0,66)	
<b>Vannkjemisk kvalitetselement</b>	Tot-P, µg/l (nEQR)	32,9 (>0,60)	18,26 (>0,60)	20,2 (>0,60)	27,5 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,57)</b>	<b>M (0,41)</b>	<b>G (0,66)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

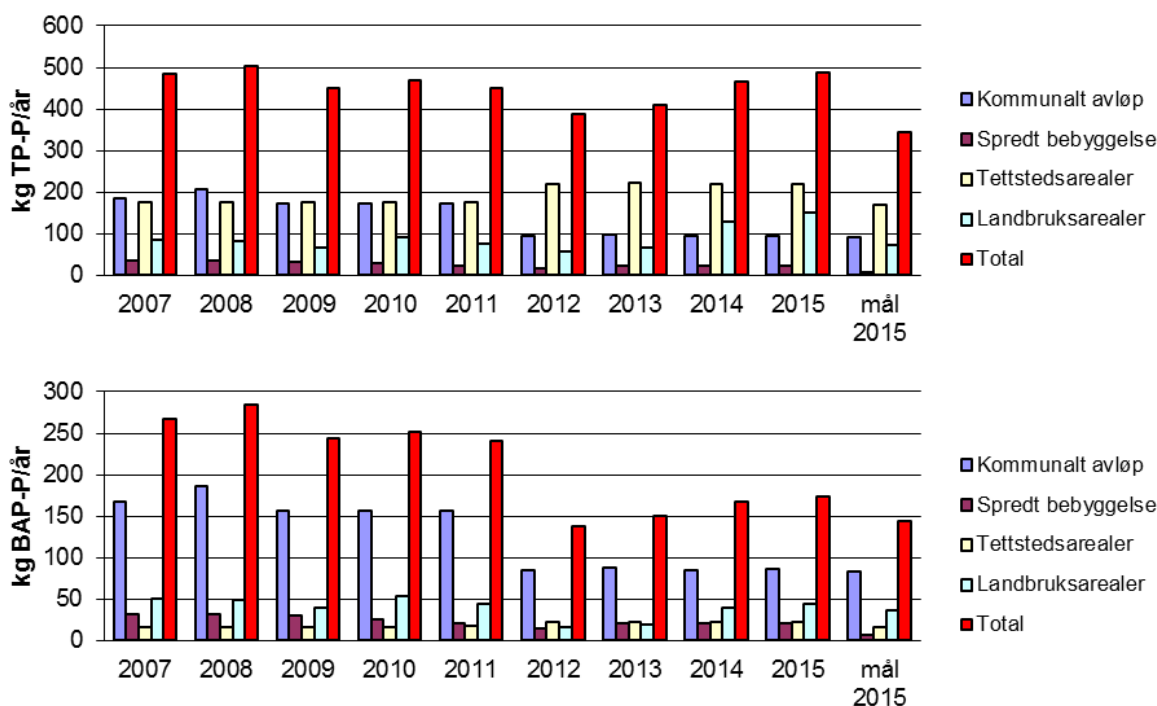
Tabell 16. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Tussetjern i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	7,08	G	0,79
Planteplankton: Biovolum, mg/l	0,99	G	0,71
Planteplankton: Middell av klorofyll-a og biovolum		G	0,75
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,29	SG	0,91
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,0	SG	1
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>SG</b>	<b>0,83</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	22,8	M	0,55
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	1263	M	0,41
Siktedyp (m)	1,0	SD	0,17
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>D</b>	<b>0,38</b>
<b>Total klasse</b>		<b>G</b>	<b>0,70</b>

1) Det foreligger seks prøver av Tot-N, og dette er tilstrekkelig for en tilstandsklassifisering

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 21 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015.



Figur 21. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Tussetjern i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 17 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 17. Tussebekken: Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	24,2	25,1	22,5	23,5	22,5	39	41	23	24	17,2
Målt TP-kons.	25,0	23,0	23,0	26,0	24,0	33	23	20	28	15
Avvik kons. (%)	-3,0	+9,1	-2,2	-6,5	-6,3	18	78	16	-13	< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	13,4	14,3	12,2	12,7	12,0	14	15	13	118	7,7
Målt TRP-kons.	14,0	5,0	5,0	7,0	5,0	9	6	-	-	7,5
Avvik kons. (%)	-6,8	+186	+150	+81	+140	56	150			< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk:	Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner hydrotekniske tiltak, gjødselplaner
Kommunalt avløp:	252 m ledningsnett er rehabilitert/sanert
Spredt bebyggelse:	-

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Middelkonsentrasjonen av TP viser en varierende tendens i de senere år. Andelen TRP har vært lav de siste årene. Det meste av det biotilgjengelige fosforet tas opp i Tussetjern ved alger, og algeoppblomstring her vil medføre variasjoner i TRP i Tussebekken. Flommer fører til økte konsentrasjon av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

I 2012 var det en betydelig økning i konsentrasjonen av total nitrogen i Tussetjern/Tussebekken og dette skyldes omfattende utbyggingsaktivitet og sprengningsarbeid i nedbørfeltet. Det var en tilbakegang i konsentrasjonen av total nitrogen i Tussetjern/Tussebekken i 2013 og 2014, og er nå på samme nivå som før utbyggingen.

Vassdraget er betydelig påvirket av avrenning fra vei (Løvstad/Statens vegvesen, 2009) med bl.a. økt konduktivitet (et mål på saltholdighet).

Innholdet av klorofyll-a var lavt og planteplanktonsamfunnet var dominert av grupper som i mindre grad indikerer eutrofiering (svelgflagellater og gullalger). Andelen blågrønnbakterier av den totale planteplanktonbiomassen var svært lav. Tussetjern er en humusrik innsjø og gjennomsnittlig siktedyp var 1,0 m i 2015, noe som kan bety at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen.

Analyser av småkrepssamfunnet i Tussetjern viste at det var dominans av eutrofieringstolerante arter, og dette indikerer næringsrike forhold i innsjøen.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: God økologisk tilstand (både Tussetjern/Tussebekken)

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013.

Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse god.

Den største tilførselen av fosfor til Tussetjern/Tussebekken kommer fra avløp og tettstedsarealer.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: -13 %.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

## TILTAKSOMRÅDE 6: DALSBEKKEN

---

### DALSBEKKEN



Vassdrag:	Gjersjøvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	6
Vannforekomst (Vann-nett):	005-23-R
Beliggenhet:	Oppegård, Ski
Vanntype:	11 (leirpåvirkete elver)
Påvirkning:	Eutrofiering

Tilførselsbekk til Gjersjøen

---

#### Beliggenhet

Dalsbekken er et tiltaksområde som består av en rekke mindre elver og bekker i Ski og Ås kommuner og er en del av Gjersjøvassdraget. Den starter i Ski sentrum og renner gjennom et våtmarksområde (Slorene) nederst ved utløpet til Gjersjøen. Dette området er i Naturbase registrert som en viktig naturtype. Naturreservatet Rullestad tjern inngår i nedbørfeltet til tiltaksområdet.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er moderat i 2015. Det finnes abbor, gjedde, mort og ørekyte i bekken.

#### Utfordringer

Dalsbekken er erosjonspåvirket og eutrof, og påvirket av forurensningskilder som kommunalt avløpsvann, jordbruk, spredt avløp og avrenning fra tette flater. Det er etablert et område med fordrøyningsdammer ved Hebekk (Blåveisbekken).

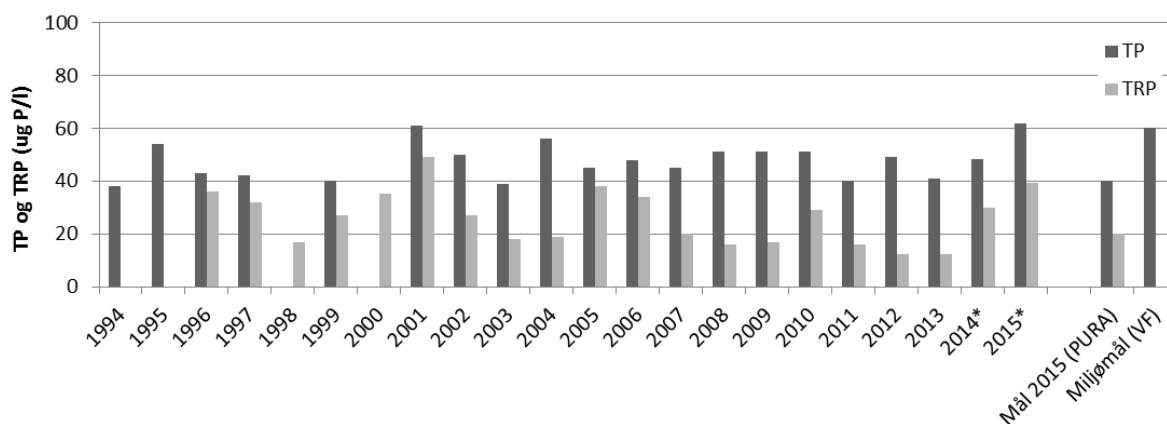
#### Dagens og fremtidig bruk

Dalsbekken brukes til friluftsliv og fiske og dette er også et fremtidig mål for tiltaksområdet. Dette krever en minimums vannføring og at fisketilstanden opprettholdes eller forbedres.

#### Vannkvalitet

Det har ikke vært noen signifikant endring i vannkvaliteten siden 1994.

Figur 22 viser utviklingen i total fosfor og total reaktivt fosfor i Dalsbekken fra 1994 frem til i dag sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 22. TP og TRP i Dalsbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter. \*I 2014 og 2015 er det ikke målt på TRP, men på ortofosfat.

#### Klassifisering av økologisk tilstand i Dalsbekken iht. vannforskriften

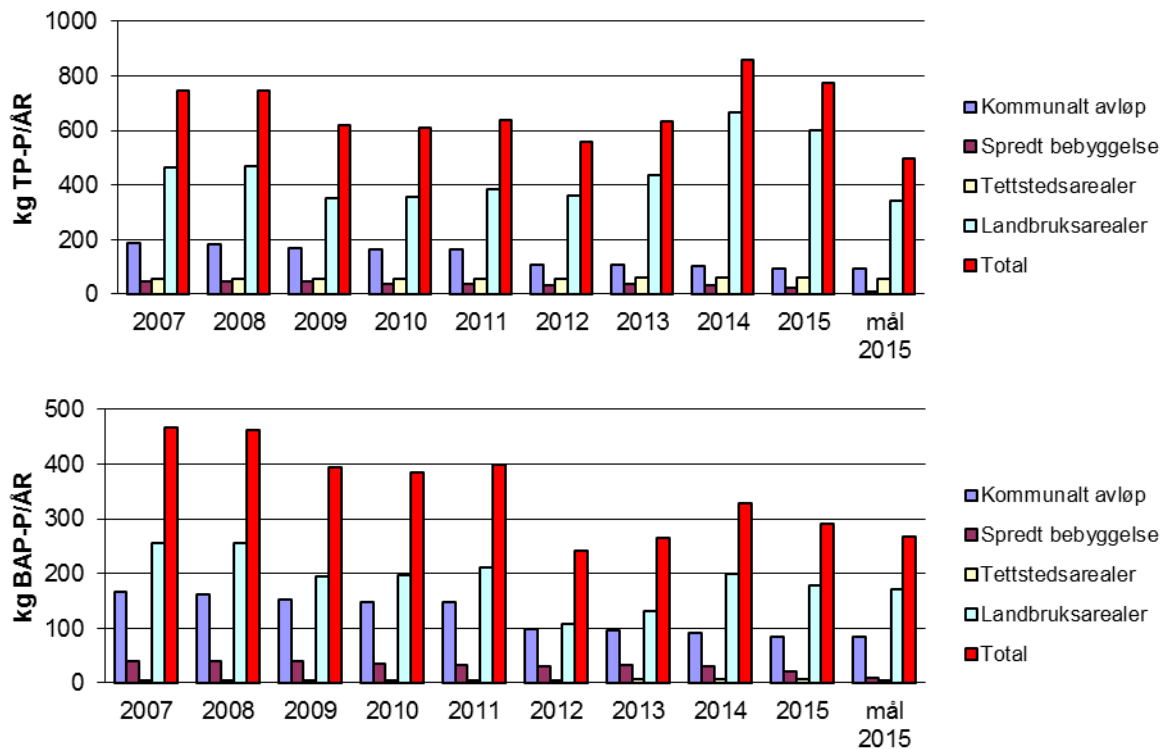
Tabell 18 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Dalsbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 18. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Dalsbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	22,74 (0,51)	23,94 (0,49)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,41 (0,71)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	49,3 (>0,60)	40,9 (>0,60)	48,3 (>0,60)	61,6 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,51)</b>	<b>M (0,49)</b>	<b>G (0,71)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

### Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 23 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 23. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Dalsbekken i perioden fra 2007-2015.

### Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 19 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 19. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	68,7	67,4	57,6	57,6	55,6	50	57	101	92	39
Målt TP-kons.	45,0	51,0	51,0	51,0	40,0	49	40	48	62	40
Avvik kons. (%)	+52,7	+32,2	12,9	12,9	+39,0	2	43	110	49	< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	42,5	41,4	36,0	35,6	31,6	22	23	37	33	27,1
Målt TRP-kons.	20,0	16,0	17,0	29,0	16,0	12	12	-	-	20
Avvik kons. (%)	+112,5	+161	111,8	22,8	+97,5	83	92			< $\pm$ 50 %

### Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner

Kommunalt avløp: 1943 m ledningsnett er rehabilitert/sanert

Spredt bebyggelse: 1 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Middelkonsentrasjonen av TP og TRP kan variere mye fra år til år men har ikke vist noen langsiktig endring i utviklingen siden 1996. Den øvre delen av Dalsbekken (Blåveisbekken) har fått betydelig bedre vannkvalitet de senere årene pga. opprydding i kommunalt ledningsnett og etablering av en rensepark nedenfor Ski tettsted. Denne forbedringen er lokal. Renseparken er nå bygd om til et fordrøyningsanlegg.

I 2014 og 2015 har det vært en stor økning i middelkonsentrasjonen av TRP på tiltaksområdets hovedstasjon. Dette kan ha sammenheng med punktutslipp/lekkasjer fra kommunalt ledningsnett. Middelkonsentrasjonen av total fosfor har holdt seg relativt stabilt mellom 40-50 µg/l de seneste årene.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Moderat økologisk tilstand.

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013.

Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse god.

Den største tilførselen av fosfor til Dalsbekken kommer fra avløp og landbruk.

Det er stor selvrensing/retensjon av biotilgjengelig fosfor i vassdraget. Dette er gunstig for vannkvaliteten i Gjersjøen. Ytterligere rehabilitering av kommunalt ledningsnett oppstrøms Dalsbekken og effekt av fordrøyningsanlegget vil bidra til forbedret vannkvalitet. I anleggsperioden for rehabiliteringen av avløpsnett og bygging av Follobanen vil det imidlertid tidvis kunne bli økt forurensning.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +49 %.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

## TILTAKSOMRÅDE 7: MIDTSJØVANN

---

### MIDTSJØVANN



Vassdrag:	Gjersjøvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	7
Vannforekomst (Vann-nett):	005-5646-L
Beliggenhet:	Ski
Vanntype:	11 (kalkrik, humøs)
Høyde over havet (m):	129
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,3
Maksdyb/middeldyb (m):	< 3

---

#### **Beliggenhet**

Midtsjøvann ligger i Ski kommune og er en del av Gjersjøvassdraget. Innsjøen Midtsjøvann er et naturreservat.

#### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden er moderat i 2015. Fosfortilførslene kommer hovedsakelig fra jordbruket. Det finnes flere ulike arter av fisk i innsjøen: Abbor, mort, gjedde, brasme og sørv.

#### **Utfordringer**

Innsjøen er eutrof. Hovedutfordringen er å hindre oppblomstring av blågrønnbakterier. Midtsjøvann er mest påvirket av forurensning fra jordbruket, moderat fra spredt bebyggelse og lite fra avrenning fra tette flater og kommunalt avløp.

#### **Dagens og fremtidig bruk**

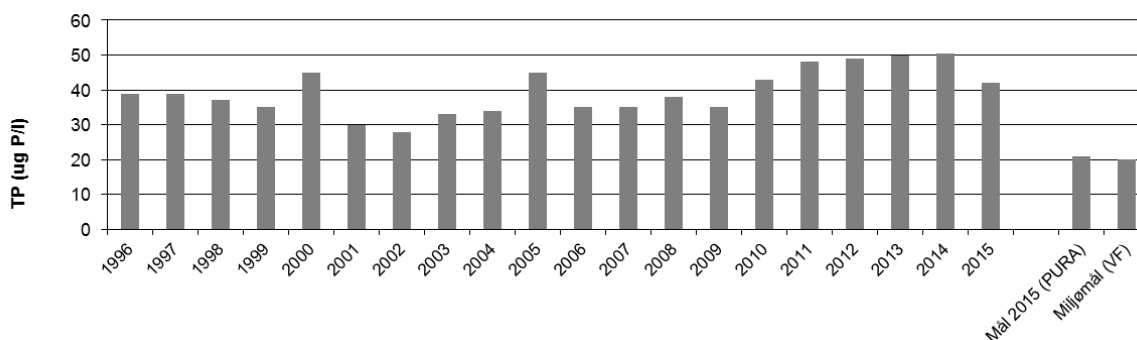
Det er en badeplass her, og vannet er noe brukt til jordbruksvanning. Målene er å bedre badevannskvaliteten og opprettholde tiltaksområdet som attraktiv for friluftsliv og fritidsfiske.

#### **Vannkvalitet**

Det har ikke vært noen signifikant endring i vannkvaliteten siden 1996. Det er liten andel blågrønnbakterier i algesamfunnet.



Figur 24 viser utviklingen i total fosfor i Midtsjøvann fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



Figur 24. Total fosfor i Midtsjøvann 1995-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Midtsjøvann iht. vannforskriften

Tabell 20 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Midtsjøvann, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

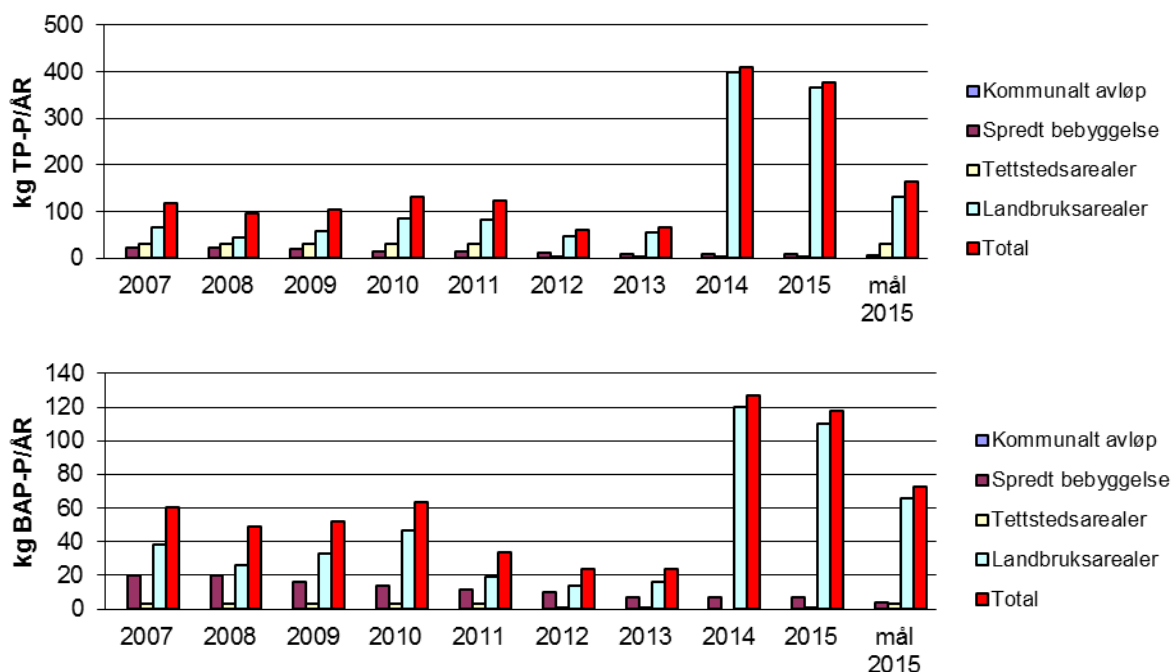
Tabell 20. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Midtsjøvann i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	20,17	D	0,40
Planteplankton: Biovolum, mg/l	2,24	M	0,46
Planteplankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		M	0,43
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,53	G	0,63
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,09	SG	0,89
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>M</b>	<b>0,53</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	42,0	D	0,36
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	1995	D	0,21
Siktedyp (m)	0,9	SD	0,15
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>D</b>	<b>0,26</b>
<b>Total klasse</b>		<b>M</b>	<b>0,53</b>

1) Det foreligger kun to prøver av Tot-N, og dette er ikke tilstrekkelig for en sikker tilstandsklassifisering

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 25 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 25. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Midtsjøvann i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 21 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 21. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	22,0	18,9	20,0	21,0	10,7	14	15	72	68	28
Målt TP-kons.	35,0	38,0	40,0	41,0	48,0	49	50	51	42	21
Avvik kons. (%)	-37,1	-50,0	-50,0	-48,8	-77,7	-71	-70	41	63	< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner

Kommunalt avløp: -

Spredt bebyggelse: -

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Middelkonsentrasjonen av total fosfor har ikke endret seg i særlig grad siden 1996. Det har vært en liten økning siden 2010, men i 2015 var det igjen en liten tilbakegang.

Innholdet av klorofyll-a var høyt, men planteplanktonsamfunnet var ikke dominert av problemalger. Andelen blågrønnbakterier av den totale planteplanktonbiomassen var lav.

Analyser av småkrepssamfunnet i Midtsjøvann viste at det var dominans av eutrofieringstolerante arter, og dette indikerer næringsrike forhold i innsjøen.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Moderat økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Midtsjøvannet kommer fra landbruk og tettstedsarealer.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +63 %.

## TILTAKSOMRÅDE 8: NÆREVANN

---

### NÆREVANN



Vassdrag:	Gjersjøvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	8
Vannforekomst (Vann-nett):	005-5645-L
Beliggenhet:	Ski
Vanntype:	11 (kalkrik, humøs)
Høyde over havet (m):	131
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,63
Maksdyb/middeldyp (m):	< 3

---

### Beliggenhet

Nærevann ligger i Ski kommune og er en del av Gjersjøvassdraget. Innsjøen er et naturreservat (en viktig fuglelokalitet).

### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er moderat i 2015. Fosfortilførslene kommer hovedsakelig fra jordbruket. Innsjøen er eutrof. Det finnes flere ulike arter av fisk i innsjøen: Abbor, mort, gjedde, gjørs og sørv.

### Utfordringer

Hovedutfordringen er forurensning fra jordbruket og noe fra spredt bebyggelse. Oppblomstring av giftige blågrønnbakterier må unngås.

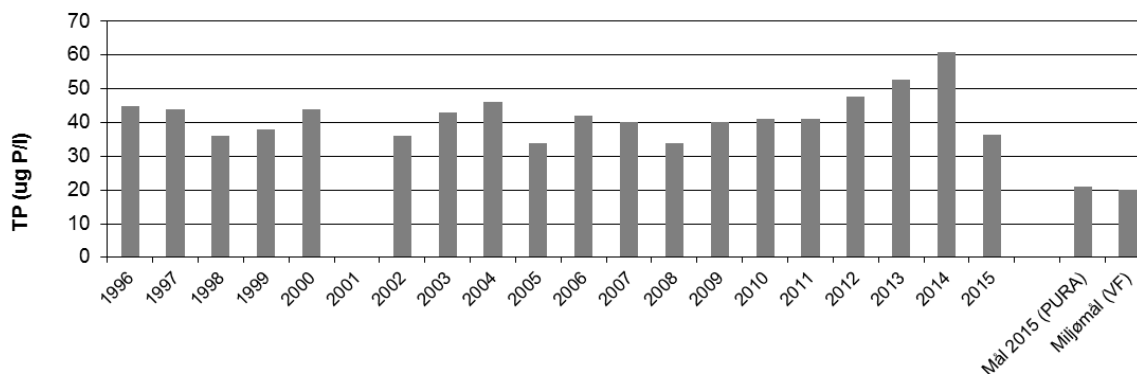
### Dagens og fremtidig bruk

Det tas vann til jordbruksvanning fra innsjøen, og innsjøen brukes til friluftsliv og fritidsfiske. Sikker jordbruksvanning og fortsatt friluftsliv og fritidsfiske er et mål for tiltaksområdet.

### Vannkvalitet

Det har ikke vært noen signifikant endring i vannkvaliteten siden 1996. Det er liten andel blågrønnbakterier i algesamfunnet.

Figur 26 viser utviklingen i total fosfor i Nærevann fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



Figur 26. Total fosfor i Nærevann 1995-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra 2001.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Nærevann iht. vannforskriften

Tabell 22 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Nærevann, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

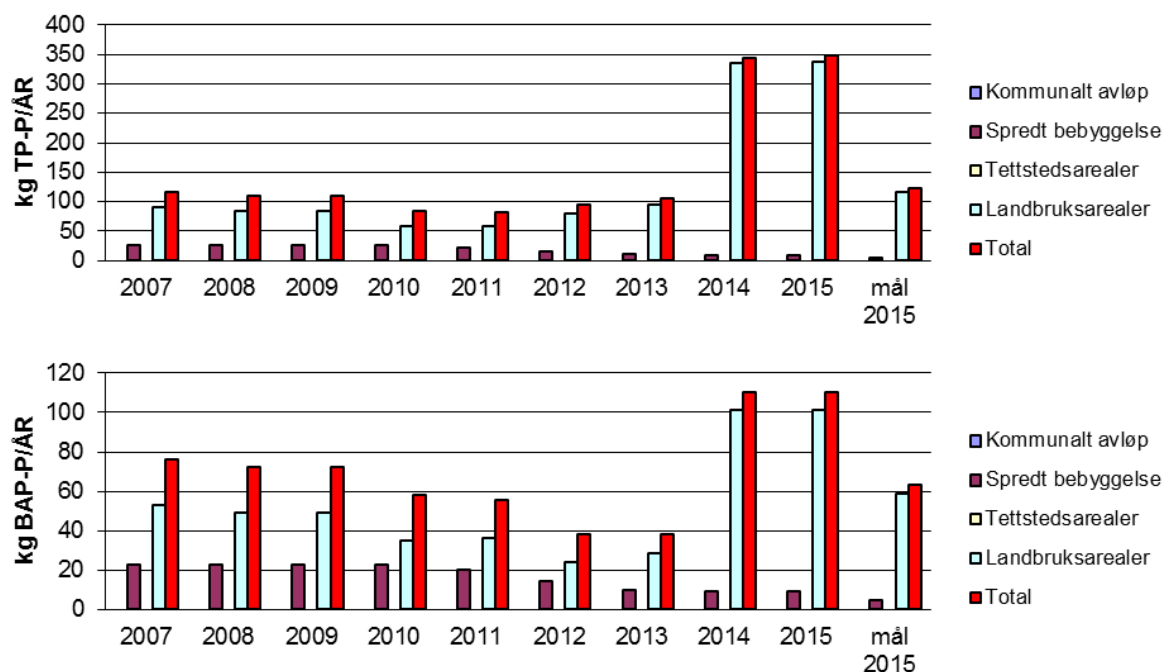
Tabell 22. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Nærevann i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	18,17	M	0,42
Planteplankton: Biovolum, mg/l	2,04	M	0,49
Planteplankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		M	0,45
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,42	G	0,76
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,13	SG	0,83
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>G</b>	<b>0,61</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	36,5	M	0,41
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	1040	M	0,48
Siktedyp (m)	1,0	SD	0,15
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>D</b>	<b>0,28</b>
<b>Total klasse</b>		<b>M</b>	<b>0,50</b>

1) Det foreligger kun to prøver av Tot-N, og dette er ikke tilstrekkelig for en sikker tilstandsklassifisering

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 27 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 27. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Nærevann i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 23 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 23. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	22,6	21,5	21,5	16,2	15,7	18	21	69	67	23,8
Målt TP-kons.	40,0	34,0	40,0	41,0	41,0	48	53	61	37	21
Avvik kons. (%)	-43,5	-36,0	-47,0	-60,0	-61,7	-63	-60	13	85	< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk:	Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner
Kommunalt avløp:	-
Spredt bebyggelse:	-

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Middelkonsentrasjonen av total fosfor har ikke endret seg i særlig grad siden 1996. Det var en liten økning i perioden fra 2011-2014, men i 2015 var det en tydelig nedgang.

Innholdet av klorofyll-a var høyt, men planteplanktonsamfunnet var ikke dominert av problemalger. Andelen blågrønnbakterier av den totale planteplanktonbiomassen var lav.

Analyser av småkrepssamfunnet i Nærevann viste at det var dominans av eutrofieringstolerante arter, og dette indikerer næringsrike forhold i innsjøen.

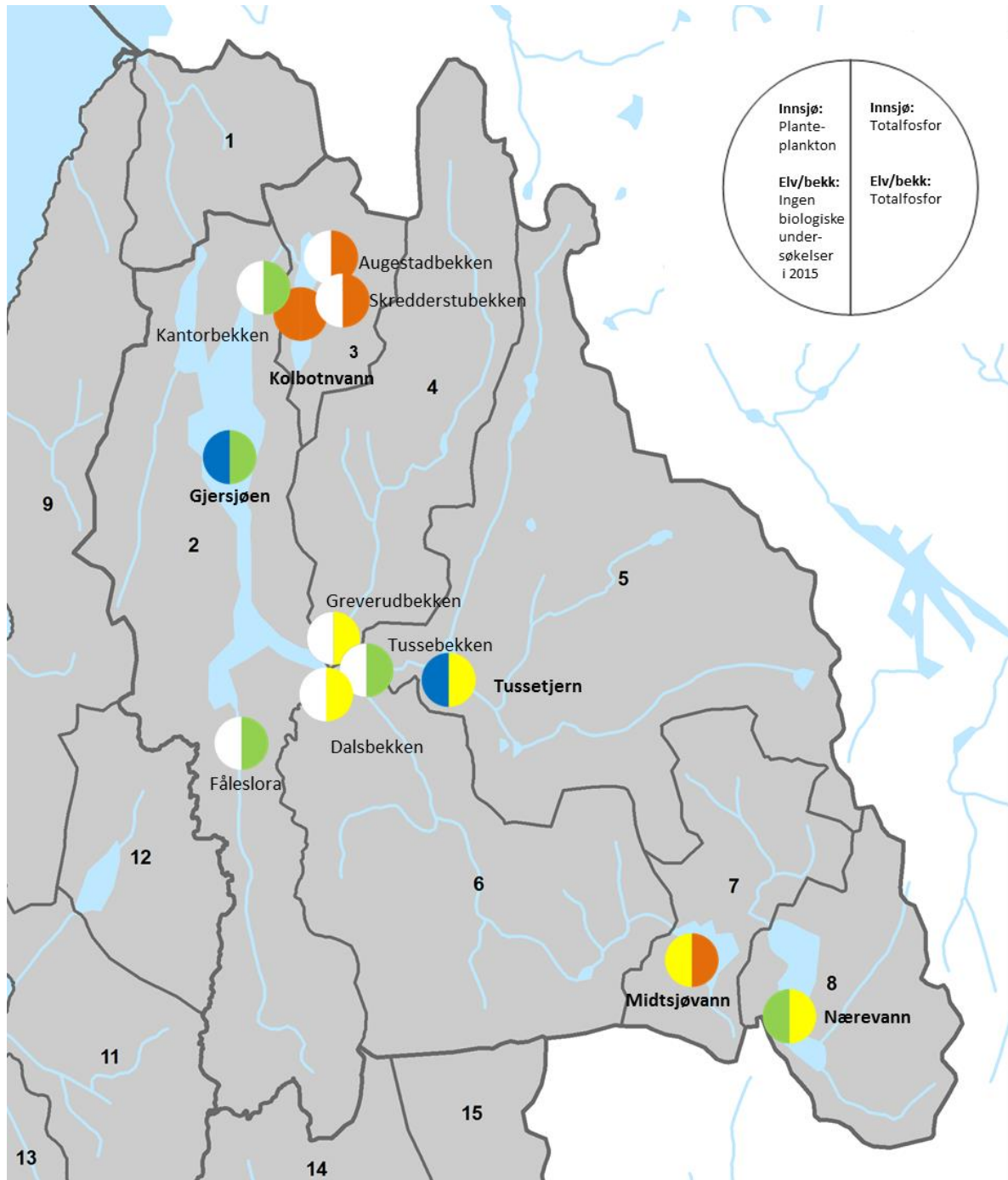
»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Moderat økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Nærevann kommer fra landbruk og spredt bebyggelse.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: + 85 %.

### Økologisk tilstand i Gjersjøvassdraget

Vurderingen av økologisk tilstand i innsjøene og elve- og bekkelokalitetene i Gjersjøvassdraget er vist i figur 28. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013). For innsjøene er tilstandsklassifiseringen basert på planteplankton og total fosfor, mens den i elve- og bekkelokalitetene er basert på total fosfor.

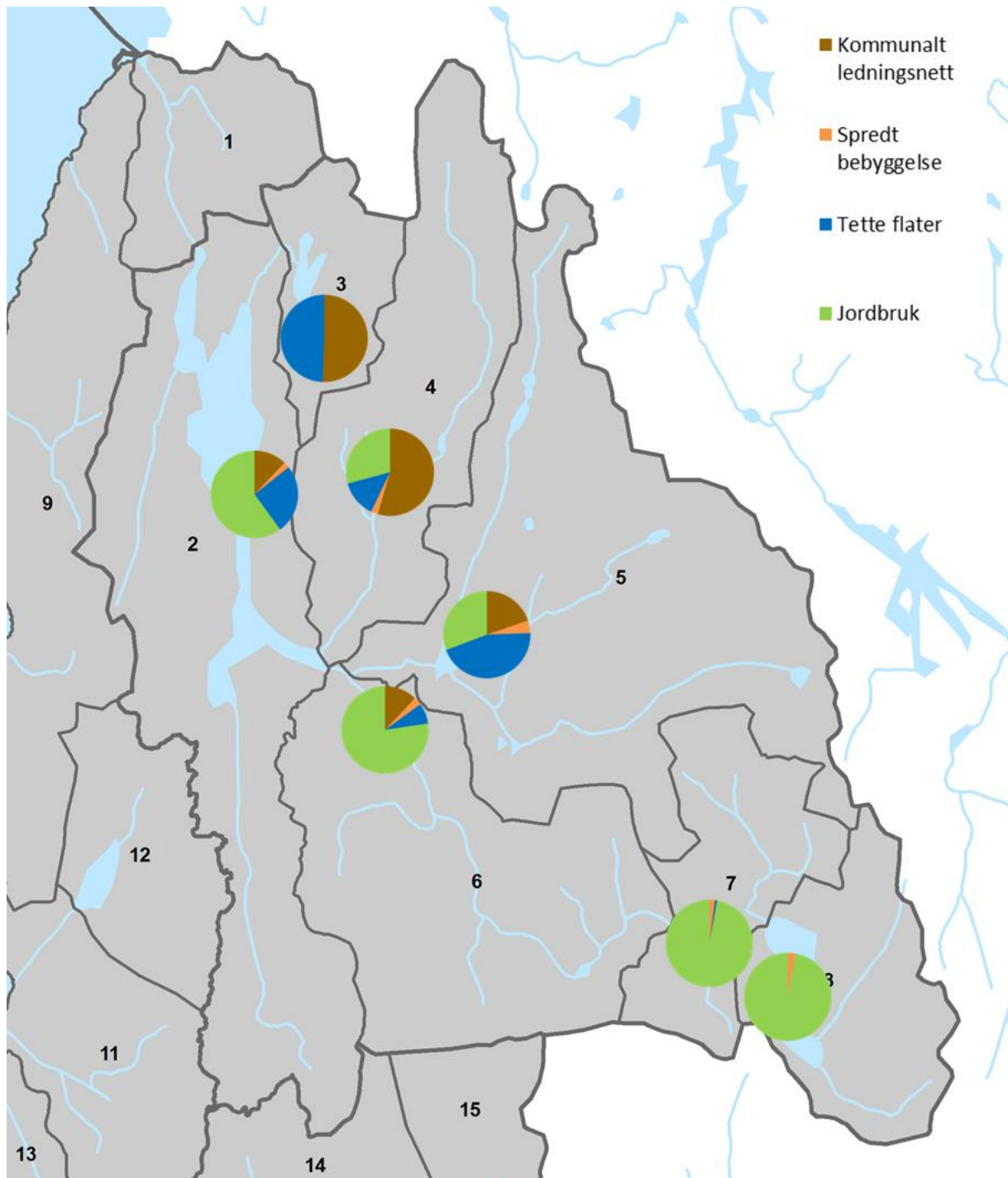


Figur 28. Økologisk tilstand i tiltaksområdene i Gjersjøvassdraget i 2015 basert på planteplankton og total fosfor i innsjøer og total fosfor i elver/bekker (det ble ikke tatt prøver av begroingsalger eller bunnfauna i bekkene i 2015 og dette er vist ved hvit farge). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).



### Forurensningskilder i Gjersjøvassdraget

Det er gjennomført vurderinger av forurensningskilder for tilførsler av fosfor til tiltaksområdene i Gjersjøvassdraget, fordelt på sektorene avløp (kommunalt ledningsnett), spredt bebyggelse, tette flater og jordbruk (figur 29).



Figur 29. Tilførsler av total fosfor fra de ulike sektorene i tiltaksområdene i Gjersjøvassdraget.

## 2.2 Årungenvassdraget

### TILTAKSOMRÅDE 14: ÅRUNGEN

---

#### ÅRUNGEN



Vassdrag:	Årungenvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	14
Vannforekomst (Vann-nett):	005-296-L
Beliggenhet:	Ås
Vanntype:	11 (kalkrik, humøs)
Høyde over havet (m):	34
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	1,2
Maksdyb/middeldyp (m):	13/8

---

#### Beliggenhet

Årungen ligger i Ås og Frogn kommuner og er en del av Årungenvassdraget.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstand er moderat i 2015. Fosfortilførslene kommer hovedsakelig fra jordbruket. Det finnes flere ulike arter av fisk i innsjøen: Abbor, mort, gjedde og gjørs. Målet er å oppnå god økologisk tilstand og balansert fisketilstand.

#### Utfordringer

Hovedutfordringen er overgjødning (eutrofiering). Årungen er sterkt påvirket av fosfor fra jordbruk og spredt bebyggelse. Østensjøvann i Årungen vassdrag bidrar med 50 % av fosfor-tilførslene til innsjøen. Mye fosfor sedimenteres i innsjøen, og denne fosforen kan lekke ut i vannmassene over lang tid og forringe vannkvaliteten. Dette betyr at det tar lang tid før man ser resultatene av eventuelle tiltak for å redusere fosfor-tilførslene. Det pågår mye forskning på denne innsjøen, også gjennom et samarbeid mellom NMBU, Fylkesmannen og PURA. E6 går langs innsjøen og bidrar til avrenning av vegsalt.

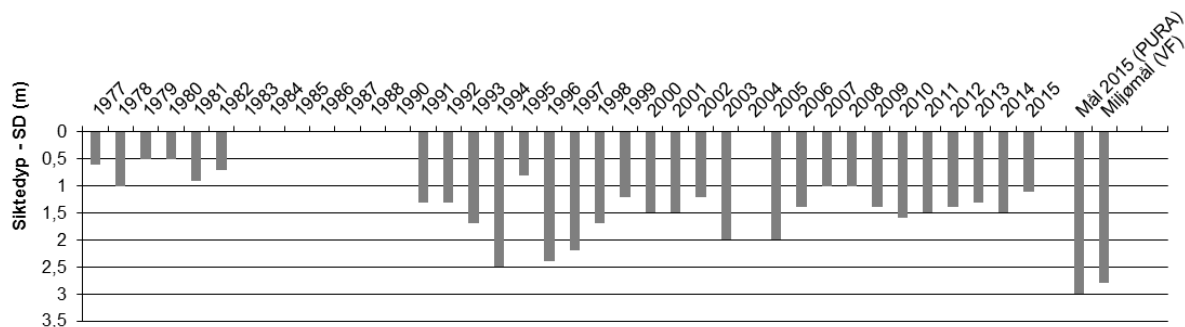
#### Dagens og fremtidig bruk

Årungen er en nasjonal roarena, og benyttes til jordbruksvanning. Algeoppblomstring kan vanskeliggjøre bading og fiske, men badevannskvalitet, sikker jordbruksvanning samt fritidsfiske er et mål for tiltaksområdet. Oppblomstring av giftige blågrønnbakterier må unngås.

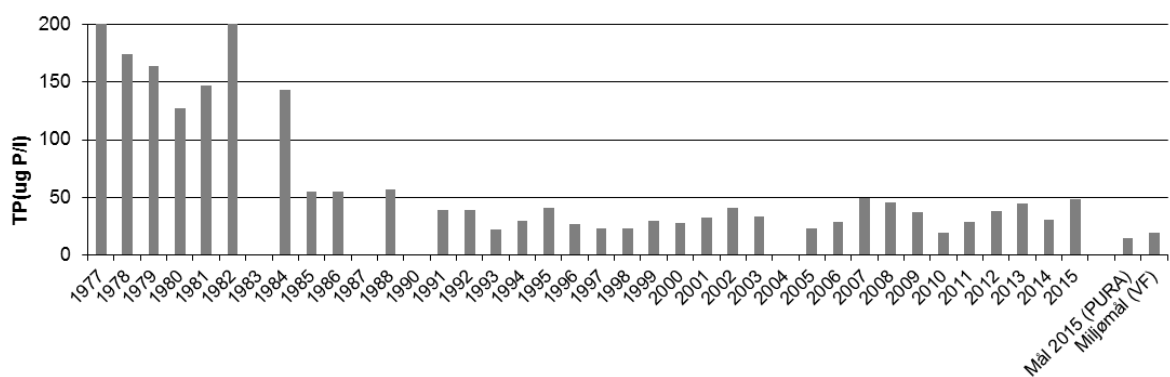
#### Vannkvalitet

Vannkvaliteten i Årungen ble betydelig bedre fra ca. 1985. Det har antagelig ikke vært noen signifikant endring fra ca. 1991. Det er årlig masseoppblomstring av blågrønnbakterier i Årungen. Andelen blågrønnbakterier i algesamfunnet varierer men er overveiende høy (ofte >50 %). Vannkvaliteten med hensyn til siktedyp og TP varierer også sterkt fra år til år. Flommer i tilførselsbekkene fører til økte konsentrasjon av TP og mer suspendert stoff.

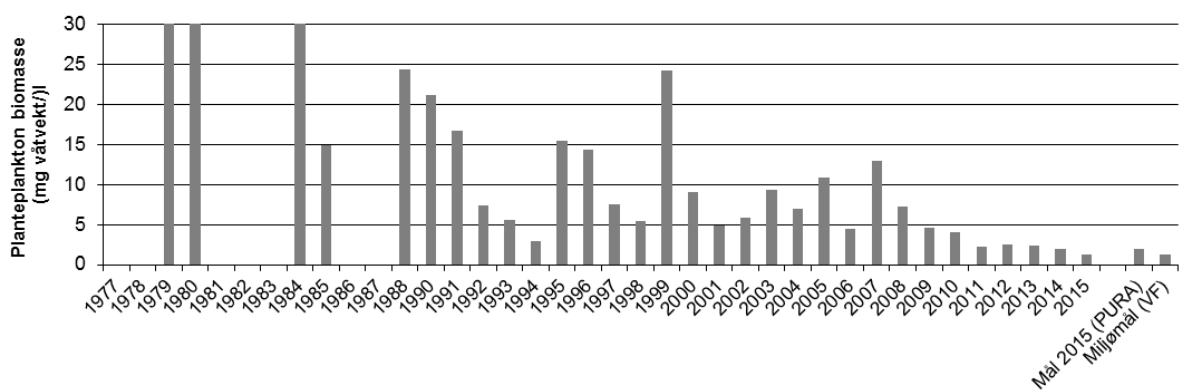
Figurene 30-32 viser siktedyp, mengde total fosfor og planktonalger i Årungen fra 1977 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



Figur 30. Siktedyp i Årungen 1977-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.



Figur 31. Total fosfor i Årungen 1977-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.



Figur 32. Planktonalger i Årungen 1977-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse). Det mangler data fra noen av årene.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Årungen iht. vannforskriften

Tabell 24 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Årungen, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

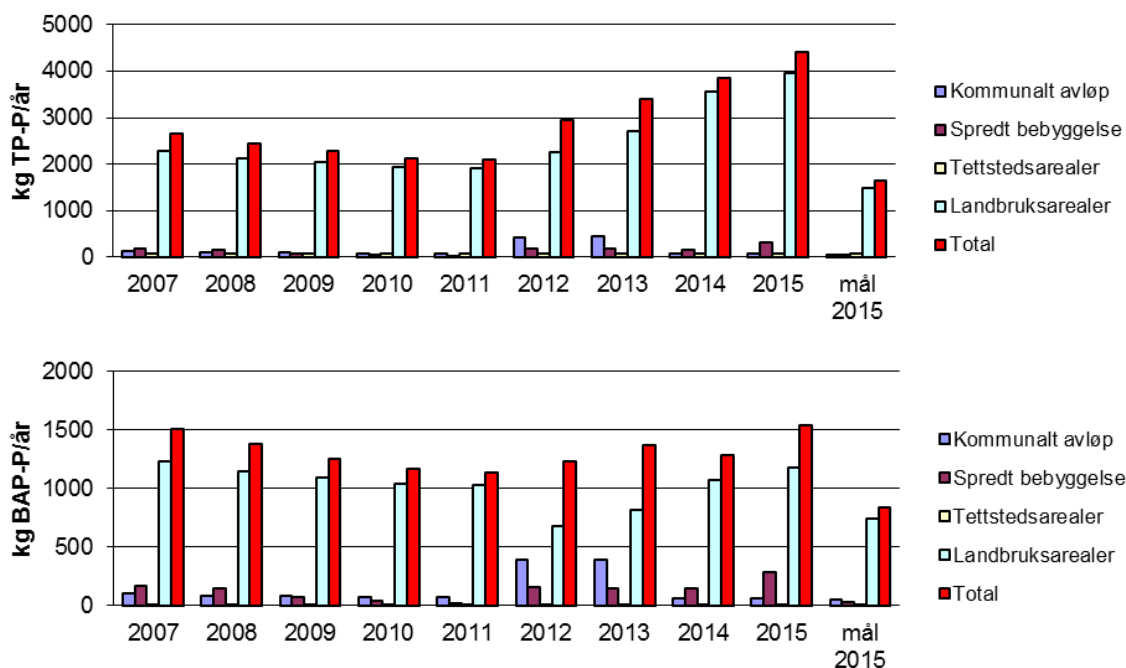
Tabell 24. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Årungen for 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Plantep plankton: Klorofyll-a, µg/l	11,22	M	0,57
Plantep plankton: Biovolum, mg/l	1,25	M	0,60
Plantep plankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		M	0,59
Plantep plankton: Trofisk indeks, PTI	2,34	SG	0,85
Plantep plankton: Cyanomax, mg/l	0,02	SG	0,98
<b>Totalvurdering plantep plankton</b>		<b>G</b>	<b>0,72</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	48,8	D	0,30
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	3160	SD	0,013
Siktedyp (m)	1,1	SD	0,16
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>D</b>	<b>0,23</b>
<b>Total klasse</b>		<b>M</b>	<b>0,50</b>

1) Det foreligger kun to prøver av Tot-N, og dette er ikke tilstrekkelig for en sikker tilstandsklassifisering

### Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 33 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning. Den varierende tilførselen fra kommunalt avløp (økning fra 2011 til 2012, nedgang fra 2013 til 2014) skyldes endret kunnskap om ledningsnett i Frogn kommune.



Figur 33. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Årungen i perioden fra 2007-2015.

### Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 25 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 25. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	40,6	37,5	34,3	32,5	31,2	43	50	60	68	25
Målt TP-kons.	50,0	46,0	37,0	23,0	42,0	38	45	31	49	15
Avvik kons. (%)	-18,8	-18,0	-7,3	+41,3	-23,3	13	11	92	39	< $\pm$ 50 %

### Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner, gjødsellager

Kommunalt avløp: -

Spredt bebyggelse: 6 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert

### Konklusjoner/årsakssammenhenger

Middelkonsentrasjonen av total fosfor ble betydelig redusert i perioden fra 1970-1980, og spesielt i årene 1985-86 observeres en betydelig forbedring. Dette var særlig et resultat av målrettede tiltak innen avløpshåndtering og avrenning fra landbruk. De siste 25 årene har konsentrasjonen vist betydelige svingninger fra år til år. Flommer i tilførselsbekkene fører til økte tilførsler av total fosfor og biotilgjengelig fosfor til Årungen.

Siktedypet har forbedret seg noe siden 1982, men det har vært liten endring siden 1990 med unntak av enkelte år med forbedret siktedyp.

Middelkonsentrasjonen av total nitrogen, TN, har ikke vist noen særlig endring siden 1976 men har variert fra år til år (data er ikke vist i figur).

Middelkonsentrasjonen av planktonalger har ikke endret seg signifikant siden 1992. Hele tiden har det vært stor dominans av blågrønnbakterier i kortere eller lengre perioder av sommeren. De siste fem årene har det derimot ikke vært dominans av blågrønnbakterier. Innholdet av klorofyll-a har ikke vært spesielt høyt i Årungen de siste årene, men det varierer noe fra år til år hvilke grupper som dominerer plankteplanktonsamfunnet. Innholdet av klorofyll-a og biovolum av planteplankton var lavere i 2015 enn de siste årene, men ligger begge i tilstandsklasse moderat. Planteplanktonsamfunnet var dominert av svelgflagellater og kiselalger og PTI-indeksen (sammensetning av planteplanktonet) gav tilstandsklasse svært god. Til tross for høye verdier av næringssalter i Årungen de siste årene er det en tendens til at planteplanktonsamfunnet domineres av arter som i mindre grad indikerer eutrofiering. Andelen blågrønnbakterier av den totale planteplanktonbiomassen var lav i 2015, og dette er uvanlig for denne innsjøen. Årungen hadde et siktedyp på 1,1 meter, noe som kan bety at algeveksten til tider er lysbegrenset i denne innsjøen.

Analyser av småkrepssamfunnet i Årungen viste at det var dominans av eutrofieringstolerante arter, og dette indikerer næringsrike forhold i innsjøen.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Moderat økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Årungen kommer fra landbruk. De store endringene i tilførsler fra 2011 til 2012 i fig. 33 kan skyldes overgang til nytt rapporteringsverktøy. Dette er utdypet i vedlegg 2. Rapporteringsverktøyet fanger opp en del lekkasjer fra ledningsnettet i årene 2012 og 2013.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +39 %.

## TILFØRSELSBEKKER TIL ÅRUNGEN

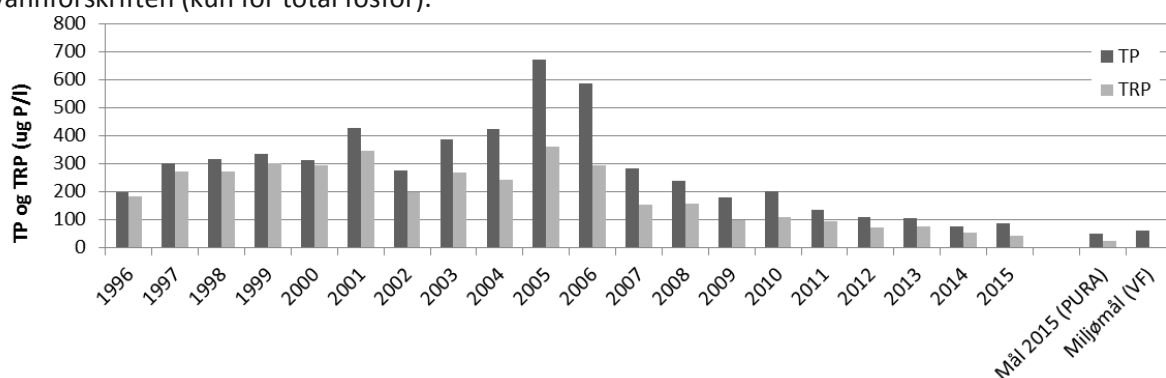
### VOLLEBEKKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-56-R  
 Beliggenhet: Oppegård, Ås  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

#### Tilførselsbekk til Årungen

Figur 34 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Vollebekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 34. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Vollebekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Vollebekken iht. vannforskriften

Tabell 26 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Vollebekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 26. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Vollebekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	*	**		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			4,39 (0,20)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	109,1 (<0,60)	105,8 (<0,60)	74,5 (<0,60)	86,1 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>D (0,20)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

\*Ingen indikatorarter, kan ikke beregne PIT \*\*Ikke tatt prøver i 2013

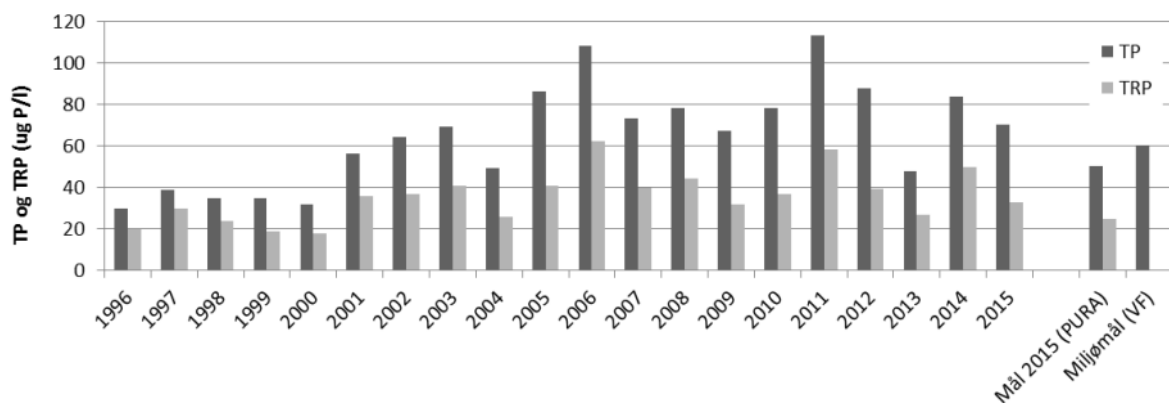
## BRØNNERUDBEKKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-56-R  
 Beliggenhet: Ås  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Årungen

Figur 35 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Brønnerudbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 35. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Brønnerudbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Brønnerudbekken iht. vannforskriften

Tabell 27 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Brønnerudbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 27. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Brønnerudbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	24,13 (0,49)	26,04 (0,47)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			5,07 (0,37)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	87,5 (<0,60)	47,8 (>0,60)	83,5 (<0,60)	70,3 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,49)</b>	<b>M (0,47)</b>	<b>D (0,37)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>



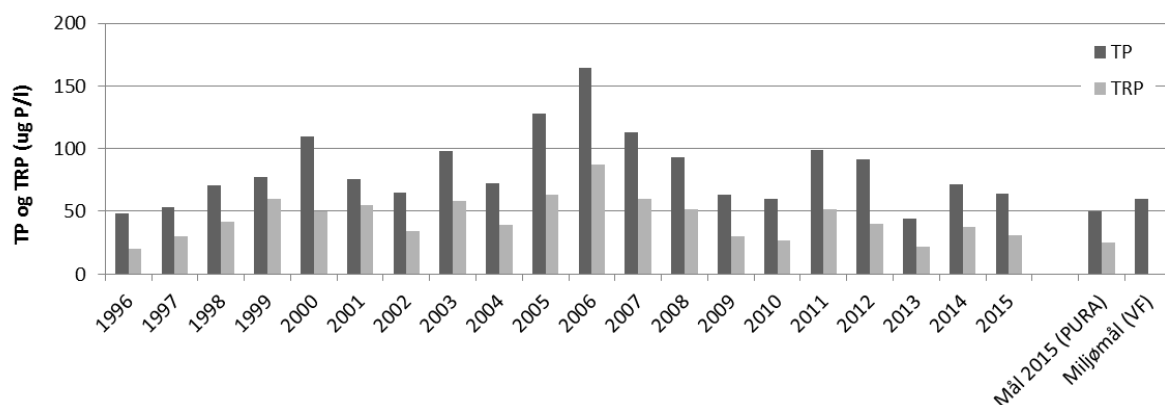
## SMEBØLBEBKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-56-R  
 Beliggenhet: Ås  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Årungen

Figur 36 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Smebølbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 36. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Smebølbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Smebølbekken iht. vannforskriften

Tabell 28 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Smebølbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 28. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Smebølbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Begroingsalger, PIT (nEQR)	27,12 (0,45)	41,05 (0,27)		
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,67 (0,77)	
<b>Vannkjemisk kvalitetselement</b>	Tot-P, µg/l (nEQR)	91,3 (<0,60)	33,3 (>0,60)	71,8 (<0,60)	64,4 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,45)</b>	<b>D (0,27)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

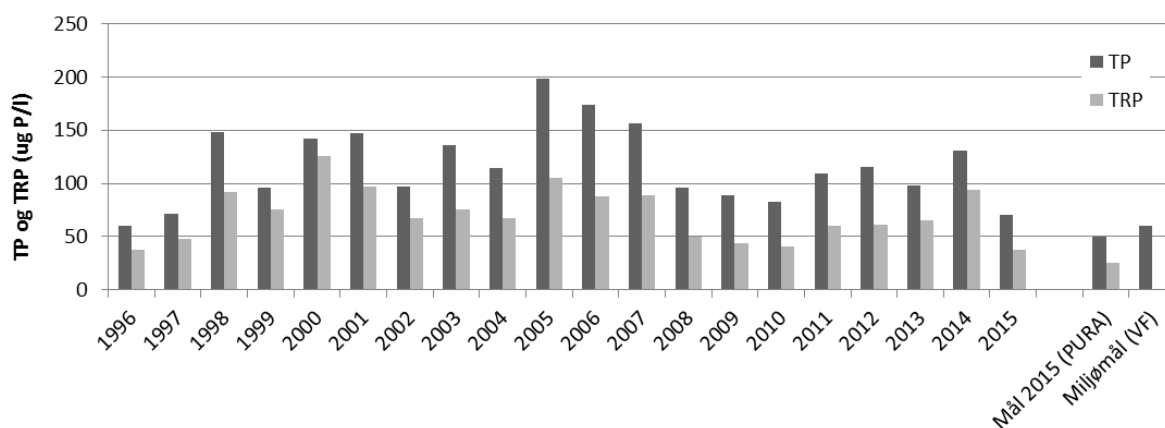
## STORGRAVA



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-56-R  
 Beliggenhet: Frogn  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Årungen

Figur 37 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Storgrava fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 37. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Storgrava 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Storgrava iht. vannforskriften

Tabell 29 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Storgrava, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 29. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Storgrava i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	25,35 (0,48)	19,17 (0,55)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			4,11 (0,19)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	115,3 (<0,60)	98,2 (<0,60)	131,4 (<0,60)	70,2 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,48)</b>	<b>M (0,55)</b>	<b>SD (0,19)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

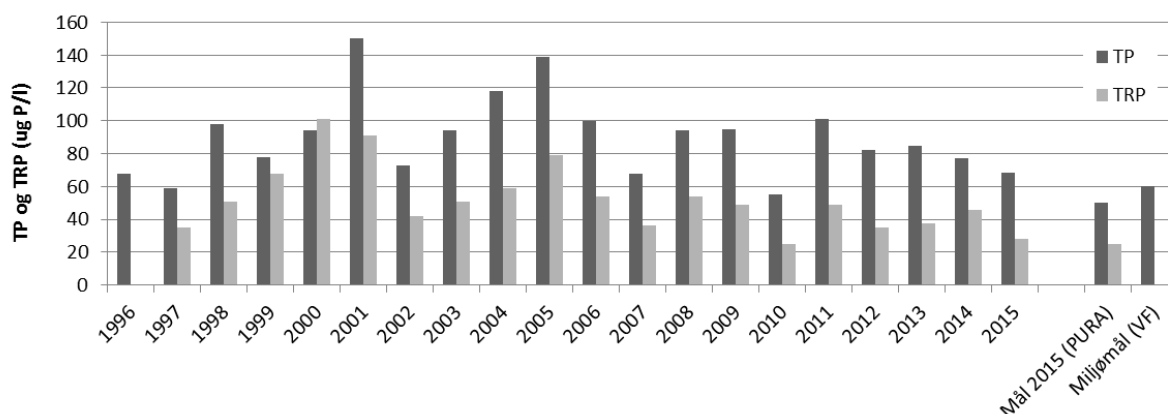
## BØLSTADBEKKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-56-R  
 Beliggenhet: Ås  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Årungen

Figur 38 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Bølstadbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 38. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Bølstadbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Bølstadbekken iht. vannforskriften

Tabell 30 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Bølstadbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 30. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Bølstadbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	*	28,96** 0,43		
	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,31 (0,68)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	82,0 (<0,60)	70,7 (<0,60)	76,9 (<0,60)	68,3 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>M (0,43)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

\*Ikke egnet substrat til å kunne ta prøver \*\* Prøven av begroingsalger ble tatt på en nyopprettet stasjon (BØL2) ca. 1 km oppstrøms for den etablerte stasjonen (BØL1), siden det i 2012 viste seg at det ikke var mulig å ta prøver av begroingsalger grunnet uegnet substrat ved denne stasjonen. Prøvene av total fosfor og begroingsalger er tatt på to forskjellige stasjoner og disse kan ha noe ulik forurensingsbelastning.

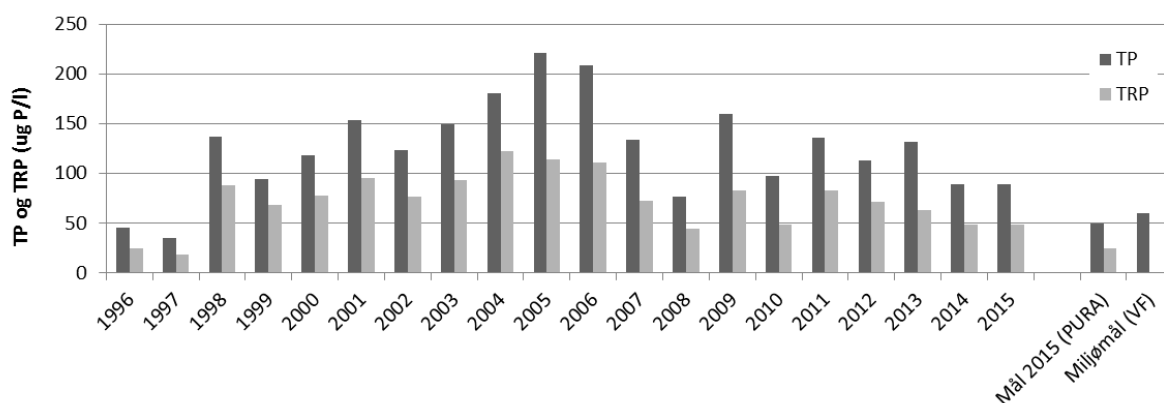
## NORDERÅSBEBKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-56-R  
 Beliggenhet: Ås  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Årungen

Figur 39 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Norderåsbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 39. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Norderåsbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Norderåsbekken iht. vannforskriften

Tabell 31 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Norderåsbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 31. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Norderåsbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	28,60 (0,43)	30,12 (0,41)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			5,91 (0,58)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	112,7 (<0,60)	109,8 (<0,60)	88,8 (<0,60)	88,9 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,43)</b>	<b>M (0,41)</b>	<b>M (0,58)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

### Felles konklusjon for alle tilførselsbekker til Årungen:

Middelkonsentrasjonen av TP og TRP har varierer mye fra år til år og det har ikke vært noen tydelig langsiktig tendens i utviklingen siden 1996 i noen av tilførselsbekkene. Vollebekken viser imidlertid en tydelig forbedring i løpet av de siste årene. Flom og økt erosjon fører til økte konsentrasjon av total fosfor og biotilgjengelig fosfor.

De biologiske kvalitetselementene, begroingsalger og bunnfauna, som ble undersøkt i 2012-2014 viser også tydelig at miljømålet i disse bekkene ikke er oppnådd.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: Moderat økologisk tilstand i alle tilførselsbekkene til Årungen (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og PIT-indeksen ga tilstandsklasse moderat i Brønnerudbekken, Storgrava og Norderåsbekken i både 2012 og 2013.

I Smebølbekken ga PIT indeksen tilstandsklasse moderat i 2012 og dårlig i 2013. Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og i 2013 ble det også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som indikerer organisk belastning.

I Bølstadbekken var det ikke egnet substrat til å ta prøver i 2012. Stasjonen ble flyttet lengre oppstrøms i 2013 og PIT-indeksen gav tilstandsklasse moderat.

I Vollebekken ble det ikke registrert noen indikatorarter i 2012, og PIT-indeks kunne ikke beregnes. Det ble ikke tatt prøver av begroingsalger i Vollebekken i 2013.

Bunnfauna (2014):

ASPT indeksen ga

tilstandsklasse god i Smebølbekken og Bølstadbekken

tilstandsklasse moderat i Norderåsbekken

tilstandsklasse dårlig i Brønnerudbekken og Vollebekken

tilstandsklasse svært dårlig i Storgrava.

Lav ASPT verdi indikerer høy organisk belastning.

## TILTAKSOMRÅDE 15: ØSTENSJØVANN

---

### ØSTENSJØVANN



Vassdrag:	Årungenvassdraget
Tiltaksområde (PURA):	15
Vannforekomst (Vann-nett):	005-5681-L
Beliggenhet:	Ås
Vanntype:	11 (kalkrik, humøs)
Høyde over havet (m):	89
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,3
Maksdyb/middeldyb (m):	7,1/3,9

---

### Beliggenhet

Nedbørfeltet til Østensjøvann ligger i Ski og Ås kommuner og er en del av Årungenvassdraget. Tiltaksområdet består av innsjøen Østensjøvann og tilløpsbekkene Finstadbekken/Skibekken og Skuterudbekken. Selve Østensjøvann ligger i Ås kommune. Store deler av Ski sentrum drenerer til vannet via Finstadbekken/Skibekken. Vannet er erosjonspåvirket. Østensjøvann er et naturreservat.

### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er moderat i 2015. Fosfortilførslene kommer hovedsakelig fra jordbruk og kommunalt ledningsnett. Det finnes flere ulike arter av fisk i innsjøen: Abbor, mort, gjedde, karuss, brasme og sørv. Målet er å oppnå god økologisk tilstand og balansert fisketilstand.

### Utfordringer

Hovedutfordringen er forurensning fra jordbruket og tettsteder. Østensjøvann er mye påvirket av forurensning fra kommunalt avløpsvann og jordbruk, og moderat fra spredt bebyggelse og avrenning fra tette flater. Det har tidvis vært høyt bakterieinnhold (TKB) i innsjøen som nok i hovedsak har stammet fra avløp. Det er prosjektert en rensepark i Finstadbekken/Skibekken og samtidig foretas en omlegging av deler av avløpsnettet i Ski sentrum. Man avventer bygging av rensepark i påvente av å se effekter av denne omleggingen. Det ble i 2014/2015 gjennomført et prosjekt for å se på mulighetene for ytterligere tiltak innen landbruket (prosjekt Østensjøvann, se vedlegg 1). Innsjørestaurerende tiltak for Østensjøvann er under vurdering.

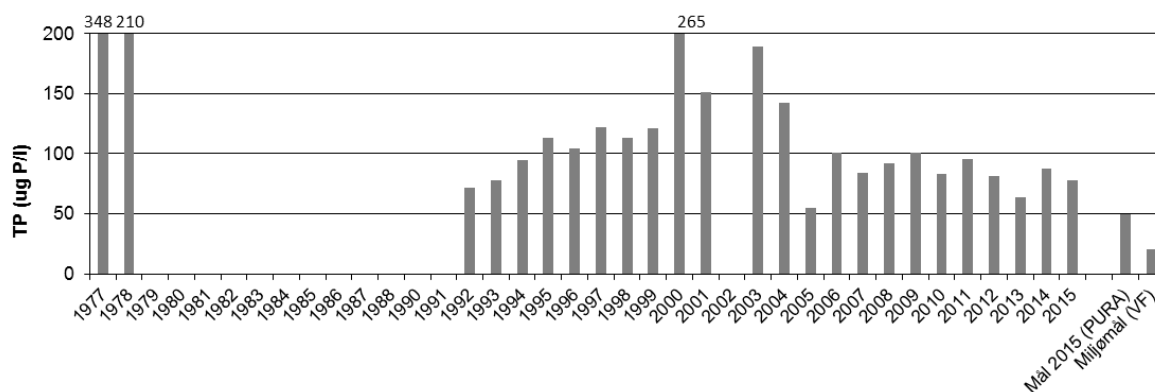
### Dagens og fremtidig bruk

Tiltaksområdet omfatter en verneverdig fuglelokalitet. Det tas vann til jordbruksvanning fra Østensjøvann, og innsjøen brukes til friluftsliv og fritidsfiske. Sikker jordbruksvanning og fortsatt friluftsliv og fritidsfiske er et mål for tiltaksområdet. Oppblomstring av giftige blågrønnbakterier (som kan nå Årungen) må unngås.

### Vannkvalitet

Vannkvaliteten har hatt betydelig forbedring siden 1977/78. Det har antagelig også vært en signifikant forbedring i vannkvaliteten siden 2001 selv om vannkvaliteten fortsatt er dårlig med masseoppblomstringer av blågrønnbakterier. I 2009 ble det ikke påvist blågrønnbakterier.

Figur 40 viser utviklingen i total fosfor i Østensjøvann fra 1977 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



Figur 40. Total fosfor i Østensjøvann 1977-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Østensjøvann iht. vannforskriften

Tabell 32 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Østensjøvann, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

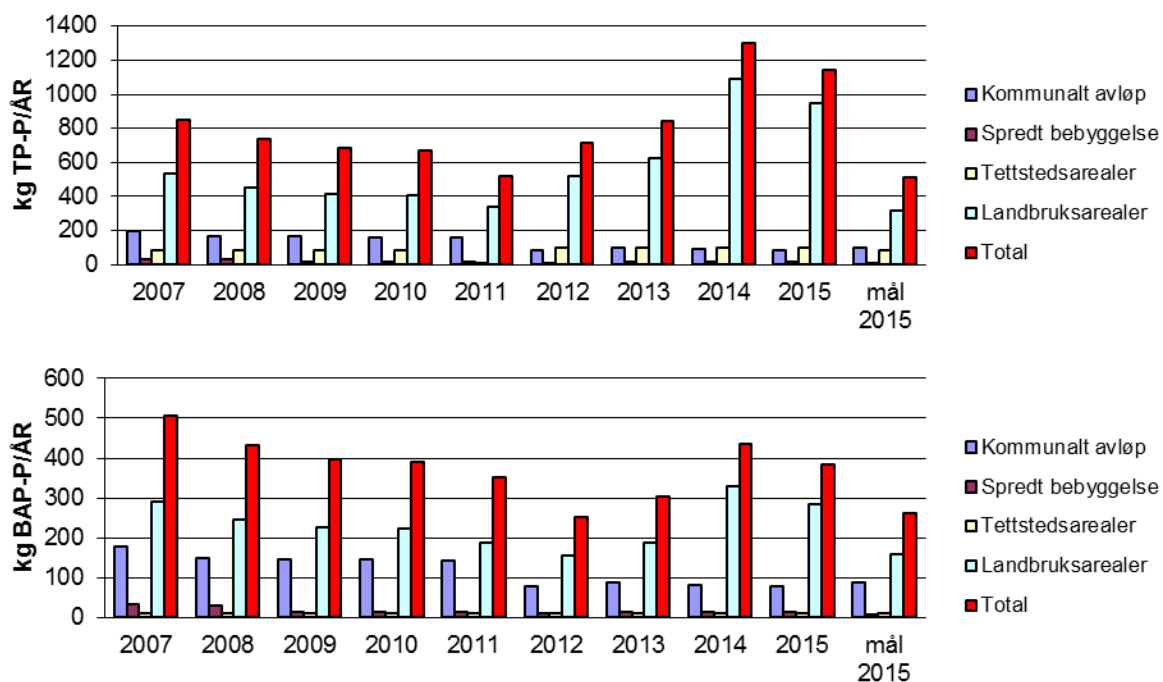
Tabell 32. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Østensjøvann i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	23,7	D	0,34
Planteplankton: Biovolum, mg/l	2,21	M	0,46
Planteplankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		M	0,40
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,42	G	0,76
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,51	G	0,72
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>M</b>	<b>0,58</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	87,8	SD	0,17
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	3220	SD	0,13
Siktedyp (m)	0,6	SD	0,09
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>SD</b>	<b>0,13</b>
<b>Total klasse</b>		<b>M</b>	<b>0,58</b>

1) Det foreligger kun to prøver av Tot-N, og dette er ikke tilstrekkelig for en sikker tilstandsklassifisering

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 41 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 41. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Østensjøvann i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 33 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 33. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	113,1	97,7	90,5	89,3	70,2	94	111	171	151	67,6
Målt TP-kons.	84,0	92,0	101,0	83,0	96,0	82	63	88	78	50
Avvik kons. (%)	+34,5	+6,0	-10,4	+7,5	-26,9	15	76	94	94	< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk:	Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner, fangdam
Kommunalt avløp:	2512 m ledningsnett er rehabilitert/sanert
Spredt bebyggelse:	1 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert



### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Østensjøvann er betydelig mer eutrof enn Årungen. I perioden mai - september 1977 og 1978 varierte TP- konsentrasjonen fra 150 - 900 µg P/l. Konsentrasjonene var høyest i august-september. I perioden 1992 - 2015 har midlere TP- konsentrasjonen variert mellom 50-265 µg P/l. Siden 2006 har konsentrasjonen av total fosfor vært rundt 80-100 µg P/l og det er ingen tendens til en ytterligere reduksjon i fosforkonsentrasjonen i Østensjøvannet denne siste 10-årsperioden.

I de siste årene har det vært mindre dominans av blågrønnbakterier i Østensjøvann, med unntak av 2014 hvor andelen av blågrønnbakterier var relativt høy og de potensielt giftproduserende slektene *Planktothrix* og *Anabaena* var dominerende. I 2015 var andelen blågrønnbakterier igjen lavere og det var kiselalger og svelgflagellater som dominerte plankteplanktonsamfunnet, sammen med grønnalger og blågrønnbakterier utover på seinsommeren. Det ble også observert en stor andel små celler, såkalte µ-alger.

Analyser av småkrepssamfunnet i Østensjøvann viste at det var dominans av eutrofieringstolerante arter, og dette indikerer næringsrike forhold i innsjøen.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Moderat økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Østensjøvann kommer fra landbruk og avløp. Det jobbes aktivt gjennom «Prosjekt Østensjøvann» med å finne gode tiltak for å redusere tilførselene fra disse sektorene til innsjøen, se vedlegg 1.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +94 %.

## TILFØRSELSBEKKER TIL ØSTENSJØVANN

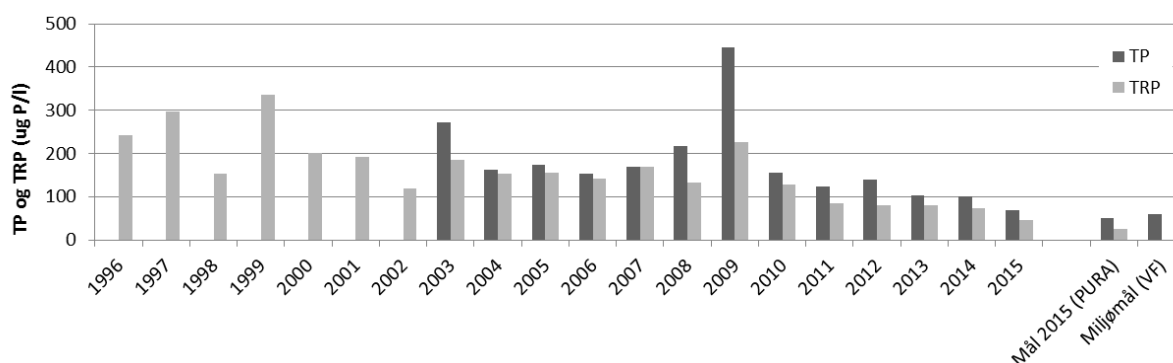
### FINSTADBEKKEN/SKIBEKKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 14  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-69-R  
 Beliggenhet: Ski  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Østensjøvann

Figur 42 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Finstadbekken/Skibekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 42. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Finstadbekken/Skibekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Finstadbekken/Skibekken iht. vannforskriften

Tabell 34 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Finstadbekken/Skibekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 34. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Finstadbekken/Skibekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Begroingsalger, PIT (nEQR)	24,50 (0,49)	25,51 (0,47)		
<b>Biologisk kvalitetselement</b>	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			3,00 (0,14)	
<b>Vannkjemisk kvalitetselement</b>	Tot-P, µg/l (nEQR)	138,4 (<0,60)	103,3 (<0,60)	101,5 (<0,60)	67,8 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,49)</b>	<b>M (0,47)</b>	<b>SD (0,14)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>

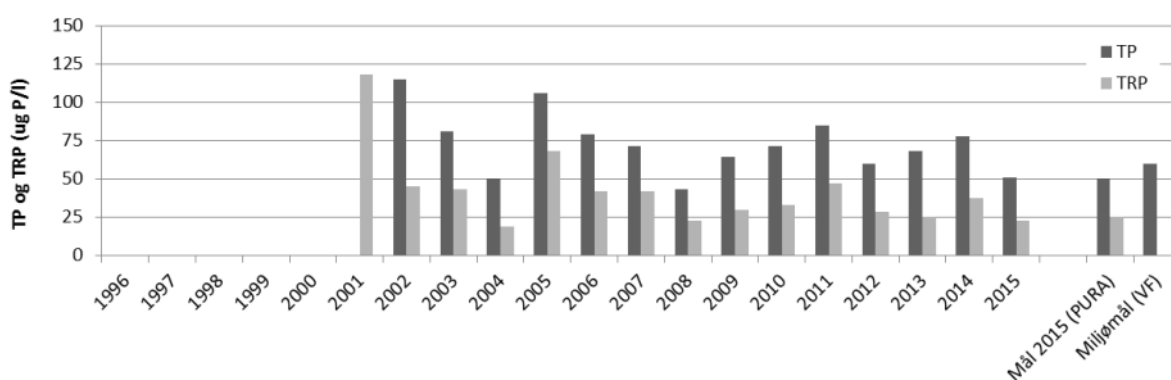
## SKUTERUDBEKKEN



Vassdrag: Årungenvassdraget  
 Tiltaksområde (PURA): 15  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-70-R  
 Beliggenhet: Ås  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Tilførselsbekk til Østensjøvann

Figur 43 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Skuterudbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 43. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Skuterudbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Skuterudbekken iht. vannforskriften

Tabell 35 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Skuterudbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 35. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Skuterudbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	25,35 (0,48)	29,07 (0,43)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			4,77 (0,30)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	60,1 (<0,60)	68,3 (<0,60)	77,5 (<0,60)	50,8 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,48)</b>	<b>M (0,43)</b>	<b>D (0,30)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

### Felles konklusjon for alle tilførselsbekker til Østensjøvann:

I Finstadbekken/Skibekken har det vært en forbedring i konsentrasjonen av TRP og TP siden 2009, og dette skyldes opprydding i feilkoblinger og rehabilitering av ledningsnett i Ski sentrum. I Skuterudbekken er det ingen klar trend i utvikling av TP og TRP de siste årene, men i 2015 var det lavere konsentrasjon av TP og TRP sammenlignet med de foregående årene. Flommer og økt erosjon fører til økte konsentrasjon av total fosfor og biotilgjengelig fosfor.

De biologiske kvalitetselementene, begroingsalger og bunnfauna, som ble undersøkt i 2012-2014 viser tydelig at miljømålet i disse bekkene ikke er oppnådd.

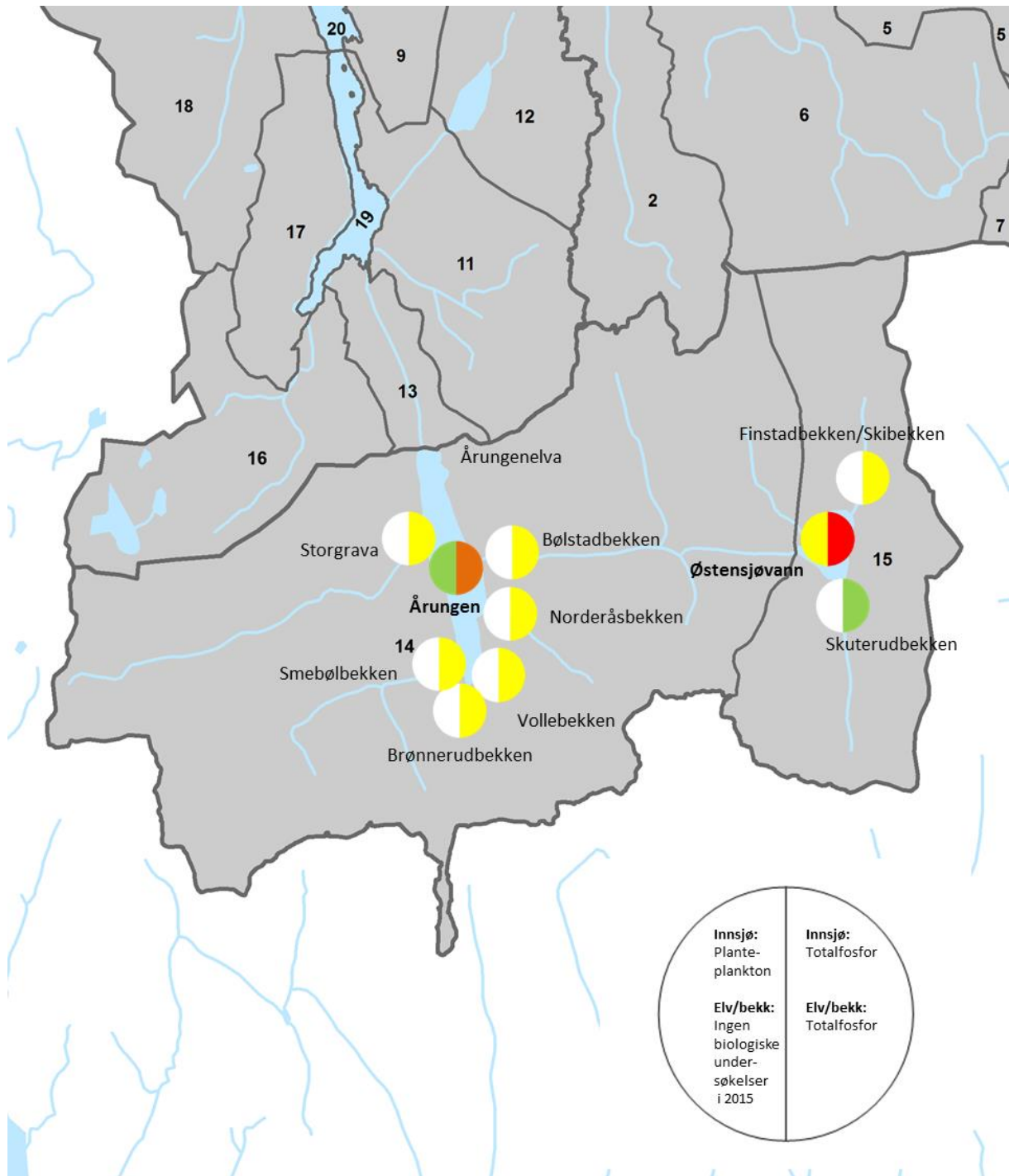
»» Tilstandsklasse (vannforskriften): God økologisk tilstand i Skuterudbekken.  
Moderat økologisk tilstand i Finstadbekken/Skibekken (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og PIT-indeksen gir tilstandsklasse moderat. I Finstadbekken ble det også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som indikerer organisk belastning. PIT -indeksen gir tilstandsklasse moderat i begge bekkene i 2012 og 2013.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse dårlig i Skuterudbekken  
tilstandsklasse svært dårlig i Finstadbekken/Skibekken  
Dette indikerer at det er organisk belastning i begge bekkene.

### Økologisk tilstand i Årungenvassdraget

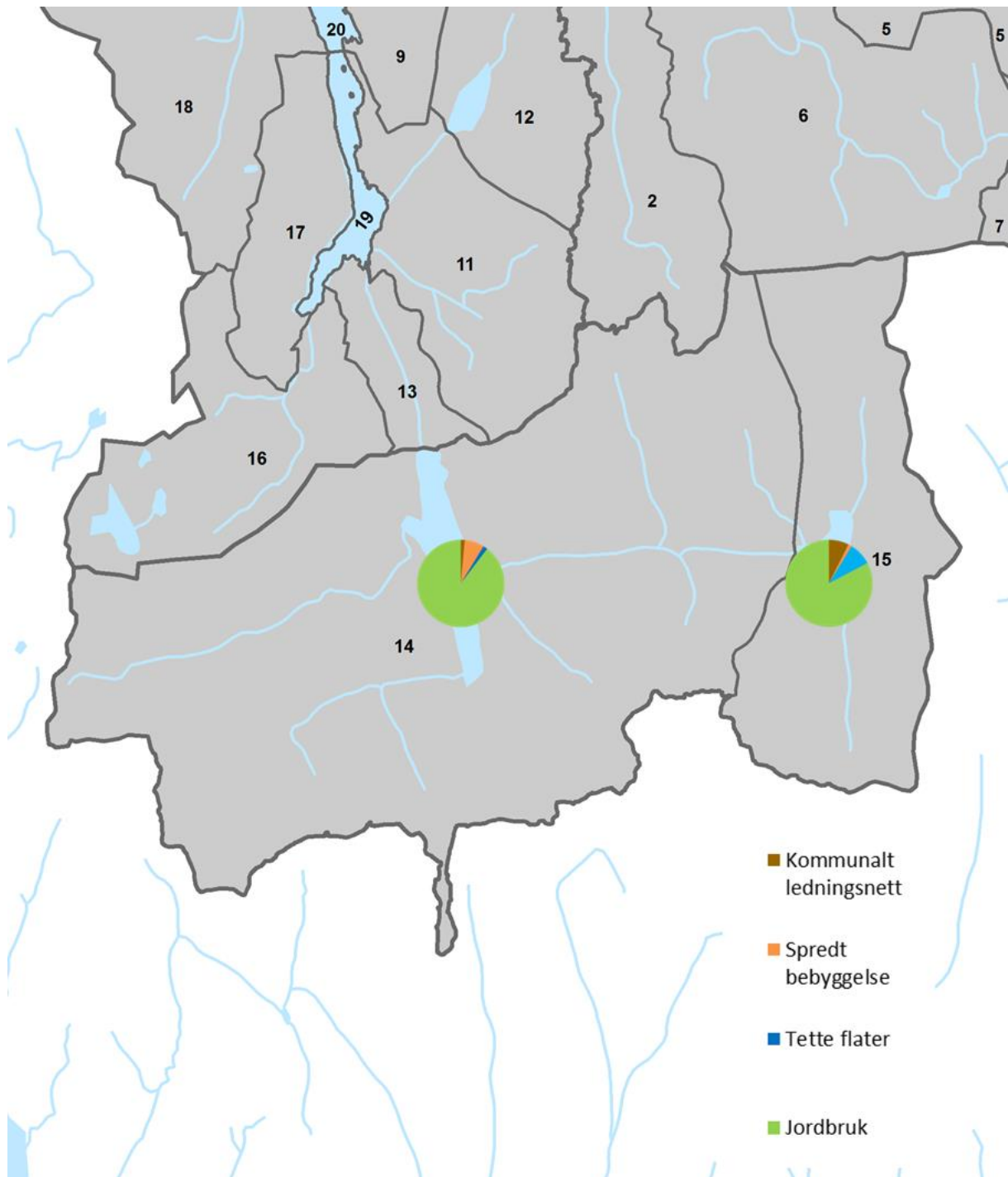
Vurderingen av økologisk tilstand i innsjøene og elve- og bekkelokalitetene i Årungenvassdraget er vist i figur 44. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). For innsjøene er tilstandsklassifiseringen basert på planteplankton og total fosfor, mens den i elve- og bekkelokalitetene er basert på total fosfor.



Figur 44. Økologisk tilstand i tiltaksområdene i Årungenvassdraget i 2015 basert på planteplankton og total fosfor i innsjøer og total fosfor i elver/bekker (det ble ikke tatt prøver av begroingsalger eller bunnfauna i bekkene i 2015 og dette er vist ved hvit farge). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).

### Forurensningskilder i Årungenvassdraget

Det er gjennomført vurderinger av forurensningskilder for tilførsler av fosfor til tiltaksområdene i Årungenvassdraget, fordelt på sektorene avløp (kommunalt ledningsnett), spredt bebyggelse, tettstedsarealer (tette flater) og landbruksarealer (jordbruk) (figur 45).



Figur 45. Tilførsler av total fosfor fra de ulike sektorene i tiltaksområdene i Årungenvassdraget.

## 2.3 Bunnefjorden

### TILTAKSOMRÅDE 1: GJERSJØELVA

---

#### GJERSJØELVA



Vassdrag:	Bunnefjorden
Tiltaksområde (PURA):	1
Vannforekomst (Vann-nett):	005-14-R
Beliggenhet:	Oppegård
Vanntype:	7 (moderat kalkrik, klar)
Påvirkning:	Eutrofiering

Utløpselv fra Gjersjøen

---

#### Beliggenhet

Gjersjøelva ligger i Oppegård og Oslo kommuner og er en del av Gjersjøvassdraget. Gjersjøelva begynner ved utløpet av Gjersjøen og munner ut i Oppegård båthavn. Ved utløpet av Gjersjøen er elva i hovedsak påvirket av tilstanden til Gjersjøen, men den er også påvirket av andre kilder som veisalt, avløpsvann og erosjon fra vassdraget.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er klassifisert som svært god i 2015. Fosfortilførslene kommer fra ulike kilder. Vassdraget er laks- og sjørrettførende og er meget viktig for biologisk mangfold. Vassdraget er viktig for fuglelivet og blant annet fossefall har tilhold ved elva.

#### Utfordringer

Utfordringen er å bedre vannkvaliteten i Gjersjøen. Elva er eutrof, men har vist en forbedring de siste årene. At et tiltaksområde er eutroft vil si at det har et forhøyet innhold av næringsstoffer som for eksempel biologisk tilgjengelig fosfor. Dette øker algeveksten og forringer vannkvaliteten.

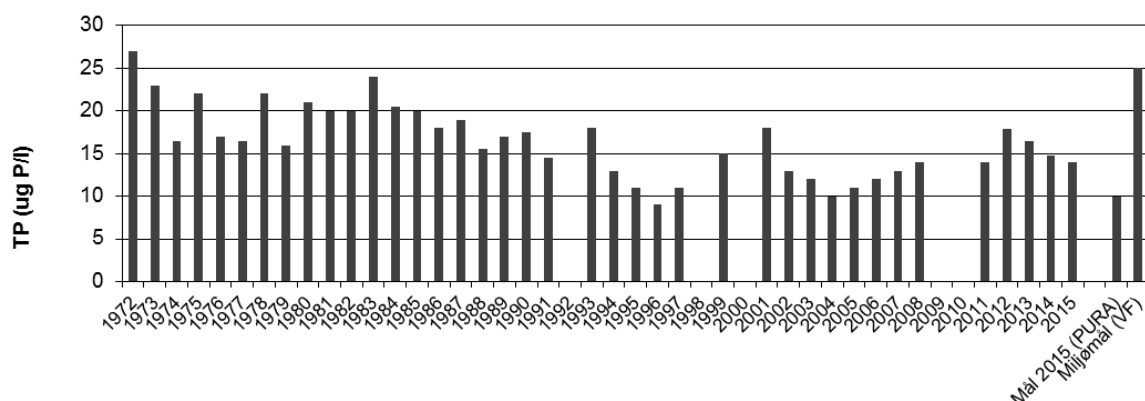
#### Dagens og fremtidig bruk

Elva brukes til friluftsliv og fiske og dette er også et fremtidig mål for tiltaksområdet. Dette krever minimums vannføring og at fisketilstanden opprettholdes eller forbedres. Tiltaksområdet er rik på kulturminner som sagdrift og mølledrift.

#### Vannkvalitet

Ved utløpet av Gjersjøen er elva i hovedsak påvirket av tilstanden til Gjersjøen, men den er også påvirket av andre kilder som veisalt, avløpsvann og erosjon.

Figur 46 viser utviklingen i total fosfor i Gjersjøelva fra 1972 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften.



Figur 46. TP i Gjersjøelva 1972-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene.

#### Klassifisering av økologisk tilstand i Gjersjøelva iht. vannforskriften

Tabell 36 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Gjersjøen, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

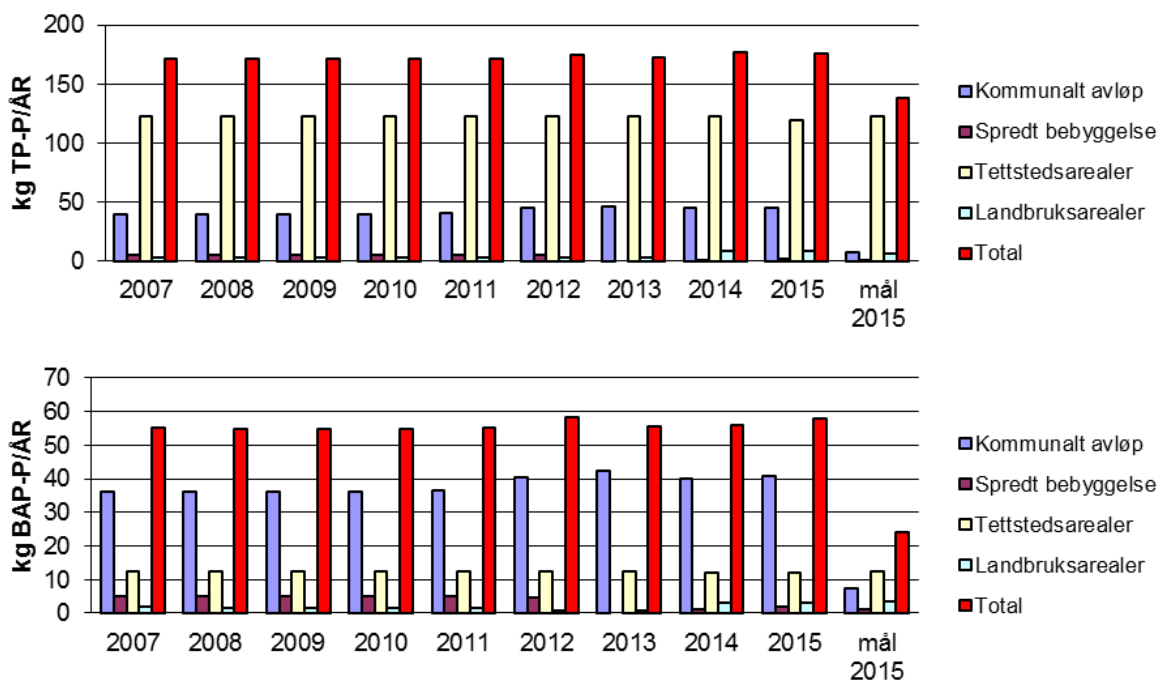
Tabell 36. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Gjersjøelva i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	21,90 (0,52)	27,77 (0,44)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			5,4 (0,46)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	17,9 (0,69)	16,5 (0,75)	14,8 (0,80)	13,6 (0,83)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,52)</b>	<b>M (0,44)</b>	<b>M (0,46)</b>	<b>SG (0,83)</b>



## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 47 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015.



Figur 47. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) til Gjørsjøelva i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 37 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 37. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	13,6	13,0	12,7	12,5	12,1	15	15	17	16	9,7
Målt TP-kons.	13,0	14,0	12,0	14,0	14,0	18	17	15	14	10
Avvik kons. (%)	+4,6	-7,0	+5,8	-10,7	-13,6	-17	-12	13	14	< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	6,6	6,4	6,1	5,9	5,5	6	6	6,5	5,9	3,8
Målt TRP-kons.					4,0	3	4	-	-	
Avvik kons. (%)					+37,5	100	50			< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, gjødselplaner  
 Kommunalt avløp: -  
 Spredt bebyggelse: -

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Middelkonsentrasjonen av TP i Gjersjøelva er i stor grad avhengig av TP- middelkonsentrasjonen i Gjersjøen. Denne har vært relativt lik siden 1990, men det har vært en betydelig forbedring siden 1960-1980-tallet. Det er noe år til år variasjon, og flommer fører til økt konsentrasjon av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Svært god økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse moderat.

Den største tilførselen av fosfor til Gjersjøelva kommer fra avløp og tettstedsarealer.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +14 %.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

## TILTAKSOMRÅDE 9: ÅS/OPPEGÅRD TIL BUNNEFJORDEN

---

### ÅS/OPPEGÅRD TIL BUNNEFJORDEN-BEKKEFELT



Vassdrag:	Bunnefjorden
Tiltaksområde (PURA):	9
Vannforekomst (Vann-nett):	005-29-R
Beliggenhet:	Oppegård, Ås
Vanntype:	11 (leirpåvirkete elver)
Påvirkning:	Eutrofiering

Bekkefeltet representert ved:  
Bekkenstenbekken, Delebekken, Kjernesbekken

---

#### **Beliggenhet**

Beliggenhet: Tiltaksområdet Ås/Oppegård til Bunnefjorden ligger i Ås og Oppgård kommuner. Tiltaksområdet består av mindre bekker hvorav de viktigste er Delebekken og Bekkenstenbekken. Bekkesystemet drenerer direkte til Bunnefjorden. Området er lite utbygd og har kun spredt bebyggelse.

#### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden er god for hovedbekkene i 2015. Det er ikke påvist fisk i bekkene. Årsaken kan være at de tørrlegges i perioder.

#### **Utfordringer**

Deler av bekkesystemet har et høyt bakterietall der kilden mest sannsynlig er spredt bebyggelse. Området har en rekke drikkevannsbrønner i fjell samt spredt avløp. Tiltak innen kommunalteknikk og spredt bebyggelse er i slutfasen (Ås kommune) og man kan forvente bedret vannkvalitet i nær fremtid knyttet til redusert bakterieinnhold. Tiltaksområdet er også påvirket av forurensning fra jordbruket.

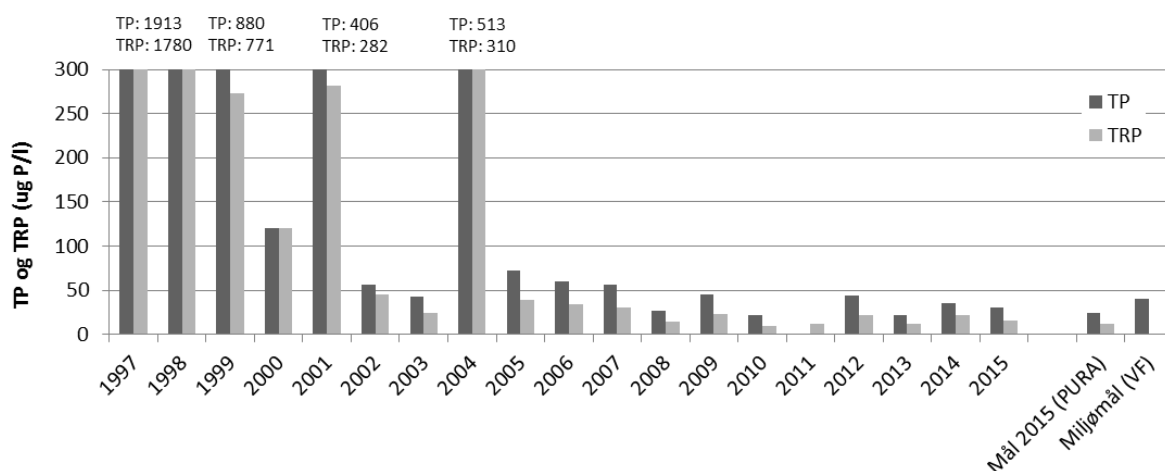
#### **Dagens og fremtidig bruk**

Bekkene er av interesse i forhold til friluftsliv. Deler av tiltaksområdet er vernet (egen registrering for Bålerud 2009). Delebekken og Bekkenstenbekken bør også vernes. Det er utstrakt bading ved en rekke av strendene ved Bunnefjorden, f.eks. Ingierstrand, og et aktivt båtliv. Store områder er avsatt for fremtidig utbygging, noe som krever kommunal infrastruktur.

#### **Vannkvalitet**

Hovedbekkene i dette tiltaksområdet er Bekkenstenbekken, Delebekken og Kjernesbekken. Langsiktige måleserier for Bekkenstenbekken og Delebekken finnes ikke. Kjernesbekken brukes for å illustrere en av de mange bekkene som dette tiltaksområdet består av.

Figur 48 viser utviklingen i total fosfor og total reaktivt fosfor i Kjernesbekken fra 1997 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 48. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Kjernesbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

#### Klassifisering av økologisk tilstand i Bekkenstenbekken iht. vannforskriften

Tabellene 38-40 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i (øverst til nederst) Bekkenstenbekken, Delebekken og Kjernesbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand i bekkene. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 38. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Bekkenstenbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	19,88 (0,55)	40,86 (0,27)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,21 (0,66)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	28,2 (>0,60)	9,6 (>0,60)	38,3 (>0,60)	31,7 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,55)</b>	<b>D (0,27)</b>	<b>G (0,66)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

Tabell 39. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Delebekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	23,01 (0,51)	25,6 (0,47)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,37 (0,70)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	20,5 (0,61)	24,1 (>0,60)	15,5 (>0,60)	19,6 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,51)</b>	<b>M (0,47)</b>	<b>G (0,70)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

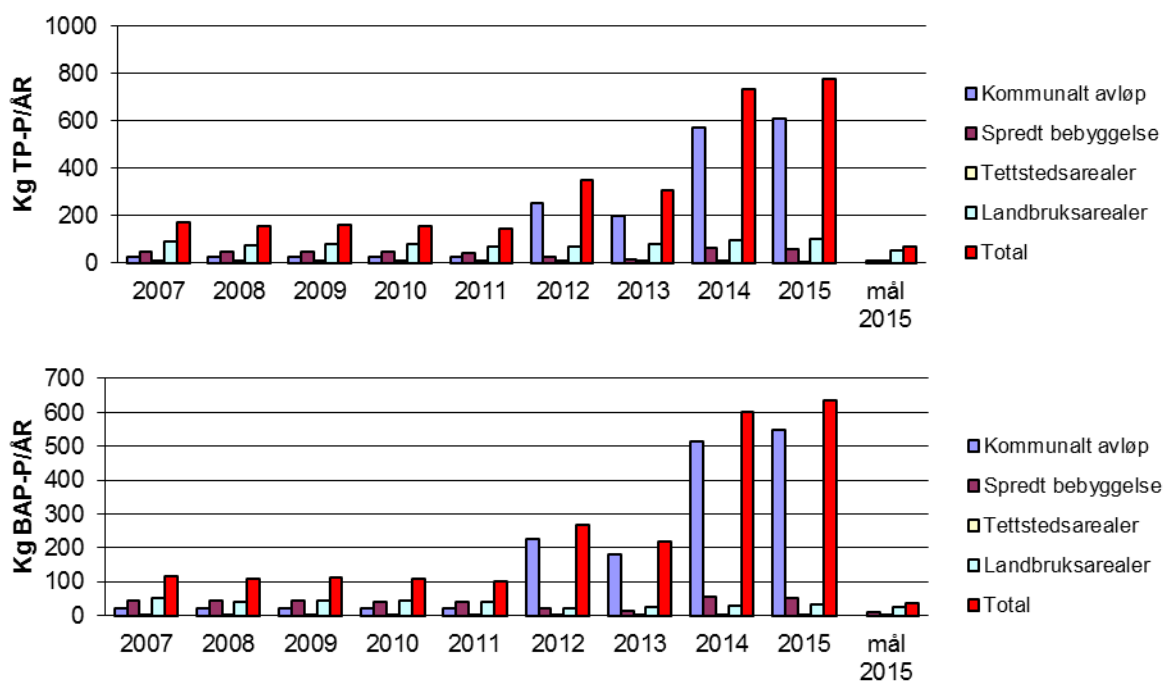
Tabell 40. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Kjernebekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	21,11* (0,43)	**		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			**	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	43,6 (<0,60)	22,2 (>0,60)	35,1 (>0,60)	30,7 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

\*Usikker indeksberegning pga. saltvannspåvirkning \*\* Det ble ikke tatt prøver av begroingsalger/bunnfauna grunnet saltvannspåvirkning

#### Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 49 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Den store økningen i kommunalt avløp fra 2013 til 2014 skyldes nødoverløp fra Nordre Follo renseanlegg, som nå er inkludert i beregningen. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 49. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

#### Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 41 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon. Basert på målinger i Kjernesbekken.

Tabell 41. Kjernesbekken: Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012 *	2013 *	2014 *	2015 *	2015 mål
Beregnet TP-kons.	29,8	26,8	27,7	27,4	25,1	61	53			14,1
Målt TP-kons.	60,0	56,0	27,0	45,0	22,0	44	22	35	31	25,0
Avvik kons. (%)	-50,0	-52,0	+2,6	-39,0	+14,0					< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	20,5	19,1	19,5	19,1	17,7	47	39			6,2
Målt TRP-kons.	31	14	23	10	12	22	12	22	16	
Avvik kons. (%)	-33,8	+36,0	-15,2	+91,0	+43,0					< $\pm$ 50 %

\* For 2012, 2013, 2014 og 2015 er total fosfor målt i Kjernesbekken, mens tilførsel er beregnet i fjorden. Avvik kan derfor ikke beregnes for disse årene.

#### Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, gjødsellager  
 Kommunalt avløp: -  
 Spredt bebyggelse: 5 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Tiltaksområdet består av mange små vassdrag. Middelkonsentrasjonen av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP) i Kjernesbekken har hatt en betydelig positiv utvikling fra slutten av 1990-tallet. Flommer og økt erosjon fører til økte konsentrasjon av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): God økologisk tilstand i Bekkenstenbekken, Delebekken og Kjernesbekken (basert på total fosfor).

Begroingsalger (2012, 2013): Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og PIT-indeksen ga tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013 i Delebekken. I Bekkenstenbekken va PIT-indeksen tilstandsklasse moderat i 2013 og dårlig i 2013. Kjernesbekken var tydelig saltvannspåvirket og var dominert av alger som trives i brakkvann. Dette førte til usikre indeksberegninger for PIT. Det ble ikke tatt prøve av begroingsalger i Kjernesbekken i 2013.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse god i Bekkenstenbekken og Delebekken. Det ble ikke tatt prøve av bunnfauna i Kjernesbekken i 2014.

Den største tilførselen av fosfor i bekkefeltet kommer fra avløp, landbruk og spredt bebyggelse. De store endringene i tilførsler fra 2011 til 2012 i fig. 48 skyldes overgang til nytt rapporteringsverktøy. Dette er utdypet i vedlegg 2. Den større økningen i tilførsler fra avløp - tettsted fra 2011 til 2012 skyldes forurensning fra Nordre Follo Renseanlegg som ble fanget opp ved nytt rapporteringssystem.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: Ikke beregnet.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

## TILTAKSOMRÅDE 11: FÅLEBEKKEN/KAKSRUDBEKKEN

---

### FÅLEBEKKEN OG KAKSRUDBEKKEN



Vassdrag:	Bunnefjorden
Tiltaksområde (PURA):	11
Vannforekomst (Vann-nett):	005-30-R
Beliggenhet:	Ås, Oppegård
Vanntype:	11 (leirpåvirkete elver)
Påvirkning:	Eutrofiering

Bekk som renner ut i Bunnefjorden

---

#### **Beliggenhet**

Fålebekken/Kaksrudbekken ligger i Ås kommune og er en del av vassdraget til Bunnefjorden. Tiltaksområdet består av bekker.

#### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden er god i 2015. Det er tilførsler av fosfor hovedsakelig fra spredt bebyggelse og jordbruk. I Fålebekken er det i 2012 blitt registrert ørret, mort, trepigget stingsild og skrubbe. I Kaksrudbekken ble det i 2012 registrert ørret og skrubbe.

#### **Utfordringer**

Bekkesystemene er eutrofe. Fålebekken/Kaksrudbekken er påvirket av fosfortilførsel fra spredt avløp, fra jordbruk og fra avrenning fra tette flater. Bakterietallet i bekkene er høyt.

#### **Dagens og fremtidig bruk**

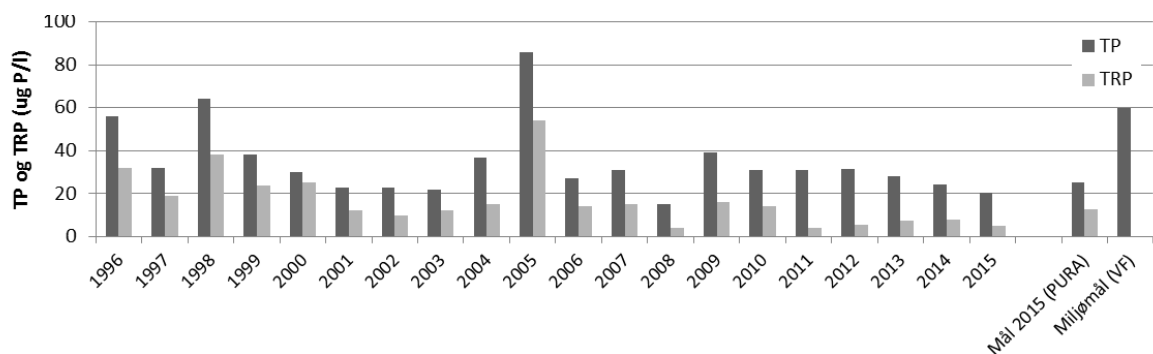
Tiltaksområdet brukes til friluftsliv og dette er også et fremtidig mål for området.

#### **Vannkvalitet Fålebekken**

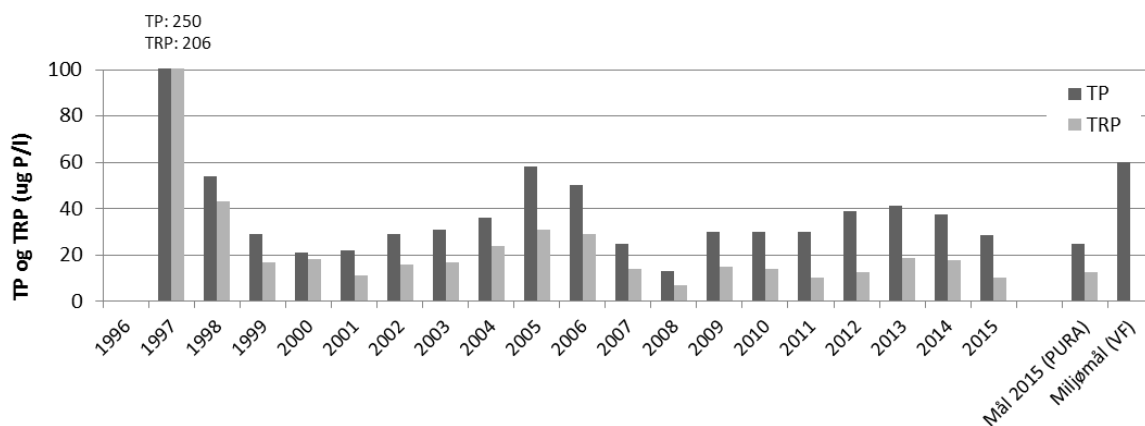
Vannkvaliteten har antagelig forbedret seg i perioden 1996 – 2008.

Figur 50 og 51 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i hhv Fålebekken og Kaksrudbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).





Figur 50. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Fålebekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.



Figur 51. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Kaksrubbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Fålebekken og Kaksrubbekken iht. vannforskriften

Tabell 42 og 43 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i hhv Fålebekken og Kaksrubbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 42. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Fålebekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	21,8* (0,53)	**		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			**	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	31,5 (>0,60)	28,2 (>0,60)	24,1 (>0,60)	20,3 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

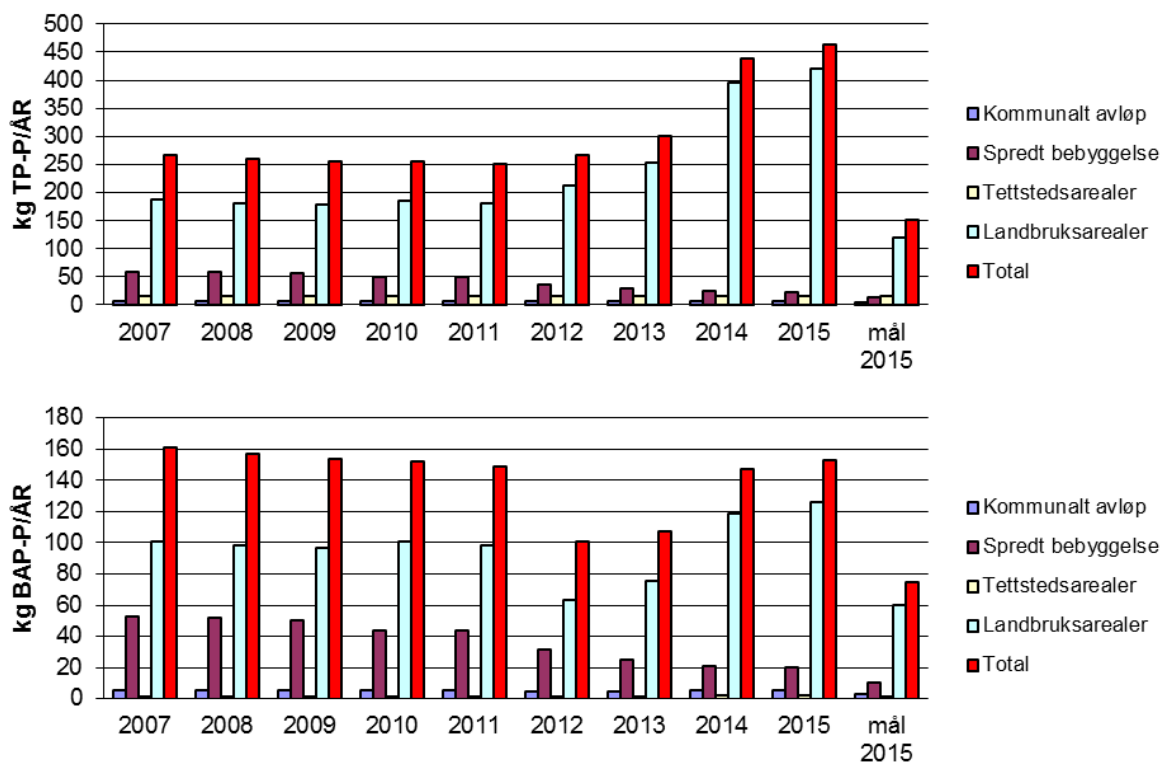
\*Usikker indeksberegning pga. saltvannspåvirkning \*\* Det ble ikke tatt prøver av begroingsalger/bunnfauna grunnet saltvannspåvirkning

Tabell 43. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Kaksrudbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	28,75 (0,43)	25,30 (0,48)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,2 (0,66)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	38,9 (>0,60)	41,4 (>0,60)	37,3 (>0,60)	28,6 (>0,60)
Total klasse (nEQR)		M (0,43)	M (0,48)	G (0,66)	G (>0,60)

### Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 52 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 52. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 44 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 44. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 og mål for 2015. Det er usikkert hvor representative bekkene er for tiltaksområdet, og % avvik er derfor ikke beregnet. F=Fålebekken, K= Kaksrubbekken

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	37,3	36,1	35,6	35,9	35,3	37	41	58	61	21
Målt TP-kons. (F)	31,0	15,0	39,0	31,0		32	28	24	20	25
Målt TP-kons. (K)	25,0	13,0	30,0	30,0		39	41	37	29	25
Avvik kons. (%)										< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	22,5	21,9	21,5	21,4	21,1	14	15	20	21	9,3
Målt TRP-kons. (F)	15,0	4,0	16,0	14,0	4,0	6	8	8	5	
Målt TRP-kons. (K)	31,0	7,0	15,0	14,0	10,0	12	19	18	10	
Avvik kons. (%)										< $\pm$ 50 %

### Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner

Kommunalt avløp: -

Spredt bebyggelse: -

### Konklusjoner/årsakssammenhenger

I Fålebekken har middelerdien av TP variert mellom 20-40  $\mu\text{g/l}$  siden 2000, med unntak betydelig høyere verdi i 2005 (90  $\mu\text{g/l}$ ). Det har vært samme trend for TRP-verdiene.

I Kaksrubbekken var TP- og TRP-verdiene meget høye i 1997, men ble så betydelig redusert. Flommer fører til økte konsentrasjon av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: God økologisk tilstand i Fålebekken og Kaksrubbekken (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): PIT indeksen ga tilstandsklasse moderat i Kaksrubbekken i 2012 og 2013. Det var flere arter som indikerer påvirkning av eutrofi, og det ble også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) som indikerer organisk belastning. Fålebekken var tydelig saltvannspåvirket og var dominert av alger som trives i brakkvann. Dette førte til usikre indeksberegninger for PIT. Det ble ikke tatt prøve av begroingsalger i Fålebekken i 2013.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse god i Kaksrubbekken. Det ble ikke tatt prøver av bunnfauna i Fålebekken i 2014.

Den største tilførselen av fosfor til Fålebekken/Kaksrubbekken kommer fra landbruk og spredt avløp.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: Ikke beregnet.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

## TILTAKSOMRÅDE 12: POLLEVANN

---

### POLLEVANN



Vassdrag:	Bunnefjorden
Tiltaksområde (PURA):	12
Vannforekomst (Vann-nett):	005-5640-L
Beliggenhet:	Ås
Vanntype:	11 (kalkrik, humøs)
Høyde over havet (m):	1
Påvirkning:	Eutrofiering
Innsjøareal (km <sup>2</sup> ):	0,3
Maksdyb/middeldyp (m):	< 3 (estimert)

---

#### Beliggenhet

Pollevann ligger i Ås kommune og er en del av Bunnefjordvassdraget. Tiltaksområdet har avrenning til Bunnefjorden. Innsjøen er meromiktisk. Det betyr at den er permanent lagdelt med et bunnvann (saltvann) som aldri blander seg med vannlaget over. Grunnen til dette at under landhevingen ble Pollevann avsnørt som et fjordområde. Pollevann er et naturreservat.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er vurdert som god i 2015.

#### Utfordringer

Innsjøen er eutrof. Dette medfører høy algevekst og forringelse av vannkvalitet. Pollevann er påvirket av forurensningskilder som kommunalt avløpsvann, jordbruk, spredt avløp og avrenning fra tette flater.

#### Dagens og fremtidig bruk

Innsjøen brukes til friluftsliv (to badeplasser) og fiske og dette er også et fremtidig mål for tiltaksområdet.

#### Vannkvalitet

Det er få målinger frem til 2011. Pollevann hadde god vannkvalitet i de øvre vannmasser i 2015.

## Klassifisering av økologisk tilstand i Pollevann iht. vannforskriften

Tabell 45 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Pollevann, samt total vurdering av økologisk tilstand i innsjøen. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013).

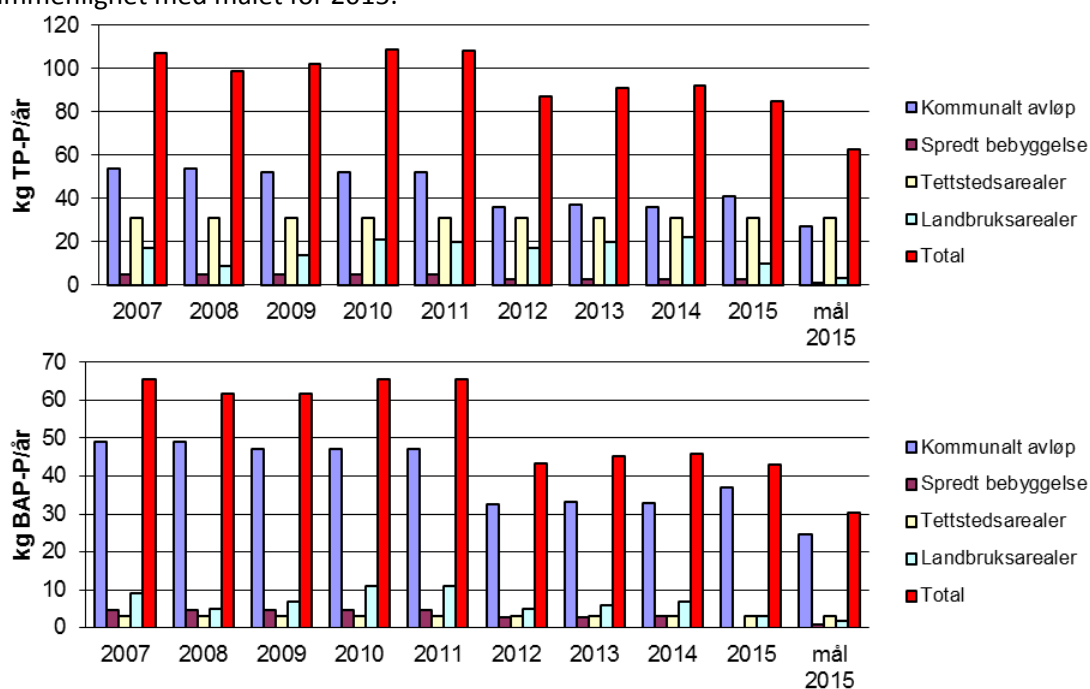
Tabell 45. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Pollevann i 2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement	Verdi	Tilstands klasse	Normalisert EQR
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Planteplankton: Klorofyll-a, µg/l	7,93	G	0,73
Planteplankton: Biovolum, mg/l	1,9	M	0,51
Planteplankton: Middel av klorofyll-a og biovolum		G	0,62
Planteplankton: Trofisk indeks, PTI	2,36	SG	0,83
Planteplankton: Cyanomax, mg/l	0,44	G	0,73
<b>Totalvurdering planteplankton</b>		<b>G</b>	<b>0,73</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Tot-P (µg/l)	12,8	SG	0,80
<sup>1</sup> Tot-N (µg/l)	1020	M	0,48
<sup>2</sup> Siktedyp (m)	2,37	M	0,45
<b>Totalvurdering eutrofieringsparametere</b>		<b>G</b>	<b>0,63</b>
<b>Total klasse</b>			
		<b>G</b>	<b>0,63</b>

1) Det foreligger kun to prøver av Tot-N, og dette er ikke tilstrekkelig for en sikker tilstandsklassifisering

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 53 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015.



Figur 53. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

### Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 46 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 46. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	13,1	12,1	12,5	13,3	13,0	10	11	11	10	7,7
Målt TP-kons.	<10	<10			13,8	14	15	10	13	10
Avvik kons..(%)	+	+	+	+	-5,8	-29	-27	10	-20	< $\pm$ 50 %

### Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, gjødselplaner  
Kommunalt avløp: -  
Spredt bebyggelse: -

### Konklusjoner/årsakssammenhenger

Det er utført få målinger tidligere, men prøvetaking de siste fire årene viser at TP vanligvis er lavere enn 15  $\mu\text{g P/l}$ . Innsjøen er meromiktisk, dvs. den har et lag av sjøvann i bunnen. Dette er uheldig for sirkulasjonen i innsjøen, og hindrer tilførsel av oksygen til dypere vannmasser.

Innholdet av klorofyll-a var forholdsvis lavt, og planteplanktonsamfunnet var dominert av grupper som i mindre grad indikerer eutrofiering (svelgflagellater og gullalger). Andelen blågrønnbakterier av den totale planteplanktonbiomassen var lav.

Analyser av småkrepssamfunnet i Pollevann viste at det var dominans av eutrofieringstolerante arter, til tross for at konsentrasjonen av total fosfor er lavt i denne innsjøen. Dette kan skyldes at innsjøen kun ligger 1 meter over havnivå, og at marin påvirkning kan forklare den observerte faunaen.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): God økologisk tilstand.

Den største tilførselen av fosfor til Pollevann kommer fra avløp og tettstedsarealer.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: -20 %.

## TILTAKSOMRÅDE 13: ÅRUNGENELVA

---

### ÅRUNGENELVA



Vassdrag: Bunnefjorden  
Tiltaksområde (PURA): 13  
Vannforekomst (Vann-nett): 005-33-R  
Beliggenhet: Frogn  
Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
Påvirkning: Eutrofiering

Utløpsbekk fra Årungen

---

#### **Beliggenhet**

Tiltaksområdet Årungenelva ligger i Ås og Frogn kommuner og er en del av Bunnefjordvassdraget. Årungenelva renner fra Årungen og ut i Bunnefjorden langs ny og gammel E6.

#### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden er moderat i 2015. Fosfortilførslene kommer hovedsakelig fra jordbruket. Det er mange arter av fisk i Årungenelva som laks, ørret, ål, skrubbe, gjedde og 3-pigget stingsild. Flere fiskearter slepper seg ned fra Årungen.

#### **Utfordringer**

Hovedutfordringen i vassdraget er overgjødning (eutrofiering). At et tiltaksområde er eutroft vil si at det har et forhøyet innhold av næringsstoffer som for eksempel biologisk tilgjengelig fosfor. Dette øker algeveksten og forringer vannkvaliteten. Når Årungen har oppblomstring av blågrønnbakterier, kommer disse også ut i Årungenelva, og transporteres videre ut i Bunnefjorden. Dette kan påvirke badevannskvaliteten i Bunnefjorden. Fosfor tilføres i stor grad fra andre tiltaksområder oppstrøms. Årungenelva er derfor ved utløpet fra Årungen sterkt påvirket av fosfor og erosjon fra jordbruk. Ellers påvirkes vannkvaliteten av avrenning fra tette flater og forurensninger fra spredt bebyggelse i nedbørsfeltet nedstrøms Årungen.

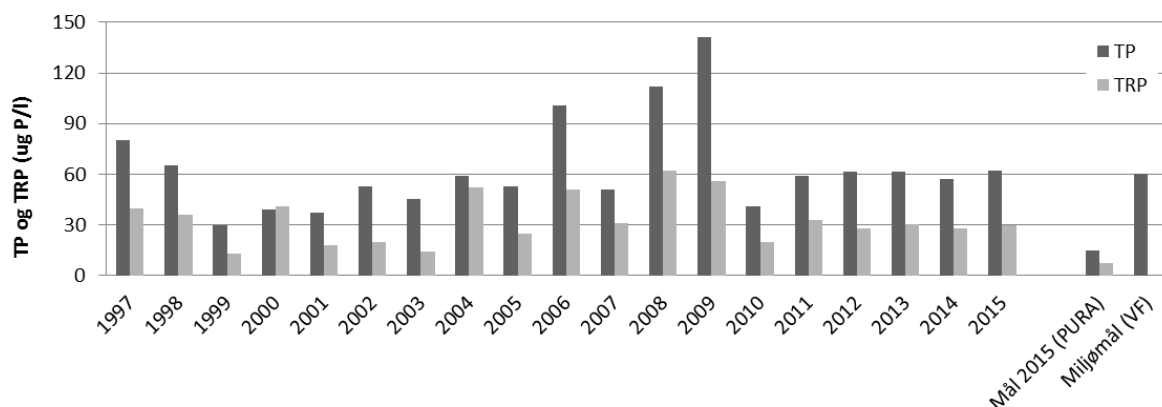
#### **Dagens og framtidig bruk**

Elven brukes til friluftsliv og fiske og dette er også et framtidig mål for tiltaksområdet. For å oppnå dette må fisketilstanden opprettholdes eller forbedres.

#### **Vannkvalitet**

Vannkvaliteten, som i stor grad er avhengig av vannkvaliteten i Årungen, ble betydelig forbedret fra ca. 1985. Det har tidvis vært masseoppblomstring av blågrønnbakterier i Årungen. Dette har ikke inntruffet de siste fem årene (2011-2015).

Figur 54 viser utviklingen i total fosfor og total reaktivt fosfor i Årungenelva fra 1997 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 54. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Årungenelva 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

#### Klassifisering av økologisk tilstand i Årungenelva iht. vannforskriften

Tabell 47 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Årungenelva, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

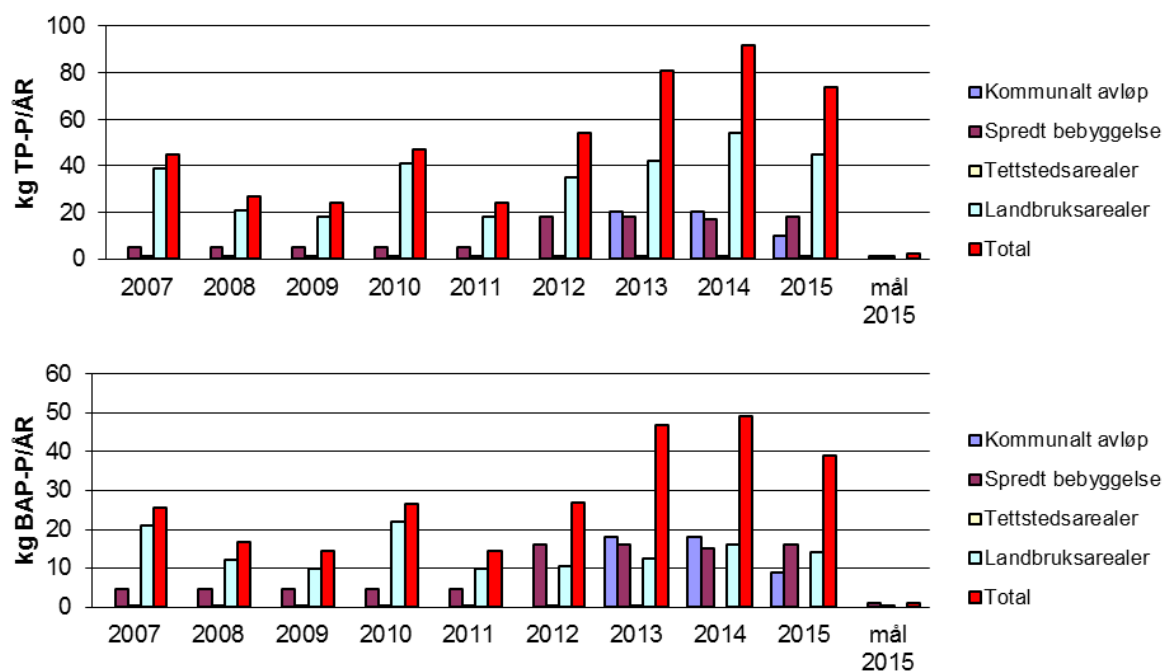
Tabell 47. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Årungenelva i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	22,49 (0,52)	18,86 (0,56)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			4,67 (0,27)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	61,6 (<0,60)	61,3 (<0,60)	57,3 (<0,60)	62,0 (<0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,52)</b>	<b>M (0,56)</b>	<b>D (0,27)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>



## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 55 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 55. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 48 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 48. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	39,3	37,3	34,0	33,2	31,1	43	51	61	65	24,3
Målt TP-kons.	51,0	112,0	141,0	41,0	59,0	62	61	57	62	15
Avvik kons. (%)	-22,9	-67,0	-76,0	-19,5	-47,3	-31	-16	7	5	< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	23,4	21,8	19,0	18,3	17,2	18	21	21	23	12,3
Målt TRP-kons.	31,0	61,0	56,0	20,0	33,0	28	31	28	30	7,5
Avvik kons. (%)	-24,5	-64,0	-66,0	-15,0	-48,0	-36	-32	-25	-23	< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk:	Åker i stubb, gjødselplaner
Kommunalt avløp:	-
Spredt bebyggelse:	1 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert

### **Konklusjoner/årsakssammenhenger**

Vannkvaliteten i Årungenelva er i stor grad avhengig av forholdene i Årungen. Middelkonsentrasjonen av TP kan variere i stor grad fra år til år avhengig av erosjonen (partikkelpåvirkningen) i nedbørfeltet. Siden 1996 har ikke konsentrasjonen endret seg spesielt mye selv om det enkelte år kan måles store topper. De siste fem årene har det vært relativt like TP og TRP konsentrasjoner. Flommer fører til økte konsentrasjon av total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

»» Tilstandsklasse (vannforskriften): Moderat økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og PIT-indeksen gir tilstandsklasse moderat i 2012 og 2013.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen gir tilstandsklasse dårlig.  
Lav ASPT indeks indikerer at vassdraget er belastet med organisk stoff.

Den største tilførselen av fosfor til Årungenelva kommer fra landbruk. Endringene i tilførsler fra 2011 til 2012 og fra 2012 til 2013 i fig. 55 kan skyldes overgang til nytt rapporteringsverktøy og nødoverløp fra Ås.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +5 %.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: -23 %.

Høyt negativt avvik skyldes bl.a. høy vannføring med stor erosjon (erosjonspartikler inneholder fosfor). Underestimerte beregnede tilførsler fra landbruket kan også være en årsak. Her blir fosforindekskalkulatoren et viktig verktøy for å redusere avrenningen til tiltaksområdet.

## TILTAKSOMRÅDE 16: BONNBEEKEN

---

### BONNBEEKEN



Vassdrag:	Bunnefjorden
Tiltaksområde (PURA):	16
Vannforekomst (Vann-nett):	005-58-R
Beliggenhet:	Frogn
Vanntype:	11 (leirpåvirkete elver)
Påvirkning:	Eutrofiering

---

#### Beliggenhet

Bonnbekken ligger i Frogn kommune og er en del av Bunnefjordvassdraget. Øverst i tiltaksområdet ligger Oppegårdtjern.

#### Økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden er klassifisert som god i 2015. Fosfortilførsler kommer fra landbruk og avløp i spredt bebyggelse. Det er ørret i Bonnbekken med god tetthet av årsyngel og eldre opp til 15 cm.

#### Utfordringer

Tiltaksområdet er eutroft og hovedsakelig påvirket av forurensning fra jordbruk.

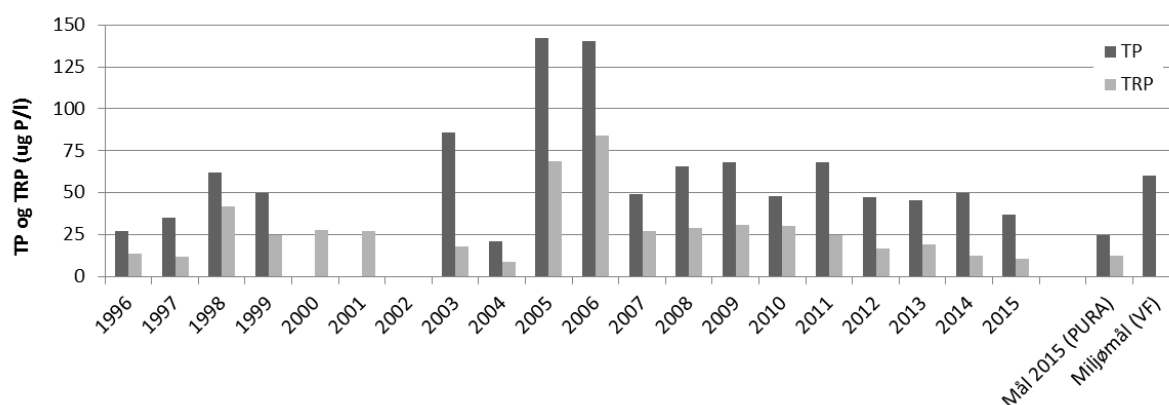
#### Dagens og fremtidig bruk

Bekken brukes til friluftsliv og fiske. Dette er også et fremtidig mål for tiltaksområdet.

#### Vannkvalitet

Det har vært en forbedring av vannkvaliteten siden midten av 2000-tallet, men det er variasjoner fra år til år.

Figur 56 viser utviklingen i total fosfor og total reaktivt fosfor i Bonnbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 56. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Bonnbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

#### Klassifisering av økologisk tilstand i Bonnbekken iht. vannforskriften

Tabell 49 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Bonnbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

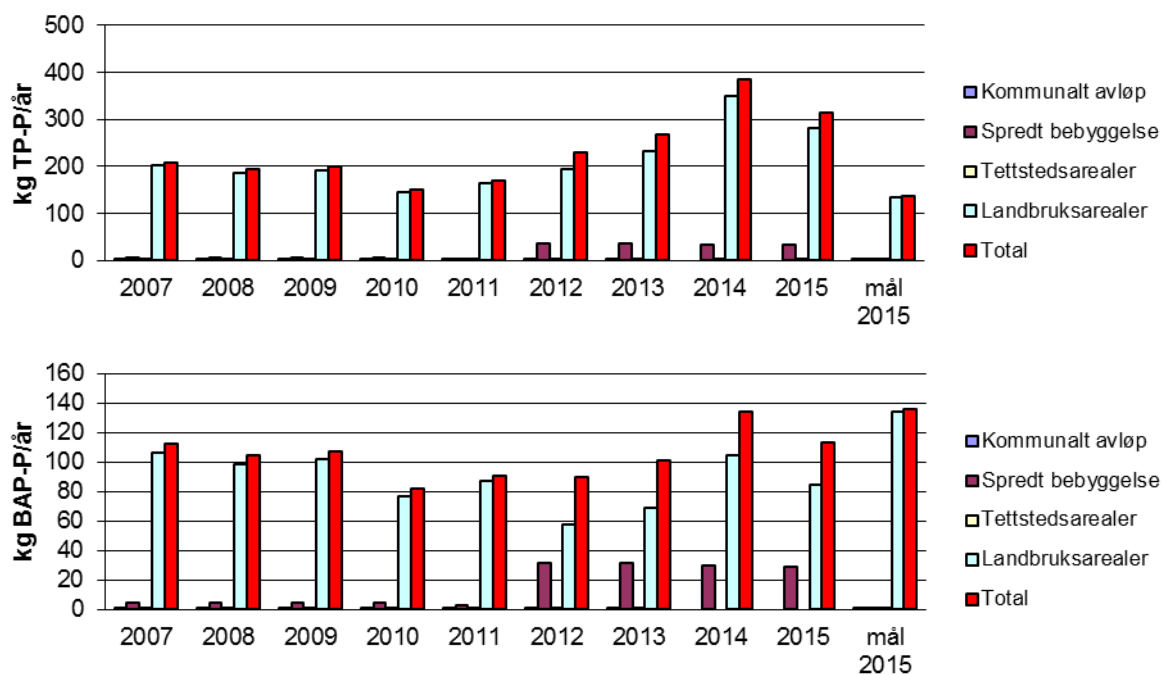
Tabell 49. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Bonnbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	7,46* (0,88)	47,46** (0,18)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,56 (0,75)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	47,2 (>0,60)	45,8 (>0,60)	49,7 (>0,60)	36,9 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>G (&gt;0,60)</b>	<b>SD (0,18)</b>	<b>G (0,75)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

\*Saltvannspåvirket lokalitet, PIT usikker \*\*Prøven av begroingsalger ble tatt på en nyopprettet stasjon (BON2) ca. 1,5 km oppstrøms for den etablerte stasjonen (BON1), siden prøven av begroingsalger i 2012 viste at det var saltvannspåvirkning ved denne stasjonen som ligger nær utløpet i Bunnefjorden. Prøvene av total fosfor og begroingsalger er tatt på to forskjellige stasjoner og disse kan ha noe ulik forurensingsbelastning.

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 57 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 57. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 50 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 50. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	60,1	55,8	57,5	43,4	48,3	66	77	110	90	39,6
Målt TP-kons.	49,0	66,0	68,0	48,0	68,0	47	46	50	37	25
Avvik kons. (%)	+22,7	-10,0	-15,4	-9,6	-29,0	40	67	120	143	<± 50 %
Beregnet BAP-kons.	32,7	30,3	31,2	23,7	26,0	26	29	39	33	12,5
Målt TRP-kons.	28,0	29,0	31,0	30,0	25,0	17	20	12	11	12,5
Avvik kons. (%)	+16,8	+4,0	+0,7	-21,0	+4,0	53	45	222	200	<± 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk:	Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner
Kommunalt avløp:	-
Spredt bebyggelse:	-

### Konklusjoner/årsakssammenhenger

Middelkonsentrasjonen av TP og TRP har variert betydelig fra år til år, men den langsiktige endringen har ikke vært stor. Flommer fører til økte konsentrasjon av total fosfor, TP og biotilgjengelig fosfor, TRP.

Prøven av begroingsalger i 2013 ble tatt på en nyopprettet stasjon (BON2) ca. 1,5 km oppstrøms for den etablerte stasjonen (BON1), siden prøven av begroingsalger i 2012 viste at det var saltvannspåvirkning ved denne stasjonen som ligger nær utløpet i Bunnefjorden. Prøvene av total fosfor og begroingsalger er tatt på to forskjellige stasjoner og disse kan ha noe ulik forurensingsbelastning.

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: God økologisk tilstand (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): Prøven som ble tatt i Bonnbekken i 2012 var tydelig saltvannspåvirket og var dominert av alger som trives i brakkvann. Dette førte til usikre indeksberegninger for PIT. Lokaliteten i Bonnbekken ble derfor flyttet høyere opp i vassdraget i 2013 for å unngå usikkerheten saltvannspåvirkning medfører. Den ble klassifisert til svært dårlig tilstand med de eutrofe indikatorartene *Vaucheria* sp. og *Phormidium tinctorum* som grunnlag. Like ovenfor og ved prøvepunktet renner bekken tett på jordbruksområder, og har derfor trolig blitt påvirket av avrenning fra jordbruk.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen ga tilstandsklasse god.

Den største tilførselen av fosfor til Bonnbekken kommer landbruk. Den store endringen i tilførsler fra spredt bebyggelse fra 2011 til 2012 i fig. 56 kan skyldes overgang til nytt rapporteringsverktøy. Dette er utdypet i vedlegg 2.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: +143 %.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: +200 %.

## TILTAKSOMRÅDE 17: FROGN TIL BUNNEBOTN

---

### FROGN TIL BUNNEBOTN



Vassdrag:	Bunnefjorden
Tiltaksområde (PURA):	17
Vannforekomst (Vann-nett):	005-41-R
Beliggenhet:	Frogn
Vanntype:	11 (leirpåvirkete elver)
Påvirkning:	Eutrofiering

Representert ved Knardalsbekken (bildet)

---

#### **Beliggenhet**

Man har valgt å dele vestsiden av Bunnefjorden inn i de to tiltaksområdene "Frogn til Bunnebotn" og "Frogn/Nesodden til Bunnefjorden" for å skille mellom den vanntilførselen som går direkte ut i fjorden og den som kommer via de små bekkene innerst i Bunnebotn.

#### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden antas ikke å være oppnådd.

#### **Utfordringer**

Utfordringen er å redusere forurensning fra jordbruket og til dels også fra spredt avløp.

#### **Dagens og fremtidig bruk**

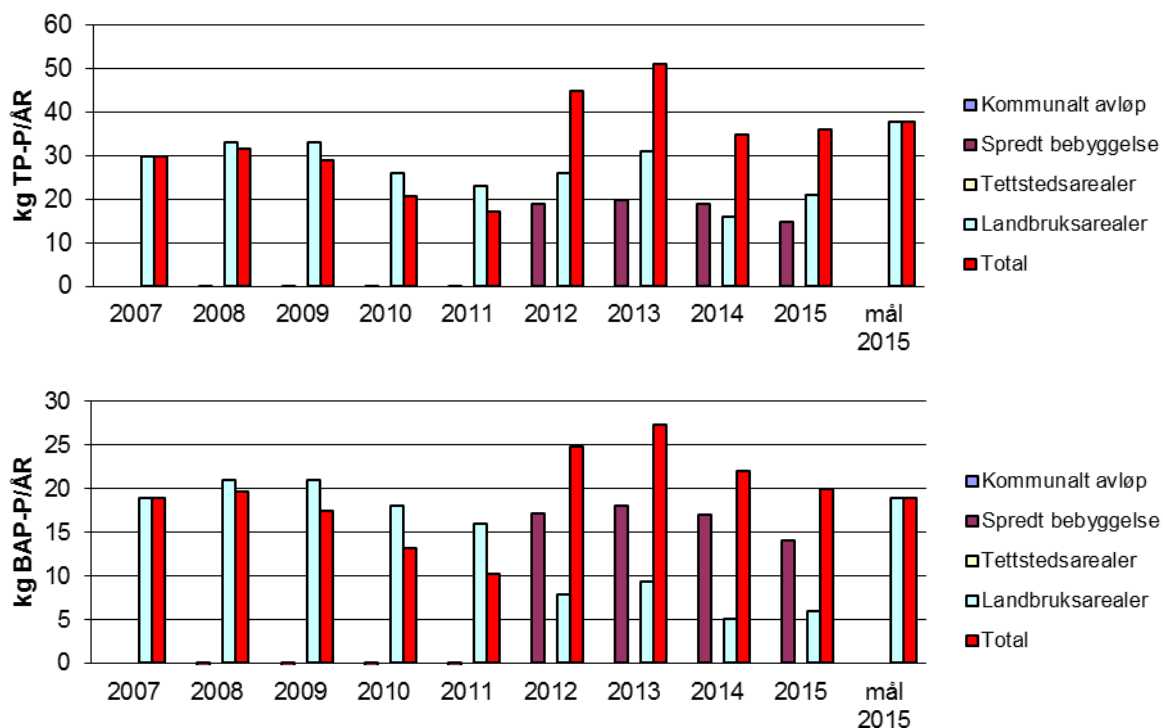
Tiltaksområdet brukes til friluftsliv og fritidsfiske, og dette er også et fremtidig mål for tiltaksområdet.

#### **Vannkvalitet**

Ingen bekker er overvåket over lang tid i regi av PURA. For dette tiltaksområdet har man derfor vannområdet ingen analysedata. Beregninger er derfor basert på teoretiske tilførselsdata. Fra og med 2016 er imidlertid tiltaksområdet inkludert i den tiltaksrettede overvåkingen i PURA ved Knardalsbekken.

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 58 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015.



Figur 58. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

Den store endringen i tilførsler fra spredt bebyggelse fra 2011 til 2012 i fig. 57 kan skyldes overgang til nytt rapporteringsverktøy. Dette er utdypet i vedlegg 2.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 51 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 51. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 med % avvik og mål for 2015.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	16,9	18,5	16,3	11,8	11,8	25	28	19	20	
Målt TP-kons.	38,0	33,0	30,0	31,0	23,0		23			
Avvik kons. (%)	55,5	43,9	45,7	62,0	48,7		22			
Beregnet BAP-kons.	10,7	11,2	10,1	7,3	6,1	14	15	12	11	
Målt TRP-kons.	23,0	17,0	15,0	16,0	9,0		12			
Avvik kons. (%)	53,5	34,0	33,3	54,0	32,0		25			<± 50 %

\* I 2012 ble det ikke tatt vannprøver i dette tiltaksområdet. I 2013 ble det tatt fire prøver i Knardalsbekken. I 2014 og 2015 ble det ikke tatt prøver. Fra og med 2016 vil det bli gjennomført full prøvetaking av Knardalsbekken.

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk: Åker i stubb, gjødselplaner  
 Kommunalt avløp: -  
 Spredt bebyggelse: 7 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert



## **TILTAKSOMRÅDE 18: FROGN/NESODDEN TIL BUNNEFJORDEN**

### **Beliggenhet**

Tiltaksområdet består av et stort sammensatt nedbørfelt med små bekker som drenerer til Bunnefjorden fra vest (Frogn og Nesodden kommuner). Viktige bekker er Dalsbekken, Haslebekken, Torvetbekken og Skoklefallsbekken.

### **Økologisk tilstand**

Den økologiske tilstanden vurderes som god/moderat i tilførselsbekkene i 2015. Dalsbekken og Haslebekken har ørret med god tetthet. Det ble i 2012 registrert ørret i Skoklefallsbekken og skrubbe og ørret i Dalsbekken. Det har tidligere blitt observert gytefisk av sjøørret i Skoklefallsbekken om høsten. Bekkene er noe påvirket av partikler.

### **Utfordringer**

Hovedutfordringen i vassdraget er å oppnå god økologisk tilstand ved å redusere forurensning fra jordbruk, spredt bebyggelse og kommunalt avløp.

### **Dagens og fremtidig bruk**

Området brukes til friluftsliv og fritidsfiske og dette er også et fremtidig mål for tiltaksområdet. For å oppnå dette må fisketilstanden opprettholdes eller forbedres.

### **Vannkvalitet**

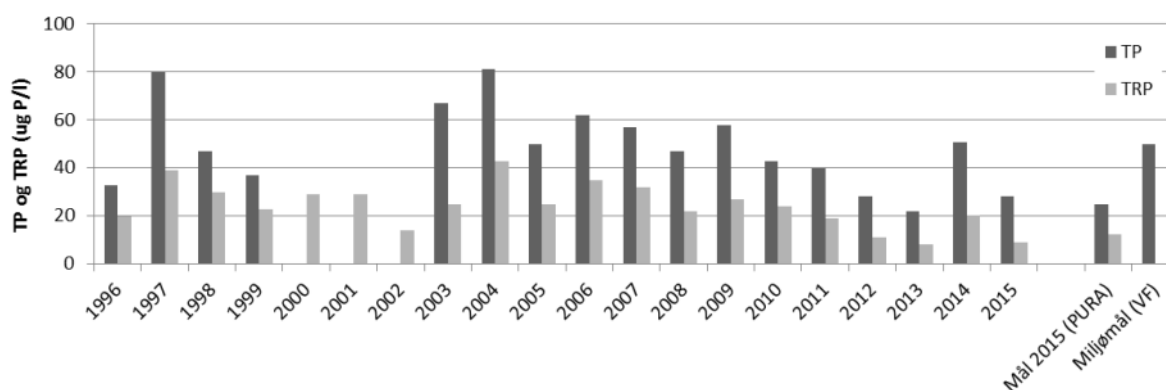
I det følgende vises vannkvalitet for tilførselsbekkene Dalsbekken, Haslebekken, Torvetbekken og Skoklefallbekken.

## DALSBEKKEN-FROGN



Vassdrag: Bunnefjorden  
 Tiltaksområde (PURA): 18  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-50-R  
 Beliggenhet: Frogn  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Figur 59 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Dalsbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 59. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Dalsbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Dalsbekken (Frogn) iht. vannforskriften

Tabell 52 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Dalsbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). I 2015 ble det kun tatt prøver av vannkjemiske kvalitetselement, men vi viser data for både vannkjemiske kvalitetselement og biologiske kvalitetselement fra perioden 2012-2015 i tabellen.

Tabell 52. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Dalsbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

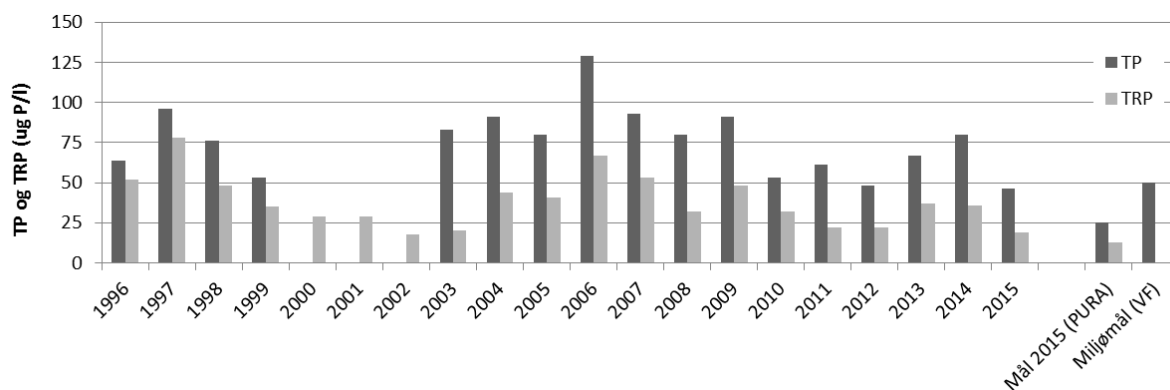
Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	23,21 (0,51)	26,99 (0,45)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			5,82 (0,56)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	28,3 (>0,60)	21,8 (>0,60)	50,8 (<0,60)	28,2 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,51)</b>	<b>M (0,45)</b>	<b>M (0,56)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

## HASLEBEKKEN – NESODDEN/FROGN



Vassdrag: Bunnefjorden  
 Tiltaksområde (PURA): 18  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-50-R  
 Beliggenhet: Frogn, Nesodden  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Figur 60 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Haslebekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 60. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Haslebekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Haslebekken iht. vannforskriften

Tabell 53 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Haslebekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).

Tabell 53. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Haslebekkeni 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

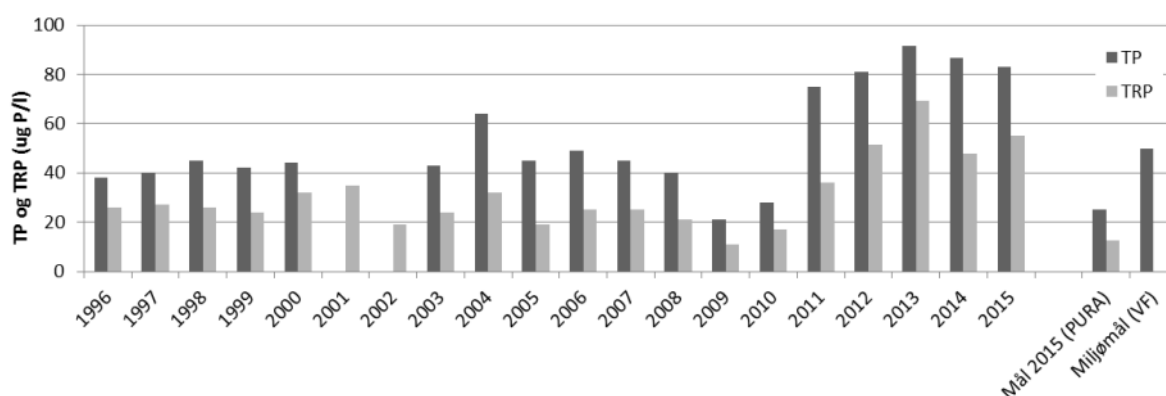
Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	24,01 (0,50)	26,41 (0,46)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,05 (0,62)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	47,9 (>0,60)	55,8 (<0,60)	80,0 (<0,60)	46,6 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,50)</b>	<b>M (0,46)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

## TORVETBEKKEN



Vassdrag: Bunnefjorden  
 Tiltaksområde (PURA): 18  
 Vannforekomst (Vannnett): 005-50-R  
 Beliggenhet: Nesodden  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Figur 61 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Torvetbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 61. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Torvetbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Torvetbekken iht. vannforskriften

Tabell 54 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Torvetbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013).

Tabell 54. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Torvetbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

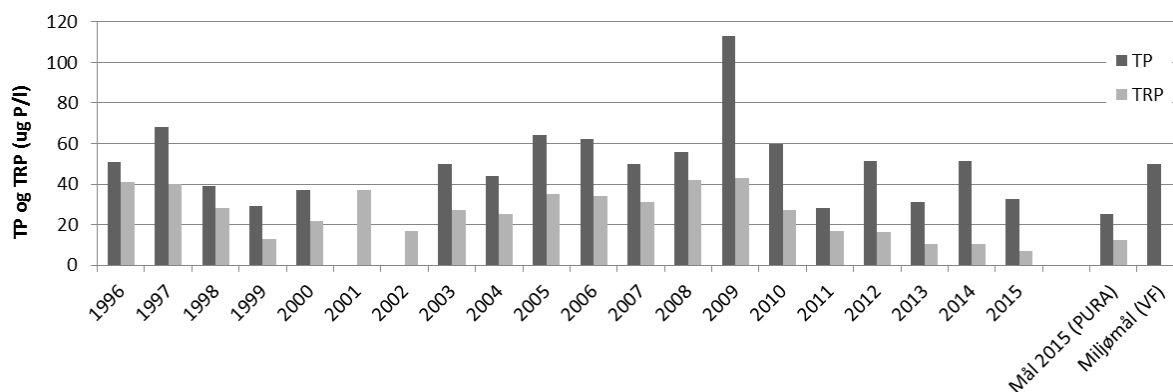
Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	34,63 (0,35)	31,94 (0,39)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,56 (0,75)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	80,8 (<0,60)	83,8 (<0,60)	86,7 (<0,60)	83,2 (<0,60)
Total klasse (nEQR)		D (0,35)	D (0,39)	M (<0,60)	M (<0,60)

## SKOKLEFALLSBEKKEN



Vassdrag: Bunnefjorden  
 Tiltaksområde (PURA): 18  
 Vannforekomst (Vann-nett): 005-50-R  
 Beliggenhet: Nesodden  
 Vanntype: 11 (leirpåvirkete elver)  
 Påvirkning: Eutrofiering

Figur 62 viser utviklingen i total fosfor og total reaktiv fosfor i Skoklefallsbekken fra 1996 frem til i dag, sammenlignet med målet for 2015 gitt i PURAs tiltaksanalyse og miljømålet som er gitt i vannforskriften (kun for total fosfor).



Figur 62. Total fosfor (TP) og Totalt reaktivt fosfor (TRP) i Skoklefallsbekken 1996-2015, med mål for 2015 (gitt i PURAs tiltaksanalyse) og miljømålet gitt i vannforskriften. Det mangler data fra noen av årene. TRP=Kjemisk målt total reaktivt fosfor – den biotilgjengelige delen av fosforet som tas opp av planter.

### Klassifisering av økologisk tilstand i Skoklefallsbekken iht. vannforskriften

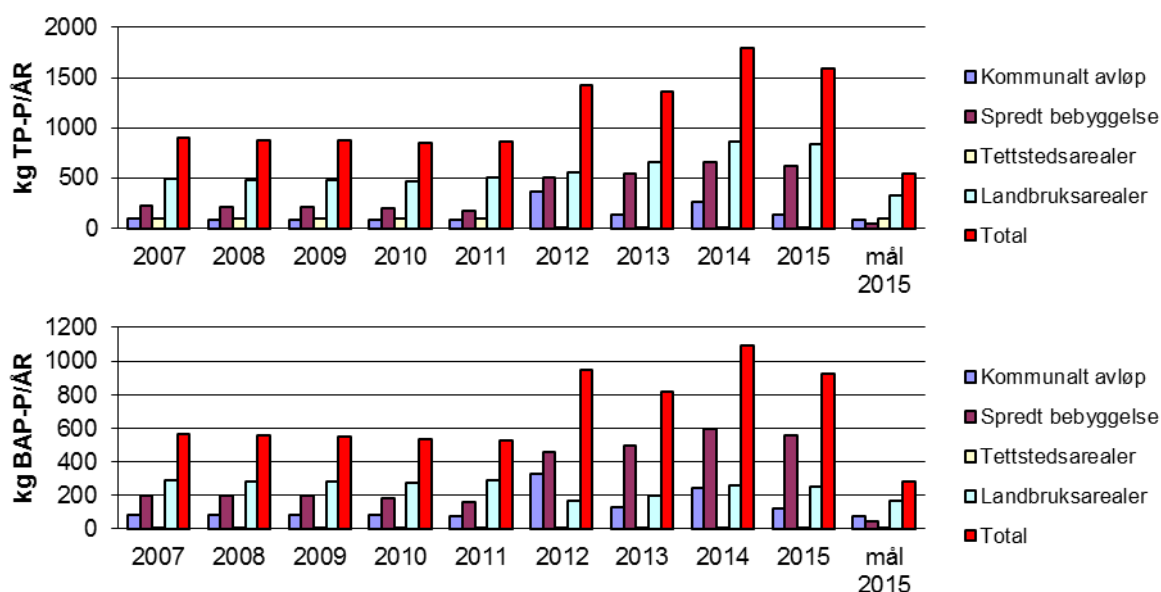
Tabell 55 viser tilstandsklassifisering for alle de undersøkte biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementene i Skoklefallsbekken, samt total vurdering av økologisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013).

Tabell 55. Tilstandsklassifisering og normalisert EQR for Skoklefallsbekken i 2012-2015. Fargen indikerer tilstandsklasse: SG = Svært god (blå), G = God (grønn), M = Moderat (gul), D = Dårlig (oransje), SD (svært dårlig) (rød).

Kvalitetselement		2012	2013	2014	2015
Biologisk kvalitetselement	Begroingsalger, PIT (nEQR)	25,59 (0,47)	26,08 (0,47)		
Biologisk kvalitetselement	Bunnfauna, ASPT (nEQR)			6,10 (0,63)	
Vannkjemisk kvalitetselement	Tot-P, µg/l (nEQR)	51,3 (<0,60)	31,2 (>0,60)	51,3 (<0,60)	32,8 (>0,60)
<b>Total klasse (nEQR)</b>		<b>M (0,47)</b>	<b>M (0,47)</b>	<b>M (&lt;0,60)</b>	<b>G (&gt;0,60)</b>

## Forurensingskilder/tilførsler av fosfor

Figur 63 viser tilførsler av hhv total fosfor og biotilgjengelig fosfor fra de ulike sektorene, sammenlignet med målet for 2015. Økningen i tilførsler fra landbruket i 2014 og 2015 skyldes til dels bruk av ny modell, Agricat 2, som har økt fokus på avrenning.



Figur 63. Tilførsler av total fosfor (TP) (øverst) og biotilgjengelig fosfor (BAP) (nederst) i perioden fra 2007-2015.

## Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet

Tabell 56 viser beregnet og målt konsentrasjon av fosfor (i  $\mu\text{g P/l}$ ) med % avvik i konsentrasjon.

Tabell 56. Beregnet og målt konsentrasjon av total fosfor (TP, i  $\mu\text{g P/l}$ ) i 2007-2015 og mål for 2015. Det er usikkert hvor representative bekkene er for tiltaksområdet, og % avvik er derfor ikke beregnet.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2015 mål
Beregnet TP-kons.	44,2	43,2	43,2	41,9	42,3	70	67	89	89	22,8
Målt TP-kons.:										
Dalsbekken	57,0	47,0	58,0	43,0	40,0	28	22	51	28	25
Haslebekken	93,0	80,0	91,0	53,0	61,0	48	56	80	47	25
Torvetbekken	50,0	56,0	113,0	60,0	75,0	80	84	87	83	25
Skoklefallsbekken	45,0	40,0	21,0	28,0	26,0	51	31	51	37	25
Avvik kons. (%)										< $\pm$ 50 %
Beregnet BAP-kons.	27,8	27,3	27,1	26,2	25,9	47	40	54	41	10,1
Målt TRP-kons.:										
Dalsbekken	32,0	22,0	27,0	24,0	19,0	11	8	20	9	
Haslebekken	53,0	32,0	48,0	32,0	27,0	22	37	36	19	
Torvetbekken	31,0	42,0	43,0	27,0	48,0	51	69	48	55	
Skoklefallsbekken	25,0	21,0	11,0	17,0	17,0	17	11	10	8	
Avvik kons. (%)										< $\pm$ 50 %

## Tiltaksgjennomføring i 2015

Landbruk:	Åker i stubb, lett høstharving, vegetasjonssoner, hydrotekniske tiltak, gjødselplaner
Kommunalt avløp:	1460 m ledningsnett er rehabilitert/sanert
Spredt bebyggelse:	50 avløpsanlegg i spredt bebyggelse er oppgradert

### Konklusjoner/årsakssammenhenger

Tiltaksområdet består av en rekke mindre bekker, og det er ingen hovedstasjon som gir et samlet datasett for hele tiltaksområdet. Det er tatt prøver i de fire største bekkene i tiltaksområdet: Dalsbekken, Haslebekken, Torvetbekken og Skoklefallbekken.

Middelkonsentrasjonen av TP og TRP har ikke endret seg nevneverdig i positiv retning siden 1996. Enkelte år kan det måles høye konsentrasjoner. Dette gjelder også for de siste fem årene. I Torvetbekken er det målt betydelig høye fosforverdier de siste fem årene, og Nesodden kommune har gjennomført kildeopsporing og identifisert kilden. Flommer fører til økte konsentrasjon av total forfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (TRP).

»» Tilstandsklasse (vannforskriften) 2015: God økologisk tilstand i Dalsbekken, Haslebekken og Skoklefallbekken og moderat økologisk tilstand i Torvetbekken (basert på Tot-P).

Begroingsalger (2012, 2013): Flere arter indikerer påvirkning av eutrofi og PIT-indeksen gir tilstandsklasse moderat i Dalsbekken, Haslebekken og Skoklefallsbekken i 2012 og 2013. PIT-indeksen gir tilstandsklasse dårlig i Torvetbekken i 2012 og 2013. I Skoklefallsbekken ble det også funnet lammehaler (*Sphaerotilus natans*) og soppen *Leptomitius lacteus* som indikerer organisk belastning.

Bunnfauna (2014): ASPT indeksen gir tilstandsklasse god i Haslebekken, Skoklefallsbekken og Torvetbekken og tilstandsklasse moderat i Dalsbekken.

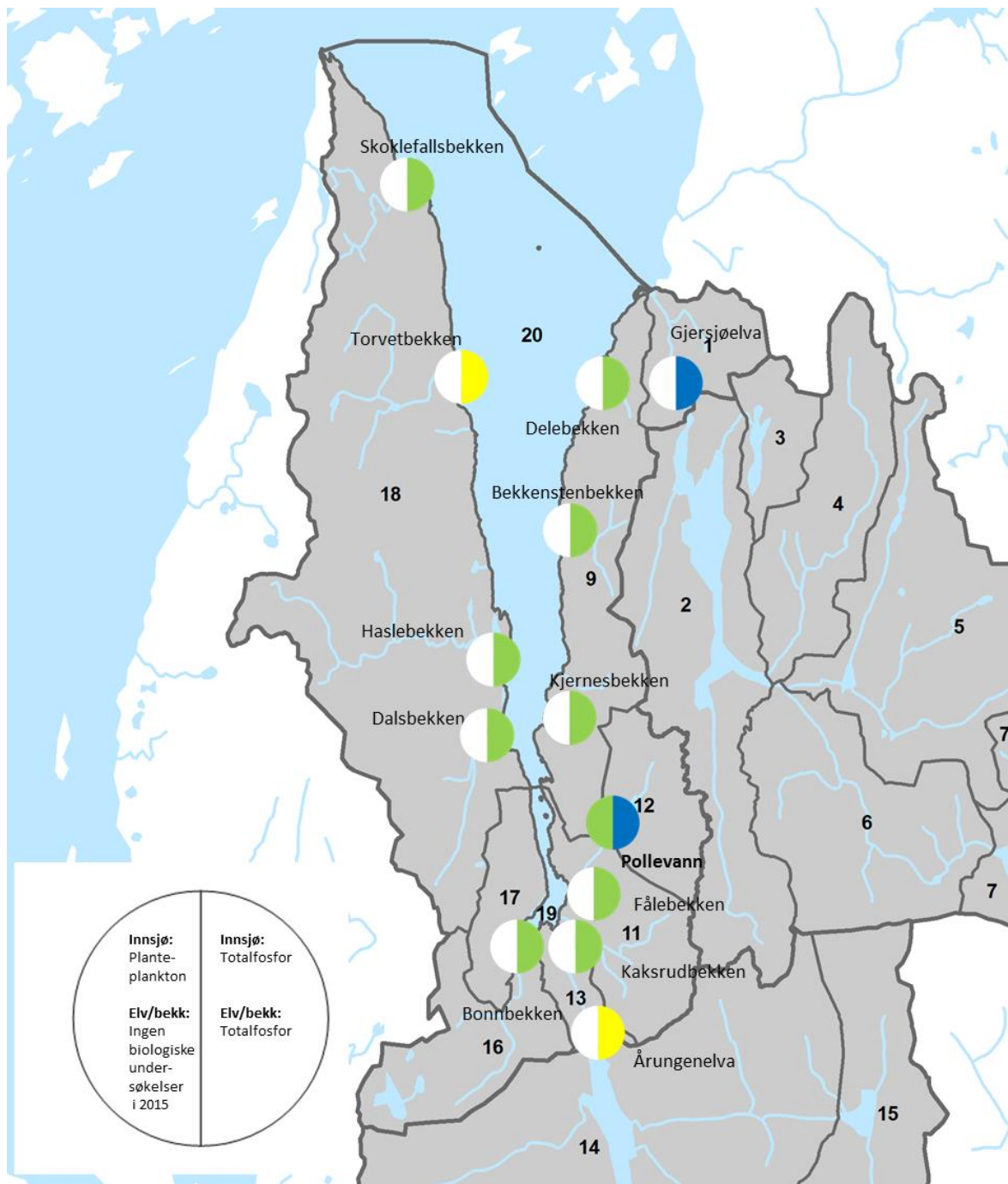
Den største tilførselen av fosfor til bekkefeltene kommer fra landbruk og spredt bebyggelse.

Avvik mellom teoretisk og målt fosforkonsentrasjon i 2015: Ikke beregnet.

Avvik mellom teoretisk og målt konsentrasjon av biotilgjengelig fosfor i 2015: Ikke beregnet.

### Økologisk tilstand i tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden

Rapporten omhandler tiltaksområdene med ferskvann i PURA. Rapportering av forholdene i de to marine tiltaksområdene Bunnebotn og Bunnefjorden inngår i Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord sin årsberetning og i delrapporter, se [www.indre-oslofjord.no](http://www.indre-oslofjord.no) (Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, årsberetning 2014). Vurderingen av økologisk tilstand i Pollevann og i elve- og bekkelokalitetene som drenerer til Bunnefjorden er vist i figur 64. Tilstandsklassifiseringen er gjort iht. krav som er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). For innsjøene er tilstandsklassifiseringen basert på planteplankton og total fosfor, mens den i elve- og bekkelokalitetene er basert på total fosfor.

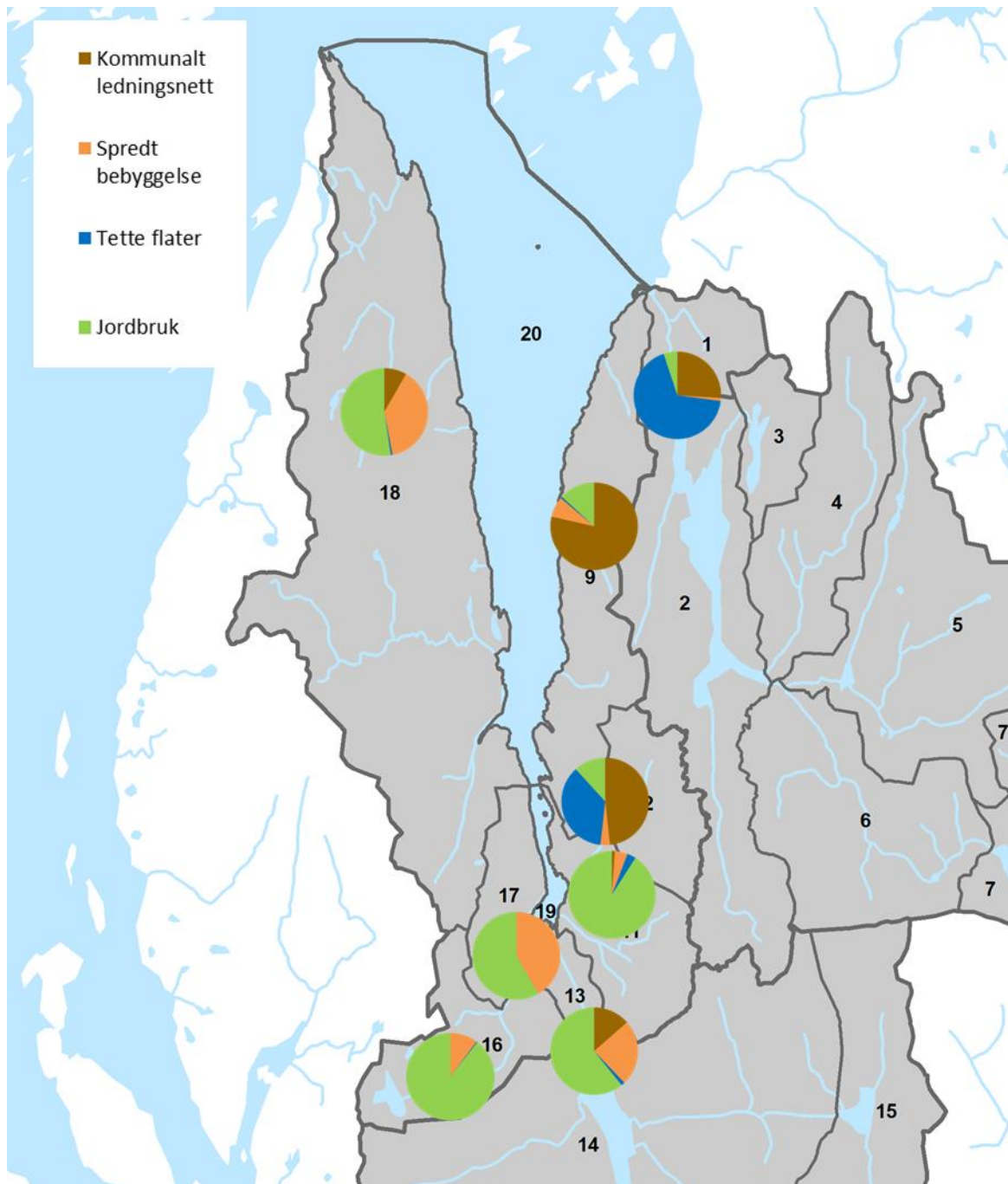


Figur 64. Økologisk tilstand i tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden i 2015 basert på planteplankton og total fosfor i innsjøer og total fosfor i elver/bekker (det ble ikke tatt prøver av begroingsalger eller bunnfauna i bekkene i 2015 og dette er vist ved hvit farge). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød).



### Forurensningskilder i tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden

Det er gjennomført vurderinger av forurensningskilder for tilførsler av fosfor til tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden, fordelt på sektorene avløp (kommunalt ledningsnett), spredt bebyggelse, tettstedsarealer (tette flater) og landbruksarealer (jordbruk) (figur 65).



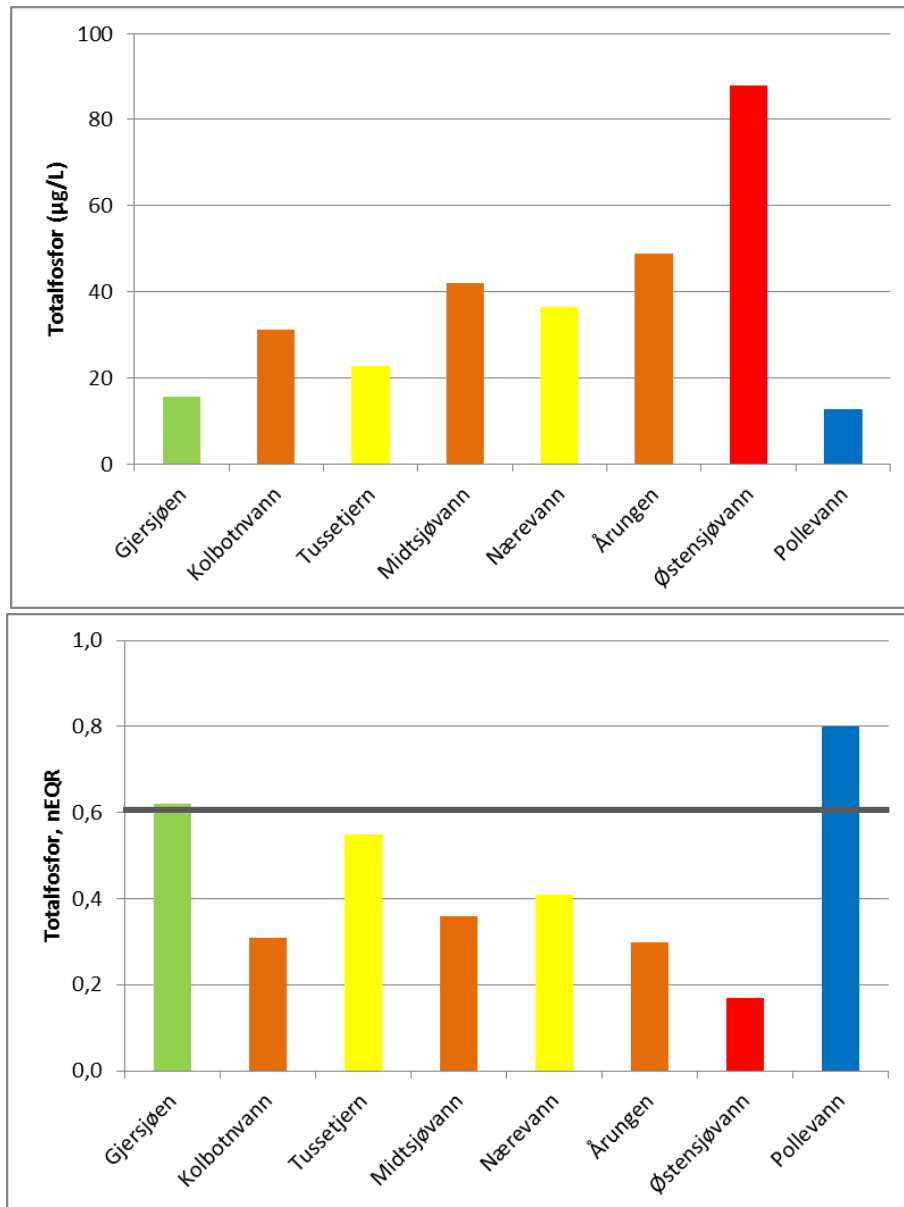
Figur 65. Tilførsler av total fosfor fra de ulike sektorene i tiltaksområdene som drenerer til Bunnefjorden.

### 3 RESULTATER PR. KVALITETSELEMENT

#### 3.1 Innsjøer

##### 3.1.1 Fysisk kjemiske parametere

Tilstandsklassifisering basert på total fosfor vises i figur 66. Pollevann og Gjersjøen har relativt lave verdier av total fosfor og er i tilstandsklasse svært god og god. Tussetjern og Nærevann har noe høyere verdier av total fosfor og er i tilstandsklasse moderat. Kolbotnvannet, Midsjøvann og Årungen er i tilstandsklasse dårlig, mens Østensjøvann ligger i tilstandsklasse svært dårlig.



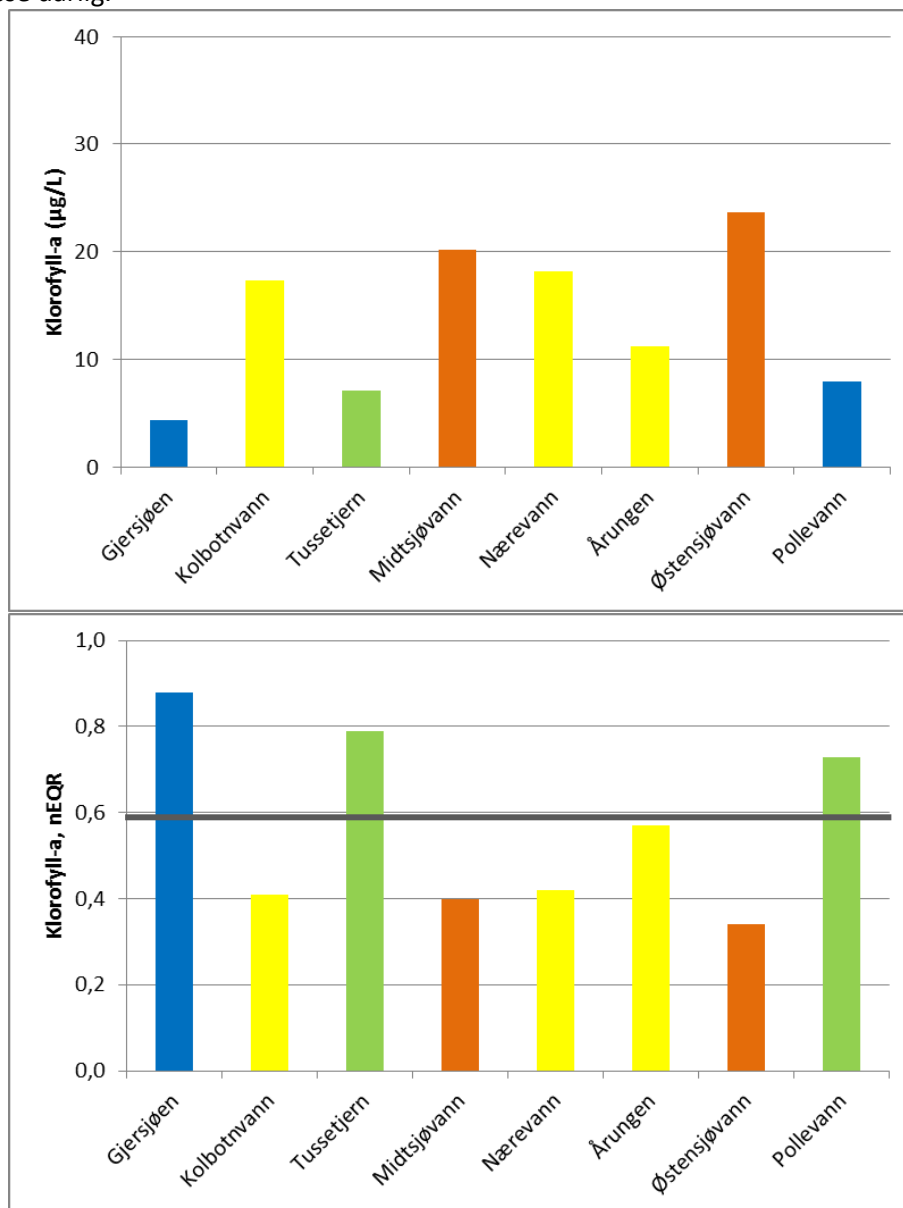
Figur 66. Tilstandsklassifisering av total fosfor (kjemisk støtteparameter) i innsjøene i PURA i 2015. Øverste figur viser resultatene for total fosfor (µg/L) og nederste figur viser resultatene for total fosfor omregnet til normalisert EQR (nEQR). Den svarte linja viser grensen mellom god og moderat tilstand (miljømålet). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (jf. tabell V1-1).

### 3.1.2 Klorofyll-a og planteplankton

Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på klorofyll a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetting (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomax). Klorofyll a og biovolum er to uavhengige mål på planteplanktonets biomasse. PTI er en indeks basert på artssammensetting, der hver art vektes i henhold til sin indikatorverdi langs trofigradienten og sin relative biomasse. Cyanomax er det maksimale biovolumet av cyanobakterier observert i vekstsesongen.

#### Klorofyll-a

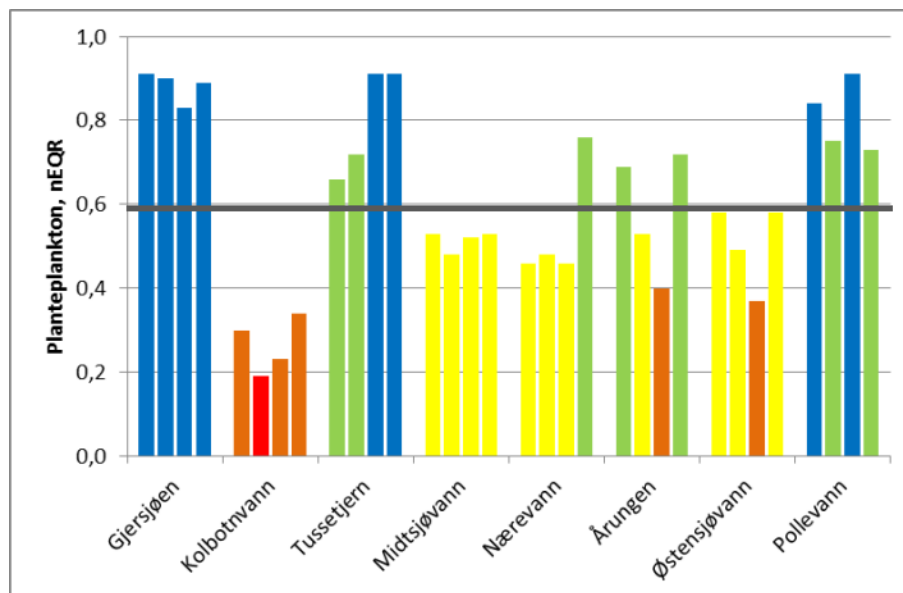
Tilstandsklassifisering basert på klorofyll-a vises i figur 67. Gjersjøen og Pollevann har lave konsentrasjoner av klorofyll-a og er i tilstandsklasse svært god. Alle de andre innsjøene har høyere konsentrasjoner av klorofyll-a og ligger i tilstandsklasse moderat eller dårligere. Kolbotnvann, Nærevann og Årungen er i tilstandsklasse moderat, mens Midtsjøvann og Østensjøvann er i tilstandsklasse dårlig.



Figur 67. Tilstandsklassifisering av klorofyll-a i de utvalgte innsjøene i PURA i 2015. Øverste figur viser resultatene for klorofyll-a (µg/L) og nederste figur viser resultatene for klorofyll-a omregnet til normalisert EQR (nEQR). Den svarte linja viser grensen mellom god og moderat tilstand (miljømålet). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (jf. tabell V1-1).

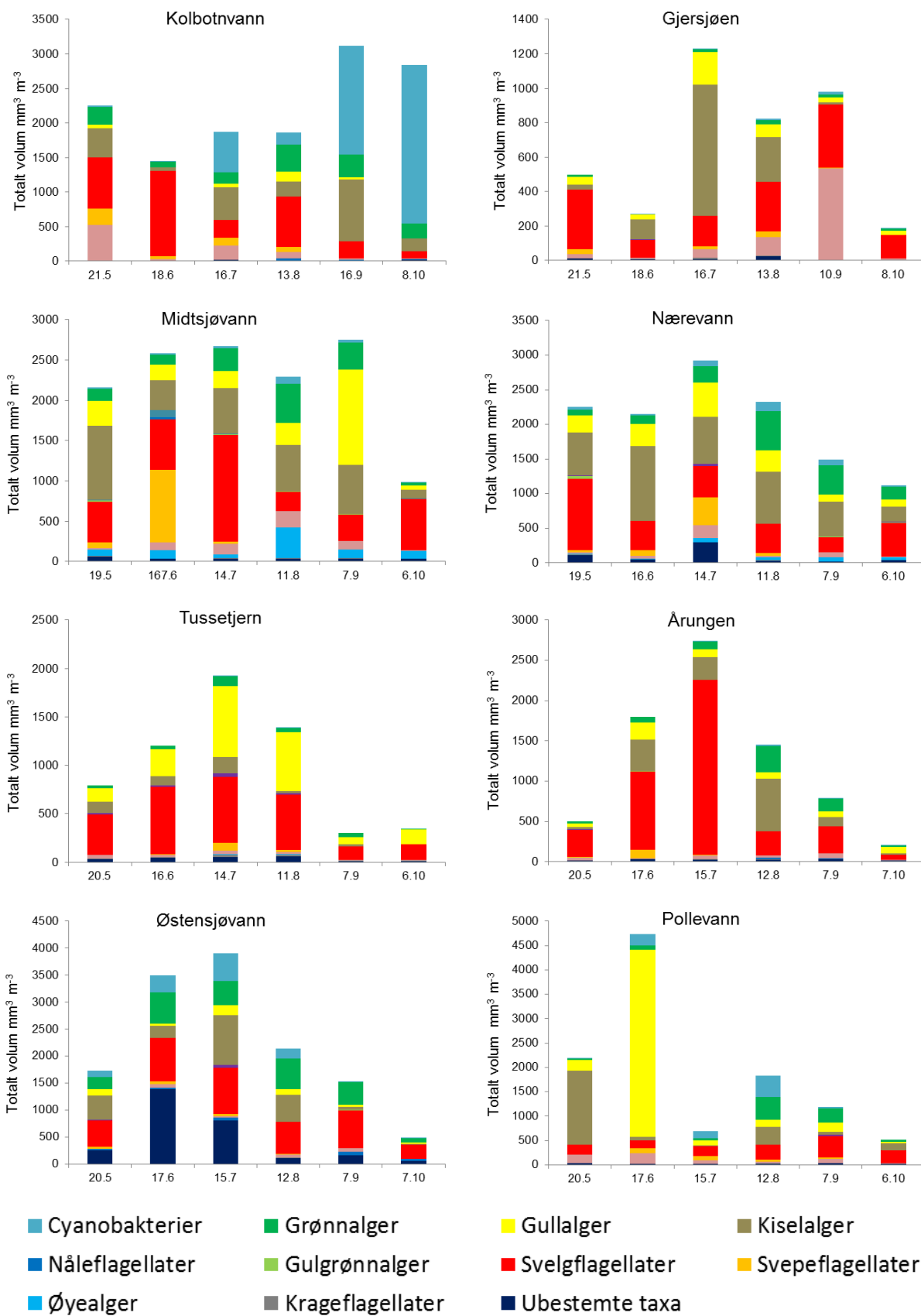
### Planteplankton biomasse og artssammensetning

Den totale tilstandsklassifisering basert på planteplankton er vist i figur 68. Figuren viser nEQR for planteplankton for årene 2012-2015. Her vektet klorofyll-a og biomasse planteplankton sammen med en indeks for artssammensetning og mengde cyanobakterier. Gjersjøen har vært i tilstandsklasse svært god i 2012-2015. I Pollevann har tilstandsklassen vekslet mellom god og svært god og i 2015 var tilstandsklassen god. I Tussetjern har tilstandsklassen vært svært god de siste to årene og før dette var tilstandsklassen god. I Årungen har det vært store endringer i tilstandsklasse de siste fire årene, fra tilstandsklasse god i 2012, tilstandsklasse moderat i 2013 og tilstandsklasse dårlig i 2014. I 2015 var tilstandsklassen god i Årungen. Både mengde og type planteplankton påvirker tilstandsklasse og i Årungen har både mengden og artssammensetningen endret seg fra år til år de siste årene. Det har vært relativt lite cyanobakterier de siste fem årene og i 2015 var det relativt lav biomasse og en dominans av svelgflagellater i Årungen som medførte at tilstandsklassen ble god. I Midtsjøvann har tilstandsklassen vært moderat de siste fire årene og i Nærevann har også tilstandsklassen vært moderat i 2012-2014. I 2015 var tilstandsklassen i Nærevann god, men helt på grensen til moderat. I Østensjøvann har tilstandsklassen vært moderat i 2012, 2013 og 2015, mens den var dårlig 2014 grunnet svært mye cyanobakterier. I Kolbotnvann har tilstandsklassen vært dårlig til svært dårlig i 2012-2015. Det er årlige oppblomstringer av cyanobakterier i Kolbotnvann.



Figur 68. Tilstandsklassifisering av planteplankton i de utvalgte innsjøene i PURA i 2012 (venstre søyle), 2013, (venste midtre søyle), 2014 (høyre midtre søyle) og 2015 (høyre søyle) gitt som normalisert EQR (nEQR). Den svarte linja viser grensen mellom god og moderat tilstand (miljømålet). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (jf. tabell V1-1).

En beskrivelse av planteplanktonens sammensetning i de enkelte innsjøene gir en utfyllende forklaring på den totale tilstandsklassifiseringen. I flere av innsjøene dominerte svelgflagellater vårplanktonet. Dette er ikke uvanlig da denne gruppen kan dra fordel av det til tider svært turbide vannet grunnet kraftige regnskyl; særlig i prøvene fra våren var det generelt mye uorganiske partikler i flere av innsjøene. I Kolbotnvann var det oppblomstringer av cyanobakterier i løpet av sesongen med høyest totalt volum i prøvene fra september og oktober (figur 69).



Figur 69. Totalt volum og sammensetting av planteplankton i PURA i 2015. Merk forskjellig skala på y-aksen.

### Gjersjøen

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var lave og Gjersjøen fikk tilstandsklassene svært god og god for disse parameterne. I den første prøven dominerte svelgflagellatene *Chroomonas acuta* og *Plagioselmis lacustris*. Utover sommeren økte andelene av kiselalger mens svelgflagellatene hadde høye andeler hele vekstsesongen. Kiselalgene var i hovedsak *Asterionella formosa* og arter fra slekten *Cyclotella*. På ettersommeren var det fureflagellaten *Ceratium hirundinella* som dominerte. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) fikk tilstandsklasse svært god. Det totale volumet av cyanobakterier var så lav at tilstandsklassen ble svært god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Gjersjøen i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse svært god med en nEQR på 0,86.

### Kolbotnvann

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var forholdsvis høye og Kolbotnvann fikk tilstandsklasse moderat for biovolum. I de fleste prøvene dominerte svelgflagellatene *Cryptomonas* spp, *Chroomonas acuta* og *Plagioselmis nannoplanctica*. I den første prøven var det også høy andel av den fargeløse fureflagellaten *Gymnodinium helveticum*. Grønnalger og kiselalger utgjorde også høye andeler av planteplanktonet. Vanlige grønnalger var *Tetraëdron minimum* og slekten *Chlamydomonas*. Kiselalgene ble dominert av *Asterionella formosa* og *Fragilaria crotonensis*. Utover høsten ble det observert høye konsentrasjoner av cyanobakterier fra slektene *Aphanizomenon* og *Dolichospermum*. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et fosfortolerant samfunn som ga tilstandsklasse dårlig. Det totale volumet av cyanobakterier var så høyt i prøven fra oktober at tilstandsklassen for Cyano<sub>max</sub> ble dårlig. Totalvurderingen av Kolbotnvann i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse dårlig med en nEQR på 0,38.

### Midtsjøvann

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var forholdsvis høye og Midtsjøvann fikk henholdsvis tilstandsklassene dårlig og moderat for disse parameterne. På våren ble det observert mest kiselalger fra slekten *Aulacoseira*, svelgflagellater av slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis*, samt gullalger fra slektene *Chrysooccus* og *Mallomonas*. Utover forsommeren økte andelene grønnalger og spesielt svepeflagellaten *Chrysochromulina parva*. Utover ettersommeren var det grønnalger, gullalger, kiselalger, svelgflagellater og øyealger som utgjorde planteplanktonet. I september dominerte gullalger fra slekten *Synura*. Det ble også gjort observasjoner av nåleflagellaten *Merotricha capitata*. I siste prøven dominerte svelgflagellatene. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklasse god. Det totale volumet av cyanobakterier var så lav at tilstandsklassen ble svært god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Midtsjøvann i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse moderat med en nEQR på 0,53.

### Nærevann

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var noe høye og Nærevann fikk tilstandsklasse moderat for biovolum. På våren var det svelgflagellater fra slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis* og kiselalger fra slekten *Aulacoseira* som dominerte planteplanktonet. I tillegg var det mindre andeler gullalger. De samme gruppene, sammen med grønnalger og svepeflagellaten *Chrysochromulina parva* utgjorde mesteparten av planteplanktonet på forsommeren. Grønnalger, særlig fra slekten *Chlamydomonas* økte andelen over utover sommeren. På høsten var det kiselalger, svelgflagellater og grønnalger som utgjorde de største andelene av planteplanktonet. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklasse god. Det totale volumet av cyanobakterier var så lav at tilstandsklassen ble svært god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Nærevann i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse god med en nEQR på 0,61.

### Tussetjern

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var forholdsvis lave og Tussetjern fikk tilstandsklasse god for biovolum. Svelgflagellater og gullalger dominerte planteplanktonsamfunnet hele sesongen, med små andeler av kiselalger. På våren var det svelgflagellater fra slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis* som

dominerte planteplanktonet. I juni økte andelene gullalger, som *Dinobryon* spp, *Mallomonas* spp og *Uroglenopsis americana* samt kiselalgene *Fragilaria/Ulnaria* spp og *Asterionella formosa*. Utover sommeren og høsten var det de samme gruppene som dominerte. De viktigste gullalgene var *Mallomonas caudata*, *Chrysophaerella longispina* og slekten *Synura*. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) fikk tilstandsklasse svært god. Det totale volumet av cyanobakterier var så lav at tilstandsklassen ble svært god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Tussetjern i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse svært god med en nEQR på 0,83.

#### Årungen

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var forholdsvis høye og Årungen fikk tilstandsklasse moderat for biovolum. Svelgflagellater fra slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis* dominerte hele vekstsesongen. I tillegg var det andeler kiselalger som *Aulacoseira alpigena*, *Fragilaria crotonensis*, *Cyclotella radios*a og *Cyclotella* spp som dominerte. Det var også mindre andeler grønnalger, som *Coelastrum* spp og gullalger fra slekten *Mallomonas*. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklasse svært god, grunnet dominansen av *Cryptomonas* og *Plagioselmis*. Det totale volumet av cyanobakterier var så lav at tilstandsklassen ble svært god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Årungen i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse god med en nEQR på 0,72.

#### Østensjøvann

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var høye og Østensjøvann fikk tilstandsklassene dårlig og moderat for disse parameterne. På våren dominerte kiselalgen *Aulacoseira alpigena* og svelgflagellatene fra slekter *Cryptomonas* og *Plagioselmis*. Svelgflagellatene utgjorde en stor andel hele vekstsesongen. Utover sommeren økte andelene av grønnalger som *Chlamydomonas* og *Monoraphidium* samt cyanobakterier fra slektene *Aphanocapsa*, *Anathece* og *Cyanodictyon*. Utover ettersommeren og høsten økte andelen av kiselalger igjen, spesielt *Stephanodiscus hantzschii*. Det ble også observert mye små celler,  $\mu$ -alger. Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) viste et planteplanktonsamfunn som ga tilstandsklasse god. Det totale volumet av cyanobakterier var såpass lavt at tilstandsklassen ble god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Østensjøvann i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse moderat med en nEQR på 0,58.

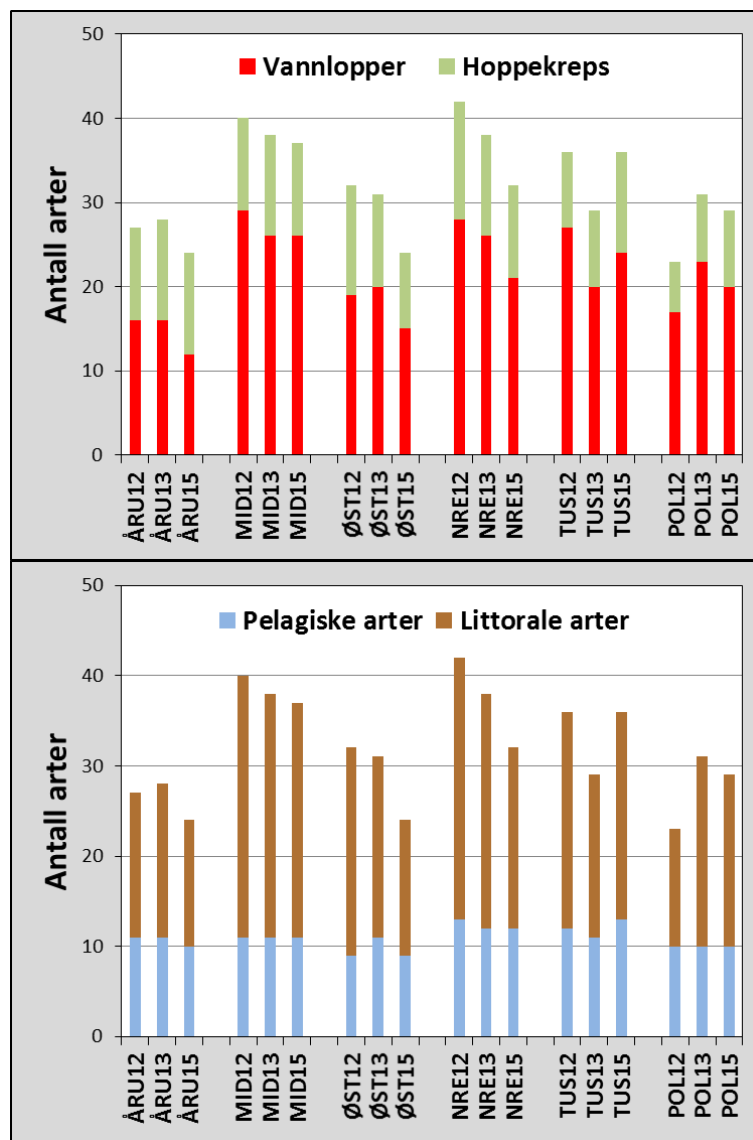
#### Pollevann

Verdiene for klorofyll a og totalt volum var forholdsvis lave og Pollevann fikk tilstandsklassene god og moderat for disse parameterne. På våren var det kiselalgen *Cyclotella radios*a samt en lavere andel *Fragilaria crotonensis* som dominerte planteplanktonet. På forsommeren var det en oppblomstring av gullalgen *Chrysophaerella longispina*. Utover sommeren avtok algemengden og flere grupper var representert i så og si like store andeler, kiselalger, svelgflagellater, grønnalger, gullalger og cyanobakterier. Cyanobakteriene besto hovedsakelig av slekten *Dolichospermum* (*Anabaena*). Sammensettingen av planteplanktonet (PTI) fikk tilstandsklasse svært god. Det totale volumet av cyanobakterier var såpass lavt at tilstandsklassen ble god for Cyano<sub>max</sub>. Totalvurderingen av Pollevann i 2015 basert på planteplanktonet ga tilstandsklasse god med en nEQR på 0,73.

### 3.1.3 Småkreps

Det er ikke utviklet noe klassifiseringssystem for småkreps i forhold til eutrofiering, men andel tolerante og følsomme arter i en lokalitet, kan være aktuelle indikatorer for et klassifiseringssystem. Til sammen ble det funnet 52 arter av krepsdyr i de seks vannene i denne undersøkelsen, 36 arter vannlopper og 16 arter hoppekreps. De laveste artsantallene ble funnet i innsjøene Årungen og Østensjøvann begge med 24 arter (Figur 70). Disse to innsjøene hadde imidlertid omtrent like mange planktoniske arter som de øvrige vannene, og det var i littoralsonen/strandsonen at det ble funnet færre arter (Figur 70). Flest arter ble registrert i Nærevann og Tussetjern med henholdsvis 37 og 36

arter. Standardisert prøvetaking av småkrapsfaunaen i innsjøer viser at forekomsten av arter varierer fra år til år. Dette er også avspeilet i PURA-materialet, der noen av innsjøene hadde færre arter i 2015 enn tidligere mens andre hadde flere, uten at der var noen overordnet trend.



Figur 70. Artsantall av vannlopper og hoppekreps i Årungen (ÅRU), Midtsjøvann (MID), Østensjøvann (ØST), Nærevann (NRE), Tussetjern (TUS) og Pollevann (POL) (øverste figur). Nederste figur viser fordelingen av pelagiske og littorale former. (Pelagisk=frie vannmasser, littoral=strandsone).

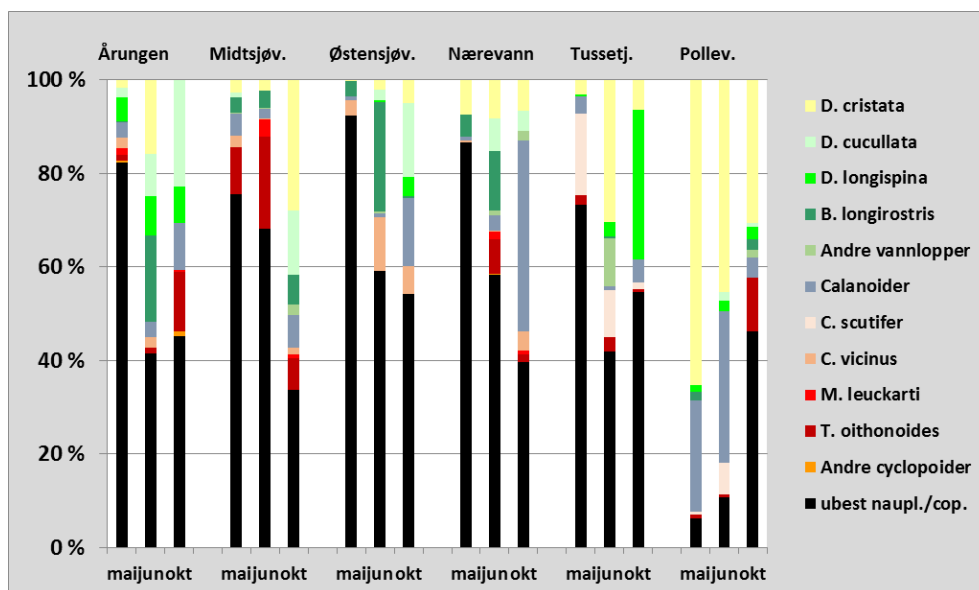
Flere av artene kan karakteriseres som sjeldne og er registrert i mindre en 1 % av de undersøkte ferskvannslokalitetene i Norge (*P. uncinatus*, *Leydigia leydigi* og *Cyclops vicinus*). *P. aduncus*, som ble funnet i Tussetjern og Østensjøvann i 2012 og i Nærevann i 2013, er ikke funnet i noen av innsjøene i 2015. I 2015 ble det også funnet fire arter som ikke er registrert i innsjøene i 2012 og 2013. *Simocephalus exospinosus* og *Ilyocryptus acutifrons* ble funnet i Nærevann, *I. sordidus* i Midtsjøvann og *Daphnia pulex* i Tussetjern.

Planktonsamfunnenes (pelagiske prøver) sammensetning varierer både mellom innsjøer men også mye igjennom sesongen (Figur 71). Forholdet mellom vannlopper og hoppekreps basert på antall individer var rundt eller under 1:2 i alle innsjøene, unntatt Pollevann, der dette forholdet var over en. Erfaringen er at både artsrikdommen og antallet individer av hoppekreps øker med økende trofi på



bekostning av vannlopper (Stokker et al. 1999). Dette stemmer godt overens med observasjonen fra Pollevann, som både i 2015 og som gjennomsnitt av 2012, 2013 og 2015 er den minst næringsrike av innsjøene (målt ved total fosfor konsentrasjonen).

De tre *Daphnia*-artene, *D. cristata*, *D. longispina* og *D. cucullata* samt *Bosmina longirostris* var de vanligste vannloppene i planktonet. Spesielt *D. cucullata* og *B. longirostris* er vanlige i næringsrike cyprinid-dominerte innsjøer. *B. longirostris* erstattes av *B. longispina* og andre *Daphnia* arter tar over for *D. cucullata* i mer næringsfattige vann. Calanoide hoppekreps utgjorde relativt beskjedne andeler, men ble registrert i samtlige vann. Blant hoppekrepsene var det *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides* som dominerte i de fleste av innsjøene. *M. leuckarti* og *T. oithonoides* er vanlige arter især i næringsrike innsjøer. *C. scutifer* dominerte i Tussetjern men ble også funnet i Pollevann. Den finnes ofte i mer næringsfattige lokaliteter. Generelt var det vanskelig å finne fellestrekk med hensyn til sesongvariasjon.



Figur 71. Planktonsamfunnenes sammensetning i de seks undersøkte innsjøene.

Undersøkelsene av krepsdyrfaunaen, både gjennom ordinasjon av hele samfunnet og basert på følsomhet i forhold til eutrofiering, viser at alle de seks innsjøene har samfunn som indikerer høy næringsbelastning. Dette gjelder også Pollevann til tross for at konsentrasjonen av total fosfor var lavere her enn i de øvrige innsjøene både i 2012, 2013 og 2015. Noe av forklaringen til dette kan være at vannet kun ligger 1 meter over havnivå. Marin påvirkning, indikert ved en høy ledningsevne spesielt i dypere deler, kan være med å forklare den observerte faunaen. Overordnet sett synes krepsdyrfaunaen heller ikke å signalisere de store endringer i næringsbelastning fra 2012 til 2015 for de enkelte innsjøene. Stor likhet mellom Midtsjøvann og Nærevann, både i 2012, 2013 og 2015 er også å forvente da de to vannene kun er adskilt av en kort elvestrekning. Høy diversitet i begge vannene kan delvis forklares ved at de er grunne og har en velutviklet littoralvegetasjon.

Utfyllende informasjon om småkrepsresultatene og vurdering av tilstand er gitt i vedlegg 5.

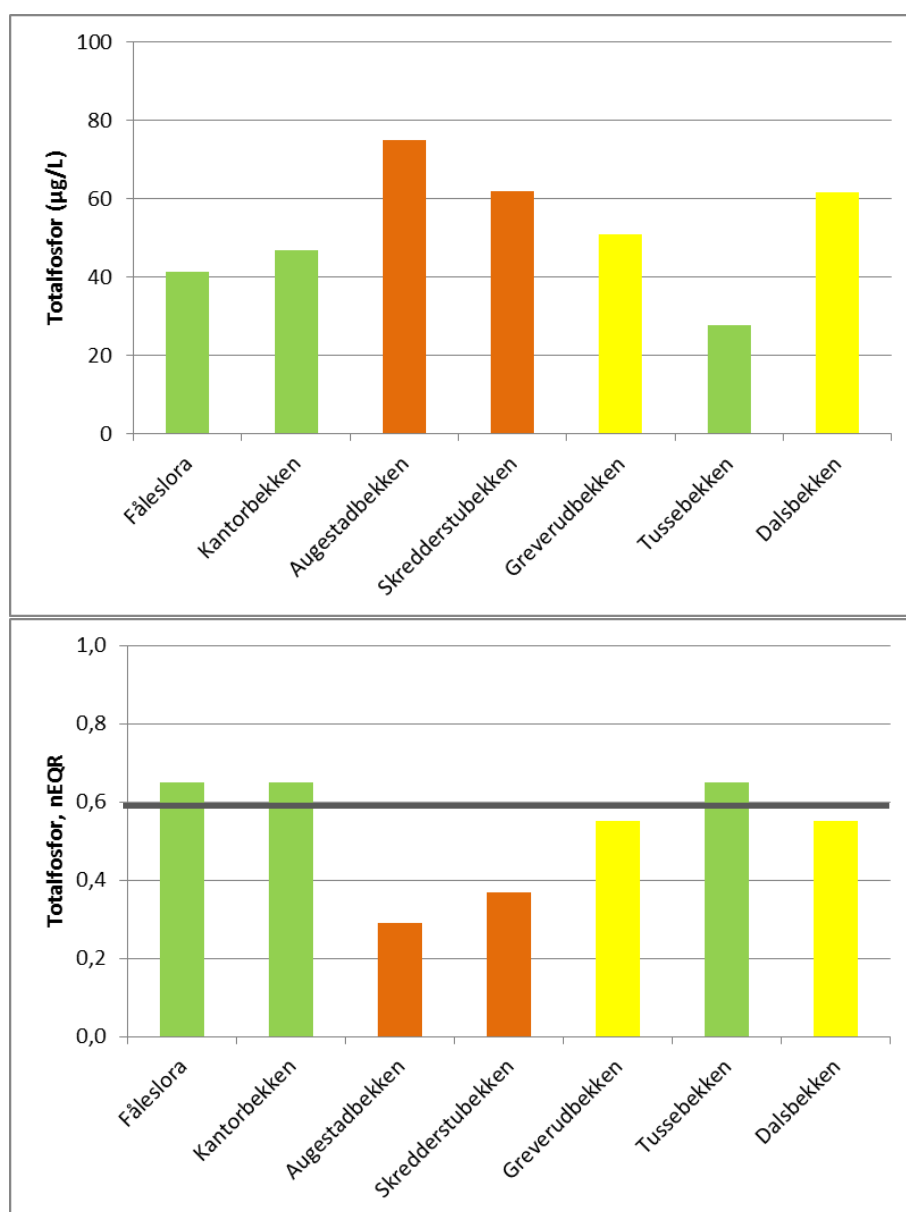
## 3.2 Elver og bekker

### 3.2.1 Fysisk kjemiske parametere

#### Gjersjøvassdraget

Vanntypen for mange av bekkene har blitt justert til type «leirpåvirkete elver» (se tabell 4) og denne vanntypen har mindre strenge, men mer realistiske miljømål for total fosfor enn de vanntypene som tidligere har blitt brukt for disse tiltaksområdene.

Tilstandsklassifisering basert på total fosfor vises i figur 72. Fåleslora, Kantorbekken og Tussebekken er i tilstandsklasse god basert på total fosfor. Greverudbekken og Dalsbekken er i tilstandsklasse moderat, mens Augestadbekken og Skredderstubekken er i tilstandsklasse dårlig. Flere av bekkene er påvirket av avrenning fra kommunalt avløp og tette flater, i tillegg til avrenning fra landbruk. Det er betydelige punktutslipp fra hovedsakelig avløp, og dette medfører tidvis svært høye konsentrasjoner av total fosfor i bekkene.

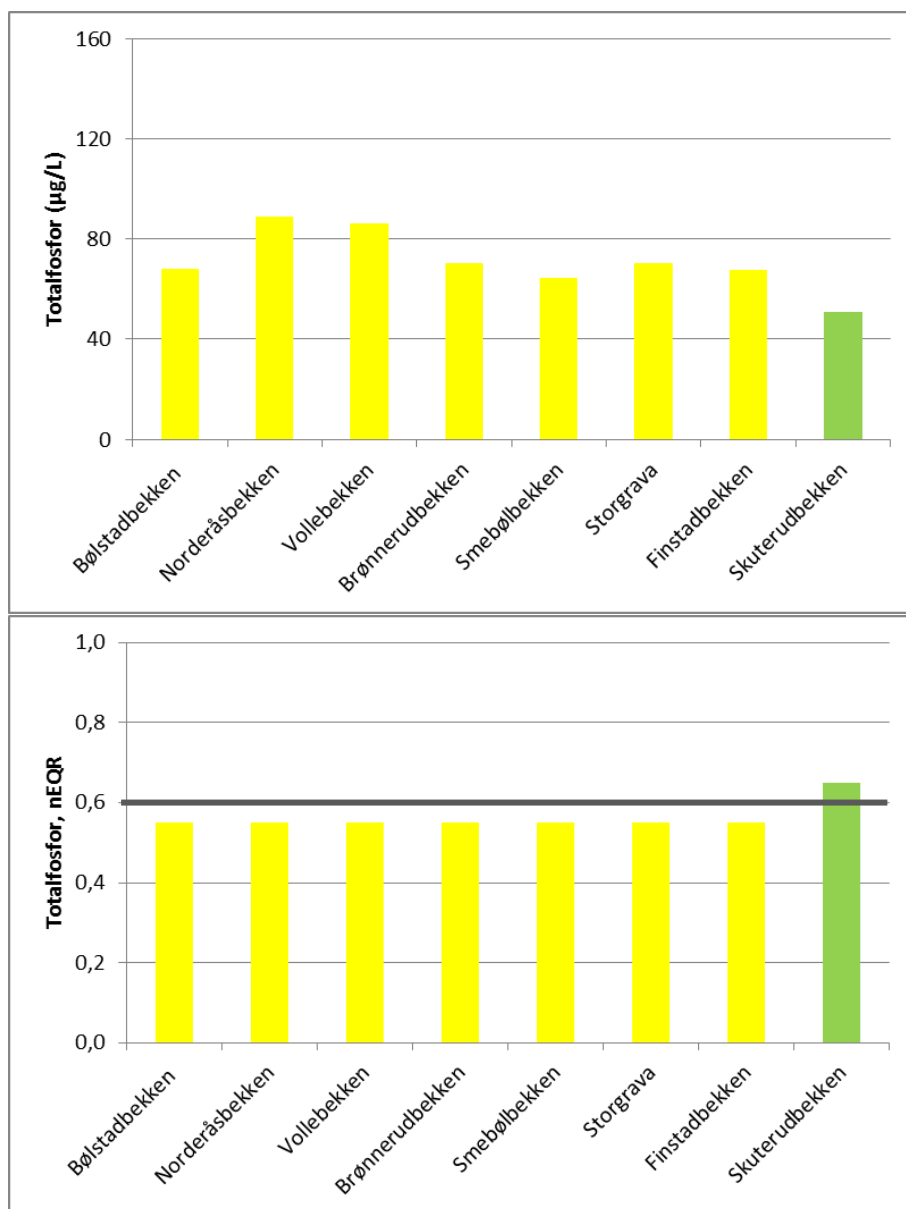


Figur 72. Tilstandsklassifisering av total fosfor (kjemisk støtteparameter) i bekkene i Gjersjøvassdraget i 2015. Øverste figur viser resultatene for total fosfor (µg/L) og nederste figur viser resultatene for total fosfor omregnet til normalisert EQR (nEQR). Den svarte linja viser grensen mellom god og moderat tilstand (miljømålet). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (jf. tabell V1-1).

## Årungenvassdraget

Vanntypen for alle bekkene har blitt justert til type «leirpåvirkete elver» (se tabell 4) og denne vanntypen har mindre strenge, men mer realistiske miljømål for total fosfor enn de vanntypene som tidligere har blitt brukt for disse tiltaksområdene.

Tilstandsklassifisering basert på total fosfor vises i figur 73. Alle bekkene i Årungenvassdraget er i tilstandsklasse moderat, men unntak av Skuterudbekken som er i tilstandsklasse god. Flere av bekkene er påvirket av avrenning fra kommunalt avløp og tette flater, i tillegg til avrenning fra landbruk. Det er betydelige punktutslipp fra både avløp og landbruk som medfører tidvis svært høye konsentrasjoner av total fosfor i bekkene.

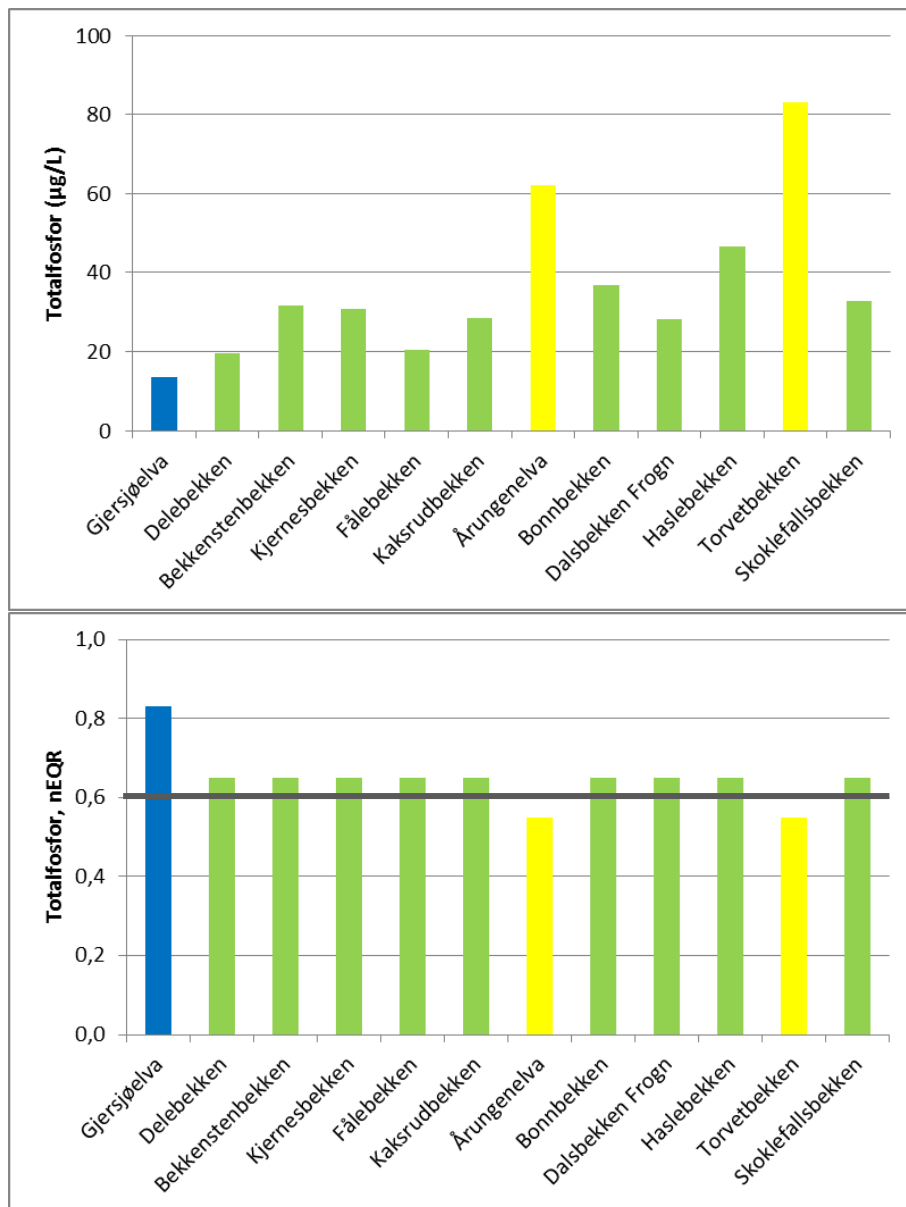


Figur 73. Tilstandsklassifisering av total fosfor (kjemisk støtteparameter) i bekkene i Årungenvassdraget i 2015. Øverste figur viser resultatene for total fosfor (µg/L) og nederste figur viser resultatene for total fosfor omregnet til normalisert EQR (nEQR). Den svarte linja viser grensen mellom god og moderat tilstand (miljømålet). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (jf. tabell V1-1).

## Bunnefjorden

Vanntypen for flere av bekkene har blitt justert til type «leirpåvirkete elver» (se tabell 4) og denne vanntypen har mindre strenge, men mer realistiske miljømål for total fosfor enn de vanntypene som tidligere har blitt brukt for disse tiltaksområdene.

Tilstandsklassifisering basert på total fosfor vises i figur 74. Gjersjøelva er i tilstandsklasse svært god. Årungenelva er i tilstandsklasse moderat. Vannkvalitetene i disse to utløpselvene gjenspeiler vannkvaliteten i henholdsvis Gjersjøen og Årungen. Flere av bekkene som drenerer til Bunnefjorden er i tilstandsklasse god, mens Torvetbekken er i tilstandsklasse moderat. Flere av bekkene er påvirket av avrenning fra kommunalt avløp og tette flater, i tillegg til avrenning fra landbruk. Det er betydelige punktutslipp fra både avløp og landbruk som medfører tidvis svært høye konsentrasjoner av total fosfor i bekkene.



Figur 74. Tilstandsklassifisering av total fosfor (kjemisk støtteparameter) i bekkene som drenerer til Bunnefjorden i 2015. Øverste figur viser resultatene for total fosfor (µg/L) og nederste figur viser resultatene for total fosfor omregnet til normalisert EQR (nEQR). Den svarte linja viser grensen mellom god og moderat tilstand (miljømålet). Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge (jf. tabell V1-1).

# VEDLEGG 1 - VANNKVALITETSOVERVÅKING I VANNOMRÅDET PURA

## Viktige fokusområder i PURA; bakgrunn, status og videre utfordringer

Vannområde PURA, Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget omfatter kommunene Frogn, Nesodden, Oppegård, Oslo, Ski og Ås. Området er preget av stor befolkningstetthet og intensivt jordbruk, og dette medfører store miljøutfordringer.

*Overgjødsling og algevekst (eutrofiering):* Hovedkildene er avrenning fra jordbruksarealer, avløp fra kommunalt ledningsnett og spredt bebyggelse, samt overvann, avrenning fra tette flater som veier og bebygde arealer. Bunnsedimentene i flere av innsjøene inneholder store mengder næringsstoffer (fosfor) som frigjøres når det er oksygenfritt bunnvann, såkalt intern gjødsling.

*Oppblomstring av giftproduserende blågrønnbakterier (cyanobakterier):* Dette påvirker vannkvaliteten for råvann og badevann. Kan medføre badeforbud og også påvirke badevannskvaliteten Bunnefjorden dersom det transporteres blågrønnbakterier fra Årungen via Årungenelva.

*Vassdragsinngrep:* Det er gjennomført en rekke bekelukkinger og kanaliseringer i forbindelse med landbruk og urbanisering. Dette endrer vassdragene og forringer leveområdene til vannlevende organismer.

*Veiaavrenning:* Avrenning fra tette flater og veianlegg (E6, E18 og gamle Mossevei) kan inneholde både veisalt og miljøgifter.

*Fremmede arter:* Vannplanten vasspest har hatt stor utbredelse, men har i de siste år avtatt i omfang. Når den er til stede bidrar den til intern gjødsling og truer friluftinteressene.

*Forurenset grunn:* Avrenning fra alunskiferdeponiet på Taraldrud kan medføre forurening og forurensing ved tungmetaller.

*Andre miljøutfordringer:* Avrenning av plantevernmidler fra jordbruksarealer, forurensing av termostabile koliforme bakterier (fra avløp og husdyrgjødsel), miljøgifter fra avløpsvann, akuttutslipp (Gjersjøen er særlig sårbar).

## Viktige brukerinteresser i tiltaksområdene

<b>Gjersjøen:</b>	råvann til drikkevann for Oppegård og Ås kommuner bading, friluftsliv, fritidsfiske naturvernområde (våtmarksområde Slorene)
<b>Kolbotnvann:</b>	bading og fritidsfiske
<b>Tussetjern:</b>	bading og fritidsfiske
<b>Midsjøvann:</b>	naturreservat (fuglelokalitet), bading, fritidsfiske
<b>Nærevann:</b>	naturreservat (fuglelokalitet), bading, fritidsfiske
<b>Årungen:</b>	nasjonal rostadion, jordbruksvanning
<b>Østensjøvann:</b>	naturreservat, jordbruksvanning, fritidsfiske
<b>Pollevann:</b>	naturreservat (våtmarksområde)
<b>Elver og bekker:</b>	friluftsliv og fritidsfiske verneområder (Dalsbekken, Delebekken, Bekkenstenbekken) historisk minnesmerke (Gjersjøelva)

Hovedutfordringen i tiltaksområdene i PURA er overgjødsling og algevekst (eutrofiering). I Kolbotnvann og Årungen er det tidvis problemer med oppblomstring av giftproduserende blågrønnbakterier (cyanobakterier). Fosfor er det viktigste algebegrensende næringsstoffet i ferskvannsförekomstene og det er særlig viktig å gjennomføre fosforreduserende tiltak.

For å oppnå målene om god økologisk og kjemisk tilstand iht. vannforskriften er det viktig å gjennomføre gode tiltak. I PURA er det et særlig fokus på tiltak i landbruket, i kommunalt ledningsnett, i spredt avløp og med tette flater (PURAs tiltaksanalyse, 2009 og revidert tiltaksanalyse for PURA, 2013). I tillegg planlegges og gjennomføres spesielle innsjørestaurerende tiltak i Kolbotnvann og i Østensjøvann. I Kolbotnvann har det siden 2007 blitt gjennomført kunstig lufting av bunnvannet for å hindre oksygenfrie forhold og frigivelse av fosfor fra sedimentene. I både Østensjøvann og Kolbotnvann har det blitt gjennomført prøvefiske, i henholdsvis 2012 og 2013. Det vurderes å gjennomføre utfisking av karpefisk i disse to innsjøene for å kunne forbedre den økologiske balansen (næringskjeden) med den hensikt å redusere algevekst.

Vannområdet ligger i «Stor-Osloregionen» og opplever økende befolkningsvekst og store utviklingsprosjekter. Det pågår og er planlagt utbygging av industri- og boligområder, samt flere store samferdselsprosjekter:

- ✓ Utbygging av Follobanen – eventuell plassering av masser fra tunelldrivingen
- ✓ Utbygging av ny E18
- ✓ Utvidelse av Rv23
- ✓ Oppfylling av deler av Assurdalen i forbindelse med bygging av en motocrossbane
- ✓ Flytting av alunskiferdeponiet på Taraldrud og eventuell opparbeidelse av trailerhvileplass
- ✓ Flytting av Veterinærhøgskolen til Ås – betydelig utvidelse av campus

Disse, i tillegg til flere mindre utbyggingsprosjekter i regionen vil gjøre at vannområde PURA fortsatt vil ha store miljøutfordringer i årene som kommer.

## Vannkvalitetsovervåking og vannforskriften

EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet) har som formål å gi rammer for en helhetlig og samordnet vannforvaltning som sikrer en beskyttelse av vannmiljøet og en bærekraftig bruk av vannforekomstene. Vanddirektivet ble integrert i norsk lovverk i 2006, ved "Forskrift om rammer for vannforvaltningen", den såkalte vannforskriften.

Vannforskriften legger opp til en systematisk vannforvaltning i Norge, og den beskriver detaljert hvordan arbeidet skal gjennomføres på nasjonalt, regionalt og lokalt forvaltningsnivå. Det første trinnet i arbeidet med det nye vannforvaltningssystemet har vært å gjennomføre en basiskartlegging, også kalt en «grovkarakterisering», med en:

- ✓ inndeling i vannforekomster etter kategori (innsjø, elv, kyst)
- ✓ fastsetting av «vanntype» for alle vannforekomstene
- ✓ angivelse av de viktigste belastningene/påvirkningene i vannforekomstene
- ✓ vurdering av risiko for ikke å nå miljømålene

Denne grovkarakteriseringen har dannet grunnlaget for det videre arbeidet med å utvikle forvaltningsplaner og for å prioritere arbeidet i de enkelte vannregionene. Det neste trinnet i arbeidet har vært en klassifisering av miljøtilstand i vannforekomstene i hvert enkelt vannområde. Dette skal igjen ligge til grunn for mer detaljerte forvaltningsplaner og en utarbeidelse av

overvåkingsprogram for de enkelte vannområder og vannforekomster (jf. PURAs tiltaksanalyse 2009 og revidert tiltaksanalyse (2013)).

I forbindelse med implementeringen av vanddirektivet har det blitt utarbeidet nye kriterier for klassifisering av miljøtilstand i elver og innsjøer. Det gamle klassifiseringssystemet for ferskvann og kystvann (SFT veiledere 1997:03 og 1997:04) var basert på forskjellige påvirkningstypers innvirkning på utvalgte fysisk-kjemiske parametere. For hver virkningstype var det kun ett sett med grenseverdier som ble benyttet for alle vanntyper, og det var ingen direkte link til avvik fra naturtilstanden. I det nye klassifiseringssystemet iht. vannforskriften vektlegges særlig:

- ✓ biologiske kvalitetselementer/indikatorer/parametere – i tillegg til fysiske og kjemiske parametere
- ✓ spesifikke grenseverdier for ulike vanntyper
- ✓ avvik fra naturtilstand

Hovedvekten i det nye klassifiseringssystemet er lagt på biologiske kvalitetselementer, mens vannkjemiske og fysiske parametere tjener som støtteparametere. Klassifiseringssystemet er beskrevet i Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2009), og en revidert utgave av klassifiseringssystemet er publisert i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013). De reviderte klassegrensene og miljømålene er brukt i denne rapporten.

Klassifiseringssystemet er inndelt i tilstandsklassene: Svært god, God, Moderat, Dårlig og Svært dårlig, og det er oppgitt en naturtilstand for hver parameter (Tabell V1-1).

Naturtilstanden er den tilstanden som en vannforekomst har hatt før menneskelig påvirkning, og det kan i praksis sies å være tilstanden før intensiveringen av jordbruk og industri.

Miljømålet for naturlige vannforekomster er "naturlig økologisk tilstand" og er definert som «en tilstand der dyr og planter lever i et miljø som er i harmoni med menneskelig aktivitet».

Miljømålet anses som akseptabelt avvik fra naturtilstanden, og miljømåls grensen er satt mellom god og moderat tilstand (se Tabell V1-1). Dersom tilstanden i en vannforekomst ikke er tilfredsstillende må tiltak iverksettes for at god økologisk og kjemisk tilstand kan nås.

*Tabell V1-1. Økologisk tilstand iht. vannforskriften, med fem definerte tilstandsklasser og tilhørende normalisert EQR for den enkelte tilstandsklasse. Tiltak skal iverksettes der tilstanden klassifiseres som moderat eller dårligere dvs. under miljømålet. Normalisert EQR (nEQR) er forklart i egen tekstboks i Vedlegg 2.*

Tilstand/Klasse	Tilstand/miljømål	Normalisert EQR
Svært god	Miljømål tilfredsstillt	0,8-1
God		0,6-0,8
Moderat	Tiltak nødvendig	0,4-0,6
Dårlig		0,2-0,4
Svært dårlig		0-0,2

Det er utarbeidet en innsjøtypologi basert på kalkinnhold el. alkalitet og humusinnhold, samt størrelse og høydereion (høyde over havet) (Veileder 02:2013, Direktoratsgruppa, Vanddirektivet 2013). Grunnen til denne vanntypeinndelingen er at ulike vanntyper har ulik naturtilstand, og at dagens tilstand uttrykkes som avvik fra denne. For hver innsjøtype er det utarbeidet en forventet referanseverdi for hvert kvalitetselement (parameter/indeks), og tilstandsklassene er basert på avvik fra referanseverdien. Sammenlignet med SFTs klassifiseringssystem, hvor det ikke ble tatt hensyn til

vanntype, vil klassifiseringssystemet iht. vanndirektivet ha strengere, eller mindre strenge grenser mellom de tilsvarende tilstandsklassene avhengig av vanntypen.

### **Revidering av vanntyper for vannforekomstene/tiltaksområdene i PURA**

I forbindelse med PURAs revidering av tiltaksanalysen for planperioden 2016-2021 ble det gjort en ny vurdering og fastsettelse av vanntyper for alle vannforekomstene. I Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013) gis det både utførlig informasjon om hvordan vanntype skal fastsettes etter gitte kriterier, og det gis råd og henvisninger til hvordan vanntype skal vurderes dersom det er tvilstilfeller eller der vanntype ikke finnes (eks. leirpåvirkete innsjøer).

Vurdering av nye vanntyper har tatt hensyn til at:

- ✓ flere vannforekomster ligger på grensen mellom to vanntyper
- ✓ store deler av vannområdet ligger under den marine grense og har høyt leirinnhold
- ✓ noen vannforekomster kan kvalifisere som sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF)

Bioforsk (nå NIBIO) har beregnet leirdekningsgrad i nedbørfeltene til de enkelte vannforekomstene i PURA.

Basert på denne gjennomgangen er det gjort endringer i vanntypeinndeling for vannforekomstene i PURA. De reviderte vanntypene er vist i Tabell 4.

## **Typer av vannkvalitetsovervåking og strategi i PURA**

I henhold til EUs vanndirektiv er det tre typer vannkvalitetsovervåking:

### **1. Basisovervåking (Type B)**

Langsiktig overvåking av naturlige og menneskeskaptede endringer. Kjenetegnes med få (faste) overvåkingsstasjoner. Lav prøvetakingsfrekvens og overvåking av alle kvalitetselementer. Skal følge opp utviklingen både for referanseforhold (upåvirkede forhold) og for påvirkede områder på en representativ måte. Nasjonalt ansvar. PURA har definert følgende lokaliteter som kandidater til basisovervåkingsstasjoner: Gjersjøen, Kolbotnvann, Årungen, Østensjøvann, Gjersjøelva og Årungenelva.

### **2. Tiltaksrettet overvåking (Type T)**

Overvåking av problemområder for å måle utviklingen i tilstanden og om tiltakene virker etter hensikten (effekt av tiltak). Kjenetegnet med relativt mange (ofte fleksible) overvåkingsstasjoner, tilstrekkelig prøvetakingsfrekvens til å fastslå tilstanden, og overvåking av det mest følsomme kvalitetselement relatert til påvirkningstypen. Vannregionmyndigheten har koordineringsansvar.

### **3. Problemkartlegging. Kildesporing (Type P)**

Overvåking ved usikre årsaker til problemer, eller ved uforutsette hendelser. Det er ikke spesielle krav til gjennomføringen.

Den tidligere lokale tiltaksrettede vannkvalitetsovervåking i vannregionen startet i 1996 som en del av kommunenes arbeid med hovedplaner for avløp og vannmiljø. Årungenvassdraget er blitt overvåket mer eller mindre kontinuerlig siden 1992. For dette vassdraget finnes også data fra før 1992. Gjersjøvassdraget er overvåket kontinuerlig siden 1960-tallet. Ref. Follorådet (1999): Regional



tiltaksanalyse som grunnlag for utarbeidelse av kommunale hovedplaner for vannmiljø og avløp – Erfaringer fra Follo.

Hovedutfordringen i vannområdet er å redusere eutrofieringen. At en vannforekomst er eutrof vil si at den har et forhøyet innhold av næringsstoffer som for eksempel biologisk tilgjengelig fosfor. Dette øker algeveksten og forringer vannkvaliteten. Siden fosfor er den viktigste årsak til forurensningssituasjonen i regionen vil de viktigste tiltakene være rettet mot å redusere fosfortilførsler til resipientene. Følgelig vil det bli lagt hovedvekt på en fosforbasert kjemisk og biologisk vannovervåking. I fortsettelsen vil det bli lagt vekt på andre virkningstyper som partikler, miljøgifter og salt.

#### **I PURA har man en klar strategi med vannkvalitetsovervåkingen:**

Overvåking av vannkvalitet skal dokumentere status for vannets tilstand og effekten av gjennomførte tiltak. På den måten bidrar den til at de mest kostnadseffektive tiltakene blir igangsatt og gjennomført.

#### **Hovedformålet med den lokale, tiltaksrettede vannkvalitetsovervåkingen i PURA er å:**

- ✓ bedre informasjonen om tilstand og utvikling i kommunenes vassdrag
- ✓ øke kunnskapen om lokale forurensningskilder
- ✓ bedre grunnlaget for mer effektive tiltak

#### **Vannkvalitetsovervåkingen har følgende delmål i PURA:**

- ✓ Kartlegge vannkvaliteten i alle større og mindre vannforekomster/tiltaksområder som kan være forurenset.
- ✓ Kartlegge alle forurensningskilder av betydning.
- ✓ Overvåke langsiktige endringer i vannkvaliteten i alle viktige vannforekomster/tiltaksområder som følge av lokal vannforurensning og å vurdere eventuelle langsiktige endringer i lokalitetenes økologiske tilstand og biologiske mangfold.
- ✓ Gi datagrunnlag for fastsettelse av kjemiske og biologiske (økologiske) vannkvalitetsmål, vurdering av måloppnåelse på grunnlag av foreslåtte tiltak, samt kostnadsvurderinger.
- ✓ Gi datagrunnlag som viser effekter av forskjellige typer tiltak og å gi et bedre beslutningsgrunnlag for ytterligere iverksettelse av tiltak.
- ✓ Beregne teoretisk årlig vannkvalitet basert på tilførselsdata som sammenliknes med målt vannkvalitet. Avvik følges fra år til år. Den beregnede og målte vannkvaliteten sammenlignes med den biologiske parameteren bunnfauna i bekker/elver og planktonalger i innsjøer. Dette gir en fosforbasert biologisk tiltaksanalyse.

#### **Effekt av tiltak – teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet: Avvikssystem**

Den lokale, tiltaksrettede vannkvalitetsovervåkingen i vannområdet Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget, senere PURA, kan vise til data fra 1960-tallet for enkelte lokaliteter. Vannkvalitetsovervåkingen har vært brukt som grunnlag for kommunale hovedplaner for vannmiljø i Follo (se rapporten "Regional tiltaksanalyse som grunnlag for utarbeidelse av kommunale planer for vannmiljø og avløp – Erfaringer fra Follo" (1999)). Her beskrives prinsippene for vannkvalitetsovervåkingen i Follo, der kontinuerlig oppfølging av effekter av tiltak står sentralt.

I "Tiltaksanalyse for PURA" (2009) er det fastsatt vannkvalitetsmål basert på teoretisk beregnede fosforreduksjoner (avlastningsbehov) for ulike forurensningskilder/sektorer for å nå god kjemisk og økologisk vannkvalitet innen 2015/2021. I regnskapet for teoretisk vannkvalitet er fosfortilførsel fra følgende forurensningskilder lagt til grunn: Avløp fra kommunalt ledningsnett, avløp fra spredt bebyggelse, arealavrenning fra tettsteder (tette flater) og landbruk.

For å nå vannkvalitetsmålene må man lykkes med tiltaksgjennomføring innen samtlige av disse forurensningskildene. Effektene av tiltak vurderes ved hjelp av et avvikssystem der det årlig beregnes et avvik mellom beregnet og målt total fosfor (TP) og beregnet og målt total reaktivt fosfor (TRP). TRP gir et estimat på biotilgjengelig fosfor (BAP). Avviket mellom beregnet og målt vannkvalitetsklasse sammenlignes med den biologiske parameteren begroingsalger (bekker/elver) og planktonalger (innsjøer). Dette gir en fosforbasert biologisk analyse. Årsrapporten inneholder en vurdering av effekt av tiltak i de ulike tiltaksområdene, basert på avvikssystemet. Er avviket stort vil dette indikere et behov for:

- ✓ forbedringer av de teoretiske beregningene
- ✓ justering av tiltakstype

Avviket regnes i prosent av teoretisk beregnet TP og TRP. Er avviket større enn 50 % (+ eller -) over flere år, antas de teoretiske beregningene å være feil, og må justeres. Er avviket positivt, er de teoretiske tilførselene overestimerte. Er avviket negativt, er de teoretiske tilførselene beregnet for lave. De ulike tiltakenes antatte betydning må da eventuelt revurderes, spesielt om avviket er negativt over flere år.

Det vil alltid være et avvik mellom beregnede teoretiske tilførsler og det som faktisk måles av vannkvalitet på hovedstasjonen i tiltaksområdet. Det essensielle er imidlertid å benytte avvikssystemet for å se trender i sammenheng med tiltaksgjennomføring. Et stort usikkerhetsmoment er fosforets dynamikk i jord, der det er store forsinkelser fra tiltaksgjennomføring til effekt vises på vannkvalitet.

I rapporten fremstilles avviket for hvert tiltaksområde i avvikstabellene i kapitlet "Effekt av tiltak: Forholdet mellom teoretisk/beregnet og målt vannkvalitet". Avviket fremstilles som et prosenttall for avviket beregnet ut fra konsentrasjon.

## **Særskilte tiltak innen landbruket**

Tiltaksanalysene for PURA (PURA, 2009 og 2013) med faktaark viser at jordbrukssektoren bidrar med en stor del av forurensningene i vannområdet. Det er derfor et stort behov for tiltak innen denne sektoren. Jordbrukstiltakene skal sammen med tiltak innen øvrige sektorer redusere tilførselene av fosfor til vannforekomstene og bidra til at PURA når målene om god kjemisk og økologisk tilstand.

Det gjennomføres allerede mange tiltak i vannområdet for å redusere fosfor fra landbrukssektoren, blant annet gjennom Regionalt miljøprogram. Som et supplement til dette er det etablert to øvrige prosjekter som skal bidra til reduksjoner av fosfor fra landbrukssektoren: Miljøplanrådgivning og prosjekt Østensjøvann.

### **Miljøplanrådgivning**

Miljøplanrådgivningsprosjektet ble gjennomført i PURA i 2013-2014. Prosjektet gikk ut på at bøndene fikk tilbud om besøk av miljøplanrådgiver med mulighet for utarbeidelse av miljøplan og hydroteknisk delplan for gårdsbruket. Landbruksforurensninger ble registrert, det ble gjort en vurdering av samlet miljøtilstand og -status og det ble utarbeidet miljøplan trinn 2 med tiltaksplan og eventuell delplan. Gjennom rådgivningen fikk man vurdert aktuelle og målrettede tiltak ned på gårdsnivå. Med dette

håper man å begrense tilførslene fra arealer som bidrar mest med næringsstoffer. I miljøplanrådgivningsprosjektet har 180 landbrukseiendommer hatt besøk av miljørådgiver og i underkant av 60 eiendommer har fått plan for hydrotekniske tiltak med søknad om SMIL-midler. I 2015 ble det besluttet at prosjektet formelt skulle anses som avsluttet, men det vil bli et videre arbeid med oppfølging av planer og planlegging av en eventuell ny runde med miljørådgivning.

### **Prosjekt Østensjøvann**

Innsjøen ligger i Ås kommune med nedslagsfelt i Ås og Ski kommuner og er en sterkt eutrof innsjø med meget høyt fosfor-innhold. Innsjøen er et naturreservat, underlagt strengt statlig vern etter naturmangfoldloven. Hovedkildene til forurensninger til innsjøen er i første rekke jordbruk, men en del kommer også fra kommunalt ledningsnett, spredt bebyggelse og tette flater. Konsentrasjonen av fosfor er meget høy både i vannfase og i sediment. Det er derfor en lang vei å gå før vannkvaliteten når god kjemisk og økologisk tilstand, i tråd med EUs vanddirektiv og vannforvaltningsforskriften.

Ås kommune har oppgradert anlegg i spredt bebyggelse i Østensjøvannets nedslagsfelt. Landbrukssektoren har i mange år gjennomført betydelige tiltak i området rundt vannet. Prosjekt Østensjøvann ble opprettet for å se på muligheten for ytterligere tiltak på den dyrkede jorda i nedbørsfeltet, og legge til rette for å gjennomføre disse tiltakene. Høsten 2014 fikk samtlige landbruksforetak i nedbørsfeltet til Østensjøvann besøk av miljørådgiver. Vinteren og våren 2015 ble det utarbeidet Miljøplan trinn 2 og hydrotekniske delplaner med søknad om SMIL-midler for 12 av foretakene. Det ble i 2015 også satt opp gjødslingsplaner med fosforindeksberegninger. Dette ble gjennomført som et samarbeid mellom brukerne og Norsk landbruksrådgivning. PURA arrangerte senhøstes 2015 i samarbeid med Follo landbrukskontor et informasjonsmøte for de berørte bøndene om resultatene fra prosjekt Østensjøvann.

### **Tilførselsmodeller i PURA**

PURA har tidligere benyttet Limno-Soil-modellen for beregning av fosfortilførsler i de årene det er drevet overvåking i regi av vannområdet. I 2013 kjørte Bioforsk (nå NIBIO) Agricat-modellen for driftsåret 2012 for hele vannregionen i forbindelse med utarbeidelsen av lokale tiltaksanalyser. Det har derfor vært naturlig å videreføre Agricat som modell for landbrukstilførsler i PURA, og vannområdet har engasjert NIBIO for kjøring av Agricat for planperiode 2, årlig eller sjeldnere. Modellen ble kjørt for PURA i 2014 og 2015 ved en revidert versjon, Agricat 2.

#### **Nyttige linker:**

PURA: <http://pura.no/>  
Vannportalen: <http://www.vannportalen.no>  
Vann nett: <http://vann-nett.no/portal/default.aspx>  
Vanmiljøsystemet: <http://vanmiljo.miljodirektoratet.no/>

## VEDLEGG 2 - MATERIALE OG METODER

### Tidspunkt for prøvetaking

Feltarbeidet i innsjøer og elver/bekker ble gjennomført i løpet av 2015, og tabell V2-1 viser prøvetakingsfrekvens og tidspunkt for prøvetakingen.

#### Innsjøer

- Det ble gjennomført prøvetakingsrunder månedlig fra mai til oktober hvor følgende prøver ble tatt i hver innsjø:
  - Måling av siktedyp
  - En vannprøve til analyse av vannkjemiske parametere
  - En vannprøve til analyse av klorofyll-a
  - En planteplanktonprøve

#### Elver/bekker

- Det ble gjennomført månedlige prøvetakingsrunder hvor det ble tatt prøver til analyse av vannkjemiske parametere
- Det ble ikke tatt prøver av biologiske kvalitetselementer i elver og bekker i 2015.

Tabell V2-1. Prøvetakingsfrekvens og tidspunkt for feltarbeid i innsjøer og i elve- og bekkelokaliteter i 2015

2015		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Elver	<b>Fysisk-kjemiske parametere</b>												
	Total fosfor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Total reaktiv fosfor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	pH, konduktivitet, farge, turbiditet, total nitrogen, totalt organisk karbon						x			x			
	Termotolerante koliforme bakterier ( <i>E.coli</i> )						x			x			
	<b>Biologiske kvalitetselement</b>												
	Ingen prøvetaking i 2015												
Innsjøer	<b>Fysisk-kjemiske parametere</b>												
	Total fosfor					x	x	x	x	x	x		
	pH, konduktivitet, farge, turbiditet, kalsium, løst reaktivt fosfor, total nitrogen, totalt organisk karbon						x			x			
	Termotolerante koliforme bakterier						x			x			
	Siktedyp					x	x	x	x	x	x		
	<b>Biologiske kvalitetselement</b>												
	Planteplankton/klorofyll-a						x	x	x	x	x	x	

## Fysisk-kjemiske parametere

Feltarbeidet ble gjennomført etter standard metoder beskrevet i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

### Innsjøer

Prøvetaking av fysiske og vannkjemiske parametere ble gjennomført fra båt ved det dypeste punktet av hver innsjø. Temperatur og innhold av oksygen ( $\mu\text{g/L}$ ) ble målt med et YSI 600 instrument, og siktedyp ble målt med en 25 cm Secchiskive. I hver innsjø ble det tatt integrerte blandprøver fra eufotisk sone (den øvre delen av vannlaget hvor det er nok lys til å drive fotosyntese), tilsvarende 0-4 meters dyp. Følgende analyseparametere ble målt: Total fosfor (hver måned), pH, konduktivitet, farge, turbiditet, kalsium, fosfat, totalnitrogen, totalt organisk karbon, termotolerante koliforme bakterier (juni og september). Alle kjemiske analyser ble gjennomført etter akkrediterte metoder ved NIVAs analyselaboratorium.

### Elver og bekker

Prøvetaking av vannkjemiske parametere ble gjort fra en vannprøve som ble tatt fra bekken/elva i et område med god bevegelse i vannet. Følgende analyseparametere ble målt: Total fosfor og totalt reaktivt fosfor (hver måned), pH, konduktivitet, farge, turbiditet, kalsium, fosfat, totalnitrogen, totalt organisk karbon, termotolerante koliforme bakterier (juni og september). Alle kjemiske analyser ble gjennomført etter akkrediterte metoder ved Eurofins, med unntak av TRP som ble analysert av Ski kommune.

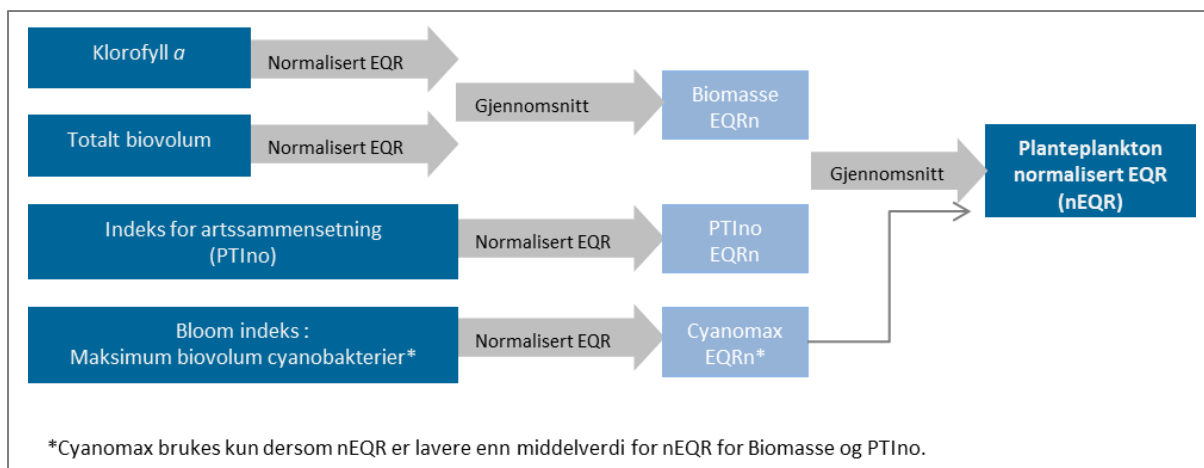
## Biologiske kvalitetselementer

### Innsjøer

#### Planteplankton

Prøvetakingen av planteplankton ble foretatt i henhold til standardprosedyre (NS-9459) og består av en blandprøve fra eufotisk sone (0-4 m). Det ble tatt ut prøver for klorofyllanalyse, vannkjemisk og planteplankton fra samme blandprøve. Kvantifiseringen av planteplanktonet ble foretatt i omvendt mikroskop iht. norsk standard (NS-EN 15204) og biomassen og artssammensetningen ble beregnet. Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på klorofyll a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomax), som nå er interkalibrert med de nordiske landene og beskrevet i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

Klorofyll a og biovolum er to uavhengige mål på planteplanktonets biomasse. PTI er en indeks basert på artssammensetning, der hver art vektet i henhold til sin indikatorverdi langs trofigradienten og sin relative biomasse. PTI er interkalibrert med nordiske data fra juli-september og regresjonsanalyse er gjort for å kunne benytte norske data fra hele vekstsesongen. Cyanomax er det maksimale biovolumet av cyanobakterier observert i vekstsesongen. Metodene vil bli beskrevet i revidert utgave av Klassifiseringsveilederen. Figur V2-1 viser hvordan gjennomsnittet av normalisert EQR (NEQR) for de ulike indeksene beregnes for å få en felles NEQR for planteplankton. Cyanomax benyttes kun når denne NEQR er lavere enn gjennomsnittet av de andre NEQR for planteplankton. Dette gjøres for å unngå at fravær av cyanobakterier bidrar til en høyere NEQR, dvs bedre økologisk tilstand.



Figur V2-1. Klorofyll  $a$ , totalt volum og PTI normaliseres og gjennomsnittet benyttes for å beregne en NEQR for planteplankton. NEQR beregnes først for biomassen (klorofyll  $a$  og totalt volum) før det beregnes en gjennomsnittlig NEQR for planteplankton. Indeksen for Cyanomax benyttes kun hvis denne NEQR er lavere enn gjennomsnittet av de andre indeksene. (fra Annex 1 i Lyche-Solheim mfl. 2011).

### Småkreps

Prøver av littorale og pelagiske småkreps (vannlopper – Cladocera, hoppekreps – Copepoda) ble samlet inn i seks innsjøer (Tussetjern, Midtsjøvann, Nærevann, Årungen, Østensjøvann og Pollevann) En pelagisk og to littorale prøver ble tatt respektive i mai, juni og oktober 2015 (totalt ni prøver fra hver innsjø). Prøvene ble tatt med planktonhåv (maskevidde 90  $\mu\text{m}$ ) etter prosedyre beskrevet i NS-EN 15110 og spesifisert i egen prøvetakingsmanual (se Skjelkvåle m. fl. 2006). Littoralprøvene ble tatt i strandsonen som horisontale trekk, en over eksponert strand og en gjennom dominerende vannvegetasjon. De pelagiske prøvene ble tatt i de åpne vannmasser (pelagialen) som vertikale håvtrekk over innsjøens dypeste punkt fra en halv meter over bunnen og opp til overflaten.

Prøvene ble fiksert med lugol og lagret mørkt og kjølig fram til bearbeiding i laboratoriet. Vannloppene er bestemt ved hjelp av Flössner (1972) og Hudec (2010), mens hoppekrepsene er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918) og Einsle (1993, 1996). Alle småkreps er bestemt til art med unntak av nauplier og små copepoditter hos hoppekrepsene. Individuelle krepsdyrprøver ble fraksjonert og minst 200 individer ble artsbestemt. Hele prøven ble gjennomgått for registrering av arter med lav tetthet.

Krepsdyrmaterialet er analysert ved hjelp av Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill 1980), med programmet CANOCO (ter Braak og Smilauer 1998). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data der vannene i denne undersøkelsen er behandlet passivt i et datasett bestående av et større antall innsjøer som dekker en variasjon i trofegrad (tot P) fra 1,2  $\mu\text{g P l-1}$  (Rømsjøen) og til 177,5  $\mu\text{g P l-1}$  (Hellesjøvatnet). DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler. Se for øvrig vedlegg 5.

### Elver og bekker

Det ble ikke tatt prøver av biologiske kvalitetselementer i elver og bekker i 2015.

## Tilstandsklassifisering

Prosedyre for tilstandsklassifisering er beskrevet i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). Tilstandsklassifiseringen er gjort i forhold til den definerte påvirkningen i vannforekomstene; eutrofiering. Typespesifikke grenseverdier for de forskjellige kvalitetselementene er benyttet, der slike er fastsatt. Alle disse kvalitetselementene og parameterene/indeksene er beskrevet i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). Klassegrensene som er brukt i klassifiseringen er også hentet fra denne veilederen. For å kunne foreta en tilstandsvurdering av hver vannforekomst totalt sett er EQR beregnet for hvert kvalitetselement. Økologisk tilstandsklasse er angitt med farge; svært god (blå), god (grønn), moderat (gul), dårlig (oransje) og svært dårlig (rød) (jf. tabell V1-1). Der tilstandsklassifiseringen ligger mellom to klasser vil det etter «føre-var-prinsippet» bli angitt den dårligste av de to klassene.

### Generell prosedyre for klassifisering av økologisk tilstand

Regler og retningslinjer for klassifisering av økologisk tilstand er utførlig beskrevet i kapittel 3 i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013). Her kommer en forenklet oppsummering:

Klassifisering av økologisk tilstand for en vannforekomst skal iht. vannforskriften baseres på biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer. Klassifiseringssystemet omfatter fem tilstandsklasser: svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig (jf. Tabell V1-1 i vedlegg 1 i denne rapporten). Det er utviklet spesifikke indekser for de biologiske kvalitetselementene som er egnet for å måle responsen på en gitt påvirkning (f.eks. eutrofiering). Klassegrensene er satt ut fra såkalte «dose-respons kurver» mellom indeksen (respons) og den påvirkningen (eks. totalfosfor) biologien responderer på (dose). Tilsvarende er det utviklet klassegrenser for målte verdier av en rekke fysisk-kjemiske kvalitetselementer (eks.  $\mu\text{g/l}$  totalfosfor, m siktedyp).

I en tiltaksrettet overvåking vil en allerede ha kunnskap om hvilke(n) påvirkning(er) som er aktuelle for den enkelte vannforekomst. En vil da velge å ta prøver av biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer som er best egnet for å måle effekten av den definerte påvirkningen.

1. De innsamlede overvåkingsdataene for en vannforekomst sammenstilles for en gitt periode (eks. årsgjennomsnitt der hvor flere prøver fra et år/en vekstsesong foreligger).
2. Det enkelte biologiske kvalitetselementet (eks. planteplankton, begroingsalger) eller det enkelte fysisk-kjemiske kvalitetselementet (eks. totalfosfor, siktedyp) klassifiseres. Det finnes klassifiseringstabeller for hvert enkelt kvalitetselement i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).
3. Det beregnes EQR og normalisert EQR for hvert kvalitetselement (se egen faktaboks for forklaring av EQR).
4. Den samlede økologiske tilstanden for vannforekomsten bestemmes ut fra det biologiske kvalitetselementet som angir den dårligste klassen (lavest nEQR). Dette kalles «det verste styrer-prinsippet». Hensikten med dette prinsippet er å unngå at noen påvirkninger kan bli oversett og beskytte det mest følsomme kvalitetselementet for de forskjellige påvirkningene (føre var prinsippet). Se for øvrig kap. 3.5.5 i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa, Vanndirektivet 2013).
5. Dersom de biologiske kvalitetselementene viser god eller svært god tilstand, mens en eller flere av de fysisk-kjemiske kvalitetselementene viser moderat eller dårligere tilstand, så vil tilstandsklassen graderes ned et hakk (svært god til god, eller god til moderat).

### Fakta EQR

En EQR-verdi (Ecological Quality Ratio) sier noe om vannkvaliteten i forhold til en tilnærmet naturlig økologisk tilstand (naturtilstand). Hvert kvalitetselement/indikator/parameter har sine egne klassegrenser på denne skalaen, men kan sammenlignes/kombineres ved hjelp av konvertering til en normalisert skala med like klassegrenser: 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig. For å få et resultat for en vannforekomst kombineres de normaliserte EQR-verdiene for hvert kvalitetselement til et sluttresultat. Dette gir **en normalisert EQR-verdi/total klasse** basert på det kvalitetselementet som gir lavest verdi, dvs. dårligst tilstandsklasse, i hht. "det verste styrer" prinsippet ("one-out-all-out"). Dette er i tråd med føre-var prinsippet. Dersom en vannforekomst får en normalisert EQR-verdi fra 0 til 0,6 er tiltak nødvendig. Fra 0,6 til 1 er miljømålet tilfredsstillt, og tiltak er ikke nødvendig (se tabell V1-2).

Basert på statistikk muliggjør den normaliserte EQR-verdien fastsetting av realistiske mål i forhold til forventet naturtilstand/vannkvalitetsmål.

**Usikkerhet og begrensninger:** Klassifiseringssystemet iht. vannforskriften i Norge er nytt, og tilstandsklassifisering er derfor foreløpig beheftet med en viss grad av usikkerhet. Generelt er det mindre usikkerhet knyttet til indekser som er interkalibrert mot tilsvarende indekser brukt i andre europeiske land.

**Planteplankton:** Det er utviklet en indeks for vurdering av økologisk tilstand for planteplankton, PTI (Phytoplankton Trophic index). Denne indeksen er basert på klorofyll a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetting (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomax).

**Småkreps:** Bruk av småkreps for tilstandsvurdering av innsjøer i Norge har lange tradisjoner, for eksempel i forbindelse med forsuring (Schartau et. al. 2001, Walseng og Schartau 2001). Det er vist at mange arter av småkreps også er følsomme for eutrofiering, og endringer i artssammensetning som følge av eutrofiering er også grundig dokumentert (e.g. Karabin 1985, Straile og Geller 1998, Jensen m.fl. 2012). Det er ikke utviklet noe klassifiseringssystem for småkreps i forhold til eutrofiering, men andel tolerante og følsomme arter i en lokalitet, kan være aktuelle indikatorer for et klassifiseringssystem. Resultater fra PURA-prosjektet kan bidra til utvikling av et slikt klassifiseringssystem. Vurdering av resultater er gitt i kapittel 3 og i vedlegg 5.

**Begroingsalger:** Fra og med 2012 har prøvetaking og analyse av begroingsalger fulgt metoden som er utviklet for klassifisering iht. vannforskriften (PIT-indeks, Periphyton index for Trophic status). PIT-indeksen er ikke direkte sammenlignbar med metoden som tidligere har blitt brukt for begroingsalger i PURA (Fosforbasert vannkvalitetsklassifisering, Løvstad og Stabell (1997)). Erfaring fra lokaliteter hvor begge metoder er utprøvd er at PIT-indeksen generelt gir en tilstandsklasse bedre.

**Bunnfauna:** Økologisk tilstand er vurdert etter foreløpige kriterier gitt i Vannforskriften og i henhold til status i utviklingen av norske vurderingssystemer for elver (Veileder 02:2013). For eutrofiering/organisk belastning ble det anvendt bunnfaunaindeksen Average Score Per Taxon (ASPT), som også ble brukt som "norsk vurderingssystem" ved interkalibreringen av bunnfaunasystemer i EU. Observerte indeksverdier divideres med referanseverdien for å få en verdi som indikerer tilstanden (EQR - Ecological Quality Ratio). For tiden er referanseverdi for ASPT satt til 6,9 for alle vanntyper (Veileder02:2013). For enkelt å sammenligne resultater på tvers av indekser og kvalitetselementer, gjøres en normalisering av indeksskalaene for EQR, slik at alle indekser opererer på en skala mellom 0 og 1. Verdien etter skalering kalles da kort for nEQR. Siden det brukes midlede verdier og ikke høyeste målte referanseverdi, finnes det tilfeller hvor det måles høyere verdi enn referansetilstand. Ved en normalisering av EQR settes disse verdiene lik 1.



## Beregning av forurensningskilder og tilførsler av fosfor

### Forurensningskilder/tilførsler av fosfor

Rapporten viser årlige tilførsler av totalt og biotilgjengelig fosfor fra sektorene kommunalt avløp, spredt bebyggelse, landbruk og tette flater. Dette er vist i figurform for hvert tiltaksområde. Data for tilførsler fra kommunalt avløp, spredt bebyggelse og tette flater er levert av kommunene. Bruk av modellen Agricat har gitt landbruksdata. I foreliggende rapport vil man for enkelte tiltaksområder se at det kan være til dels store endringer fra 2011- til 2012-tilførslene. Dette skyldes to ting:

a) For å samkjøre tilførselsberegningene som hver enkelt kommune utfører for kommunalt avløp, spredt bebyggelse og tette flater ble det i 2013/2014 utarbeidet et rapporteringsverktøy. Dette ble benyttet for å beregne tilførsler fra kommunalt avløp, spredt bebyggelse og tette flater fra og med 2012. Verktøyet gir en mer korrekt rapportering, blant annet ved mer enhetlig bruk av inngangsverdier. Faktorer og formler som ligger i et regneark gjør at beregninger skjer likt for alle kommunene. Dette kan imidlertid ha ført til at tallene for tilførsler har endret seg en del fra 2011 til 2012. I foreliggende årsrapport vil det for enkelte tiltaksområder forekomme til dels store endringer fra 2011 til 2012 på grunn av dette. Kommentarer er gitt for de tiltaksområdene der dette er tilfelle.

b) I forbindelse med utarbeidelse av lokal tiltaksanalyse i 2013 ble andel biotilgjengelig P i landbruket endret fra 50 % til 30 % av total fosfor. For beregning av tilførsler fra landbruket for årene 2012 og 2013 er det dette tallet som er benyttet til å regne om fra total fosfor til BAP (teoretisk beregnet biotilgjengelig fosfor).

I foreliggende rapport vil man også se at det for enkelte tiltaksområder er en stor økning i landbrukstilførsler fra 2013 til 2014/2015. Dette skyldes at 2012/2013-data er basert på Agricat 1-modellen, mens 2014- og 2015-data er basert på en revidert utgave av denne modellen, Agricat 2. I Agricat 2 er det blant annet økt fokus på overflateavrenning. Limno-Soil-modellen ble kjørt for landbrukstilførsler for 2007-2011. Overgangen til Agricat 1 fra 2011 til 2012 ga her ikke de store utslagene for de fleste av tiltaksområdene. For 2014 og 2015 inngår nødoverløp i verdiene for kommunalt avløp. Dette vil ha betydning for enkelte tiltaksområder.

### Naturlig bakgrunnsavrenning

Som forurensningskilder inngår følgende i årsrapporten: Kommunalt avløp, spredt bebyggelse, landbruk og tette flater. I forbindelse med utarbeidelse av tiltaksanalysen for PURA 2016-2021 ble også bakgrunnsavrenning inkludert i kilderegnskapet. Bakgrunnsavrenning er naturlig avrenning fra skog og annen mark som i mindre grad er påvirket av mennesker. I årsrapportene fra PURA fra og med 2016 vil bakgrunnsavrenning inngå som en tilførselskilde.

## VEDLEGG 3: ORDLISTE

### A

#### Alger

*Planktonalger (fytoplankton)* Lever fritt i vannet i innsjøer og sakteflytende elver. Ved masseoppblomstring kan vannet farges. Vannets farge vil bl.a. avhenge av fargepigmentene i algene. I innsjøer er ofte fosfor den mest vekstbegrensende faktor, og det er ofte en viss sammenheng mellom total fosfor (TP) og mengden av planktonalger i innsjøer. De to parametrene gir derfor ofte samme vannkvalitetsklasse.

*Begroingsalger (fytobenthos)* På bunnen i bekker og elver vokser det ofte fastsittende alger - begroings-alger. Sammenhengen mellom forekomsten av enkelte benthiske alger og vannkvalitet kan være svært god. Sammensetningen av indikatorer av begroingsalger gir et integrert bilde av vannkvaliteten som ikke enkeltanalyser av næringsstoffer og miljøgifter kan gi. De beste av indikatoralgene, f.eks. arter/slekter innen kisel- og blågrønn-bakteriene er svært følsomme for endringer i tilførselen av biotilgjengelige plantenæringsstoffer og giftstoffer. Indikatorsystemet som anvendes er fosforbasert, dvs. at det er en relativt god sammenheng mellom forekomst av indikatoralger og konsentrasjonen av total fosfor eller total reaktivt fosfor (TRP).

### B

#### Blågrønnbakterier (ofte kalt blågrønnalger eller cyanobakterier)

Viktige fotosyntetiserende organismer (produsenter) i ferskvann. Noen er rentvannsindikatorer, mens andre kan være forurensningsindikatorer. Planktoniske blågrønn-bakterier kan være svært giftige og det er viktig å få fjernet disse i eutrofe innsjøer. Se også Planktonalger under Terskelindikatorer.

#### Bunnfauna

Nærvær og fravær av forskjellige bunnfauna indikerer graden av påvirkning av organisk stoff og giftstoffer. Bunnfauna er relativt lite anvendelige for å se på en (tidlig) eutrofierings-utvikling (se begroingsalger).

### E

#### Eutrofiering

Den viktigste virkningstypen i PURAs vannområde er eutrofiering (økt tilførsel av plantenæringsstoffer, spesielt fosfor). Eutrofiering gir økt algevekst både i rennende vann og innsjøer. Overvåkingsprogrammet er derfor i hovedsak basert på overvåking av fosfor og biologiske parametere. Fra 2009 er det målt på en del andre parametere to ganger i vekstsesongen for å vurdere om disse har innvirkning på økologisk tilstand. Årungenelva og Gjersjøelva har eget måleprogram og har hyppigere prøvetaking av for eksempel nitrogen og suspendert stoff da disse parametrene er viktige for vannkvaliteten i Bunnefjorden.

I innsjøer vil fosfortilførsler føre til algevekst i temperatursprangsjiktet og dårligere oksygenforhold i bunnvannet. Den spesielle problemalgen *Gonyostomum semen* er vanlig ved eutrofiering i innsjøer.

#### EQR

Ecological Quality Ratio. Sier noe om vannkvaliteten i forhold til en tilnærmet naturlig økologisk tilstand (naturtilstand). Ligger mellom 0 og 1, der 1 er naturlig økologisk tilstand.

### F

#### Fosfor

*Total fosfor - TP.* Dette er den totale konsentrasjon av fosfor som finnes i en prøve etter oppslutning med et oksidasjonsmiddel. Total fosfor inneholder både en ikke-biotilgjengelig og en biotilgjengelig

fraksjon. Den biotilgjengelige fraksjonen kan i vekstsesongen helt eller delvis tas opp av alger i vannet. Den ikke-biotilgjengelige fraksjonen er uten betydning for eutrofieringsprosessen. I rennende vann (bekker og elver) foreligger den biotilgjengelige fraksjonen hovedsakelig i løst form. I partikkelpåvirkede bekker kan imidlertid en betydelig del av den biotilgjengelige fraksjonen være bundet (adsorbent) til leirpartikler. I overflatevann (epilimnion) i innsjøer vil den biotilgjengelige fraksjonen tidlig i vekstsesongen kunne bli tatt opp av alger som lever fritt i vannet (planktonalger). Mengden løst biotilgjengelig fosfor (BAP) kan derfor være svært lav i innsjøer. I vekstsesongen er derfor konsentrasjonen av TP ofte et godt mål på biotilgjengelig fosfor i innsjøer.

*Total reaktivt P - TRP.* Denne fraksjonen av total fosfor, som kan måles kjemisk, gir et mål på biotilgjengelig fosfor for alger. Måles kun i rennende vann (bekker og elver) da TRP i vekstsesongen tas opp av alger i innsjøer (se ovenfor). Noe av TRP kan være løst og noe kan være bundet til leirpartikler. I erosjonsutsatte vassdrag er det viktig at prøvene tas når vannføringer < middelvannføring, fortrinnsvis i vekstsesongen til begroingsalgene (mars-oktober). I flomperioder kan TRP og TP bli svært høye og er ofte ikke relatert til de biologiske/økologiske forholdene i vassdraget, men mer til innholdet av suspendert stoff (uorganiske leirpartikler).

### **Fosforbasert tiltaksanalyse**

*Beregning av fosfortilførsler.* I tiltaksanalysen, som er fosforbasert, brukes teoretiske avrenningskoeffisienter for forskjellige fosforkilder. Her er fosforavrenningen delt opp i:

1. Avløp tettsteder
2. Avrenning fra tette flater
3. Avrenning/avløp fra spredt bebyggelse og
4. Avrenning fra landbruk

Både total fosfor (TP) og biotilgjengelig fosfor (BAP) inngår i tiltaksanalysen. BAP er her beregnet som en fast % av TP for de ulike kildene.

1. Avløp tettsteder:	90 %
2. Avrenning fra tette flater:	10 %
3. Avrenning/avløp fra spredt bebyggelse:	90 %
4. Avrenning fra landbruk:	30 %

Fosfortilførslene beregnes hvert år, i dette tilfelle fra 2007. Det er satt mål for hvor store tilførsler som kan aksepteres i 2015 for at god økologisk tilstand skal oppnås i de ulike tiltaksområdene. Det er derfor viktig at det anvendes samme beregningsmetoder hvert år når nye tilførselstall presenteres. Det bør derfor lages en standardisert prosedyre for beregningsmetoder mht. de ulike fosforkilder. Dersom det innføres en ny beregningsmetode for eksempel jordbruksavrenning må tidligere beregninger rettes opp.

Ut fra de beregnede tilførsler for et nedbørfelt kan midlere fosforkonsentrasjon nederst i et nedbørfeltet beregnes dersom årsvannføringen er kjent. Her brukes NVEs 30-års-middel for arealavrenning.

*Avviksberegninger.* Teoretiske beregninger stemmer imidlertid ofte ikke med de faktiske forhold i felt. Tiltaksanalysen må derfor gjøres mer feltrettet ved at de teoretiske beregningene kontrolleres ved målinger i felt. Avvik fra teoretisk beregnede konsentrasjoner kan måles direkte ved fosforbasert vannovervåking. Vanligvis brukes total fosfor - TP, men i PURA-området analyseres det også på total reaktivt fosfor – TRP, som kan gi et tilnærmet mål på biotilgjengelig fosfor. I oppfølgingen av tiltakene måles avviket i prosent hvert år mellom beregnet og målt TP og TRP, dvs. henholdsvis

$$\left(\frac{TP_{\text{teoretisk}} - TP_{\text{målt}}}{TP_{\text{målt}}}\right) = 100\%$$

og  $\left(\frac{BAP_{\text{teoretisk}} - TRP_{\text{målt}}}{TRP_{\text{målt}}}\right) = 100\%$ .

Dersom forholdet er betydelig større eller mindre enn 50% over flere år er de teoretiske beregningene feil. Dersom avviket er positivt er de teoretiske tilførslene overestimerte. Dersom avviket er negativt er de teoretiske tilførslene beregnet for lave. De forskjellige tiltakenes antatte betydning bør da revurderes, spesielt dersom avviket over flere år er negativt.

*Fosforbasert biologisk klassifisering* kan brukes til å forbedre dette avvikssystemet betydelig, da stikkprøver av biologiske indikatorer i langt større grad gir et godt mål på den midlere klasse for året enn stikkprøver av TP og TRP. I stedet for forholdet mellom to fosforfraksjoner som vist ovenfor, brukes i stedet differansen

X-klasse<sub>teoretisk</sub> · Y-klasse<sub>målt</sub>

der X er TP eller BAP og Y er fytoplankton (PAL), begroingsalger (BAL) eller bunnfauna (BZO). Y kan også være TP og TRP, men her brukes klasse i stedet for middelkonsentrasjon. Etter hvert som tiltakene gjennomføres vil dette avvikssystemet være et godt redskap for å måle effekter av enkelte tiltak.

### **Fosforretensjon**

Fosforretensjon er tilbakeholdelse eller sedimentasjon av fosfor. Retensjonen til et stoff er den andelen av et stoff som holdes tilbake/sedimenterer i innsjøer, tjern, dammer, elver og bekker.

## **K**

### **Karakterisering av innsjøer, bekker og elver**

Det er i PURA blitt anvendt indikatorer av alger, bunnfauna, fisk og i noen grad høyere vannplanter. Biologiske indikatorer sammen med bl.a. kjemiske og fysiske parametere anvendes for å karakterisere økologisk tilstand for vannforekomsten. Følgende veileder er tidligere benyttet: SFT, 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 97:04. Etter innføring av klassifiseringssystem for miljøtilstand i vann er følgende to veiledere aktuelle: Direktoratgruppen, Vanndirektivet, 2009: Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann, Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet. Direktoratgruppen, Vanndirektivet, 2013: Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av Direktoratgruppen for gjennomføring av vanndirektivet.

### **Kjemiske og fysiske faktorer**

*Fosfor* er den viktigste begrensende faktor for alger og planter i ferskvann. En del andre parametere kan imidlertid modifisere vannkvaliteten slik at algesamfunnets sammensetning forskyves.

*Farge* måles som mg Pt/l og gir et mål på konsentrasjonen av humus i vannet. Det er uklart hvordan humus påvirker fosfortilgjengeligheten, men den kan være lavere i overflate-vannet.

*Kalsium (Ca)* er et viktig hovedion som er en del av saltholdigheten.

*Konduktivitet* kalles også ledningsevne og måles som mS/m eller µS/cm. Konduktivitet er et mål på den totale saltholdigheten i vannet. Det er uklart hvordan saltholdigheten virker inn på fosforets biotilgjengelighet.

*Oksygen*. Oksygenmangel kan føre til fiskedød. Fører også til utlekking av fosfor fra sedimentene.

*pH* gir et mål på surhetsgraden. Lav pH fører til fiskedød. Høy pH (>9,5) fører til utlekking av fosfor fra sedimentet og ofte masseoppblomstring av blågrønnbakterier.

*Siktedyp* gir et mål på turbiditet (f.eks. uorganiske partikler og planktonalger) og vannets farge (humusinnhold). Det er god sammenheng mellom siktedyp, fosfor og planktonalger i innsjøer med lite humus og uorganiske partikler.

*Suspendert stoff (SS)* gir et mål på innholdet av partikler i vannet.

*Total nitrogen.* Nitrogen kan være begrensende for alge-vekst i havet. Det er derfor viktig å begrense tilførselen av nitrogen til Indre Oslofjord. Det er uklart hvordan svært høye nitrogenkonsentrasjoner langsiktig virker inn på fersk-vannsystemer. Total nitrogen er den totale konsentrasjon av nitrogen i vannet. Total nitrogen består av en rekke løste fraksjoner, for eksempel nitrat (NO<sub>3</sub>) og ammonium (NH<sub>4</sub>) som er lett tilgjengelig for alger og planter.

*Total organisk karbon (TOC)* gir et mål på konsentrasjonen av organisk stoff i vannet. Mye organisk stoff kan føre til oksygensvikt og utlekking av fosfor fra sedimentene.

*Turbiditet* gir et mål på innholdet av partikler i vannet. Turbiditeten varierer sterkt gjennom året med vannføringen. De økologiske forhold (for eksempel algene) bør derfor relateres til perioder med lavvannføringer (<50% av middelvannføring) i erosjonsutsatte vassdrag. Ved høy erosjon (ved høy vannføring) vil for eksempel algene føres vekk og prøvetaking vil være vanskelig. Partiklene kan ha høyt innhold av fosfor, spesielt når det er partikkelerosjon fra landbruksområder med mye gjødsling. For partikkelpåvirkede bekker og elver kan SFT-klasse 3/4 ved < 50% av middelvannføring være "god økologisk tilstand", da partiklene fra naturen sin side (naturlig erosjon) reduserer det biologiske mangfoldet og antagelig fremmer forurensningstolerante arter.

## N

### **Naturlig økologisk tilstand (naturtilstand)**

En økologisk tilstand der dyr og planter lever i harmoni med menneskelig aktivitet.

## T

### **Terskelindikatorer**

*Terskelindikatorer* defineres her som biologiske indikatorer som skal vise overgangen mellom god/moderat og dårlig økologisk tilstand.

*Alger, begroingsalger.* I bekker og elver viser fravær av -slimaktige belegg av spesielle kiselalger og blågrønnbakterier at den økologisk tilstand er moderat eller bedre.

*Planktonalger.* I innsjøer er fravær av problem-organismer som blågrønnbakterier og den spesielle arten *Gonyostomum semen* (gir kløe for badende) viktig.

*Bunnfauna.* Nærvær og fravær av forskjellige bunnfauna indikerer graden av påvirkning av organisk stoff og giftstoffer. Det er vist at det er god sammenheng mellom algebegroing i bekker og elver og forekomst av steinfluer og døgnfluer i Osloregionen (Løvstad 2008). For bunnfauna benyttes ofte begrepet bunnfauna.

*Fisk.* Det er viktig å kartlegge hvilke fiskearter som overlever i de forskjellige vannforekomstene. God økologisk tilstand forutsetter opprettholdelse av spesielle fiskearter som hører til i vannforekomsten.

*Vannplanter.* Vasspest er en viktig terskelindikator i noen eutrofe innsjøer.

## **Tiltaksanalyse**

En oppstilling og faglig vurdering/rangering av relevante tiltak i et avgrenset område, normalt et vannområde. Utgjør et faglig innspill til arbeidet på vannregionnivå med å utarbeide en forvaltningsplan med tiltaksprogram.

#### **Tiltaksområde**

Et tiltaksområde defineres som alt areal innenfor avgrensninger gitt i kart. Det er i realiteten et delnedslagsfelt der alle tiltak eller påvirkninger vil ha virkning på de vannforekomstene som er omfattet av tiltaksområdet.

#### **V**

#### **Vannforekomst**

En avgrenset og betydelig mengde av overflatevann, som for eksempel en innsjø, et magasin, en elv, bekk, kanal, fjord eller kyststrekning, eller et avgrenset volum -grunnvann i ett eller flere grunnvannsmagasin.

Et vannområde kan være inndelt i mange vannforekomster. Vannområdet Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget, PURA, er inndelt i 18 ferskvannsføremster og 2 marine vannforekomster.

#### **Vannområde:**

Flere vannforekomster som er satt sammen til en hensiktsmessig forvaltningsenhet. Et vannområde kan bestå av ett eller flere vassdrag eller deler av et vassdrag, og inngår som en del av en vannregion.

#### **Vannregion**

Ett eller flere tilstøtende vannområder som er satt sammen til en hensiktsmessig forvaltningsenhet (største forvaltningsenhet).

## VEDLEGG 4: BASISDATA FOR ALLE VANNKJEMISKE DATA FRA INNSJØER OG ELVER/BEKKER

Tabell V4-1. Basisdata for alle vannkjemiske parametere som har blitt analysert i innsjøene i PURA i 2015

Tiltaksområde		KLA	Tot-P	Siktedyp	Tot-N	TOC	LP	Ca	Turb	Farge	Kond	pH	TBK
Dato		µg/l	µg/l	m	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	FNU	mg Pt/l	mS/m		antall/100ml
Gjersjøen	21.05.2015	4,2	17	2,4	1500	6,8	6		1,8	38	22,2	7,6	9
	18.06.2015	2,3	16	3,4	1400	6,7	5		1,3	33	22,3	7,67	2
	16.07.2015	6,8	12	2,8	1400	6,8	5		0,79	30	22,2	7,8	2
	13.08.2015	4,9	15	3,7	1300	6,8	5		1,5	34	22,4	7,75	17
	10.09.2015	6,3	16	2,8	1400	7,5	5		1,8	39	21,4	7,6	9
	08.10.2015	1,6	18	2,8	1500	6,9	11		2	35	22,3	7,37	1
Kolbotnvann	21.05.2015	16,0	27	1,9	800		5		2,6	16	29,5	8,43	2
	18.06.2015	12,0	21	2,8	600		5		1,4	15	29,4	7,99	2
	16.07.2015	15,0	19	2,4	500		5		1,3	12	28,8	7,96	6
	13.08.2015	18,0	31	2,3	400		7		2,0	16	28,4	7,90	8
	16.09.2015	23,0	22	2,0	500		4		3,3	16	29,7	7,91	5
	08.10.2015	20,0	67	1,8	1400		50		6,7	15	29,5	7,17	5
Tussetjern	20.05.2015	4,1	22	1,0	1400								
	16.06.2015	7,4	21	1,3	1280	9,1	6	16,2	4,8	71	18	7,42	1
	14.07.2015	13,0	22	1,1	1280								
	11.08.2015	8,5	24	0,7	1240								
	07.09.2015	2,8	32	0,8	1230	13,7	9	13,2	8	113	13,7	7,16	130
	06.10.2015	6,7	16	1,0	1150								
Midtsjøvann	19.05.2015	12	42	0,9									
	16.06.2015	17	37	1	2640	9,3	9	16,2	4,3	59	15,4	7,52	1
	14.07.2015	25	46	1,2									
	11.08.2015	17	44	1									
	07.09.2015	31	48	0,6	1270	12,2	11	15	8,1	77	14,4	7,32	28
	06.10.2015	19	35	0,75									

Tabell V4-1. Basisdata for alle vannkjemiske parametere som har blitt analysert i innsjøene i PURA i 2014 forts.

Tiltaksområde	KLA	Tot-P	Siktedyp	Tot-N	TOC	LP	Ca	Turb	Farge	Kond	pH	TBK	
Dato	µg/l	µg/l	m	µg/l	mg/l	µg/l	mg/l	FNU	mg Pt/l	mS/m		antall/100ml	
Nærevann	19.05.2015	18	41	1,2									
	16.06.2015	11	33	0,9	1240	7,3	8	11,4	4,4	37	11,5	7,54	1
	14.07.2015	24	30	1,1									
	11.08.2015	18	36	1,2									
	07.09.2015	20	47	0,8	840	9,2	12	12,5	6,4	44	11,7	7,43	19
	06.10.2015	18	32	1									
Årungen	20.05.2015	5,1	58	0,6									
	17.06.2015	14	33	1	3620	6,1	9	21,2	5,4	32	25,3	7,86	5
	15.07.2015	24	37	1,7									
	12.08.2015	13	29	1,2									
	07.09.2015	9,4	66	0,9	2700	8,6	33	19,6	9,6	58	22,5	7,52	38
	06.10.2015	1,8	70	1,05									
Østensjøvann	20.05.2015	17	70	0,5									
	17.06.2015	36	51	0,8	4240	7	12	21,9	6,2	30	24,5	8,44	1
	15.07.2015	41	69	0,75									
	12.08.2015	26	71	0,6									
	07.09.2015	17	113	0,4	2200	10,1	51	48,9	25	77	19,6	7,35	20
	06.10.2015	5	93	0,4									
Pollevann	20.05.2015	6,7	15	2,25									
	17.06.2015	19	14	1,75	1070	7,5		4	21,8	1,5	29	31	8,24
	15.07.2015	3,6	8	3,8									
	12.08.2015	3,3	10	2,5									
	07.09.2015	9,7	17	1,6	970	8,7		3	20,5	3,1	42	26,2	7,64
	06.10.2015	5,3	13	2,3									



Tabell V4-2. Basisdata for total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) i elver/bekker i PURA i 2015.

Sted	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
GJE1	16	15	15	14	15	14	12	9	14	14	12	13
FÅL1	13	121	14	12	14	17	100	84	23	12	68	15
AUG1	48	110	38	100	45	91	69	43	95	129	55	76
SKR1	33	236	21	34	25	25	100	49	99	30	57	34
KAN1	30	51	21	87	62	95	55	23	41	27	42	26
GRE1	22	31	28	19	39	63	130	63	46	47	83	37
TUS1	18	19	72	14	16	18	47	36	27	17	20	26
DAL1	41	41	36	37	37	39	160	70	100	18	106	54
ÅRU1	80	61	71	63	53	51	26	34	62	68	87	88
VOL1	43	29	55	33	97	90	79	67	310	56	93	81
BRØ1	37	31	50	39	70	71	91	84	140	42	93	96
SME1	40	26	57	33	70	67	100	63	87	42	98	90
STO1	45	45	66	54	53	71	110	95	100	65	51	87
BØL1	63	Frossen	77	49	38	62	100	51	84	75	59	93
NOR1	68	44	65	52	99	110	130	160	100	60	69	110
FIN1	69	70	150	88	67	56	42	41	68	45	71	46
SKU1	30	17	61	37	53	42	67	55	63	50	64	71
BON1	29	12	21	35	38	36	69	53	38	25	46	41
HAS1	25	22	22	30	35	39	140	70	45	46	44	41
TOR1	81	160	37	62	120	74	97	85	65	53	84	80
BEK1	10	12	15	16	39	25	53	49	59	35	29	38
DEL1	8	7	13	15	27	43	40	14	22	8	28	10
KJE1	11	5	32	18	44	24	40	11	29	21	47	86
FBK1	11	10	12	19	24	19	62	3	20	17	30	17
KAK1	22	12	25	23	31	34	39	32	36	17	38	34
DBK1	13	6	21	29	34	28	76	28	25	18	34	26
SKO1	21	9	11	20	32	55	54	48	44	31	34	34

Tabell V4-3. Basisdata for totalt reaktivt fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ) i elver/bekker i PURA i 2015.

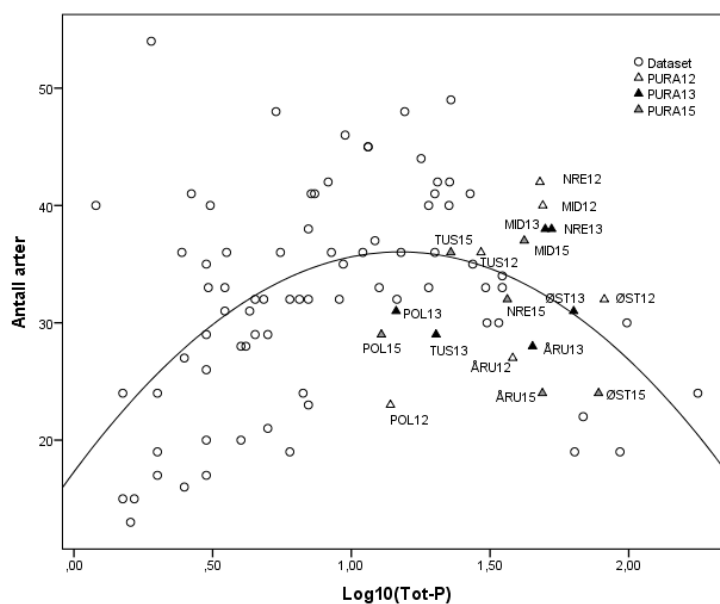
Sted	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
GJE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FÅL1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AUG1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SKR1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KAN1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GRE1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TUS1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DAL1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ÅRU1	44	40	37	28	14	11	1	2	23	52	46	58
VOL1	28	28	32	14	55	26	8	45	142	32	37	42
BRØ1	16	17	10	12	41	43	43	56	52	18	34	59
SME1	23	23	24	18	26	25	33	37	45	18	40	62
STO1	24	30	32	23	24	18	52	60	55	51	37	46
BØL1	35	Frossen	35	16	11	4	19	4	25	44	51	65
NOR1	35	30	36	24	47	41	53	84	56	40	67	78
FIN1	50	60	121	53	47	25	23	30	29	38	44	30
SKU1	14	12	20	13	13	9	16	27	24	23	59	49
BON1	7	9	5	8	6	9	19	19	10	13	9	18
HAS1	11	16	9	9	5	11	64	24	18	17	17	25
TOR1	65	149	22	38	62	40	61	57	32	34	44	61
BEK1	2	5	5	4	4	6	3	17	12	11	3	10
DEL1	3	2	1	2	1	5	1	4	2	1	3	4
KJE1	6	1	15	7	19	13	17	11	12	8	21	57
FBK1	3	8	4	5	4	1	12	3	5	5	3	7
KAK1	10	10	10	7	4	9	12	11	14	8	7	18
DBK1	3	2	6	6	4	10	28	13	7	8	5	20
SKO1	8	6	2	3	1	4	22	10	1	8	7	18

Tabell V4-4. Basisdata for øvrige vannkjemiske parametere i elver/bekker i PURA i 2015. \*Det ble tatt to prøver fra Delebekken i juni, da denne var unormalt forurenset

STASJON	pH		Kond (mS/m)		Turb (FTU)		Farge (mg/l)		TRP (µg P/l)		Total P (µg P/l)		Total N (µgN/l)		TOC (mg/l)		TKB, antall/100ml	
	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept	Juni	Sept
GJE1	7,82	7,57	22,3	20,6	1,30	1,70					14	14	1300	1300	7,1	8,0	3	18
FÅL1	8,00	7,82	62,3	36,9	2,5	5,5					17	23	2300	2600	4,9	7,7	800	120
AUG1	7,90	7,96	34,6	31,4	1,4	2,3					91	95	2500	2200	4,8	6,6	82000	22000
SKR1	7,94	7,97	32,0	32,5	1,5	62,0					25	99	1700	1600	3,8	5,3	1700	4100
KAN1	7,74	7,87	30,5	27,8	1,10	4,20					95	41	1500	1000	5,7	5,9	58000	31000
GRE1	7,91	7,84	33,1	24,2	3,00	6,9					63	46	1300	1100	7,6	12,1	14000	15000
TUS1	7,74	7,39	20,4	12,7	2,5	5,20					18	27	950	1100	8,7	13,4	24	25
DAL1	7,86	7,67	23,7	15,6	3,2	70					39	100	1500	1700	7,5	12,5	3100	2800
ÅRU1	7,7	7,4	26,1	20,6	8,7	11	43	52	11	23	51	62	3800	2400	8,4	12	13	66
VOL1	7,8	7,4	40,8	34,5	19	21	39	47	26	142	90	310	2200	3400	10	26	700	6700
BRØ1	7,7	7,8	70,9	36,6	27	46	95	190	43	52	71	140	2400	1700	15	27	180	400
SME1	8,0	7,7	29,1	21,2	12	22	28	43	25	45	67	87	4100	2100	8,6	12	240	200
STO1	8,0	7,5	33,7	24	12	20	33	51	18	55	71	100	4800	2800	9,2	14	700	5100
BØL1	7,8	7,7	25,1	18,9	12	21	40	69	4	25	62	84	4500	2000	9,9	14	82	4700
NOR1	7,8	7,6	27,6	20,7	23	21	126	135	41	56	110	100	4000	3600	17	18	160	1600
FIN1	7,9	7,7	34,4	35,3	9,6	21	10	24	25	29	56	68	1900	2000	6,9	8,9	14000	8800
SKU1	7,4	7,3	20,3	18	11	16	103	102	9	24	42	63	5600	2900	11	16	200	200
BON1	7,6	7,4	14,5	12,4	5,8	6,3	137	177	9	10	36	38	1400	1000	13	21	160	1900
HAS1	7,3	7,3	10,3	10,2	6,6	6,1	92	144	11	18	39	45	1700	970	10	18	98	200
TOR1	7,3	7,2	8,02	6,75	6,1	4,7	67	93	40	32	74	65	1300	960	9,0	14	35	32
BEK1	7,5	7,5	12,7	11,4	5,1	15	42	72	6	12	25	59	1100	810	7,6	14	6,4	400
DEL1*	7,2	7,1	9,2	7,75	1200	4	95	99	85	2	320	22	630	530	11	17	150	26
DEL1*	7,8		15,1		41		50		5		43		410		11		17	
KJE1	7,9	7,6	41	37,9	4,2	6	16	22	13	12	24	29	1200	680	7,6	9,2	240	110
FBK1	7,6	7,3	34,6	28	3,7	2	35	48	1	5	19	20	900	940	8,7	11	13	70
KAK1	7,7	7,6	22,0	21,3	6,0	6,2	50	60	9	14	34	36	3600	4000	8,1	10	89	400
DBK1	7,8	7,4	28,2	23,9	3,9	4,1	27	36	10	7	28	25	2300	1100	5,9	8,6	200	2400
SKO1	7,8	7,9	24,9	23,7	5,7	22	45	50	4	1	55	44	1700	820	10	15	120	300

## VEDLEGG 5: SMÅKREPS - DETALJERT INFORMASJON OM TILSTANDSVURDERING

Antall arter av småkreps og artssammensetningen av småkrepssamfunnet påvirkes av næringsbelastningen. I norske innsjøer har antall småkrepsarter en unimodal fordeling (en fordeling hvor datapunktene samler seg omkring et toppunkt) langs eutrofieringsgradienten, med høyest antall arter ved en total fosfor konsentrasjon omkring 15-30  $\mu\text{g l}^{-1}$  (Figur V5-1., Jensen m.fl. 2012). Fem av de 6 innsjøene fra PURA-prosjektet plasserer seg langs den nedadgående kurven for denne fordeling. Pollevann skiller seg ut med et lavere artsantall til tross for litt lavere konsentrasjon av total fosfor.

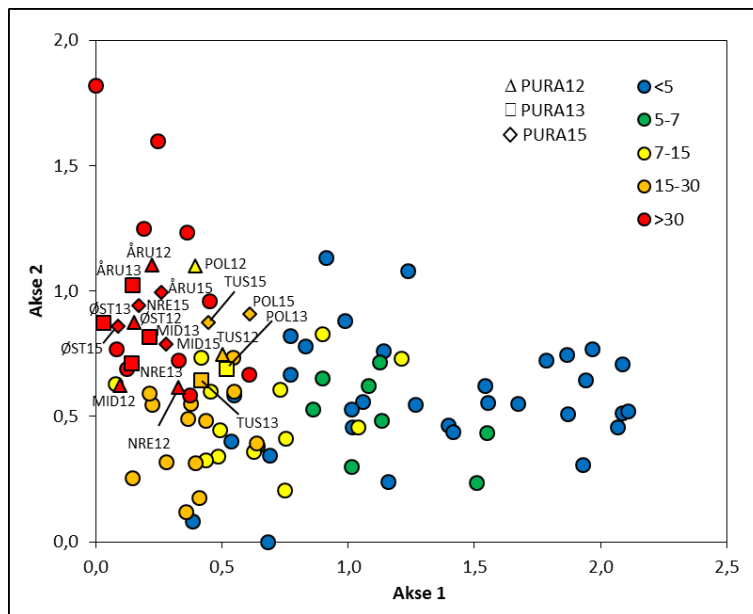


Figur V5-1. Antall arter av småkreps (vannlopper og hoppekreps) som funksjon av total fosfor konsentrasjonen i et større antall innsjøer i Sørlege og Sørøstlige Norge, inkludert Årungen, Midtsjøvann, Østensjøvann, Nærevann, Tussetjern og Pollevann.

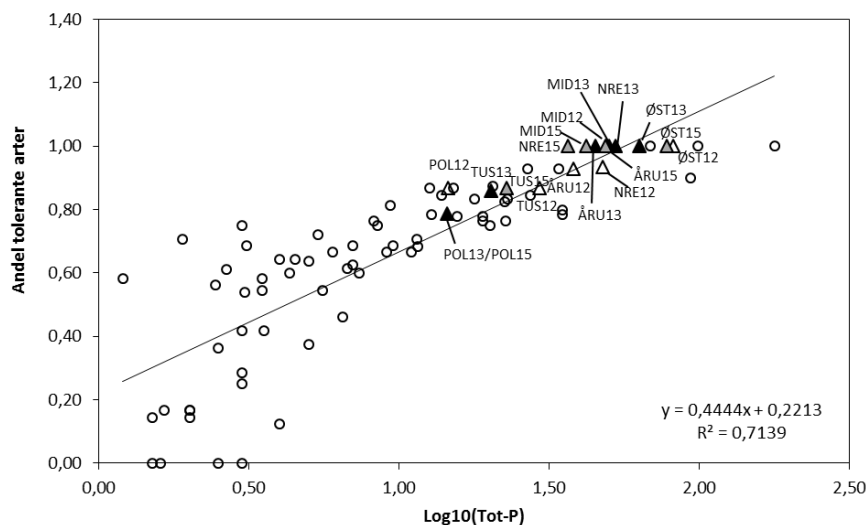
Endringer av småkrepssamfunnet som følge av økt næringsbelastning kan belyses ved hjelp av ordinasjon, som er et statistisk verktøy for å analysere hvordan endringer i miljøet påvirker et biologisk samfunn. Figur V5-2 viser en DCA-ordinasjon av småkrepssamfunnet fra et større antall innsjøer i Sør- og Sørøst-Norge, inklusiv innsjøene i PURA-prosjektet. Disse er imidlertid behandlet passivt, det vil si at de ikke er med på å påvirke ordinasjonsresultatet. DCA-analysen arrangerer småkrepssamfunnene i innsjøene slik at innsjøer med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens innsjøer med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Figuren avspeiler en endring av artssammensetningen når man beveger seg fra relativt lave total fosfor konsentrasjoner til høyre på første aksene mot høyere total fosfor konsentrasjoner til venstre på første aksene. Innsjøene fra PURA-prosjektet plasserer seg alle mot venstre på førsteaksene, sammen med andre innsjøer med høye konsentrasjoner av total fosfor. For de enkelte av de undersøkte innsjøer synes krepsdyrsamfunnene ikke å ha forandret seg nevneverdig fra 2012 til 2015, og indikerer derfor ingen store endringer med hensyn til næringsbelastning.

Noen arter blir ofte forbundet med næringsfattige forhold (eutrofieringsfølsomme), mens andre assosieres med mer næringsrike innsjøer (eutrofieringstolerante). Basert på datamaterialet fra et større antall norske innsjøer er artenes følsomhet for eutrofiering kategorisert som enten

eutrofieringsfølsomme, eutrofieringstolerante eller indifferente (Jensen m.fl. ikke publiserte resultater). Arter som *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* er eksempler på eutrofieringsfølsomme arter, mens *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides* er eutrofieringstolerante arter. Andelen av eutrofieringstolerante (i forhold til total antall indikatorarter) arter øker med økt total fosfor konsentrasjon (figur V5-3), mens andelen av eutrofieringsfølsomme (i forhold til total antall indikatorarter) arter avtar (data ikke vist). Begge disse to indikatorer rangerer de undersøkte innsjøene etter økende total fosfor konsentrasjon både for 2012, 2013 og 2015. Pollevann og Tussetjern med henholdsvis lavest og nest lavest total fosfor konsentrasjon både i 2012, 2013 og 2014 har henholdsvis lavest og nest lavest andel tolerante arter og høyest og nest høyest andel følsomme arter alle tre år. De fire andre innsjøene har alle total fosfor konsentrasjoner over 30 µg/l alle tre årene, og henholdsvis lavere andel følsomme arter og høyere andel tolerante arter i både 2012, 2013 og 2015.



Figur V5-2. DCA-ordinasjon av småkrepssamfunnet i et større antall innsjøer i Sør- og Sørøst-Norge. Innsjøene i PURA-prosjektet er behandlet passivt i ordinasjonen. Total fosfor konsentrasjonene er angitt med farger.



Figur V5-3. Andel eutrofieringstolerante indikatorarter (vannlopper og hoppekreps) fra et større antall innsjøer i de sørlige og sørøstlige deler av Norge (inkludert Årungen, Midtsjøvann, Østensjøvann, Nærevann, Tussetjern og Pollevann) som funksjon av total fosfor konsentrasjon.

## VEDLEGG 6 - REFERANSER

- Aquateam COWI 2015: "Avrenning av miljøgifter fra tette flater. Litteraturstudium". 42 s.
- Direktoratgruppa Vanndirektivet. 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann, Direktoratgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet, 180 s.
- Direktoratgruppa Vanndirektivet. 2013. Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Utgitt av Direktoratgruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 263 s.
- Einsle U. 1993. Crustacea: Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. I: J. Schwoerbel og P. Zwick (red.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa, 8(4-1): 1–209. Gustav Fischer Verlag.
- Einsle U. 1996. Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. I: H.J.F. Dumont (red.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, 10: 1–82. SPB Academic Publishing bv.
- Flössner D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. Tierwelt Deutschl. 60: 1-501.
- Follorådet (1999): Regional tiltaksanalyse som grunnlag for utarbeidelse av kommunale hovedplaner for vannmiljø og avløp – Erfaringer fra Follo.
- Hill MO. og Gauch HG. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. Plant Ecology 43:47-58.
- Hudec I. 2010. Fauna Slovenska III. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda). VEDA, Bratislava, 496 pp
- Haande S Hostyeva V og Skogan OAS. 2016. Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2015 med hovedvekt på resultater fra sesongen 2015. Sammendragsrapport. NIVA-rapport. Løpenr. 7025-2016. 16 s.
- Jensen TC, Dimante-Deimantovica I, Schartau, AK og Walseng B. 2012. Cladocerans respond to differences in trophic state in deeper nutrient poor lakes from Southern Norway. – Hydrobiologia. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-012-1413-5>
- NS-EN 15110. 2006. Vannundersøkelse. Veiledning I prøvetaking av dyreplankton fra stillestående vann.
- Karabin A., 1985. Pelagic zooplankton (Rotatoria+Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. I. Structural and quantitative features. Ekol. Pol., 33, 4: 567-616.
- Løvstad Ø. og Stabell T. 1997. LIMNOLOVA – Limnologisk, lokal vannkvalitetsovervåking. Rapport. Ski kommune. 28 s.
- Løvstad Ø., Statens Vegvesen, 2009. Overvåkingsprogram for Assurdalen – utvidelse av E6 (Oslo-Ski/Ås), Rapport. Limno-Consult. 24s.
- Løvstad 2008
- Lyche-Solheim A, Phillips G, Skjelbred B, Drakare S, Järvinen M, Free G. 2011. WFD intercalibration phase 2, milestone 6 report on Northern GIG Lakes Phytoplankton. [http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc\\_eewai/library?l=/intercalibration\\_6/lakes/final\\_result/northern\\_phytoplankton/nor\\_30122011doc/EN\\_1.0\\_&a=i](http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_6/lakes/final_result/northern_phytoplankton/nor_30122011doc/EN_1.0_&a=i)
- PURA. 2009. Tiltaksanalyse for PURA. Vannområde Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget. 66 s.
- PURA. 2011. Årsrapport 2008-2010, Vannområde Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøen, 134 s.
- PURA. 2013. Lokal tiltaksanalyse 2016-2021 for vannområde PURA, Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget. 48 s.
- PURA. UMB og Bioforsk, 2013. Kalkulator for fosforindeks (P-indeks) – innføring i P-indeks og veiledning i bruk av kalkulatoren. Krogstad og Falk Ødegård. 42 s.
- Sars GO. 1903. An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida. Bergen, 171 s.
- Sars GO. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida. Bergen, 225 s.
- Schartau, AKL, Walseng B og Halvorsen G. 2001. Hva betyr kalsium for artsrikdom og sammensetning av småkreps i Norge? Vann 36: 408-413.

- SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorden og kystfarvann. SFT veiledning nr. 97:03. Forfattere: Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J og Sørensen J. SFT rapport nr. TA-1467/1997, 36 s.
- SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT veiledning nr. 97:04. Forfattere: Andersen JR, Bratli JL, Fjeld E, Faafeng B, Grande M, Hem L, Holtan H, Krogh T, Lund V, Rosland D, Rosseland BO og Aanes KJ. SFT rapport nr. TA-1468/1997, 31 s.
- Skjelkvåle BL, Christensen G, Rognerud S, Schartau AK, og Fjeld E. 2006. Samordnet nasjonal innsjøovervåking; effekter av langtransporterte forurensninger. Plan for programmet og framdriftsrapport for 2004 og 2005. Statens forurensningstilsyn (SFT). Rapport 956/2006, 62 s.
- Stokker R, Walseng B, Braskerud B, Brittain J, Dolmen D og Sloreid SE. 1999. Artsmangfold i 2 syv år gamle fangdammer i Haldenvassdraget med forskjeller i vannkvalitet. NINA-fagrapport 034. 48s.
- Straile D og Geller W. 1998. Crustacean zooplankton in Lake Constance from 1920 to 1995: Response to eutrophication and re-oligotrophication. *Advances in Limnology*. 53: 255-274.
- ter Braak CJF og Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca NY, USA.
- Walseng B. og Schartau AKL. 2001. Crustacean communities in Canada and Norway: comparison of species along a pH gradient. *Water Air Soil Pollut.* 130: 1319-1324.

Utgiver: PURA  
www.pura.no

Tekst: Norsk institutt for vannforskning og PURA  
Layout / design: sommersethdesign.no

