

ÅRSRAPPORT 2021

PURA: Vannområdet Bunnefjorden
med Årungen- og Gjersjøvassdraget



Oppdragsgiver: PURA
Oppdragsgivers kontaktperson: Anita Borge
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Trond Stabell
Fagansvarlig: Trond Stabell
Andre nøkkelpersoner: Lisa Nielsen, Inga Greipsland, Annelene Pengerud, Leif Simonsen
Fotos: Norconsult

J03	2022-06-20	Til bruk	Trond Stabell	Annelene Pengerud	Trond Stabell
J02	2022-05-30	Til gjennomsyn	Trond Stabell	Annelene Pengerud	Trond Stabell
B01	2022-04-19	Utkast for kommentarer	Trond Stabell		Trond Stabell
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

FORORD

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 samarbeid mellom kommunene Ås, Frogn, Nesodden og Nordre Follo. Oslo kommune har også arealer i vannområdet og deltar i samarbeidet. Vannområdet er en del av Innlandet og Viken vannregion. Viken fylkeskommune er vannregionmyndighet med ansvar for å koordinere arbeidet med oppfølging av vannforskriften i denne vannregionen.

En av PURAs hovedoppgaver er å mane til handling innen sektorene som forurenses vassdragene. Som et viktig ledd i å gjennomføre og følge opp tiltak inngår tiltaksrettet vannkvalitetsovervåking. I årsrapport for 2021 redegjøres det for status for vannkvaliteten i tiltaksområdene i ferskvann sett i forholdet til målene beskrevet i regional vannforvaltningsplan 2022-2027 med tiltaksprogram for Innlandet og Viken vannregion.

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 (Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord, årsberetning 2021).

Det er mange som har bidratt ved gjennomføring av overvåkingen, analysearbeidet og utarbeidelse av rapporten. Vannprøvetaking i elver og bekker er utført av Nordre Follo kommune. Vannprøvetaking og prøvetaking av planteplankton i innsjøer er utført av Norconsult med assistanse fra Nordre Follo kommune. Prøvetaking og analyse av bunndyr, påvekstalgler og heterotrof begroing er gjennomført av Norconsult. Norconsult har også gjennomført analyse av planteplankton i innsjøene, databearbeiding og rapportering. PURA har vært diskusjonspartner under arbeidet med rapporten.

Medarbeidere fra Norconsult:

- Trond Stabell, prosjektleder hos Norconsult. Ansvar for gjennomføring av feltarbeid i innsjøer med vannprøver og prøvetaking og analyse av plankton, påvekstalgler og heterotrof begroing. Delansvarlig for bidrag til PURAs årsrapport, ansvarlig for sammenstilling av rapporten og for import av data til Vannmiljø.
- Lisa Nielsen, bidrag til årsrapporten, feltmedarbeider på innsjøene, ansvarlig for innsamling av biologiske prøver i rennende vann og for analyse av bunndyr.
- Inga Greipsland, bidrag til årsrapporten.
- Ida Kasin Hammerborg og Ragnhild Strand, kart til årsrapporten.
- Leif Simonsen, administrasjon og bidrag til utforming av årsrapporten.
- Annelene Pengerud, kvalitetssikring.

Medarbeidere fra Nordre Follo kommune:

- Grethe Arnestad, administrasjon av prøvetaking og prøveforsendelse, analyse av TRP, rapportering av resultater fra bekker/elver, bidrag ved utarbeidelse av årsrapporten.
- Knut Bjørnskau, bidrag ved utarbeidelse av årsrapporten.
- Tor Bergan, prøvetaking i elver og bekker, bistand ved feltarbeid (vannprøvetaking i innsjøene), analyse av TRP.

Analyser av vannkjemiske og bakteriologiske parametere i prøver fra elver og bekker er gjennomført av Eurofins og av Nordre Follo kommune (TRP).

Temagruppe Biologi/limnologi har sørget for kvalitetssikring av rapporten.

Vannområdeleder har hatt det overordnede ansvaret for dialogen mellom vannområdet og Norconsult.

Det rettes en stor takk til samtlige for deres innsats!

Ås, 16.06.2022

Anita Borge

vannområdeleder PURA

► Sammendrag

I 2021 har overvåkingsprogrammet til PURA inkludert månedlig analyse av utvalgte vannkjemiske parametere i elver og bekker, og månedlig analyse av næringsstoffer og planteplankton i innsjøer i perioden mai – oktober. I tillegg er det i elver og bekker analysert på bunndyr og heterotrof begroing to ganger og påvekstalger én gang.

Tabellene S1 – S3 viser den økologiske tilstanden i de undersøkte elvene, bekkene og innsjøene i 2021. Alle bekkene betraktes som leirpåvirkede, unntatt Gjersjøelva og de tre tilførselsbekkene til Kolbotnvann. For leirpåvirkede vannforekomster er det kun to tilstandsklasser (*god* med nEQR-verdi > 0,60, og *moderat* med nEQR-verdi < 0,60). Klassegrensen mellom god og moderat er avhengig av leirdekningsgraden i nedbørfeltet. Dette er årsaken til at f.eks. Årungenelva kommer ut med en bedre tilstandsklasse enn Haslebekken til tross for at fosforkonsentrasjonen er høyere (se tabell S3).

For andre året på rad var det i 2021 værforhold som vi mener ikke var spesielt gunstige for utviklingen av cyanobakterier i innsjøer. Årsaken til dette i 2021 var at både juni og august var nedbørfattige. Dette har trolig resultert i lavere tilførsler av fosfor enn normalt. Dette kan ha hindret veksten av cyanobakterier fra å komme skikkelig i gang på forsommeren, og stoppet eller redusert veksten av dem i august. Forekomsten av cyanobakterier var i 2021 lavere enn det som har vært vanlig de siste 10 årene. Dette er i seg selv meget positivt, men hovedgrunnen kan være den tørre sommeren. Det er derfor behov for et år med tilnærmet normale temperatur- og nedbørforhold gjennom sommeren og tidlig høst, for bedre å vurdere om store forekomster av cyanobakterier er på tilbakegang i PURA – innsjøene.

Årungenvassdraget

I de to innsjøene i Årungenvassdraget; Østensjøvann og Årungen, ble den økologiske tilstanden i 2021 vurdert til å være *moderat*. Biomassen av planteplankton økte utover sommeren, som er vanlig i næringsrike innsjøer. Artssammensetningen av planteplankton må imidlertid sies å ha være temmelig gunstig i begge innsjøene, uten stor forekomst av cyanobakterier eller av andre arter som er kjent for å kunne skape store oppblomstringer.

I tilførselsbekkene til Østensjøvann fant vi at fosforkonsentrasjonen var noe høyere i Skibekken enn i Skuterudbekken. I og med at nedbørfeltet til Skuterudbekken er omtrent dobbelt så stort, var imidlertid beregnet tilførsel av total fosfor til Østensjøvann klart høyest fra denne bekken. For totalt reaktivt fosfor (TRP) var forskjellen mindre, men også her beregnet vi at Skuterudbekken bidro noe mer enn Skibekken. Samfunnet av bunndyr indikerte dårligere forhold i Skibekken enn i Skuterudbekken, og den økologiske tilstanden i de to bekkene ble i 2021 funnet å være henholdsvis *svært dårlig* og *dårlig*.

Samlet sto Bølstadbekken og Storgrava for ca. 70% av fosfortilførselene til Årungen, mens Smebølbekken bidro med ca. 10%. En måling av total fosfor på hele 900 µg/l i Storgrava resulterte i en gjennomsnittlig konsentrasjon for året på hele 150 µg/l. Uten denne ekstremverdien ville gjennomsnittet blitt på 81 µg/l. Dette var omtrent det samme vi fant i Norderåsbekken. I de øvrige tilførselsbekkene til Årungen var konsentrasjonen av total fosfor i gjennomsnitt på 50 – 60 µg/l. Alle bekkene hadde et meget høyt innhold av total nitrogen med verdier mellom 2500 – 3500 µg/l.

Den økologiske tilstanden i Vollebekken, Brønnerudbekken og Storgrava var i 2021 *dårlig*. For alle disse bekkene var det samfunnet av bunndyr som var styrende for tilstandsvurderingen. I de øvrige bekkene fant vi en moderat økologisk tilstand (tabell S1).

Tabell S1. Økologisk tilstand i Årungenvassdraget i 2021. Tabellen viser også gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP), totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN), samt det relative bidraget av TRP fra ulike tilførselsbekker til hver enkelt innsjø. I tillegg viser tabellen nEQR-verdier for kvalitetselementene planteplankton, bunndyr, påvekst-alger og heterotrof begroing. Økologisk tilstand er vist ved nEQR-verdi og fargekode (se tabell 2-1 – tabell 2-4). Tilførselsbekkene dekker ikke hele nedbørfeltet, og deres samlede bidrag summeres derfor ikke til 100.

Vannforekomst	Næringsstoffer				Biologiske kvalitetselementer				Økologisk tilstand (nEQR)
	TRP % bidrag	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TN (µg/l)	Bunndyr (nEQR)	Påvekst-alger (nEQR)	Heterotrof begroing (nEQR)	Planteplankton (nEQR)	
Østensjøvann			45	2602				0,55	0,50 (M)
Skibekken	26	43	60	1 660	0,18	0,55	0,80		0,18 (SD)
Skuterudbekken	30	28	51	3 022	0,33	0,56	0,80		0,33 (D)
Årungen			35	2617				0,56	0,50 (M)
Bølstadbekken	40	32	59	2 918	0,57	0,47	0,80		0,47 (M)
Norderåsbekken	8,2	51	78	2 480	0,73	0,58	0,80		0,58 (M)
Vollebekken	5,2	48	69	2 220	0,33	0,39	0,80		0,33 (D)
Brønnerudbekken	0,8	28	53	2 460	0,33	0,57	0,80		0,33 (D)
Smebølbekken	13	37	62	2 448	0,50	0,45	1,00		0,45 (M)
Storgrava	24	56	150	3 480	0,29	0,57	0,80		0,29 (D)

Gjersjøvassdraget

I 2021 var nitrogeninnholdet en del høyere i Midsjøvann enn i Nærevann, men både fosforinnhold og forekomst av planteplankton ga svært like resultater for disse to innsjøene. For begge var tilstanden *god* ut fra mengde og sammensetning av planteplankton, men den økologiske tilstanden ble trukket ned til *moderat* i begge på grunn av forhøyet fosforkonsentrasjon. I Tussetjern ble også fosforinnholdet styrende for den økologiske tilstanden. Her endte denne på *god*, mens forekomsten av planteplankton indikerte *svært god* tilstand.

Fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvann lå i 2021 lavere enn det som har vært vanlig de siste 10 årene. Nitrogeninnholdet var lavt, noe som ser ut til å være karakteristisk for innsjøen. Store oppblomstringer av cyanobakterier er et vanlig fenomen i Kolbotnvann. Denne gruppen utgjorde også i 2021 en stor andel av planteplanktonet gjennom hele vekstsesongen, men den dominerte aldri fullstendig, og vi fikk ingen større oppblomstringer. Dette kan skyldes at værforholdene ikke var spesielt gunstige for cyanobakterier i 2021. Den økologiske tilstanden ble likevel klassifisert til *dårlig*, men nEQR-verdi viste at den lå helt i den øvre delen av denne klassen.

Skredderstubekken og Augestadbekken er de viktigste tilførselskildene for næringsstoffer til Kolbotnvann, og begge hadde høyt innhold av nitrogen i 2021. Sammenliknet med Augestadbekken var imidlertid fosforinnholdet i Skredderstubekken bare omtrent halvparten. I Midtoddveibekken fant vi tidvis ekstremt høye verdier av både nitrogen og fosfor. Til tross for at denne bekken er vesentlig mindre enn de to andre, kan den i 2021 derfor likevel ha representert en betydelig tilførselskilde av næringsstoffer til Kolbotnvann.

Av de biologiske parameterne var det samfunnet av bunndyr som ga dårligst resultat i alle bekkene. Bunndyrsamfunnet indikerte en *svært dårlig* økologisk tilstand i Augestadbekken og Midtoddveibekken, og en *dårlig* tilstand i Skredderstubekken.

I Gjersjøen tilsa artssammensetning og mengde av planteplankton i 2021 en økologisk tilstand helt på grensen mellom klassene *svært god* og *god*. Innholdet av fosfor ga derimot en nEQR-verdi helt på grensen mellom *god* og *moderat* tilstand. For 2021 ble dermed den økologiske tilstanden fastsatt til *god*. Ingen av tilførselsbekkene til Gjersjøen hadde spesielt høyt fosforinnhold, og på grunn av et stort nedbørfelt blir dermed Dalsbekken den klart største tilførselskilden av dette elementet. I 2021 bidro den med ca. 40% av den totale fosfortilførselen til innsjøen, mens bidraget fra de øvrige bekkene lå i intervallet 5 – 15%. Analysene av bunndyr, påvekstalger og heterotrof begroing viste at den økologiske tilstanden i Tussebekken var *god*, mens den var *moderat* i Fåleslora, Greverudbekken og Dalsbekken. Kantorbekken kom dårligst ut med *dårlig* tilstand.

Tabell S2. Økologisk tilstand i Gjersjøvassdraget i 2021. Tabellen viser også gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP), totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN), samt det relative bidraget av TRP fra ulike tilførselsbækker til hver enkelt innsjø. I tillegg viser tabellen nEQR-verdier for kvalitetselementene planteplankton, bunndyr, påvekstalger og heterotrof begroing. Økologisk tilstand er vist ved nEQR-verdi og fargekode (se tabell 2-1 – tabell 2-4). Tilførselsbekkene dekker ikke hele nedbørfeltet, og deres samlede bidrag summeres derfor ikke til 100.

Vannforekomst	Næringsstoffer				Biologiske kvalitetselementer				Økologisk tilstand (nEQR)
	TRP % bidrag	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TN (µg/l)	Bunndyr (nEQR)	Påvekstalger (nEQR)	Heterotrof begroing (nEQR)	Planteplankton (nEQR)	
Tussetjern			18	1088				0,87	0,65 (G)
Nærevann			32	977				0,65	0,50 (M)
Midtsjøvann			33	1455				0,60	0,50 (M)
Kolbotnvann			20	553				0,38	0,38 (D)
Augestadbekken	18	88	116	2 120	0,17	0,51	0,80		0,17 (SD)
Skredderstubekken	17	32	53	2 160	0,35	0,58	0,80		0,35 (D)
Midtoddveibekken	21	315	456	7 460	0,18	0,48	0,70		0,18 (SD)
Gjersjøen			17	1383				0,80	0,60 (G/M)
Fåleslora	12	21	47	2 920	0,49	0,53	1,00		0,49 (M)
Kantorbekken	5	19	52	1 086	0,20	0,48	0,80		0,20 (D/SD)
Greverudbekken	12	15	30	1 212	0,42	0,45	0,80		0,42 (M)
Dalsbekken	39	17	41	1 888	0,56	0,54	0,80		0,54 (M)
Tussebekken	13	8	23	1 074	0,74	0,79	0,80		0,74 (G)

Bunnefjorden

I Pollevann fant vi en mengde og sammensetning av planteplankton som ga en nEQR-verdi så vidt innenfor grensen til *svært god* økologisk tilstand. Et noe forhøyet fosforinnhold trakk denne ned til *god* tilstand.

Av de undersøkte elvene i PURA – overvåkingen er Gjersjøelva og Årungenelva de klart største. Begge har i tillegg et meget høyt nitrogeninnhold, og er dermed de klart største bidragsyterne av nitrogen til Bunnefjorden. Sammen med Haslebekken hadde Årungenelva også den høyeste fosforkonsentrasjonen. Fosforbidraget fra Årungenelva var i 2021 på ca. 40%, mens Gjersjøelva bidro ca. 25% og Haslebekken ca. 15%.

Heterotrof begroing ble ikke observert visuelt i noen lokaliteter, men bakterien *Spharotilus natans* ble observert i prøver analysert i mikroskop fra alle vannforekomstene bortsett fra i Årungenelva og Gjersjøelva. Det var i de fleste elvene og bekkene påvekstalger som i 2021 ble styrende for den økologiske tilstanden. Unntakene

var Haslebekken og Torvetbekken, der det var samfunnet av bunndyr som var avgjørende for tilstandsvurderingen. Av bekkene hvor biologiske parametere ble undersøkt, var det bare Delebekken som oppfylte kravet til minst *god* økologisk tilstand. Den ble fastsatt til *dårlig* i Haslebekken og til *moderat* i alle de øvrige.

Biologiske analyser ble ikke utført i Kjernesbekken og Fålebekken fordi disse tidvis er påvirket av saltvann. Med den leirdekningsgraden disse bekkene har tilsa fosforinnholdet *god* tilstand.

Tabell S3. Økologisk tilstand i 2021 for vannforekomster med utløp til Bunnefjorden. Tabellen viser også gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP), totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN), samt det relative bidraget av TRP fra ulike tilførselsbekker til fjorden. I tillegg viser den nEQR-verdier for kvalitetselementene planteplankton, bunndyr, påvekstalg og heterotrof begroing. Økologisk tilstand er vist ved nEQR-verdi og fargekode (se tabell 2-1 – tabell 2-4).

Vannforekomst	Næringsstoffer				Biologiske kvalitetselementer				Økologisk tilstand (nEQR)
	TRP % bidragR	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TN (µg/l)	Bunndyr (nEQR)	Påvekst- alger (nEQR)	Heterotrof begroing (nEQR)	Plante- plankton (nEQR)	
Pollevann			14	897				0,83	0,67 (G)
Tilløpsbekker til Bunnefjorden									
Gjersjøelva	21	8	20	1440		0,53	1,00		0,53 (M)
Delebekken	0,3	7	30	1175	0,63	0,75	0,80		0,63 (G)
Bekkenstenbekken	0,3	8	24	1442	0,40	0,48	0,80		0,40 (M/D)
Kjernesbekken	0,2	17	34	1108					> 0,60 (G)
Fålebekken	1,8	10	25	982					> 0,60 (G)
Kaksrudbekken	2,0	16	30	3400	0,73	0,55	0,80		0,55 (M)
Årungenelva	50	33	60	2780		0,54	1,00		0,54 (M)
Bonnbekken	2,6	14	37	1830	0,68	0,42	0,80		0,42 (M)
Knardalsbekken	0,2	10	18	768	0,67	0,50	0,80		0,50 (M)
Dalsbekken (Frogn)	2,5	19	36	1706	0,56	0,54	0,80		0,54 (M)
Haslebekken	13	32	56	1420	0,40	0,59	0,80		0,40 (D/M)
Torvetbekken	5,0	29	50	1216	0,46	0,68	0,80		0,46 (M)
Skoklefallsbekken	1,3	10	25	978	0,49	0,57	0,80		0,49 (M)

Innhold

FORORD	2
1 Innledning	10
2 Metoder	11
2.1 Feltarbeid og analyser	11
2.2 Tilstandsvurdering i innsjøer	11
2.3 Utrekning av nEQR for kvalitetselementet planteplankton	13
2.4 Tilstandsvurdering i rennende vann	14
2.5 Beregning av relativt bidrag fra tilførselsbekker	15
2.6 Prøvestasjoner	15
3 Plankton i innsjøer	17
3.1 Sesongsuksesjon av planteplankton	17
3.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	19
3.3 Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	19
4 Værforhold i 2021	21
5 Årungenvassdraget	22
5.1 Østensjøvann med tilløpsbekker	22
5.1.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	22
5.1.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Østensjøvann	23
5.1.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene	24
5.1.4 Østensjøvann	26
5.1.5 Oppsummering	27
5.2 Årungen med tilførselsbekker	29
5.2.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	29
5.2.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Østensjøvann	29
5.2.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene	31
5.2.4 Årungen	33
5.2.5 Oppsummering	35
6 Gjersjøvassdraget	37
6.1 Tussetjern	37
6.2 Nærevann og Midtsjøvann	40
6.2.1 Nærevann	41
6.2.2 Midtsjøvann	43
6.3 Kolbotnvann med tilløpsbekker	45
6.3.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	45
6.3.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Kolbotnvann	46
6.3.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene	47
6.3.4 Kolbotnvann	49
6.3.5 Oppsummering	51
6.4 Gjersjøen med tilløpsbekker	52

6.4.1	<i>Nedbørfelt og tilløpsbekker</i>	52
6.4.2	<i>Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Gjersjøen</i>	52
6.4.3	<i>Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene</i>	54
6.4.4	<i>Gjersjøen</i>	57
6.4.5	<i>Oppsummering</i>	58
7	Bunnefjorden	60
7.1	Nedbørfelt og tilløpsbekker	60
7.2	Pollevann	61
7.3	Tilløpsbekker til Bunnefjorden	64
7.3.1	<i>Tilløpsbekker fra øst</i>	64
7.3.2	<i>Tilløpsbekker fra sør</i>	65
7.3.3	<i>Tilløpsbekker fra vest</i>	67
7.3.4	<i>Økologisk tilstand i tilførselsbekker til Bunnefjorden</i>	69
8	Oppsummering, økologisk tilstand i 2021	73
9	Referanser	74

1 Innledning

Norconsult har på oppdrag for PURA (vannområdet Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget) utført undersøkelser i innsjøene Kolbotnvann, Tussetjern, Nærevann, Midtsjøvann, Gjersjøen, Østensjøvann, Årungen og Pollevann i Viken fylke. Formålet har vært å vurdere tilstanden i innsjøene ut fra påvirkningen eutrofiering (næringsstoffer). Dette gjøres ved analyse av planteplankton i innsjøene og enkelte vannkjemiske målinger. I tilløpsbekker til disse innsjøene, og i bekker som har utløp til Bunnefjorden, har vi undersøkt kvalitetselementene bunndyr, påvekstalger og heterotrof begroing. I tillegg er det i disse elvene og bekkene gjort måling av total fosfor (TP), totalt reaktivt fosfor (TRP) og en del andre vannkjemiske analyser. Både innsjøene og bekkene inngår i en årlig overvåking. Denne har pågått i mange år. Overvåkingsprogrammet som nå følges ble opprinnelig etablert ved oppstart av PURA i 2008 og deretter justert med jevne mellomrom frem til dagens overvåkingsprogram.

Selv uten noen form for menneskelig aktivitet vil alle vannforekomster få tilførsler av organisk materiale og elementer som fosfor, nitrogen, svovel, ulike metaller, osv. Denne naturlige bakgrunnstilførselen gir et livsgrunnlag for mikroorganismer, alger, planter og dyr. Dersom et slikt miljø påvirkes, f.eks. ved økt tilførsel av enkelte stoffer, kan forekomst, mengdeforhold og artssammensetningen endre seg. I tilfeller der slike påvirkninger fører til markante endringer i det naturlige økosystemet vil vi si at den økologiske tilstanden har blitt dårligere. I innsjøer og elver kan slike påvirkninger f.eks. være knyttet til eutrofiering, forsurening eller tilførsel av tungmetaller.

Det gjeldende klassifiseringssystemet for vurdering av økologisk tilstand i vannforekomster baserer seg på å kvantifisere graden av påvirkning. Primært gjøres dette ved å se på biologiske parametere hvor responsen på ulike typer påvirkninger er kjent. Disse suppleres med vannkjemiske støtteparametere. På bakgrunn av resultatene vurderes påvirkningsgrad, og den økologiske tilstanden i vannforekomsten kategoriseres som enten *svært god*, *god*, *moderat*, *dårlig* eller *svært dårlig* (Direktoratsgruppa, 2018). Norge er tilsluttet EU's rammedirektiv for vann. Dette ble 1. januar 2007 tatt inn i Norsk lovverk som «vannforskriften». I løpet av første ordinære planperiode 2015 – 2021 skal vannforskriftens mål om minst *god* økologisk tilstand være oppnådd for alle vannforekomster i Norge. For å få innsikt i om dette målet er nådd, må det gjennomføres overvåking av miljøtilstanden i vannforekomstene.

Det har vært sentralt i denne undersøkelsen å avdekke graden av eutrofiering. Eutrofiering innebærer økt forekomst av planteplankton som resultat av økt tilførsel av næringsstoffer, og da primært fosforholdige forbindelser. Dette kan vi undersøke i innsjøer ved å se på samfunnet av planteplankton direkte ved analyse i mikroskop. Det gir informasjon både om den totale biomassen av planteplankton og om artssammensetningen. Hvor stor forekomsten av planteplankton i en innsjø er, vil i stor grad avhenge av eksterne tilførsler av næringsstoffer, og da i særlig grad fosforholdige forbindelser. I tiltaksrettet overvåking er det derfor også viktig å ha kjennskap til forholdene i tilførselselver. I tillegg har belastningen av næringsstoffer til rennende vann betydning for den økologiske tilstanden i hver enkelt elv.

Alle biologiske og kjemiske data fra overvåkingen er tilgjengelige i portalen Vannmiljø. I tillegg vil artslistene og oversikt over vannkjemiske data publiseres som et eget supplement til denne rapporten.

2 Metoder

2.1 Feltarbeid og analyser

Norconsult har hatt ansvaret for feltarbeidet i innsjøene, og de biologiske analysene fra disse. Nordre Follo kommune har også deltatt på denne prøvetakingen, og har også vært ansvarlig for transport og stilt egen båt til disposisjon. I elvene og bekkene har representanter fra Nordre Follo kommune vært ansvarlig for, og har utført alt feltarbeid. Norconsult har gjennomført prøvetaking og analyse av de biologiske parametrene i elvene og bekkene.

Gjennom sesongen ble det tatt prøver i innsjøene månedlig i perioden mai – oktober, totalt seks prøverunder. I bekkene ble det tatt prøver for analyse av vannkjemi månedlig gjennom hele året. I tillegg har vi tatt prøver av bunndyr og heterotrof begroing på våren og høsten, og av påvekstalger på sensommeren. Denne rapporten omhandler påvirkningen *eutrofiering*, hvor det i tillegg til de biologiske analysene er total fosfor (TOT-P), total nitrogen (TOT-N), klorofyll *a* og totalt reaktivt fosfor (TRP) som er relevante.

I tillegg ble det 2-3 ganger i bekkene og to ganger i innsjøene i løpet av året analysert prøver for termotolerante koliforme bakterier (TKB), pH, konduktivitet, turbiditet, fargetall, kalsium og totalt organisk karbon (TOC). Suspendert stoff (SS) og gløderest ble målt 5-6 ganger i bekkene, mens det ble gjort 5 – 6 målinger av klorid og av metallene aluminium, jern, kobber, krom, mangan og sink. Innholdet av natrium ble målt 3 ganger i bekkene i løpet av året.

Vannkjemiske analyser er utført av Eurofins AS, bortsett fra TRP som har blitt analysert av Nordre Follo kommune. TRP ble analysert på ufiltrerte prøver ved tilsetning av reagenser uten autoklavering av prøven, og deretter måling av fargekompleks i spektrofotometer.

Alle data for vannkjemi og planteplankton er registrert i portalen Vannmiljø¹, hvor også analysemetode er angitt.

Prøver for planteplankton ble samlet på 30 ml brune plastflasker og konservert med 0,3 ml (ca. 1%) Lugols løsning. Et volum på 3 – 10 ml ble sedimentert ved bruk av Utermöhls metode (Tikkanen & Willén, 1992). Planktonalgene ble bestemt til art, slekt eller gruppe. Enkelte taksa ble inndelt i ulike størrelseskategorier.

Bunndyr ble samlet inn ved den såkalte sparkeprøven etter prosedyre som beskrevet i klassifiseringsveilederen. Materialet ble konservert med etanol, prøvene ble sortert, og dyrene ble artsbestemt ved bruk av lupe og mikroskop. Vårprøvene ble tatt i perioden 19 – 29. april, mens høstprøvene ble samlet inn 14 – 26. oktober. Heterotrof begroing ble samlet inn på de samme tidspunktene som bunndyrene. Innsamlingen av disse prøvene ble gjort etter prosedyre beskrevet i klassifiseringsveilederen.

Påvekstalger ble samlet inn i perioden 18 – 20. august, etter prosedyre som beskrevet i klassifiseringsveilederen. Ved bruk av vannkikkert ble synlige alger overført til egne dramsglass og algenes dekningsgrad ble estimert. I tillegg ble overflaten til 10 steiner børstet med en tannbørste. Materialet ble konservert med Lugols løsning, og indikatortaksa ble bestemt ved bruk av mikroskop.

2.2 Tilstandsvurdering i innsjøer

Den gjeldende klassifiseringsveilederen (veileder 02:2018, rev. 2020) gir informasjon om aktuelle analyser for å vurdere tilstanden i ferskvannsføremønstre. I denne finnes også grenseverdier for inndeling i ulike kvalitetsklasser (Direktoratsgruppa, 2018).

¹ <http://vannmiljo.miljodirektoratet.no>

Klassifiseringssystemet tar hensyn til vanntype ved klasseinndelingen. Områder med ulik geologi har ulik bakgrunnstilførsel av mineraler og næringsstoffer, og selv uten noen menneskelig påvirkning vil vannforekomstene framstå forskjellig både med hensyn til kjemiske- og biologiske parametere. I stedet for å benytte målte verdier som utgangspunkt for klassifiseringen, benyttes derfor heller *avviket* fra en definert referansetilstand. Dette forholdstallet mellom målt verdi og referanseverdi kalles økologisk kvalitetskvotient (ecological quality ratio, EQR), og varierer fra 0 til 1, der 1 er best.

Ved klassifisering normaliseres EQR – verdiene (nEQR) for de ulike parametere på en slik måte at klassegrensene for nEQR alltid blir 0.8, 0.6, 0.4 og 0.2. For mer utdypende forklaring om EQR-verdier og normalisering av disse, henvises det til nevnte veileder (Direktoratsgruppa, 2018). Forekomsten av planteplankton oppgis noen steder som total biomasse, andre steder som totalt biovolum. I klassifiseringsveilederen benyttes betegnelsen biovolum, men med enheten mg/l, som ikke er en volumenhet. Dette kan virke forvirrende, men tettheten til planktonalgene settes normalt til 1,0 mg/mm³. Bruk av både mg/l og mm³/l vil dermed gi samme verdi. Siden enheten i veilederen er oppgitt i mg/l, benytter vi betegnelsen biomasse heller enn biovolum.

I tabellene 2-1 og 2-2 vises grenseverdiene i de ulike vanntypene for de ulike parametere som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Disse parametere er: Total biomasse av planteplankton, indeks for artssammensetning (PTI), biomasse av cyanobakterier (Cyano_{max}) og klorofyll a. Enhetene i disse tabellene er: mg/l for total biomasse og cyano_{max}, og µg/l for klorofyll a, total fosfor og total nitrogen. PTI er dimensjonsløs. Referanseverdiene forteller hva de naturlige bakgrunnsverdiene for den aktuelle vanntypen forventes å være.

- Total biomasse Ved bruk av omvendt mikroskop beregnes antall og volum av alle observerte arter. Individuelle biomasser summeres, og med en antatt tetthet på 1,0 mg/mm³ gir dette den totale biomassen av planteplankton i prøven.
- Klorofyll a Planteplankton inneholder klorofyll. Dette kan ekstraheres ved bruk av f.eks. metanol, etanol eller acetone. I spektrofotometer måles absorbansen av prøven ved utvalgte bølgelengder, og innholdet av klorofyll a beregnes ved bruk av en formel.
- PTI Hver art er gitt en PTI-verdi ut fra hvor vanlig den er å treffe på i næringsfattige eller næringsrike innsjøer. Denne verdien multipliseres med den andelen arten utgjør av totalbiomassen. Dette gjøres for hver art, og summen av disse produktene gir prøvens PTI-score, som et mål på artssammensetningen av planteplankton.
- Cyano_{max} Den høyest registrerte biomassen av cyanobakterier gjennom sesongen.

Tabell 2-1. Klassegrenser for vanntype L107 / L109 (NGIG L-N1). Relevant for Kolbotnvann, Gjersjøen og Pollevann.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,28	6,00	< 0,66	0,64 – 1,04	1,04 – 2,35	2,35 – 5,33	> 5,33
PTI	2,09	4,00	< 2,26	2,26 – 2,43	2,43 – 2,60	2,60 – 2,86	> 2,86
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5,00
Klorofyll a	3,0		< 6,0	6,0– 9,0	9,0 - 18	18 - 36	> 36
Total fosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
Total nitrogen	275		< 425	425 – 675	675 – 950	950 – 1425	> 1425

Tabell 2-2. Klassegrenser for vanntype L108 / L110 (NGIG L-N8). Relevant for Tussetjern, Nærevann, Midtsjøvann, Østensjøvann og Årungen.

Parameter	Referanseverdi	Maksimalverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
Total biomasse	0,34	7,00	< 0,77	0,77 – 1,24	1,24 – 2,66	2,66 – 6,03	> 6,03
PTI	2,22	4,00	< 2,39	2,39 – 2,56	2,56 – 2,73	2,73 – 3,07	> 3,07
Cyano _{max}	0,00	10,00	< 0,16	0,16 – 1,00	1,00 – 2,00	2,00 – 5,00	> 5
Klorofyll a	3,5		< 7,0	7,0 – 10,5	10,5 – 20	20 – 40	> 40
Total fosfor	7		< 13	13 – 20	20 – 39	39 – 65	> 65
Total nitrogen	325		< 550	550 – 775	775 – 1325	1325 – 2025	> 2025

For totalbiomasse av planteplankton, artssammensetning (PTI) og maksimal forekomst av cyanobakterier (cyano_{max}) regnes EQR ut etter formelen:

$$EQR = \frac{\text{Observert verdi} - \text{maksimalverdi}}{\text{Referanseverdi} - \text{maksimalverdi}}$$

Det er ikke satt noen maksimalverdi for klorofyll a. EQR fastsettes da ved:

$$EQR (Kl. a) = \frac{\text{Referanseverdi}}{\text{Observert verdi}}$$

Dersom de biologiske parameterne gir *god* eller *svært god* økologisk tilstand kan vannkjemiske støtteparametere som total fosfor eller vannregionspesifikke stoffer nedgradere den endelige klassifiseringen til *moderat* etter regler gitt i avsnitt 3.5.5 (trinn 3) i klassifiseringsveilederen.

Total nitrogen er også en støtteparameter i vurderingen av eutrofiering. Siden det er fosfor som vanligvis er begrensende faktor for vekst av planteplankton, blir imidlertid total nitrogen som regel ikke inkludert i klassifiseringen. Det skal bare gjøres dersom man kan anta nitrogenbegrensning, noe som primært forekommer i svært næringsrike vannforekomster (Direktoratsgruppa 2018).

2.3 Utrekning av nEQR for kvalitetselementet planteplankton

Utrekning av normalisert EQR-verdi (nEQR) for kvalitetselementet *planteplankton* som helhet gjøres på følgende måte:

- 1) Ta gjennomsnittet av nEQR for klorofyll a og for nEQR for totalbiomasse av planteplankton. Gjennomsnittet benyttes fordi disse to analysene begge er et mål på mengden av planteplankton.
- 2) Artssammensetningen, uttrykt som PTI-verdi, skal tas med i betraktning. Ta derfor gjennomsnittet av nEQR verdi i 1) og nEQR-verdi for PTI.
- 3) Hvis nEQR for cyano_{max} er større enn nEQR-verdi fra 2), blir verdien fra 2) den endelige nEQR-verdien for kvalitetselementet.
Hvis nEQR for cyano_{max} er mindre enn nEQR-verdi fra 2): Ta gjennomsnittet av nEQR-verdiene i 1) og 2) og nEQR-verdi for cyano_{max}.

Et eksempel:

Parameter	nEQR
Klorofyll <i>a</i>	0,70
Biomasse, planteplankton	0,66
PTI	0,84
Cyanomax	0,56

1. $(0,70 + 0,66)/2 = 0,68$
2. $(0,68 + 0,84)/2 = 0,76$
3. Cyanomax < 0,76, derfor: $(0,68 + 0,84 + 0,56)/3 = 0,69$

I dette tilfellet blir altså endelig nEQR for kvalitetselementet *planteplankton* på 0,69. Dersom nEQR- verdien for cyanomax hadde vært større enn 0,76 ville den ikke blitt inkludert i beregningen. Endelig nEQR-verdi hadde da blitt stående på 0,76.

En nEQR – verdi på 0,69 gir tilstandsklasse *god*. Dersom tilstanden ut fra kvalitetselementet *planteplankton* blir *god* eller *svært god*, vil den endelige tilstanden kunne nedgraderes dersom nEQR for en støtteparameter (f.eks. total fosfor eller tungmetaller) er lavere. Dersom vi i eksemplet over hadde hatt en nEQR-verdi for total fosfor på f.eks. 0,53, ville dette blitt styrende. Den endelige nEQR-verdien ville da blitt 0,53, og den økologiske tilstanden *moderat*. Støtteparametere kan uansett ikke nedgradere tilstanden lenger enn til *moderat*. Dersom den økologiske tilstanden ut fra de biologiske analysene allerede er *moderat* eller dårligere, får altså støtteparametere ingen innvirkning på klassifiseringen uansett hva disse viser.

2.4 Tilstandsvurdering i rennende vann

Ved vurdering av påvirkningen eutrofiering / organisk belastning ved analyse av bunndyr, benyttes i klassifiseringsveilederen indeksen ASPT. Denne baserer seg på den gjennomsnittlige indeksverdien for de gruppene man finner (*Average Score Per Taxon*). Ulike familier eller grupper av bunndyr har fått en indeksverdi fra 1 – 10 ut fra deres toleranse for organisk forurensning. Jo høyere verdier, jo mer sensitive er dyrene.

I tekst som omhandler bunndyr blir hovedfokuset lagt på døgnfluer, steinfluer og vårfluer, såkalte EPT-arter². Dette er fordi flesteparten av de mest forurensningsfølsomme artene er å finne innenfor disse gruppene. Har vi f.eks. utslipp fra avløp til en elv, vil sensitive arter blant steinfluer, døgnfluer og vårfluer forsvinne.

Klassifisering på bakgrunn av påvekststalger gjøres ved å bruke indeksen som kalles PIT (*Periphyton Index of Trophic status*)³. Prinsippet her er det samme som for ASPT, hvor ulike arter er gitt indeksverdier etter toleranse, og hvor klassifiseringen gjøres på bakgrunn av gjennomsnittlig indeksverdi. Denne indeksen avdekker primært belastning av næringsalter. Legg merke til at det her er *lav* indeksverdi som indikerer næringsfattige forhold, mens det er motsatt i bunndyrindeksen. Der er det *høy* verdi som tilsier liten grad av påvirkning.

Ved tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale kan det utvikles samfunn av nedbrytere som sopp og bakterier. Vi kan vurdere belastningen av slik organisk forurensning ved å se på hvor stor forekomst vi har av heterotrof begroing, også kalt heterotrof begroingsindeks (HBI2). Dette gjøres ved å estimere dekningsgraden og tykkelsen denne begroingen har på den undersøkte strekningen av elva eller bekken. Dersom det ikke er synlig begroing av denne typen, men de sees i mikroskop, skal dekningsgraden settes til 0,001% hvis forekomsten i prøven som analyseres under mikroskop anses som *sjelden*, 0,01% dersom den er *vanlig* og 0,1% dersom den er *hyppig*. Formel for endelig beregning av dekningsgrad er gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

For bunndyr og heterotrof begroing er klassegrensene like for alle vanttper (tabell 2-3). I klassifiseringen ved bruk av påvekststalger skiller det mellom vannforekomster som har et kalsiuminnhold på over eller under 1 mg/l. Elvene og bekkene som undersøkes i PURA har alle et kalsiuminnhold på over 1 mg, og klassegrensene som er oppgitt i tabell 2-3 gjelder dermed for alle lokalitetene.

² På latin: Døgnfluer = Ephemeroptera, steinfluer = Plecoptera og vårfluer = Trichoptera, derav EPT-arter.

³ Det er fort gjort å blande indekser. Legg merke til at den for påvekststalger kalles PIT, mens delindeksen for artssammensetning av planteplankton kalles PTI.

Tabell 2-3. Klassegrenser for bunndyr (ASPT), påvekstalger (PIT) og heterotrof begroing (HBI2)

Kvalitetsэлемент	Referanse-verdi	Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Bunndyr (ASPT)	6,9	> 6,8	6,8 – 6,0	6,0 – 5,2	5,2 – 4,4	< 4,4
Påvekstalger (PIT)	6,71	< 9,5	9,5 – 16	16 – 31	31 – 46	> 46
Heterotrof begroing (HBI2)	0	0	< 1	1 – 10	10 – 100	100 – 400

For alle kvalitetsэлементer beregnes EQR (*Ecological Quality Ratio*) og normaliserte EQR verdier (nEQR), som benyttes for tilstandsklassifisering. For nEQR er klassegrensene alltid de samme (tabell 2-4).

Tabell 2-4. Klassegrenser etter normalisering av EQR-Verdier. Disse gjelder for alle kvalitetsэлементer.

Tilstands-klasse	Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
nEQR	> 0,80	0,80 – 0,60	0,60 – 0,40	0,40 – 0,20	< 0,20

2.5 Beregning av relativt bidrag fra tilførselsbekker

Vi har ikke målinger av vannføring i de ulike tilløpsbekkene. I de tilfeller der flere tilløpsbekker til samme innsjø er undersøkt, har vi derfor beregnet den relative betydningen til hver enkelt bekk ved å multiplisere gjennomsnittlig konsentrasjon av for eksempel TRP med den andelen av innsjøens nedbørfelt som utgjøres av denne bekkens totale nedbørfelt, og med avrenningen fra området. Antakelsen vi må gjøre i en slik beregning er at vannvolumet i de ulike bekkene er direkte proporsjonal med størrelsen på bekkens nedbørfelt. NEVINA er et verktøy fra NVE for å beregne nedbørfeltparametere⁴, og det er dette vi har benyttet for å finne avrenning og størrelsen på nedbørfeltet til hver enkelt bekk. De fleste prøvepunktene ligger nær utløp til innsjøer, men der det ikke er tilfelle er nedbørfeltarealet beregnet ut fra prøvepunktet, og ikke ut fra punktet der bekken renner inn i innsjøen.

De undersøkte bekkene dekker ikke hele nedbørfeltet til innsjøene. Vi kjenner ikke betydningen av tilførsler fra området som ikke undersøkes, og størrelsen på tilførslerne herfra er derfor satt lik den andelen dette arealet utgjør av innsjøens totale nedbørfelt. Et eksempel: Dersom to tilløpsbekker dekker 60% av nedbørfeltet, og vi finner at hver av dem tilfører like mye fosfor, settes altså det relative bidraget fra hver av bekkene til 30%. Arealet som ikke dekkes av disse bekkene utgjør 40%, og da har vi i utgangspunktet også antatt at fosfortilførselen fra dette området utgjør 40%.

For Bunnefjorden har vi ikke et klart definert totalt nedbørfelt, slik vi har for innsjøene. I kapittel 7, som omhandler Bunnefjorden, er det derfor summen av nedbørfeltene til de 13 undersøkte tilførselsbekkene som inngår i beregningene. Bidraget fra hver enkelt bekk blir dermed estimert ut fra gjennomsnittlig konsentrasjon, og hvor stor andel av det totale nedbørfeltarealet til bekkene som utgjøres av denne bekken.

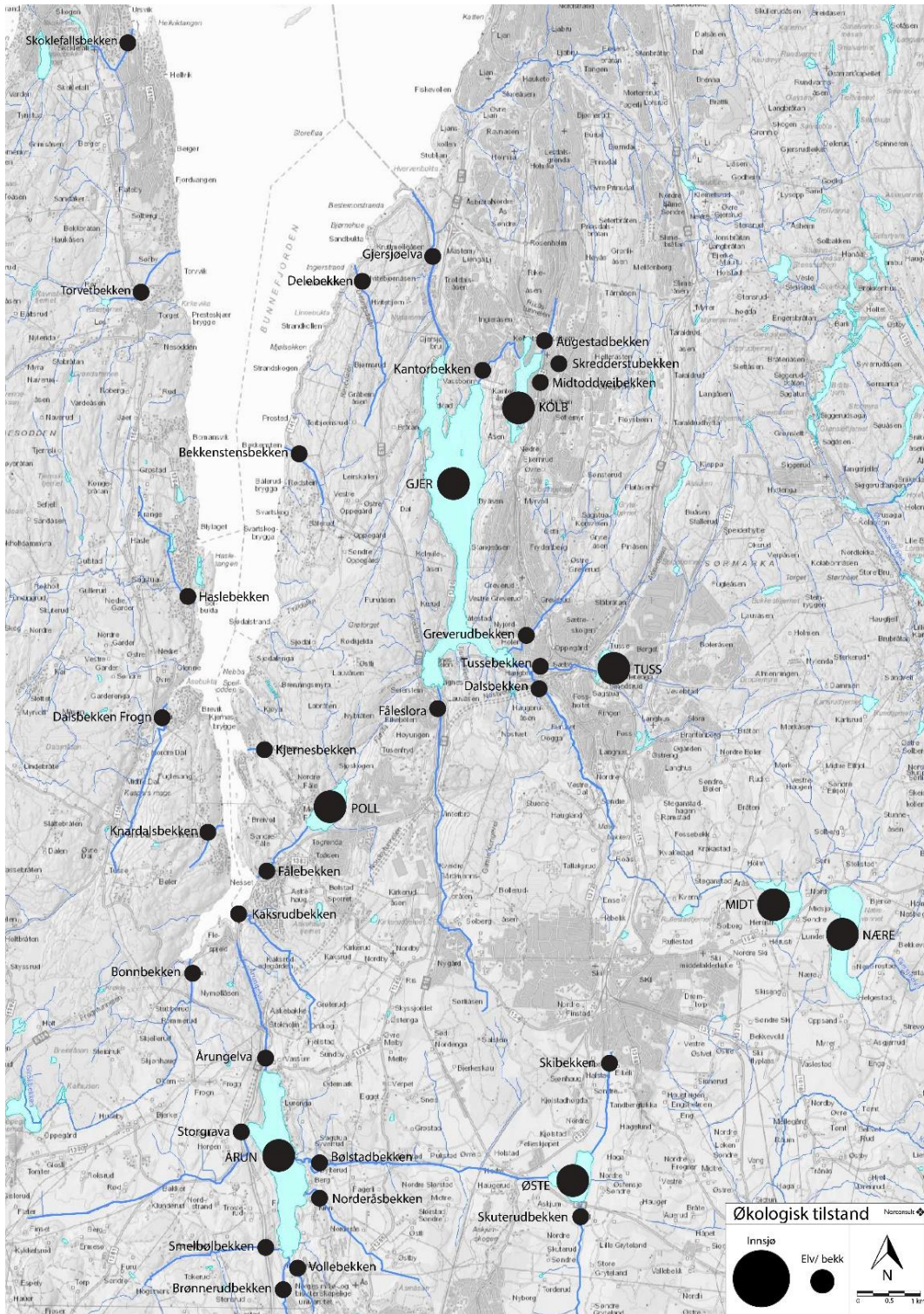
2.6 Prøvestasjoner

Overvåkingsprogrammet til PURA har i 2021 omfattet 8 innsjøer og 29 bekker og elver.

Innsjøene er; Østensjøvann (ØSTE) og Årungen (ÅRUN) i Årungenvassdraget og Kolbotnvann (KOLB), Gjersjøen (GJER), Tussetjern (TUSS), Nærevann (NÆRE) og Midtsjøvann (MIDT) i Gjersjøvassdraget. Pollevann (POLL) har utløp mot Bunnefjorden.

⁴ <https://nevina.nve.no/>

Av de 29 elvene og bekkene er 16 tilførselsbekker til innsjøene i Årungenvassdraget og Gjersjøvassdraget, mens 13 har utløp direkte til Bunnefjorden (figur 2-1).



Figur 2-1. Oversikt over elver, bekker og innsjøer som inngitt i overvåkingsprogrammet til PURA i 2021.

3 Plankton i innsjøer

I dette kapittelet skisserer vi en typisk biomasseutvikling av planteplankton gjennom vekstsesongen i henholdsvis næringsfattige og næringsrike innsjøer (avsnitt 3.1 – 3.3). Det kan være nyttig å ha disse mønstrene klart for seg før vi i senere kapittel ser på resultatene fra de undersøkte innsjøene.

3.1 Sesongsuksisjon av planteplankton

Vinter

I vinterperioden er både vanntemperatur og lysinnstråling lav, noe som fører til at veksthastigheten til planteplankton er svært lav.

Mange innsjøer er islagt. Dersom det i tillegg er et lag med snø på isen, kan lystilførselen under isen være tilnærmet null. Vannmassene vil da ligge helt i ro, og det tilføres ikke oksygen hverken fra fotosyntese eller fra atmosfæren.

Organisk materiale som gjennom forrige sesong har sunket ned til bunnen vil i løpet av vinteren brytes ned. Denne prosessen krever oksygen og frigjør næringsstoffer. Dersom det ikke tilføres oksygen til bunnvannet, og det er en kombinasjon av mye organisk materiale og en lang isleggingsperiode, kan alt oksygen i vannmassene like over sedimentoverflaten forbrukes. Dette gir *reduserende forhold*, som drastisk øker løseligheten til fosforholdige salter. Under slike forhold vil vi ved målinger registrere en svært høy konsentrasjon av fosfat i bunnvannet.

Vår

Etter isgang vil vannmassene varmes opp. Så lenge temperaturen er lav skal det lite vindpåvirkning til for å blande vannmassene. Innsjøen er inne i en periode med *fullsirkulasjon*. Planktonalger er svært små, og selv om lysinnstrålingen kan være sterk, vil lysforholdene for en enkelt algecelle likevel være dårlige, særlig i dypere innsjøer. Dette fordi algecellen bare i en kort periode er nær overflaten. Næringsstoffer som gjennom vinteren er frigjort i bunnvannet blandes nå inn i vannmassene pga. sirkulasjonen. Næringsforholdene er derfor gjerne gode, mens vanntemperaturen fortsatt er lav.

Under slike betingelser med lite lys, lav vanntemperatur og relativt høy konsentrasjon av bl.a. fosfor, er det vanligvis arter innenfor gruppen av kiselalger som vokser raskest. Disse vil da dominere samfunnet av planteplankton, og svært ofte danne det vi kaller en *våroppblomstring*.

Vannets tetthet avtar med økende temperatur, men *forskjellen* i tetthet pr. grad øker etter hvert som temperaturen stiger. Det betyr at det er mye større tetthetsforskjell på vannmasser med en temperatur på f.eks. 19 °C og 20 °C enn det er mellom vannmasser på henholdsvis 4 °C og 5 °C. Med økende vanntemperatur skal det dermed stadig mer energi til for å få vannmassene til å fullsirkulere. Selv i vindeksponerte innsjøer lar dette seg ikke lenger gjøre når temperaturen stiger opp mot 10 °C. Innsjøen blir da termisk sjiktet, og det vil nå bare være de øverste meterne av vannmassene som sirkulerer. Vi kan gjerne definere dette som overgangen til *sommerperioden*.

Sommer

I denne perioden vil både lysinnstråling og vanntemperatur være høy, og med permanent sjiktete vannmasser har vi nå fysisk sett en svært stabil periode. Våroppblomstringen av planteplankton har kollapset som et resultat av at alt av tilgjengelige næringsstoffer er brukt opp, pga. økt beitetrykk fra dyreplankton som nå også har rukket å vokse opp, eller pga. temperatursjiktningen som gir økt tap via sedimentasjon ut av blandingssonen. For kiselalger er det gjerne en kombinasjon av disse faktorene som er årsak til at populasjonen bryter sammen. Mesteparten av fosforet i vannet er nå bundet opp i biomassen av

planteplanktonet, og trekkes dermed ut av de øvre vannmassene når disse algene dør og synker ut av blandingssjiktet.

Like etter at vannmassene utvikler en temperatursjiktning får vi derfor gjerne en fase hvor det er lite alger og hvor vannet er mye klarere enn ellers. Dette fenomenet er såpass vanlig at vi gjerne kaller det for *klarvannsfasen*. Vanligvis vil denne inntreffe en eller gang i løpet av juni.

Nå går vi inn i den perioden som kanskje er den mest interessante. På grunn av den termiske sjiktningen vil tilførsler av næringsstoffer fra sedimentene, såkalte *interne kilder*, være svært begrenset. Skal biomassen av planteplankton nå øke igjen, vil det kreve tilførsel av næringsstoffer utenifra, altså *ekstern tilførsel* fra bekker, elver og diffus avrenning.

Det er dermed utviklingen av planktonsamfunnet gjennom sommerperioden som gir oss best innsikt i omfanget av eksterne tilførsler av næringsstoffer til innsjøen. Dersom slike tilførsler er veldig begrenset, vil biomassen av planteplankton holde seg lav. Tilføres derimot store mengder næringsstoffer vil forekomsten av alger øke raskt, siden lys- og temperaturforholdene er gode.

I en situasjon med gode lysforhold, høy vanntemperatur og god tilgang på næringsstoffer vil det ofte være en eller flere arter av grønnalger som dominerer samfunnet av planteplankton. Disse artene er imidlertid nokså bra føde for dyreplankton, og denne beitingen bidrar ofte til å holde den totale algebiomassen på et akseptabelt nivå.

En del cyanobakterier, noen fureflagellater, nåleflagellaten *Gonyostomum semen*, og enkelte andre arter omtales gjerne som problemarter. Fellestrekket for disse artene er at de er store og dermed lite beitebare for dyreplankton. Selv om de vokser langsomt, kan de derfor ha tilnærmet eksponentiell vekst. Hvis forholdene ligger til rette, og vekstsesongen er lang nok, kan en eller noen ganger flere av dem overta dominansen i samfunnet av planteplankton. På grunn av den lave veksthastigheten, skjer dette vanligvis på sensommeren eller høsten.

Hvis arter av denne typen først er til stede, kan totalbiomassen bli mye høyere enn normalt. Uten særlige tap kan de bare fortsette å vokse til de har utnyttet alt av fosfor i vannmassene. Til slutt vil praktisk talt alt fosfor være bygget inn i algecellene, og svært lite er tilgjengelig for ytterligere vekst. På et tidspunkt vil det ikke være nok næringsstoffer til en ytterligere deling, og hele populasjonen kollapse.

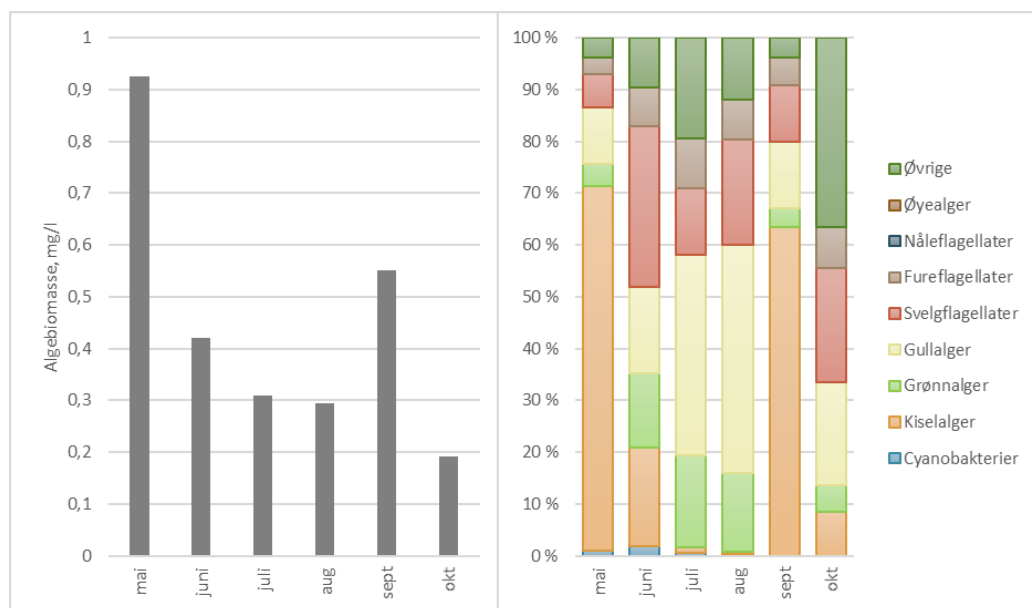
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Algeoppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av alger eller et malingsliknende belegg i overflaten.

Høst

Utover høsten blir lysforholdene igjen dårlige. Vanntemperaturen avtar inntil vannmassene på nytt fullsirkulerer. Organisk materiale som har sunket ut fra blandingssjiktet i løpet av sommeren, har blitt nedbrutt i dypet på samme måte som i vinterperioden. Fullsirkulasjonen på høsten vil derfor på nytt frakte næringsstoffer inn i vannmassene, og vi kan få en type oppblomstring som vi hadde på våren. Ofte vil det være samme art som dominerer her som under våroppblomstringen, men denne *høstopplomstringen* er typisk noe mindre. Deretter vil forekomsten av planteplankton avta pga. stadig dårligere lysforhold.

3.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.

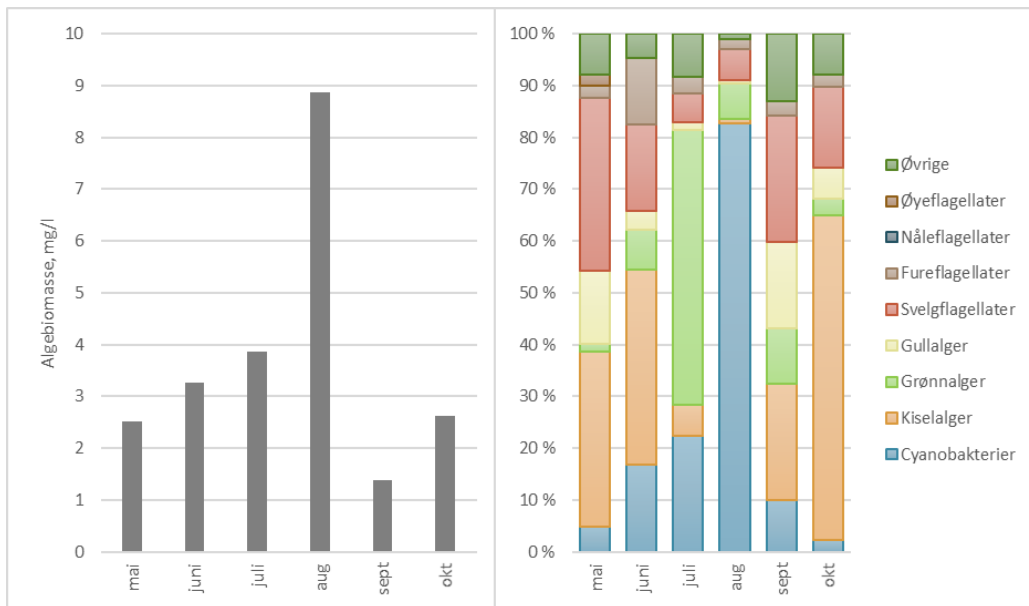
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (figur 3-1, venstre del). Maksimal biomasse på høsten påtreffes ofte i siste halvdel av september eller første halvdel av oktober.
- Dominans av kiselalger under vår- og høstoppblomstring (figur 3-1, høyre del). Ellers et godt sammensatt samfunn, gjerne med små, lett beitebare arter. Gullalger utgjør ofte en stor andel av totalbiomassen.
- Maksimal biomasse er sjelden over 1 mg/L, og den er alltid lav i sommerperioden.



Figur 3-1. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsfattig innsjø.

3.3 Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.

- Mest sannsynlig har det vært en våroppblomstring, men her har i tillegg planktonprøven blitt tatt i forkant eller i etterkant av oppblomstringen (figur 3-2, venstre del).
- Grønnalger dominerer i juli. Langsomtvoksende cyanobakterier med små tap («problemalge») bygger seg opp (figur 3-2, høyre del).
- Stor oppblomstring av cyanobakterie i august. Her vet vi heller ikke hvor nær biomassetoppen vi treffer. Uten denne problemalgen i systemet ville mest sannsynlig dominansen til grønnalgene ha fortsatt, men da uten en slik kraftig topp i august.
- Etter kollaps av en oppblomstring trekkes næringsstoffer ut av systemet, og vi får en periode med mye mindre alger. I dette eksempelet skjer det i september.



Figur 3-2. Eksempel på et typisk suksesjonsmønster av planteplankton i en næringsrik innsjø. Merk at skalering på y-aksen i venstre figur er annerledes enn i figur 2.

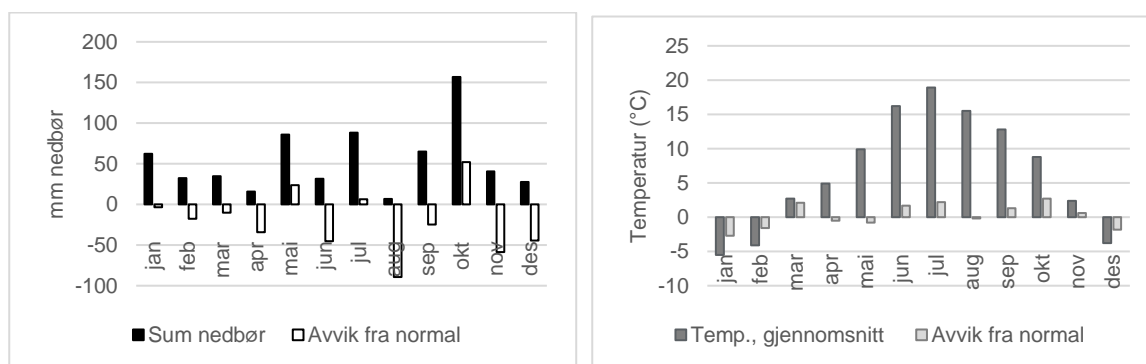
4 Værforhold i 2021

Om forekomsten av en planktonalge eller cyanobakterie øker eller synker over en gitt tidsperiode er avhengig av dens netto vekstrate, det vil si vekstraten minus tapsraten. Som beskrevet i forrige kapittel, er det mange ulike faktorer som påvirker vekst og tap hos planteplankton, og disse faktorene kan endre seg mye på kort tid. En solfylt dag kan etterfølges av skyet vær, en tørr periode kan avløses av dager med kraftig regn. I tillegg kan temperatur, beitetrykk, sjiktningsforhold, parasittisme, og flere andre miljøfaktorer forandre seg fra en dag til den neste. Siden de fleste artene av planteplankton har en størrelse på bare 0,002 – 0,05 mm, vokser de raskt. Det er den hurtige veksten og de raskt skiftende konkurranseforholdene som gjør at vi ofte finner svært mange arter, og at det bare unntaksvis er enkeltarter som klarer å dominere planktonsamfunnet. Disse forholdene gjør at det tidlig på sesongen er umulig å forutsi hvordan planktonsamfunnet i en gitt innsjø vil utvikle seg videre gjennom sommeren og høsten. Det vi imidlertid vet er at i gjennomsnitt får vi høyere biomasse av planteplankton jo mer næringsstoffer de har tilgjengelig.

Variierende værforhold gir seg også utslag i nedbørfeltet. Som oftest er det fosfor som er den begrensende faktor for veksten til planteplankton i innsjøer. Skulle vi få en periode med mye nedbør og dermed høy tilførsel av næringsstoffer, og denne etterfølges av en solfylt og varm periode, kan det på kort tid gi en kraftig økning i biomassen av planteplankton. Motsatt vil en kald sommer med mye skyet vær gjerne gi lavere biomasse enn vanlig.

2021 var et nedbørfattig år. Vi har benyttet målestasjonen på Ås, som bør være representativ for hele undersøkelsesområdet. Normalen for hele året er der ca. 900 mm, mens total nedbørmengde i 2021 var på ca. 650 mm. I vekstsesongen var både juni og august usedvanlig tørre. For hele august ble det kun registrert 6,6 mm nedbør mot en normal på nesten 100 mm. I tillegg var første delen av sommeren varm, med en temperatur i juni og juli ca. 2 grader høyere enn normalen (figur 4-1). I oktober kom det mye nedbør, men vi er da helt på slutten av vekstsesongen for planteplanktonet.

Manger arter av cyanobakterier bygger seg vanligvis langsomt opp gjennom sommeren, og kan i næringsrike innsjøer dominere på sensommeren (se avsnitt 3.3). For disse artene er det dermed forholdene i perioden juni – august som er særlig viktige. For optimal vekst bør de ha gode lysforhold og gode næringsforhold. I 2021 vil dermed forholdene i juli ha gitt gunstige vekstvilkår, men lite nedbør i juni og svært lite nedbør i august vil trolig ha medført lavere fosfortilførsel til innsjøene fra nedbørfeltet enn normalt i disse månedene. Dersom veksten ikke har kommet særlig i gang i juni, og den har vært dårlig i august på grunn av lav tilførsel av næringsstoffer, sannsynliggjør det at vekstvilkårene i 2021 ikke var særlig gunstige for slike cyanobakterier eller andre store, langsomtvoksende arter. De værforholdene vi hadde gjennom sommeren 2021 vil trolig gi lavere sannsynlighet for store oppblomstringer på sommeren enn normalt. Den samme vurderingen gjorde vi i 2020, da på grunn av en kald juli etterfulgt av en nedbørfattig august. I 2021 fikk vi mer normale forhold i september og en nedbørrik oktober, noe som kan være gunstig for en svaktlysadaptert cyanobakterie som *Planktothrix*. Likevel var forholdene i 2020 og 2021 av en slik karakter at vi må være forsiktige med å tolke eventuelle forbedringer disse to årene sammenliknet med tidligere år som et tegn på redusert næringstilførsel til innsjøene.



Figur 4-1. Ås. Sum nedbør og gjennomsnittlig temperatur per måned i 2021.

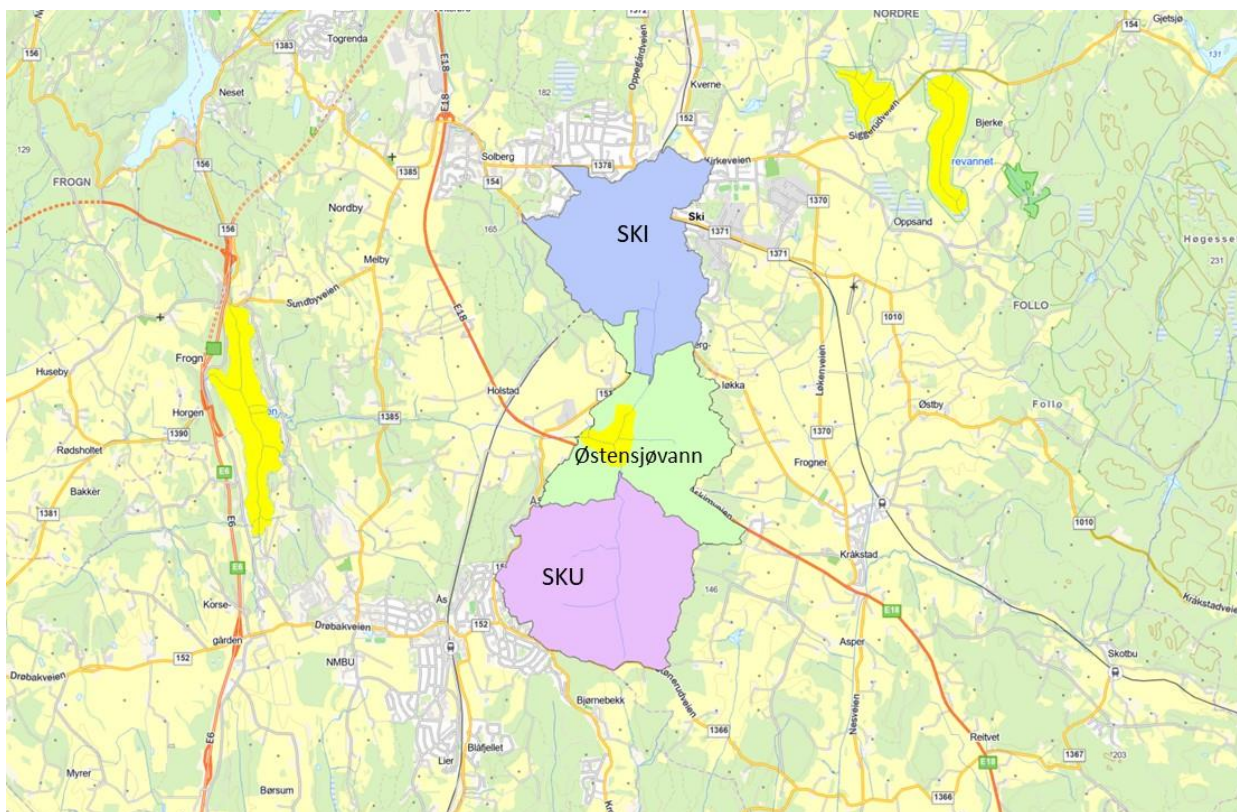
5 Årungenvassdraget

5.1 Østensjøvann med tilløpsbekker

5.1.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

Nedbørfeltet til Østensjøvann er på 12,9 km² (figur 5-1). I nord dekker dette store deler av Ski sentrum, mens det både rundt innsjøen og i sør er mye landbruksvirksomhet. Dyrket mark utgjør totalt halvparten av nedbørfeltets areal, mens skog utgjør ca. 25% og urbane områder ca. 13%. Leirdekningsgraden i nedbørfeltet er på 69%.

Innsjøen er relativt grunn med et maksimaldyp på ca. 7 meter. I tillegg ligger den åpent og er sterkt vindeksponert. Med en stor andel av sedimentoverflaten på grunt vann og kraftig vannomrøring må vi forvente betydelig resuspensjon av sedimenter i vannmassene. I tillegg til ekstern tilførsel av næringsstoffer, kan dette være en fosforkilde av betydning for planteplanktonet i innsjøen. Forutsetningene for Østensjøvann til å oppnå god økologisk tilstand er dermed vanskeligere enn i innsjøer som er dypere og mer vindbeskyttet.



Figur 5-1. Nedbørfeltet til Østensjøvann og dens tilløpsbekker. Gul markering av innsjøene indikerer at den økologiske tilstanden i portalen Vann-nett er angitt som «moderat».

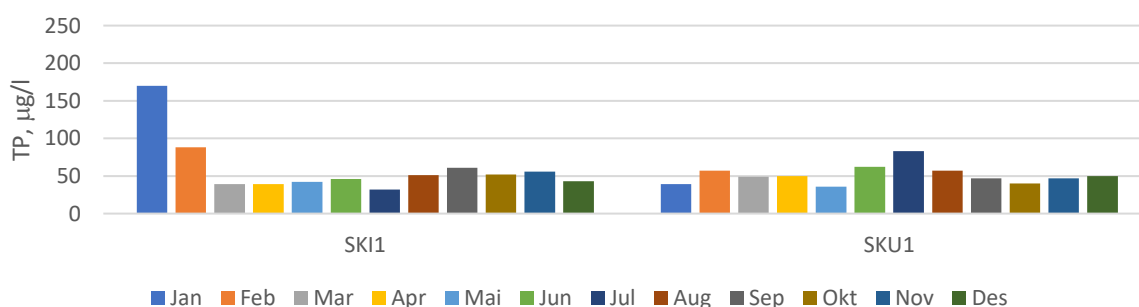
Østensjøvann ble i 1992 fredet som et naturreservat, og er et viktig våtmarksområde. Utløpsbekken fra innsjøen, Bølstadbekken, er den største tilførselsbekken til Årungen, og påvirker dermed vannkvaliteten der. Alt dette er faktorer som gjør at det bør være et sterkt fokus på å redusere tilførsel av næringsstoffer og annen forurensning til Østensjøvann.

De to viktigste tilførselsbekkene til Østensjøvann er Skibekken (SKI1) (kalles gjerne Finstadbekken i øvre del) fra nord, og Skuterudbekken (SKU1) fra sør.

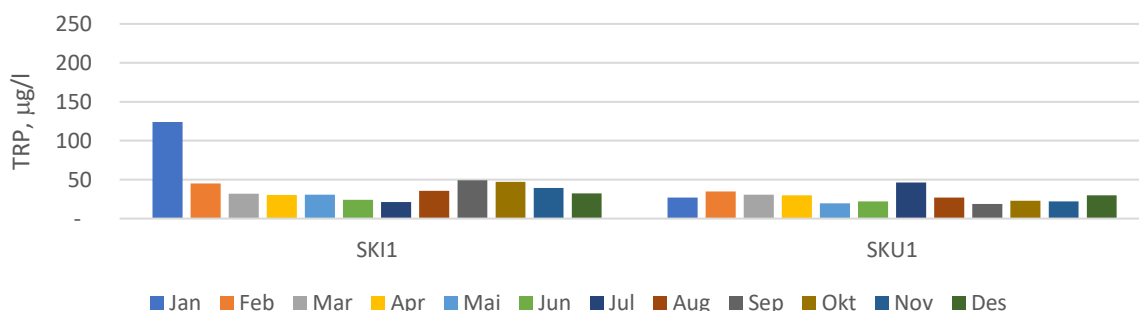
Nedbørfeltet til Skibekken ved prøvepunktet er på 2,6 km², mens det til Skuterudbekken er nesten dobbelt så stort med 4,7 km². Til sammen dekker bekkene ved prøvestasjonene nesten 57% av nedbørfeltet til Østensjøvann. Skibekken dekker blant annet områdene i Ski sentrum, og urbane områder utgjør ca. halvparten av nedbørfeltet ved prøvestasjonen. I Skuterudbekken er imidlertid den urbane andelen meget lav, mens dyrket mark utgjør hele 60%.

5.1.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Østensjøvann

I 2021 var konsentrasjonen av total fosfor (TP) temmelig lik i begge tilførselsbekkene, mens innholdet av totalt reaktivt fosfor (TRP) var klart høyest i Skibekken (figur 5-2, figur 5-3). For Skuterudbekken fikk vi en gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor på 51 µg/l, mens denne var på 60 µg/l i Skibekken. I begge tilfeller er det godt under den satte grenseverdien på 80 µg/l mellom *god* og *moderat* tilstand, og verdiene var klart lavere enn i 2020, da disse lå på henholdsvis 79 µg/l og 93 µg/l. I disse bekkene har vi registrert at konsentrasjonen av total fosfor vanligvis øker med økt vannføring. Lite nedbør i 2021 må gjennomgående ha gitt lavere vannføring og bekkene, og er trolig en viktig årsak til forskjellen mellom disse to årene. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TRP var henholdsvis 43 µg/l i Skibekken og 28 µg/l i Skuterudbekken. Dette er noe lavere enn det som ble funnet i 2020 (52 µg/l og 32 µg/l).



Figur 5-2. Total fosfor (TP) i tilløpselver til Østensjøvann. Månedlige målinger i 2021.



Figur 5-3. Totalt reaktivt fosfor (TRP) i tilløpselver til Østensjøvann. Månedlige målinger i 2021.

Vi har ikke vannføringsmålinger for bekkene, og har dermed antatt at vannmengden i bekken samsvarer med størrelsen på nedbørfeltet. Arealet til nedbørfeltet er beregnet ved prøvepunktet, og ikke ved utløpet til innsjøen. Når vi tar i betraktning at Skuterudbekken har et større nedbørfelt enn Skibekken, så det ut til at begge bekkene bidro omtrent like mye til tilførselen av TRP til innsjøen. For total fosfor var tilførselen fra Skuterudbekken klart større. Det er likevel verdt å merke seg at prøvepunktet i Skibekken ligger et stykke fra utløpet til Østensjøvann. Det ekstra arealet denne bekken drenerer på den ca. 1,5 km lange strekningen fra

prøvepunktet og ned til innsjøen, vil trolig gjøre den relative betydningen av disse to tilførselsbekkene noe jevnere (tabell 5-1).

Tabell 5-1. Tilførselsbekker til Østensjøvann, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober.

Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Skibekken	2,6	52	14	17,5	22,4	18,5	26,3	23,6
Skuterudbekken	4,7	52	59	17,2	34,2	38,1	30,3	32,9
Øvrige	5,6				43,4	43,4	43,4	43,4

Benytter vi klassegrensene for vanntypen til disse bekkene dersom de *ikke* hadde blitt vurdert som leirpåvirket, går det tydelig fram at nitrogenbelastningen til Skuterudbekken i 2021 var klart høyere enn i Skibekken. Forskjellen for totalt fosfor var mindre, men de havnet på hver sin side av en klassegrense; Skibekken i tilstandsklasse *dårlig* og Skuterudbekken i tilstandsklasse *moderat* (tabell 5-2).

Tabell 5-2. Tilførselsbekker til Østensjøvann. Tilstandsvurdering slik den ville sett ut for fosfor dersom bekkene ikke hadde vært leirpåvirket. For nitrogen er tilstandsklassene upåvirket av leirpåvirkning.

Vannforekomst	Vanntype	Vannkjemiske parametere			
		TN (µg/l)	TN nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR
Skibekken	R110	1660	0,28	60	0,38
Skuterudbekken	R110	3022	0,13	51	0,43

5.1.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene

Bunndyrprøver ble tatt henholdsvis 29. april og 26. oktober. Det var lav vannstand ved vårprøvetakingen. Ved stasjonene i Skibekken og Skuterudbekken var vannet sakteflytende, og på enkelte steder nesten stillestående. Vannet ved stasjonen i Skibekken var i tillegg svært blakket på høsten, hvilket ga redusert sikt og gjorde prøvetaking utfordrende. Forholdene i Skuterudbekken var bedre på høsten. Substrat ved stasjonene var dominert av stein i forskjellig størrelse, i Skibekken også leire og mudder.

Bunndyrsamfunnet i Skibekken var svært redusert, og det ble bare funnet et fåtall EPT-familier ved prøvetakingen både høst og vår. Bunndyrsamfunnet i Skuterudbekken hadde et moderat antall EPT-familier. Tilstanden var nokså lik høst og vår. Her ble det funnet noen forurensingssensitive taksa, blant annet døgnfluer av slekten *Leptophlebia*, vi fant ellers noen få individer fra familien Leptophlebiidae også i Skibekken. Begge steder hadde prøvene også mange individer av den vanlige døgnflueslekten *Baetis*, som er tolerant for organisk forurensing. I tillegg var det også både småmuslinger (*Pisidium*), flere forskjellige sneglefamilier, og gråsugge (*Asellus*) i prøvene. Disse har alle en lav ASPT-verdi. Gjennomsnittlig ASPT-verdi indikerte en *svært dårlig* økologisk tilstand i Skibekken. Funn av noen flere familier som er moderat sensitive for forurensing bidro til en høyere tilstandsklasse i Skuterudbekken, og her ga gjennomsnittlig ASPT-verdi en *dårlig* økologisk tilstand.

Både i Skibekken og Skuterudbekken var stasjonene velegnet for prøvetaking av påvekstalger. I Skibekken ligger den åpent og har gode lysforhold, mens det var noe mer skygge i Skuterudbekken. Dette er en mulig grunn til at det ble funnet 10 indikatortaksa i Skibekken, mot 6 i Skuterudbekken. I begge tilfeller er dette likevel tilstrekkelig til å gi et pålitelig resultat.

Prøvene ble tatt 19. august, og det var da svært lav vannstand i Skuterudbekken, mens denne var tilnærmet normal i Skibekken. Synlige alger ble registrert, men i begge bekkene var dekningsgraden av disse mindre enn 1%. Grønnalgen *Cladophora* og gulgrønnalgen *Vaucheria* ble begge funnet i Skibekken. Disse har høy PIT-verdi og er sikre indikatorer på næringsrike forhold. I Skuterudbekken fant vi en cyanobakterie i slekten *Phormidium* med høy indeksverdi, og for øvrig arter med middels høye verdier. Selv om artssammensetningen i de to bekkene var temmelig ulike, ga samfunnene av påvekstalger en PIT-score som var tilnærmet lik i begge. Denne tilsa at den økologiske tilstanden i bekkene var *moderat* (tabell 5-2).

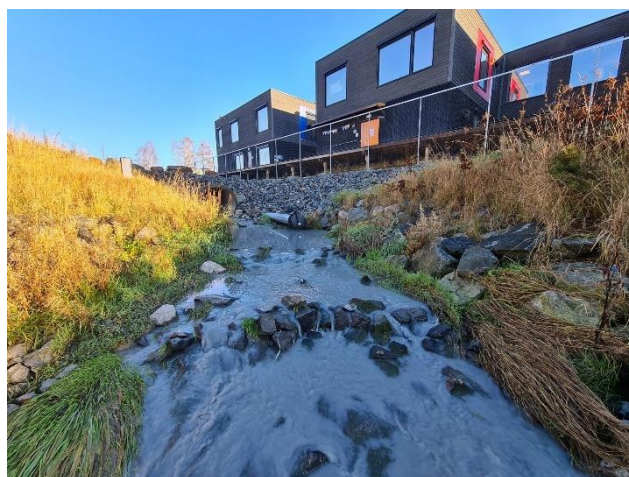
Det ble ikke visuelt registrert heterotrof begroing i noen av bekkene, men bakterien *Sphaerotilus natans* ble observert i prøvene som ble analysert i mikroskop. I slike tilfeller skal tilstandsklassen *god* gis for dette kvalitetselementet (tabell 5-3).

Fosfor er en støtteparameter til de biologiske parameterne. Både Skibekken og Skuterudbekken har en leirdekningsgrad på over 50%. Klassegrensen for total fosfor mellom *god* og *moderat* tilstand er da satt til 80 µg/l. I 2020 lå Skibekken noe over denne grensen, mens Skuterudbekken lå rett under. I 2021 havnet imidlertid begge bekkene med god margin innenfor grensen til *god* økologisk tilstand (tabell 5-3). For begge bekkene var innholdet av totalt reaktivt fosfor (TRP) langt over grenseverdien på 10 µg/l, og de havnet dermed i klassen *moderat* (eller dårligere) for denne parameteren.

I form av nEQR-verdier kom Skibekken og Skuterudbekken helt likt ut ved vurdering av påvekstalger og heterotrof begroing, men bunndyrsamfunnene var betydelig redusert i begge. Det var denne parameteren som ga den laveste nEQR-verdien, og den ble dermed også styrende for fastsettelsen av økologisk tilstand i 2021. I Skibekken endte denne på *svært dårlig*, mens den var *dårlig* i Skuterudbekken (tabell 5-3).

Tabell 5-3. Tilførselsbekker til Østensjøvann. Vurdering av økologisk tilstand for 2021. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet.

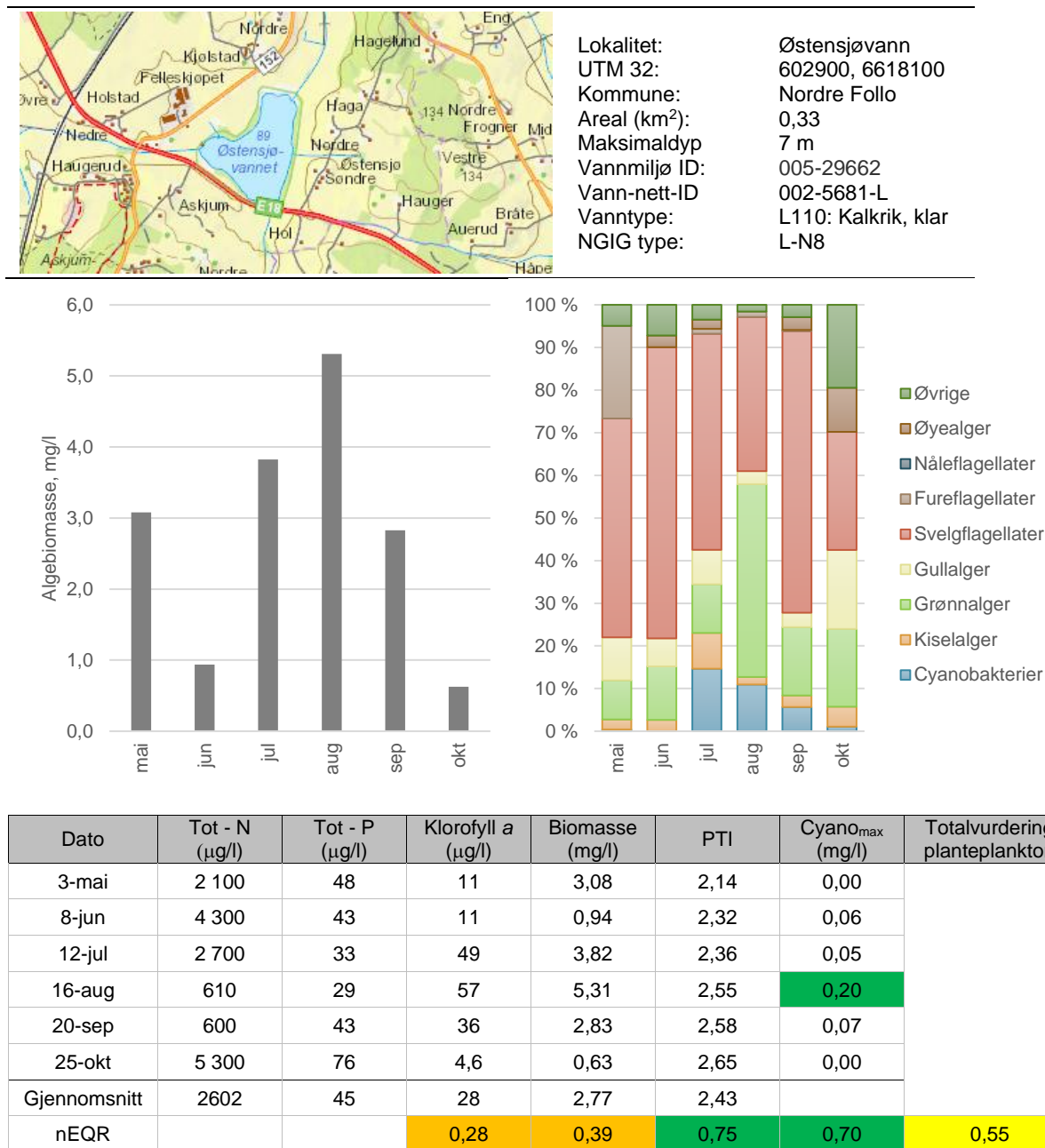
Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer						Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	HBI2	nEQR	
Skibekken	R111	43	<0,60	60	>0,60	3,50	0,18	20,1	0,55	0,001	0,80	0,18 (SD)
Skuterudbekken	R111	28	<0,60	51	>0,60	4,89	0,33	18,0	0,56	0,01	0,80	0,33 (D)



Figur 5-4. Skuterudbekken (venstre) og Skibekken (høyre).

5.1.4 Østensjøvann

Resultater fra 2021 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Østensjøvann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i figur 5-5. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 5-5. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Østensjøvann i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

I 2021 var samfunnet av planteplankton dominert av svelgflagellater gjennom hele sesongen. Disse er lett beitbare, og god føde for dyreplankton, noe som kraftig reduserer risikoen for store oppblomstringer. I tillegg produserer ingen av disse algene toksiner, slik en del cyanobakterier kan gjøre. Cyanobakterier som *Dolichospermum* og *Microcystis* ble registrert i Østensjøvann, men bare i svært beskjedne mengder. Dette ser ut til å være typisk i denne innsjøen, og store oppblomstringer av cyanobakterier forekommer sjelden. For

andre år på rad fikk vi en oppblomstring av grønnalgen *Cosmarium margaritiferum*. Oppblomstringen kan karakteriseres som middels stor, med en maksimal biomasse på ca. 2,5 mg/l i juli. På det tidspunktet utgjorde det ca. halvparten av totalbiomassen av planteplankton. *Cosmarium margaritiferum* regnes heller ikke som en «problemart».

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av total fosfor var i 2021 på 45 µg/l. Dette er høyt til å være en norsk innsjø, og tilstrekkelig til å understøtte store oppblomstringer av planteplankton. I Østensjøvannet er dette imidlertid den klart laveste verdien vi har registrert de siste 10 årene. I perioden 2012 – 2020 lå denne i intervallet 63 – 86 µg/l. En biomasse av planteplankton på 2,8 mg/l som gjennomsnitt for vekstsesongen, er også godt under gjennomsnittet av det som ble registrert i perioden 2012 – 2020 (Stabell og medarb. 2021).

Ved beregning av nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton teller totalbiomassen og artssammensetningen like mye. Det ser ut til å være et karaktertrekk for Østensjøvannet at indeksverdiene for sammensetningen av planteplanktonet kommer vesentlig bedre ut enn de som er knyttet til totalbiomassen. I 2021 viste disse henholdsvis *dårlig* og *god* tilstand (figur 5-4). Det betyr at forekomsten av planteplankton generelt er høy, men faren for store oppblomstringer er relativt lavt. Samlet ga dette i 2021 en *moderat* økologisk tilstand for innsjøen, men med en nEQR-verdi (0,55) som tilsier at den dette året lå i øvre sjikt av denne tilstandsklassen (tabell 5-4).

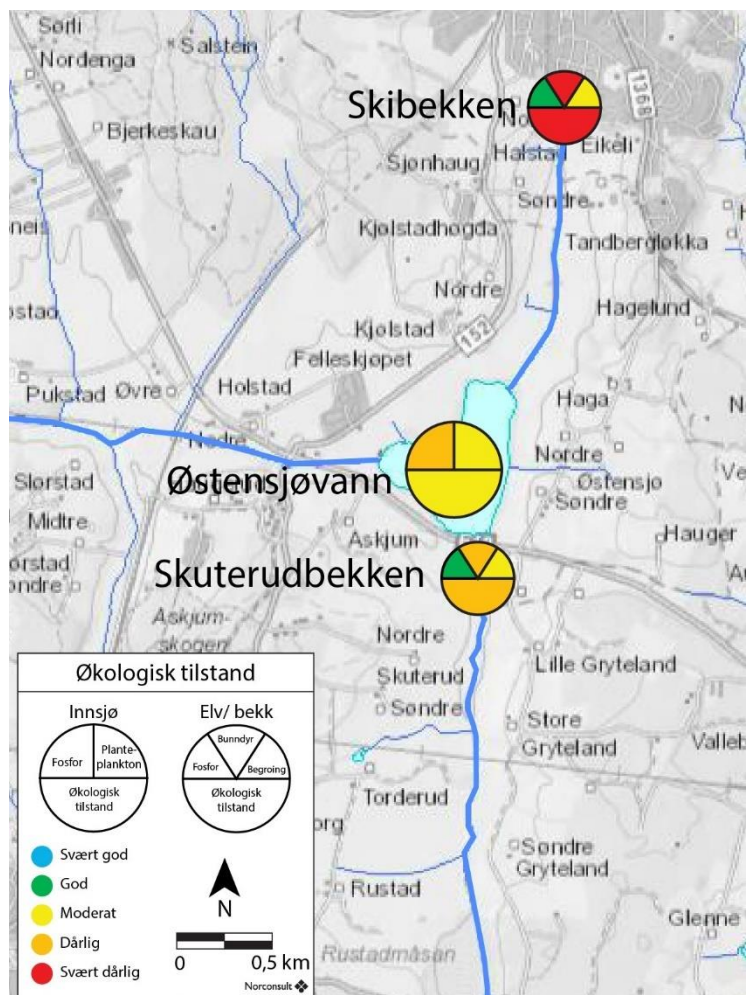
Tabell 5-4. Østensjøvann 2021. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,55
Total fosfor (µg/l)	45,3	D	0,15	0,33
Total nitrogen (µg/l)	2602	SD	0,13	0,16
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

5.1.5 Oppsummering

Resultatene for 2021 viste at innholdet av total fosfor (TP) var noe høyere i Skibekken enn i Skuterudbekken, mens konsentrasjonen av TRP var klart høyest i Skibekken. For leirpåvirkede bekk har vi for total fosfor bare en grenseverdi mellom *god* og *moderat* tilstand, og i 2021 havnet både Skibekken og Skuterudbekken i tilstandsklassen *god*. Samfunnet av påvekststalger responderer først og fremst på tilgangen av næringsstoffer, og da primært fosfor. Resultatet for denne parameteren ga *moderat* tilstand, og indikerte tilnærmet lik belastning i begge bekkene. Ved tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale får vi gjerne framvekst av bakterien *Sphaerotilus natans*. Denne var det små mengder av i begge bekkene. Det viser at det er noe tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale, men i 2021 var ikke det av et slikt omfang at det ga synlig begroing i bekkene. For kvalitetselementet heterotrof begroing ga det *god* tilstand. Samfunnene av bunndyr var svært redusert sammenliknet med det vi vil forvente i upåvirkede lokaliteter. Hva vi finner av bunndyr styres mer av de verste forholdene gjennom sesongen enn av de gjennomsnittlige forholdene. Årsaken til at vi fant så få forurensningssensitive dyr kan for eksempel være at det en eller flere ganger i løpet av vært har vært et kritisk lavt oksygeninnhold i vannet. De dyrene som slås ut av en slik episode vil ikke være tilbake før tidligst året etter. Bunndyrsamfunnene indikerte *svært dårlig* tilstand i Skibekken og *dårlig* tilstand i Skuterudbekken. I og med at prinsippet om at det kvalitetselementet som kommer dårligst ut skal være styrende, ble dette også den fastsatte økologiske tilstanden i disse bekkene i 2021 (figur 5-6).

Fosforinnholdet i tilløpsbekkene var klart lavere i 2021 enn i 2020, og det er naturlig å tenke seg at det hadde betydning for at vi også i Østensjøvannet registrerte et mye lavere innhold av total fosfor enn det som er vanlig for denne innsjøen. Som nevnt i kapittel 4 kan en viktig grunn til dette være at 2021 var et nedbørfattig år.

Biomassen av planteplankton var i 2021 også noe lavere enn det som er vanlig, og som tidligere år registrerte vi en gunstig artssammensetning i innsjøen. Vurdert ut fra mengde og sammensetning av planteplankton, var 2021 blant de årene med best forhold i innsjøen de siste 10 årene, men den oppfylte fortsatt ikke kravet til god økologisk tilstand (tabell 5-5).



Figur 5-6. Økologisk tilstand i Østensjøvann og undersøkte tilløpsbækker i 2021. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i tilløpsbekkene i 2021.

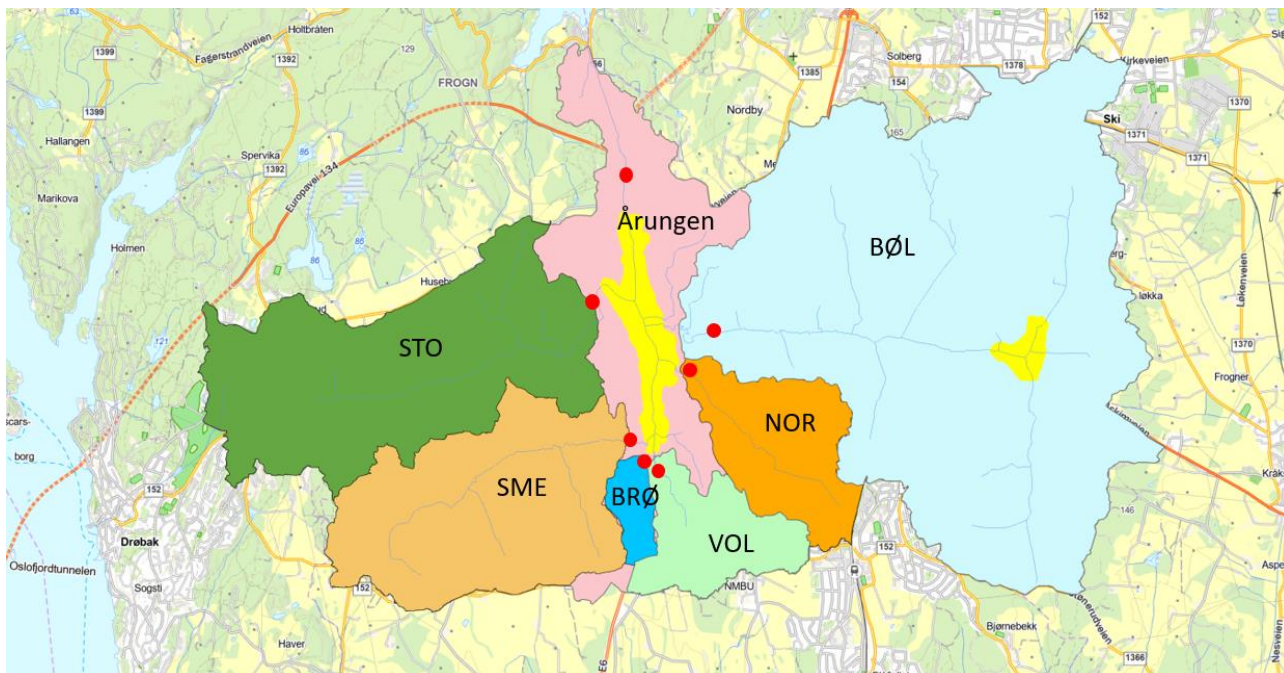
Tabell 5-5. Østensjøvann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

Østensjøvann	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,58	0,49	0,37	0,58	0,49	0,40	0,23	0,53	0,44	0,55

5.2 Årungen med tilførselsbekker

5.2.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

Årungen har et nedbørfelt på 50 km², hvor dyrket mark utgjør 48%, skog 15% og urbane områder 5% (figur 5-7). Leirdekningsgraden for hele nedbørfeltet samlet er på 66% (Nevina, NVE). I dette nedbørfeltet overvåker PURA tilstanden i tilløpsbekkene Bølstadbekken (BØL) og Norderåsbekken (NOR) i øst, Vollebekken (VOL) og Brønnerudbekken (BRØ) i sør og Smebølbekken (SME) og Storgrava (STO) i vest. Samlet dekker disse tilløpene et areal på ca. 46,4 km², eller hele 92% av nedbørfeltet til Årungen.



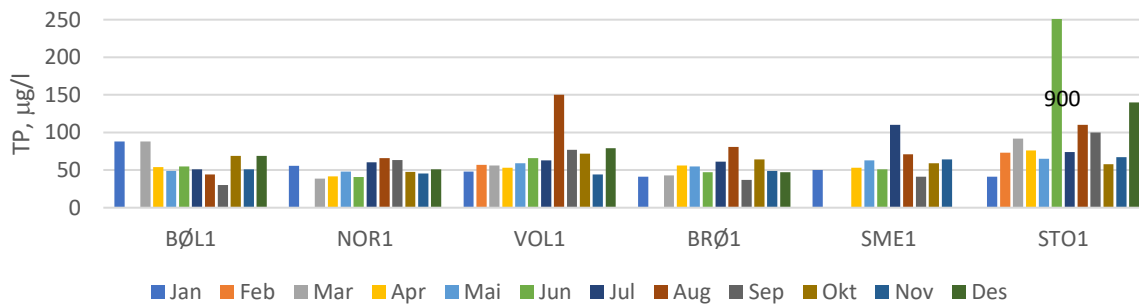
Figur 5-7. Nedbørfeltet til Årungen og dens tilløpsbekker. Gul markering av innsjøene indikerer at den økologiske tilstanden i portalen Vann-nett er angitt som «moderat».

Forhøyet tilførsel av næringsstoffer, såkalt eutrofiering, er den mest aktuelle påvirkningen i Årungen. Dette kan resultere i tidvis høy forekomst av planteplankton, i verste fall med oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier. Dersom fosforkonsentrasjonen i tilløpsbekkene, og dermed også i selve innsjøen holdes på et lavt nivå, elimineres denne risikoen.

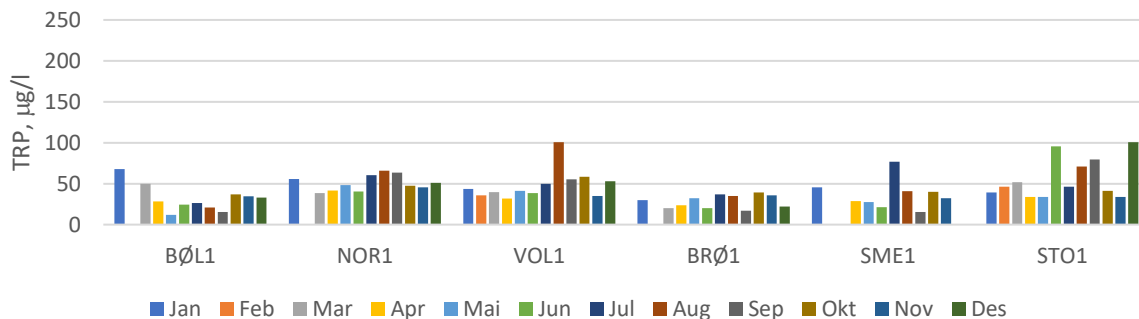
5.2.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Østensjøvann

Bølstadbekken har et nedbørfelt som er like stort som de øvrige fem tilløpsbekkene til sammen. Alle tilløpsbekkene er definert som leirpåvirket med en leirdekningsgrad på over 50%. Etter gjeldende klassifiseringsveileder ligger grensen mellom *god* og *moderat* tilstand for total fosfor på 80 µg/l for slike bekker. Det var i 2021 kun i Storgrava vi fant en høyere verdi enn dette. En unormalt høy måling på 900 µg/l i juni trakk gjennomsnittet for året helt opp til 150 µg/l. Ekskluderes denne verdien ble det gjennomsnittlige fosforinnholdet på 81 µg/l, som fortsatt ville gitt *moderat* tilstand (figur 5-8). Det var ikke stor forskjell i fosforinnhold mellom de øvrige tilløpsbekkene, og gjennomgående lå disse lavere enn det vi fant i 2020. Forskjellen i totalt reaktivt fosfor (TRP) fra 2020 til 2021 var ikke like markant.

En beregning av den relative betydningen av de ulike tilførselsbekkene til den totale fosfortilførselen til Årungen viser at Bølstadbekken bidrar med over 40% av fosfortilførselen, men bidragene fra Storgrava (ca. 25%), Smebølbekken (10-15%) og Norderåsbekken (ca. 10%) er også betydningsfulle (figur 5-9, tabell 5-6).

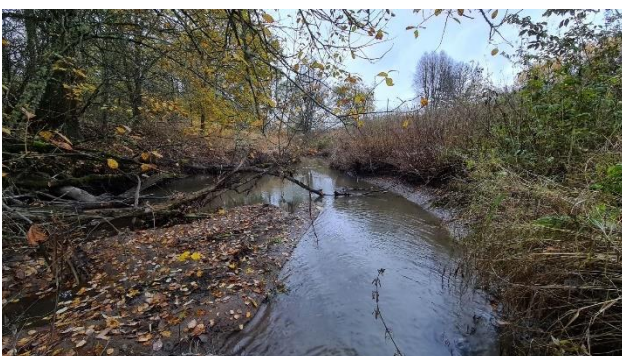


Figur 5-8. Total fosfor (TP) i tilløpselver til Årungen. Månedlige målinger i 2021. Manglende data i enkelte bekker (februar og mars) skyldes at bekken var islagt.



Figur 5-9. Total reaktivt fosfor (TRP) i tilløpselver til Årungen. Månedlige målinger i 2021. Manglende data i enkelte bekker (februar og mars) skyldes at bekken var islagt.

Størrelsen på nedbørfeltet til Bølstadbekken, sammen med påviste konsentrasjoner, gjør at den største fosfortilførselen til Årungen kommer herfra. Vi ser imidlertid at bekken har en noe lavere andel av den totale tilførselen når vi kun ser på vekstsesongen (april – oktober). Det er trolig tilførselene i denne perioden som har størst betydning for biomassen av planteplankton i Årungen. Da er denne i underkant av 30% for TP, og ca. 35% for TRP. Faktisk er tilførselen av TRP fra Storgrava nesten like stor som fra Bølstadbekken i vekstperioden. Fosforbidraget fra Smebølbekken er på ca. 15%, fra Norderåsbekken i underkant av 10%, mens Vollebekken og Brønnerudbekken samlet bidrar med kun ca. 5% (tabell 5-6).



Figur 5-10. Bølstadbekken (venstre) og Norderåsbekken (høyre).

Tabell 5-6. Tilførselsbekker til Årungen, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober.

Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Bølstadbekken	23,9	68	46	16,4	37,4	29,7	44,3	36,9
Norderåsbekken	3,2	51	44	15,7	6,4	6,5	9,1	10,3
Vollebekken	2,1	50	40	15,9	3,7	3,9	6,9	5,2
Brønnerudbekken	0,6	82	38	14,7	0,8	0,8	0,8	1,0
Smebølbekken	7,1	74	56	15,1	10,8	10,7	12,6	14,3
Storgrava	8,5	64	64	15,4	31,7	39,2	23,7	26,4
Øvrige tilførsler	4,6				9,2	9,2	9,2	9,2

Andelen av dyrket mark i nedbørfeltet til tilførselsbekkene ligger på hele 40 – 65%. Det er dermed en betydelig utfordring å få redusert fosfortilførselen til Årungen til et nivå som gjør at innsjøen kan oppfylle kravet om minst *god* økologisk tilstand.

For å få et noe bedre inntrykk av de relative forskjellene mellom bekkene har vi også sett på hva slags tilstandsklasser de ville ha havnet i dersom de *ikke* hadde vært leirpåvirket. Denne inndelingen gir en bedre oppløsning siden det her er fem tilstandsklasser. Fosforkonsentrasjonene som ble funnet i 2021 gjør at Brønnerudbekken da ville havnet i tilstandsklasse *moderat*, Storgrava i klassen *svært dårlig* og de øvrige i klassen *dårlig* (tabell 5-8).

Innholdet av nitrogen begrenser vanligvis ikke veksten til planteplankton, og blir derfor som regel heller ikke inkludert i vurderingen av påvirkningen eutrofiering. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen gjennom året lå i området 2,2 – 3,5 mg/l for disse bekkene. Dette er høye verdier som for alle indikerer tilstandsklasse *svært dårlig* (tabell 5-8).

Tabell 5-8. Tilførselsbækker til Årungen. Tilstandsvurdering slik den ville sett ut for fosfor dersom bekkene ikke hadde vært leirpåvirket. For nitrogen er tilstandsklassene upåvirket av leirpåvirkning.

Vannforekomst	Vanntype	Vannkjemiske parametere			
		TN (µg/l)	TN nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR
Bølstadbekken	R108	2 918	0,14	59	0,39
Norderåsbekken	R110	2 480	0,16	78	0,27
Vollebekken	R110	2 220	0,18	69	0,32
Brønnerudbekken	R110	2 460	0,16	53	0,42
Smebølbekken	R110	2 448	0,17	62	0,37
Storgrava	R110	3 480	0,12	150	0,13

5.2.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene

Bunndyrprøvene rundt Årungen ble tatt henholdsvis 28. april og 25. oktober. Det var lav vannstand ved vårprøvetakingen, og særlig i Brønnerudbekken var det svært lite vann. Bølstadbekken og Smebølbekken

hadde da begge nesten stillestående vann. Sammen med Norderåsbekken er substratet i disse bekkene dominert av leire. Dette gir et homogent substrat, som sammen med stillestående vann gjorde prøvetakingen utfordrende. Storgrava har også substrat som til stor del består av leire, men også en god del stein i moderat størrelse. I Vollebekken er substratet nesten utelukkende større stein, som satt godt fast og gjorde prøvetakingen utfordrende. På høsten var vannstanden normal, på noen steder høy. I bekkene som på våren var stillestående var vannet nå sakteflytende.

På tross av at det var utfordrende å ta prøver i bekkene hvor leirsubstrat dominerte, var det her den økologiske tilstanden ble vurdert som best. Det ble funnet et godt utvalg EPT-familier ved stasjonene. Både i Bølstadbekken og Smebølbekken indikerte gjennomsnittlig ASPT-verdi en *moderat* økologisk tilstand. I Smebølbekken ble det også gjort funn av vårfluen *Lype reducta*, som er oppført som nær truet (NT) på rødlista⁵. I Norderåsbekken var det i tillegg til leire en god del grus i substratet. Denne stasjonen kom best ut av stasjonene rundt Årungen, og det ble funnet seks forurensingssensitive EPT-familier både vår og høst. Bunndyrsamfunnet indikerte her en *god* økologisk tilstand. Vollebekken, Brønnerudbekken og Storgrava hadde alle en nokså lik gjennomsnittlig ASPT-verdi, som indikerte en *dårlig* økologisk tilstand. Med unntak av Vollebekken som hadde en moderat tilstand på våren, var tilstanden tilnærmet lik både vår og høst ved disse tre stasjonene. Det ble likevel funnet enkelte forurensingssensitive EPT-familier ved samtlige stasjoner. I Vollebekken inneholdt prøven et påfallende stort antall billefamilier, som alle har en middels ASPT-verdi. Her fant vi også den forurensingssensitive døgnfluen *Siphonurus*, som også var til stede i Norderåsbekken og Smebølbekken.

For påvekstalger er grenseverdien mellom *moderat* og *dårlig* tilstand satt høyt. Det medfører at denne parameteren ikke differensierer like godt mellom de tre dårligste tilstandsklassene som bunndyrene gjør. Et resultat som gir *moderat* tilstand vurdert ut fra samfunnet på påvekstalger, bør etter vår mening derfor tolkes som *moderat eller dårligere*.

Av alle påvekstalgene som er inkludert i PIT-indeksen, mener vi grønnalgen *Cladophora* er en av de aller beste indikatorene på næringsrike forhold. Denne algen ble funnet i alle bekkene, unntatt i Norderåsbekken og Brønnerødbekken. Gulgrønnalgene *Vaucheria* og *Tribonema* ble også funnet i noen av bekkene. Disse har også høy PIT-verdi og styrker inntrykket av en betydelig fosforbelastning. I Norderåsbekken og Brønnerødbekken ble det kun registrert 3 indikatortaksa. Etter klassifiseringsveilederen er dette tilstrekkelig til å gjøre en vurdering av økologisk tilstand, men usikkerheten i denne blir naturlig nok større enn når vi finner et større antall indikatorer. Alle bekkene endte i tilstandsklasse *moderat*, unntatt Vollebekken, der vi beregnet en nEQR-verdi som tilsa *dårlig* tilstand.

Det var ikke synlig heterotrof begroing i noen av bekkene verken vår, sommer eller høst, men bakterien *Sphaerotilus natans* ble i alle bekkene, unntatt i Smebølbekken, registrert i prøvene som ble analysert i mikroskop. Dette ga *svært god* økologisk tilstand for dette kvalitetselementet i Smebølbekken, og *god* tilstand i de øvrige.

Med høy leirdekningsgrad vil ofte en stor andel av det totale fosforet som måles være bundet til mineralpartikler, og dermed være lite tilgjengelig for planteplankton. Siden det er *effekten* av fosfor vi er bekymret for og ikke elementet som sådan, ønsker vi helst å sammenlikne konsentrasjonen av *biotilgjengelig* fosfor. På grunn av disse vanskelighetene er det i klassifiseringssystemet for leirpåvirkede vassdrag kun etablert en grense mellom *god* og *moderat tilstand*. Denne grensen gjelder imidlertid for løst fosfat. TRP, som er målt i denne undersøkelsen, inkluderer også fosfor som er svakt bundet til partikler. Vi må derfor forvente at TRP ligger høyere enn løst fosfat, men fortsatt vil trolig TRP i bekker gi et bedre mål på biotilgjengelig fosfor enn TP.

I slike leirpåvirkede vassdrag er det altså viktig å være klar over at det kun eksisterer to tilstandsklasser; *god*, hvor nEQR-verdi settes til >0,60, og *moderat*, hvor nEQR er <0,60. Siden bekkene i tidligere år i PURA-overvåkingen har blitt klassifisert etter total fosfor (TP), er det den parameteren vi benytter her som støtteparameter til de biologiske parameterne. I 2021 havnet alle tilførselsbekkene til Årungen etter denne inndelingen i klassen *god* for total fosfor, bortsett fra i Storgrava der denne var *moderat*. Det var likevel i alle

⁵ <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/23622>

bekkene de biologiske parameterne som ble styrende for den økologiske tilstanden i 2021, som ble vurdert til *moderat* i Bølstadbekken, Norderåsbekken og Smebølbekken, og til *dårlig* i Vollebekken, Brønnerødbekken og Storgrava (tabell 5-7).

Tabell 5-7. Tilførselsbekker til Årungen. Vurdering av økologisk tilstand for 2021. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet. Biologiske kvalitetselementer ble ikke undersøkt i 2021.

Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer						Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	HBI2	nEQR	
Bølstadbekken	R111	32	<0,60	59	>0,60	5,89	0,57	25,6	0,47	0,010	0,80	0,47 (M)
Norderåsbekken	R111	51	<0,60	78	>0,60	6,50	0,73	17,2	0,58	0,006	0,80	0,58 (M)
Vollebekken	R111	48	<0,60	69	>0,60	4,92	0,33	31,5	0,39	0,001	0,80	0,33 (D)
Brønnerødbekken	R111	28	<0,60	53	>0,60	4,90	0,33	18,6	0,57	0,006	0,80	0,33 (D)
Smebølbekken	R111	37	<0,60	62	>0,60	5,61	0,50	27,3	0,45	0,000	1,00	0,45 (M)
Storgrava	R111	56	<0,60	150	<0,60	4,78	0,29	25,9	0,47	0,010	0,80	0,29 (D)



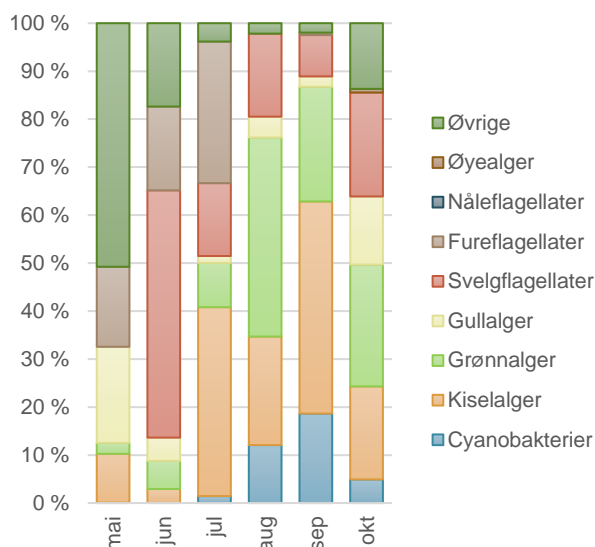
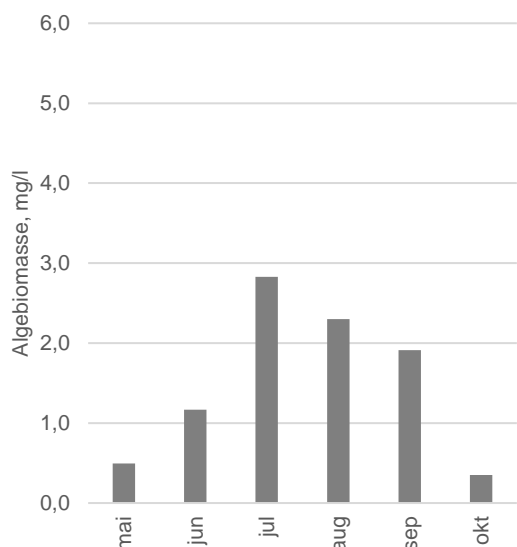
Figur 5-11. Årungen.

5.2.4 Årungen

Resultater fra 2021 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Årungen etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i figur 5-9. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking



Lokaltet: Årungen
 UTM 32: 598201, 6618153
 Kommune: Ås
 Areal (km²): 1,17
 Maksimaldyp: 13 m
 Vannmiljø ID: 005-29663
 Vann-nett-ID: 005-296-L
 Vanntype: L110: Kalkrik, humøs
 NGIG type: L-N8



Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
3-mai	2 300	74	4,6	0,50	2,21	0,00	
8-jun	3 100	35	11	1,17	2,25	-	
12-jul	2 700	23	17	2,83	2,65	0,04	
16-aug	2 200	16	14	2,30	2,92	0,28	
20-sep	1 900	19	19	1,91	2,84	0,36	
25-okt	3 500	45	2,5	0,35	2,70	0,02	
Gjennomsnitt	2617	35	11	1,51	2,60		
nEQR			0,57	0,56	0,56	0,75	0,56

Figur 5-9. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Årungen i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Data hentet fra portalen Vannmiljø viser at Årungen har et gjennomsnittlig kalsiuminnhold på ca. 25 mg/l, totalt organisk karbon (TOC) på ca. 7 mg/l, og et fargetall på ca. 30 mg Pt/l. Disse viser tydelig at innsjøens kategorisering på Vann-nett som *kalkrik* og *humøs* er korrekt.

Biomassen av planteplankton i Årungen var relativt lav i mai og juni, og da med et variert samfunn hovedsakelig bestående av arter som har høy beitbarhet for dyreplankton. Dette gjør at primærproduksjonen effektivt fraktes oppover i næringskjedene, noe som reduserer risikoen for større oppblomstringer. Den videre sesongsuksessjonen for planteplanktonet var i 2021 svært lik det vi fant i 2020. Forskjellen var at totalbiomassen i 2020 gjennomgående lå noe høyere, dominansen av grønnalger startet litt tidligere på sommeren og var noe større. Det var imidlertid den samme slekten av grønnalger, *Scenedesmus*, som dominerte i 2021. Vi registrerte utover høsten en liten oppbygging av cyanobakterien *Dolichospermum*, men samlet utgjorde cyanobakterier aldri over 20% av totalbiomassen i Årungen. Forekomsten av kiselalger var stor i perioden juli – oktober, og utgjorde tidvis ca. 40% av den totale biomassen av planteplankton. Av kiselalgene var slektene *Diatoma*, *Aulacoseira* og *Fragilaria* de mest betydningsfulle.

Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av total fosfor i innsjøen var i 2021 på 35 µg/l. Dette var lavere enn i 2020 (44 µg/l), som er i overensstemmelse med at fosforkonsentrasjonen i tilløpsbekkene også var lavere i 2021. Innholdet av total nitrogen var imidlertid det samme i disse to årene. Det var godt samsvar mellom fosforkonsentrasjonen og kvalitetselementet planteplankton, som i 2021 begge kom ut med *moderat* tilstand (tabell 5-9). Mengden og artssammensetningen av planteplankton ga en nEQR-verdi i øvre sikt av denne tilstandsklassen, og den lå høyere i 2021 enn de tre foregående årene.

Tabell 5-9. Årungen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,56
Total fosfor (µg/l)	35,3	M	0,20	0,42
Total nitrogen (µg/l)	2367	SD	0,12	0,15
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

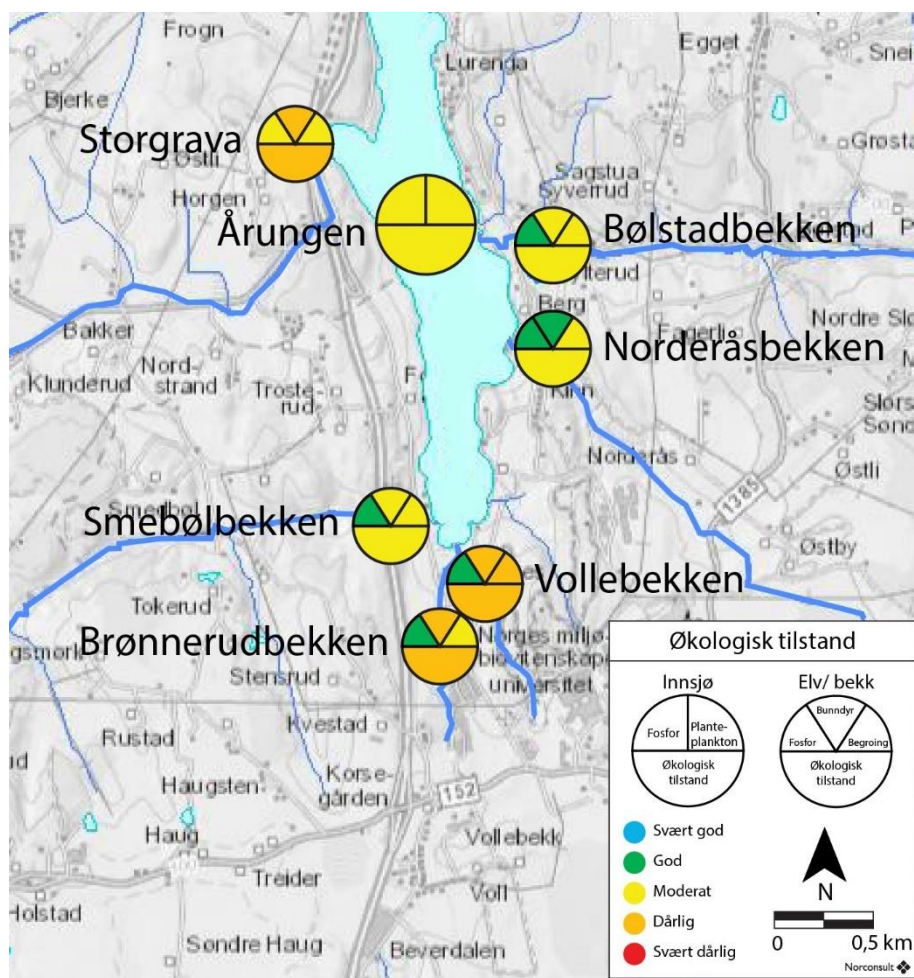
5.2.5 Oppsummering

Dersom vi ekskluderer en unormalt høy fosformåling i Storgrava i juni, hadde de undersøkte tilførselsbekkene i 2021 i gjennomsnitt et innhold av total fosfor (TP) på 50 – 80 µg/l, og av TRP på 30 – 55 µg/l. Dette er lavere enn i 2020, men fortsatt høyt. Det representerer en fosfortilførsel til Årungen som kan gi høy biomasse av planteplankton, med de problemer det kan medføre. Siden det ikke var veldig stor variasjon i fosforinnhold mellom bekkene, er det Bølstadbekken, Storgrava og Smebølbekken som blir de viktigste tilførselskildene siden disse bekkene har de største nedbørfeltene.

Nitrogeninnholdet i alle tilførselsbekkene var i 2021 fortsatt meget høyt. Planteplanktonet i Årungen er mest sannsynlig begrenset av fosfor, og en høy nitrogenkonsentrasjon forverrer i så fall ikke forholdene i innsjøen. Via Årungenelva fraktes imidlertid disse tilførselene videre til Indre Oslofjord, og i marint miljø er det langt mer vanlig at det er nitrogen som begrenser algeveksten. Det høye nitrogeninnholdet er derfor bekymringsfullt, og noe som bør vies oppmerksomhet.

Forekomsten av planteplankton i Årungen var i 2021 høy i perioden juli – september, men noen oppblomstringer forekom ikke. Det var et moderat innslag av cyanobakterier i august og september, men generelt var artssammensetningen relativt god. Svelgflagellater dominerte i juni, mens grønnalger og

kiselalger var de dominante algeklassene i juli, august og september. Alle målte parametere i 2021 viste tydelig at den økologiske tilstanden i Årungen i 2021 best kunne beskrives som *moderat* (figur 5-10).



Figur 5-10. Økologisk tilstand i Årungen og undersøkte tilløpsbekker i 2021. Tilførselsbekkene er leirpåvirket og moderat tilstand bør tolkes som moderat eller dårligere.

I 2021 beregnet vi en nEQR verdi på 0,56 for kvalitetselementet planteplankton. Dette er nær gjennomsnittet for perioden 2012 – 2020, men bedre enn det vi registrerte de tre foregående årene (tabell 5-10). Det er nokså sannsynlig at forbedringen vi fant i 2021 i hovedsak skyldes lavere fosfortilførsel på grunn av mindre nedbør enn i et normalår. Skulle vi derimot få nEQR-verdier for dette kvalitetselementet i området 0,55 – 0,60 også i år med normale nedbør- og temperaturforhold gjennom vekstsesongen, kan det være en indikasjon på at fosforbelastningen til innsjøen er avtakende.

Tabell 5-10. Årungen. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

Årungen	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,69	0,53	0,40	0,72	0,58	0,57	0,49	0,45	0,51	0,56

6 Gjersjøvassdraget

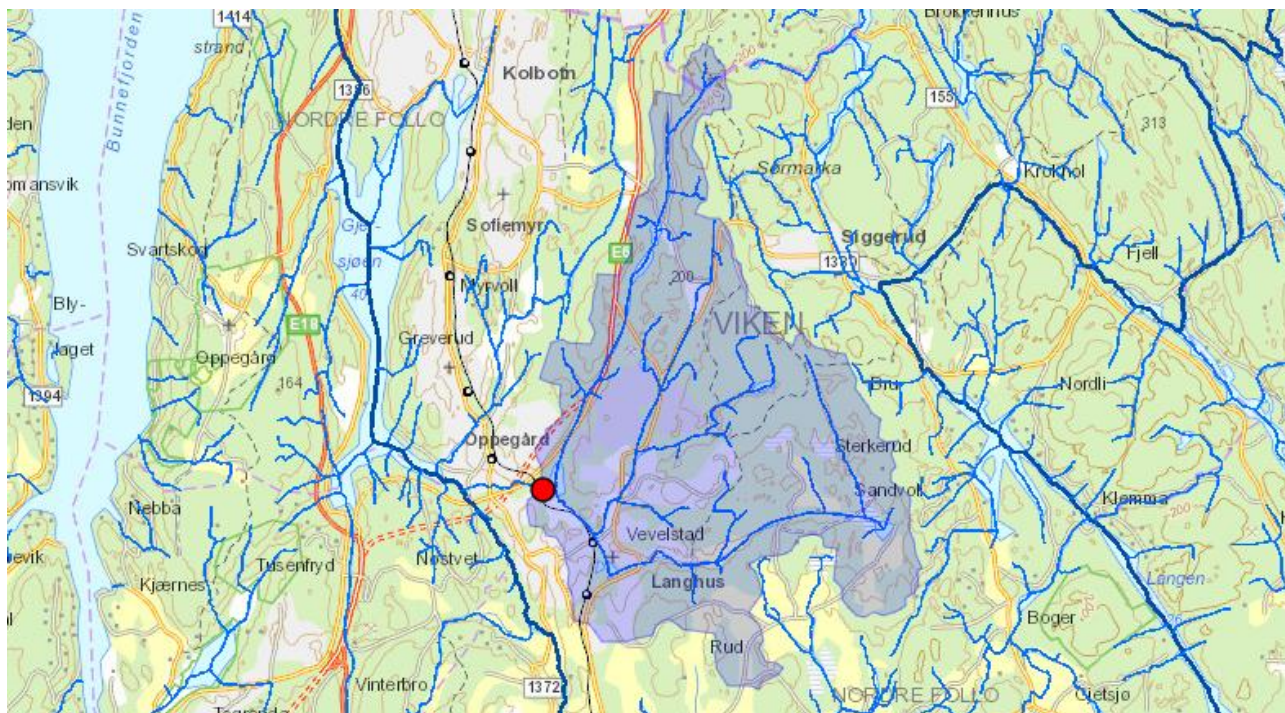
6.1 Tussetjern

Nedbørfeltet til Tussetjern er på 19,8 km², og er også en del av nedbørfeltet til Gjersjøen (figur 6-1). Det domineres av skog, som utgjør nesten $\frac{3}{4}$ av hele nedbørfeltet, mens andelen dyrket mark er på ca. 7% og urbane områder ca. 12%.

Hovedtilførslene til innsjøen kommer fra en bekk i nord som kommer fra tjernet Assuren, og en bekk i øst som kommer fra Fosstjernet.

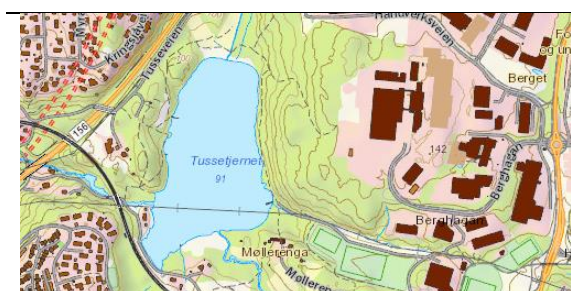
Innsjøen er meget dyp i forhold til overflatearealet, med et maksimaldyp på ca. 18 meter. Den ligger i tillegg godt beskyttet, og dette er faktorer som kan gjøre fullsirkulasjon vanskelig. Det er mulig at Tussetjern er på grensen til å bli en meromiktisk innsjø, dvs. at dypvannet ikke blir med i sirkulasjonsperiodene vår- og høst, men er permanent stagnert. Utover sommeren blir det helt oksygenfritt i bunnvannet. Dette medfører såkalte reduserende forhold. Det gir økt løselighet av fosforholdige salter, som dermed kan lekke ut fra sedimentene. En slik prosess kan skape en intern kilde til fosfor, noe som gir økt vekst av planteplankton og en forverret tilstand av innsjøen.

Tussetjern er et idyllisk lite vann som brukes både til bading og fritidsfiske. For å opprettholde en høy bruks- og rekreasjonsverdi er det derfor viktig at vannkvaliteten er god. Dette er også viktig fordi utløpsbekken, Tussebekken, renner ut i drikkevannskilden Gjersjøen.

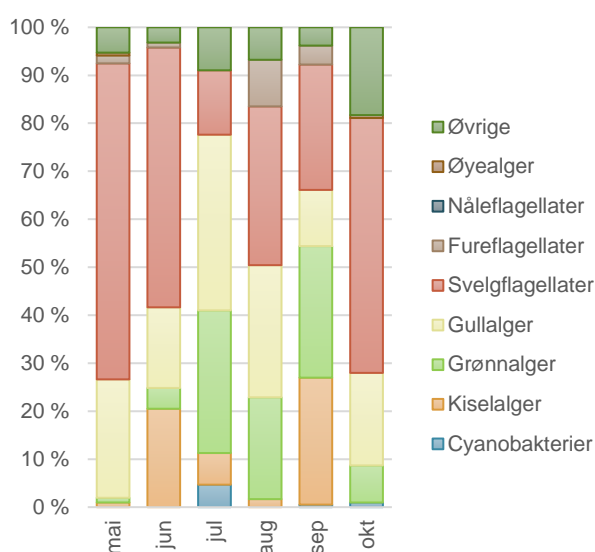
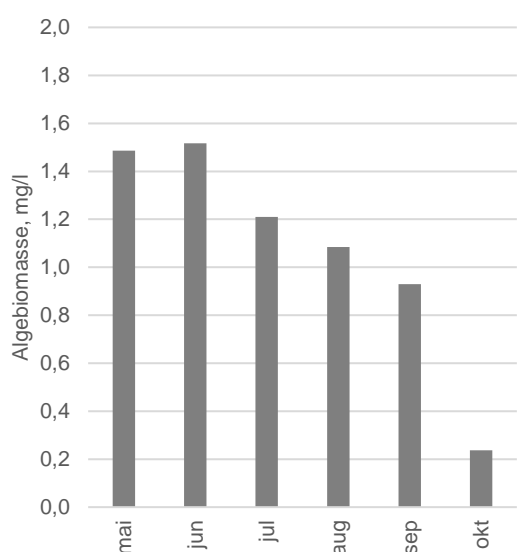


Figur 6-1. Nedbørfeltet til Tussetjern.

Den mest aktuelle påvirkningen i innsjøen er eutrofiering, som best vurderes ved å se på mengde- og sammensetning av planteplanktonet i innsjøen gjennom vekstsesongen. I figur 6-2 har vi samlet alle delindeksene som inngår i beregningen av økologisk tilstand etter kvalitetselementet *planteplankton*. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Lokaltet: Tussetjern
 UTM 32: 602700, 6626430
 Kommune: Nordre Follo
 Areal (km²): 0,10
 Maksimaldyp: 18 m
 Vannmiljø ID: 005-42496
 Vann-nett-ID: 005-5611-L
 Vanntype: L108: Moderat kalkrik, humøs
 NGIG type: L-N8



Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
3-mai	860	18	4,4	1,49	2,15	-	
8-jun	1300	17	10	1,52	2,24	-	
12-jul	1100	15	9,4	1,21	2,27	0,06	
16-aug	1100	17	11	1,09	2,21	-	
20-sep	870	13	6,0	0,93	2,25	0,00	
25-okt	1300	25	1,2	0,24	2,15	0,00	
Gjennomsnitt	1088	18	7,0	1,08	2,21		
nEQR			0,80	0,67	1,00	0,93	0,87

Figur 6-2. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Tussetjern i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Tussetjern er en humøs innsjø hvor vannets fargetall tidvis kan være meget høyt. I portalen Vannmiljø er det registrert verdier for fargetallet i intervallet 20 – 150 mg Pt/l, med et gjennomsnitt i overkant av 50 mg Pt/l. Kalsiuminnholdet fluktuerer også unormalt mye, men ligger i hovedsak over 20 mg/l, og innsjøen karakteriseres som kalkrik. I løpet av de siste årene har det vært store veiutbygginger i nedbørfeltet til Tussetjern, og dette har trolig vært en viktig årsak til de store svingningene i parametere som vanligvis holder seg relativt stabile.

På våren og forsommeren var det svelgflagellater som dominerte samfunnet av planteplankton i Tussetjern. I løpet av vekstsesongen var dette også perioden hvor vi observerte den høyeste totalbiomassen, med ca. 1,5 mg/l. Svelgflagellater er god føde for dyreplankton, og dominans av denne gruppen representerer derfor ingen stor risiko for store oppblomstringer. I begynnelsen av sesongen er ofte tettheten av krepsdyrplankton lav, men etter hvert som vi får større og større individer av dyreplankton, jo kraftigere blir beitetrykket på planteplanktonet. Vi så da også at forekomsten av svelgflagellater i Tussetjern gikk kraftig ned fra juni til juli. Utover sommeren fikk vi et større innslag av grønnalger, noe som er vanlig i mange næringsrike eller middels næringsrike innsjøer i Norge. Vi registrerte imidlertid ingen økning i totalbiomassen utover sommeren, noe som tilsier at den eksterne tilførselen av næringsstoffer var begrenset. Delindeksene som beregnes på bakgrunn av mengden av planteplankton (klorofyll *a* og estimat av biomasse) kom dermed ut med *god* tilstand. Gjennom hele sesongen fant vi et sammensatt samfunn av planteplankton, og med kun lav forekomst av arter som har potensiale til å danne store oppblomstringer. Biomassen av cyanobakterier var svært lav, noe som ser ut til å være et karakteristisk trekk for denne innsjøen. Indeksen for artssammensetning (PTI) ga *svært god* tilstand, som også ble tilstandsklassen for kvalitetselementet som helhet.

Fosforkonsentrasjonen i Tussetjern var på et nivå omtrent som forventet ut fra den registrerte totalbiomassen av planteplankton, og tilsa en *god* økologisk tilstand. Fosfor er en støtteparameter i vurderingen av eutrofiering som påvirkning. I de tilfeller der kvalitetselementet planteplankton viser *god* eller *svært god* tilstand, kan denne støtteparameteren påvirke den endelige tilstandsvurderingen. Dette skjedde i Tussetjern i 2021, men kravet til minst *god* økologisk tilstand ble likevel oppfylt (tabell 6-1).

Tabell 6-1. Tussetjern. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,87
Total fosfor (µg/l)	17,5	G	0,40	0,65
Total nitrogen (µg/l)	1088	M	0,30	0,46
Totalvurdering eutrofiering				0,65
Totalvurdering for vannforekomsten				0,65 (G)

I 2021 var det altså fosforinnholdet i Tussetjernet som var bestemmende for den fastsatte økologiske tilstanden. Påvirkningen eutrofiering handler likevel om problemer knyttet til forhøyet vekst av planteplankton, ikke om fosforinnholdet i seg selv. For perioden 2012 – 2020 var nEQR-verdien for kvalitetselementet planteplankton i gjennomsnitt på 0,80. Resultatet for 2021 er av de beste som er registrert de siste 10 årene (tabell 6-2).

Tabell 6-2. Tussetjern. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

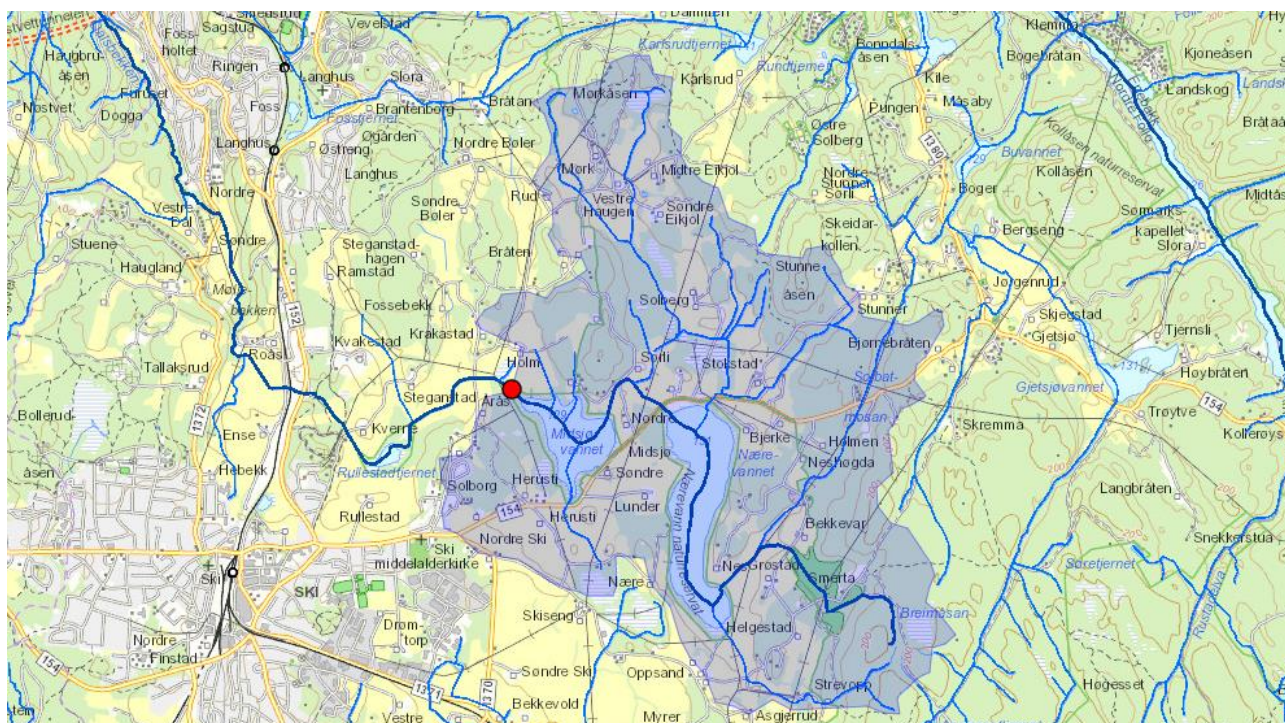
Tussetjern	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,66	0,72	0,91	0,83	0,87	0,82	0,76	0,79	0,82	0,87

6.2 Nærevann og Midtsjøvann

Nærevann og Midtsjøvann er to innsjøer som ligger nær inntil hverandre like øst for Ski sentrum. Nærevann er ca. dobbelt så stort som Midtsjøvann i areal, men ellers framstår innsjøene som meget like. Nedbørfeltet til Midtsjøvann er på 12,7 km², men av dette er 9,3 km² felles med nedbørfeltet til Nærevann (figur 6-3). Det er betydelig landbruksvirksomhet i nedslagsfeltet, og dyrket mark utgjør over 30% av arealet. Skogsområder utgjør noe over 50%, og leirdekningsgraden i nedbørfeltet som helhet er på ca. 45%.

Begge innsjøene er omtrent like dype (5,5 – 6 m), og hovedtilløpet til Midtsjøvann kommer fra Nærevann. Både Nærevann og Midtsjøvann har et rikt plante- og dyreliv, og har siden 1992 vært fredet som naturreservater.

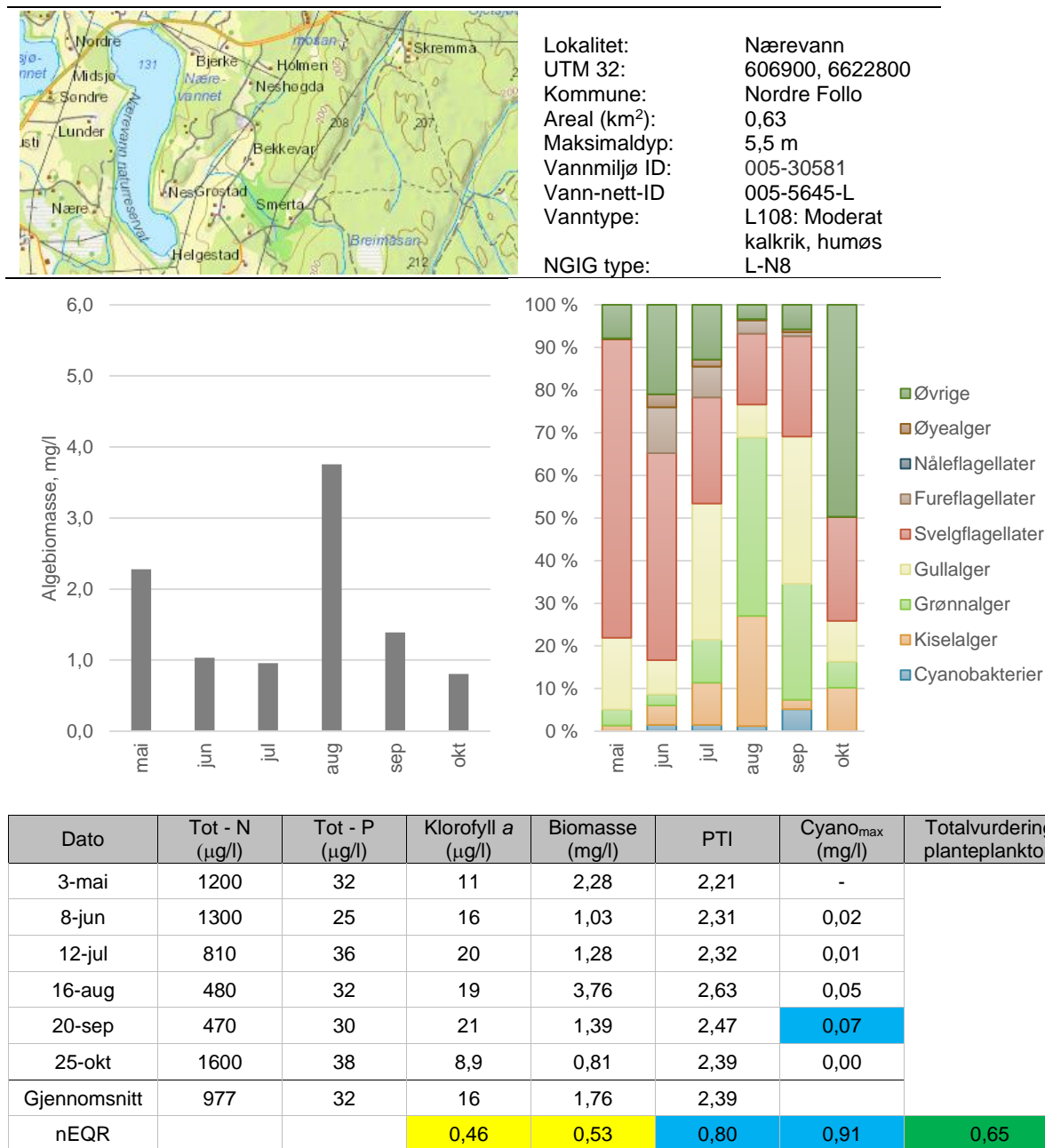
Utløpselva fra Midtsjøvann, Åråsbekken, går inn i Rullestad tjern. Herfra går Roåsbekken ned til Dalsbekken som renner videre til Gjersjøen. Dalsbekken er en av de største tilførselsbekkene til Gjersjøen, som er en drikkevannskilde. I tillegg til at en god vannkvalitet er av stor betydning både for biologisk mangfold og bruks- og rekreasjonsverdi i disse to innsjøene, har de altså også en viss betydning for vannkvaliteten i Gjersjøen.



Figur 6-3. Nedbørfeltet til Midtsjøvann, som også inkluderer hele nedbørfeltet til Nærevann.

6.2.1 Nærevann

Resultater fra 2021 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Nærevann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i figur 6-4. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-4. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Nærevann i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Ut fra data i portalen Vannmiljø ser det ut til at vannfargen i Nærevann oftest ligger i intervallet 30 – 40 mg Pt/l, mens innholdet av organisk karbon (TOC) ligger i underkant av 10 mg/l. Den har et kalsiuminnhold i underkant av 20 mg/l, og den karakteriseres dermed som *moderat kalkrik og humøs*.

Sesongsuksesjonen av planteplankton i Nærevann var svært lik den vi fant i Tussetjern. Svelgflagellater dominerte i mai og juni, mens den relative forekomsten av gullalger og grønnalger økte utover sommeren. I en innsjø som ut fra fosforinnholdet må sies å være relativt næringsrik, er dette en meget gunstig artssammensetning. Algene er i all hovedsak beitbare for dyreplankton, noe som medfører at energien transporteres oppover næringskjedene heller enn å akkumulere som en oppblomstring. Forekomsten av cyanobakterier var lav, og det ble heller ikke registrert betydelig forekomst av andre såkalte «problemalger».

Totalbiomassen av planteplankton lå i perioder relativt høyt, men ikke på et nivå som normalt vil anses som et betydelig problem. I august var det imidlertid en liten oppblomstring av grønnalger. Dette ga en biomasse som var såpass høy at vannet kan framstå som grønt, og med lavere sikt enn vanlig.

Kvalitetsselementet planteplankton endte i 2021 med *god* økologisk tilstand, men delindeksene viser tydelig at det er artssammensetningen som er årsaken til dette. Disse endte i 2021 med *svært god* tilstand, mens delindeksene for biomassen av planteplankton viste *moderat* tilstand.

Den gunstige artssammensetningen bidrar trolig til at biomassen av planteplankton også holdes på et akseptabelt nivå til tross for at fosforkonsentrasjonen i gjennomsnitt var på over 30 µg/l. Dette indikerer at potensialet for algevekst er større enn det vi observerte i 2021. Det gjør også at fosforinnholdet blir styrende for fastsettelsen av den økologiske tilstanden i innsjøen, som for 2021 dermed ender på *moderat* (tabell 6-3).

Tabell 6-3. Nærevann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,65
Total fosfor (µg/l)	32,2	M	0,22	0,44
Total nitrogen (µg/l)	977	M	0,33	0,50
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

I perioden 2012 – 2020 lå gjennomsnittlig nEQR-verdi for kvalitetsselementet planteplankton i Nærevann på 0,55, mens den i 2021 lå så høyt som 0,65. Siden 2012 ser utviklingen i innsjøen ut til å ha gått i retning av stadig høyere nEQR-verdier og dermed bedret økologisk tilstand (tabell 6-4). For kvalitetsselementet planteplankton har Nærevann de siste fire årene ligget i grenseområdet mellom *moderat* og *god* tilstand, mens innsjøen i begynnelsen av denne tidsperioden lå midt i tilstandsklasse *moderat*.

Tabell 6-4. Nærevann. nEQR-verdier for kvalitetsselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

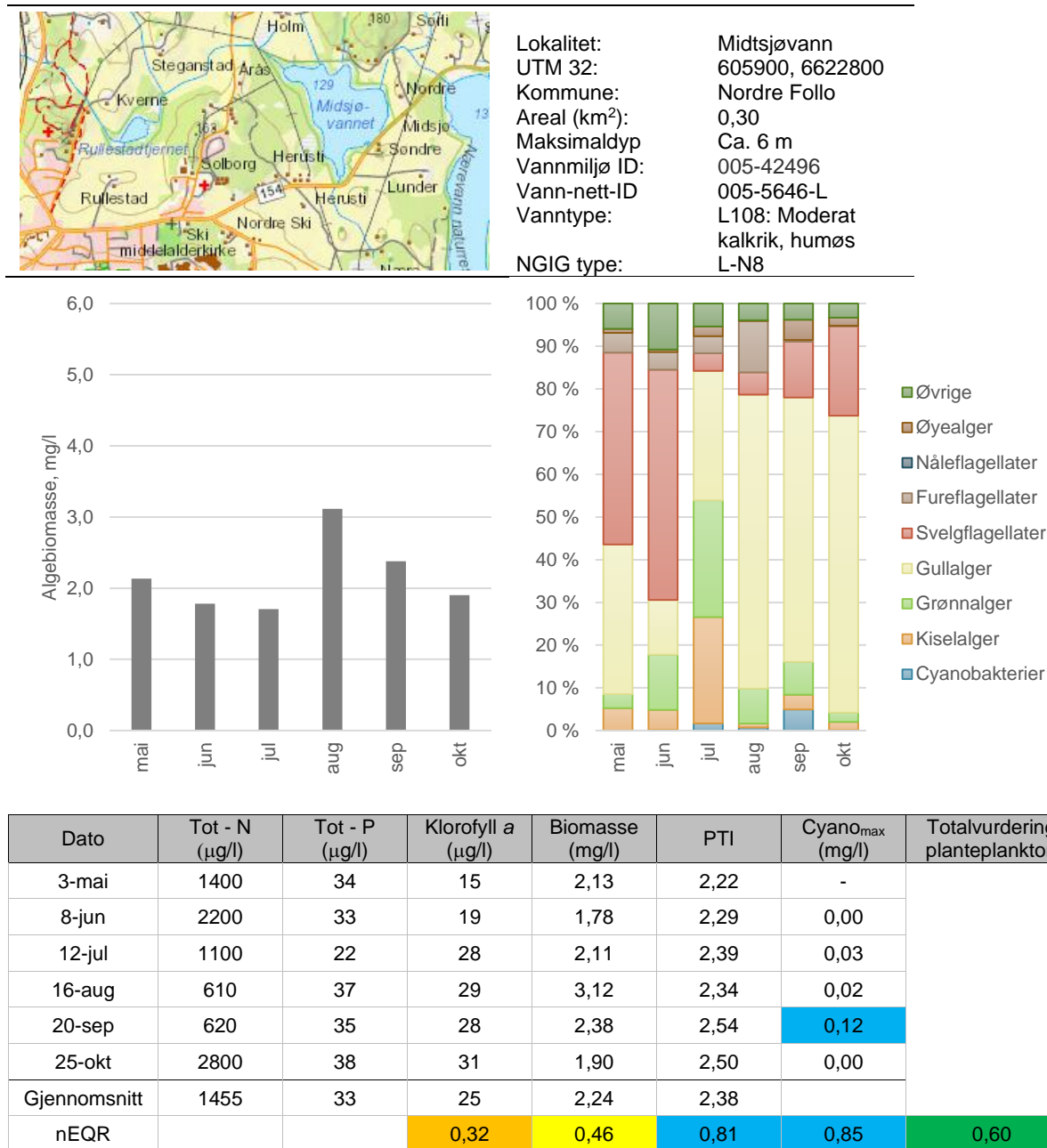
Nærevann	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,46	0,48	0,46	0,61	0,56	0,50	0,60	0,64	0,57	0,65



Figur 6-5. Nærevann

6.2.2 Midtsjøvann

Resultater fra 2021 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Midtsjøvann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i figur 6-6. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-6. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Midtsjøvann i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Målinger av kalsium og innhold av organisk materiale viser at disse parameterne i Midtsjøvann ligger i samme område som Nærevann. Vannets fargetall ligger noe høyere i Midtsjøvann, vanligvis i intervallet 40 – 70 mg Pt/l, så muligens er humusinnholdet her noe høyere. Kalsiumkonsentrasjonen ligger i nærheten av 20 mg/l.

Det er bare ca. 25% av nedbørfeltet til Midtsjøvann som ikke er felles med Nærevann. Hovedtilførselen til innsjøen kommer fra Nærevann, og begge innsjøene er omtrent like dype. Disse faktorene skulle tilsi at

forholdene i dem burde være temmelig like. Vanligvis er de også det, men både fosforinnhold og biomasse av planteplankton ser ut til å ligge noe høyere i Midtsjøvann. I tillegg har vi i Midtsjøvann ikke klart å registrere en tilsvarende positiv utvikling de siste 10 årene som vi har sett i Nærevann (Stabell og medarb. 2021).

I 2021 var det ikke store forskjeller mellom Nærevann og Midtsjøvann. Igjen var totalbiomassen av planteplankton noe høyere i Midtsjøvann, men også her fant vi artssammensetning som var såpass gunstig at delindeksene for dette ga beste klasse (*svært god*). Svelgflagellater dominerte på våren og forsommeren også i Midtsjøvann. Den største forskjellen fra Nærevann fant vi på høsten, da ulike gullalger dominerte stort i Midtsjøvann; i august *Mallomonas caudata*, og senere på høsten *Synura uvella*. Dette var akkurat det samme utviklingen vi også så i 2020. Som i Nærevann tilsa mengden av planteplankton dårligere tilstand enn artssammensetningen. I Midtsjøvann lå delindeksene for biomasse i grenseområdet mellom *moderat* og *dårlig* tilstand. I sum ga dette en nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton helt på grensen mellom *god* og *moderat* tilstand. Den tippet så vidt innenfor grensen til *god* økologisk tilstand, og for de ti siste årene er det første gang vi har sett dette i Midtsjøvann.

Totalbiomassen av planteplankton var nokså høy gjennom hele sesongen, men samtidig jevn og uten store oppblomstringer. Nitrogeninnholdet var høyt, og klart høyere enn i Nærevann, mens konsentrasjonen av total fosfor i 2021 var på akkurat samme nivå som i Nærevann. Gjennomsnittet for vekstsesongen var på 33 µg/l, som er lavere enn det vi fant i 2020, da denne lå på 40 µg/l. Likevel var fosforinnholdet fortsatt såpass høyt at denne parameteren lå i nedre del av tilstandsklassen *moderat*. Også i Midtsjøvann trakk dermed fosforinnholdet i innsjøen den økologiske tilstanden for 2021 ned til *moderat* (tabell 6-5).

Tabell 6-5. Midtsjøvann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G/M		0,60
Total fosfor (µg/l)	33	M	0,21	0,44
Total nitrogen (µg/l)	1455	D	0,22	0,35
Totalvurdering eutrofiering				0,50
Totalvurdering for vannforekomsten				0,50 (M)

Med resultatet for 2021 er det tegn til en svak forbedring av tilstanden i Midtsjøvann, slik vi mye tydeligere har sett i Nærevann. For perioden 2012 – 2021 er det de fire siste årene vi har fått de høyeste nEQR-verdiene for kvalitetselementet planteplankton, og 2021 var det første året hvor beregnet nEQR-verdi så vidt klarte å bryte seg inn i tilstandsklassen *god* (tabell 6-6). Både 2018 og 2021 var imidlertid nedbørfattige år, noe som kan ha medvirket til bedre resultater. Det blir derfor interessant å se om denne tendensen opprettholdes også når vi får år med mer normale nedbørforhold gjennom vekstperioden.

Tabell 6-6. Midtsjøvann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

Midtsjøvann	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,53	0,48	0,52	0,53	0,47	0,51	0,55	0,54	0,57	0,60

6.3 Kolbotnvann med tilløpsbekker

6.3.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

Nedbørfeltet til Kolbotnvann er lite. Dette lar seg ikke beregne ved bruk av NEVINA, som er et verktøy fra NVE for å generere nedbørfelt. Årsaken til dette er trolig at Augestadbekken, Skredderstubekken og Midtoddveibekken bare går åpent på korte strekninger. Dermed kan vi heller ikke fastslå andelen av ulik arealbruk i nedbørfeltene, men avrenning fra urbane områder utgjør trolig mesteparten av nedbørfeltet til alle disse bekkene. I tidligere arbeider har nedbørfeltet til Kolbotnvann blitt beregnet til 2,96 km² (Faafeng m.fl. 1990), og det er dette vi har benyttet her (figur 6-7). Ut fra kartet som er tegnet i den rapporten har vi beregnet arealet til hver av bekkene. Vårt estimat blir da at nedbørfeltene til disse tre tilløpsbekkene samlet har et areal på 1,64 km², som utgjør 55% av innsjøens totale nedbørfelt.



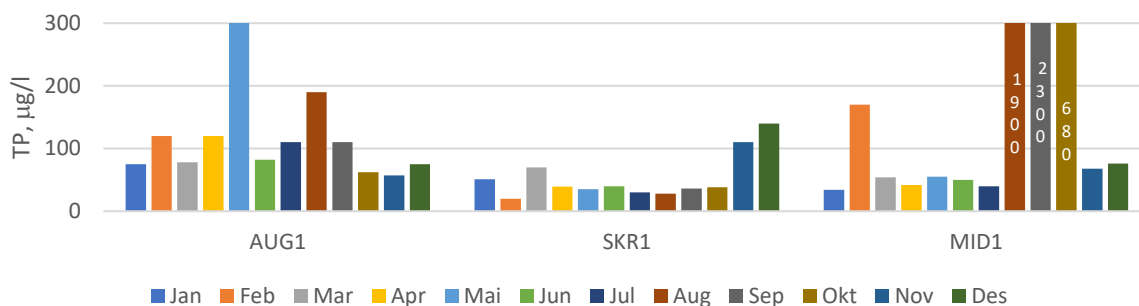
Figur 6-7. Nedbørfeltet til Kolbotnvann og dens tilløpsbekker. (Faafeng, B. m.fl., 1990) Kolbotnvannet med tilløp 1990. NIVA Rapport 2604: 42s.

Kolbotnvann har potensielt høy bruks- og rekreasjonsverdi, men i dag er denne begrenset på grunn av generelt høy forekomst av planteplankton, og tidvis store oppblomstringer. Disse oppblomstringene domineres vanligvis av cyanobakterier som kan være toksinproduserende. Gjennom de siste tiårene har tilførselen av næringsstoffer til innsjøen blitt betydelig redusert. Likevel er denne fortsatt for høy, og en ytterligere reduksjon i fosfortilførsel vil være nødvendig for å unngå at store oppblomstringer av planteplankton skal forekomme.

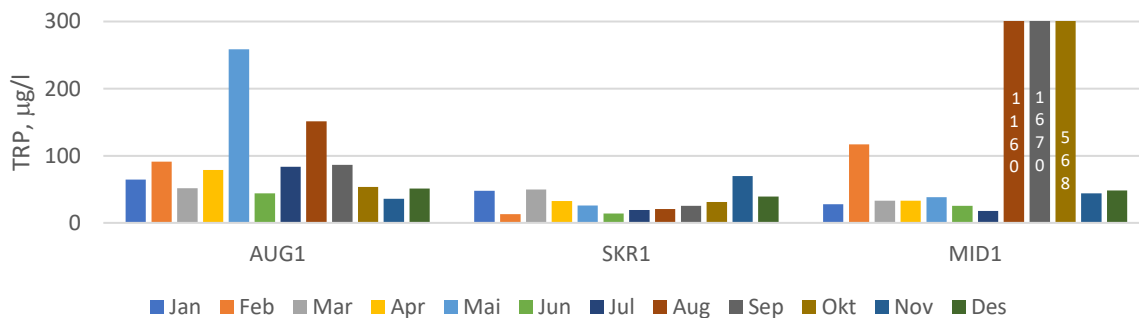
6.3.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Kolbotnvann

Av de tre undersøkte tilførselsbekkene er Augestadbekken og Skredderstubekken mye større enn Midtoddveibekken. Konsentrasjonene av både total fosfor (TP) og totalt reaktivt fosfor (TRP) var imidlertid svært høye i Midtoddveibekken i august, september og oktober (figur 6-8, figur 6-9). Dette trakk den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjon for hele året så høyt at denne bekken i 2021 så ut til å være den viktigste tilførselskilden for fosfor til Kolbotnvann. I og med at konsentrasjonsnivået i denne bekken i resten av året lå på nivå med Skredderstubekken, tror vi imidlertid ikke dette gir et korrekt bilde. Mest sannsynlig er det Augestadbekken som er den mest betydningsfulle tilførselskilden, slik vi fant i 2020. Vi bør imidlertid ikke utelukke at Midtoddveibekken også tidvis kan være viktig. Selv om bekken er liten, kan tilførselen av fosfor være betydelig dersom konsentrasjonen i perioder ligger i det området vi registrerte i 2021.

Konsentrasjonen av både TP og TRP var i 2021 mer enn dobbelt så høy i Augestadbekken som i Skredderstubekken. Selv om nedbørfeltet til Skredderstubekken er mye større, resulterte det i at fosfortilførselen til Kolbotnvann fra hver av dem var ganske lik. Dette avviker fra det vi fant i 2020, da fosforkonsentrasjonen var på samme nivå i disse to bekkene. Den relative betydningen av Skredderstubekken som fosforkilde ble dermed mye større i 2020.



Figur 6-8. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i tilløpselver til Kolbotnvann. Månedlige målinger i 2021.



Figur 6-9. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i tilløpselver til Kolbotnvann. Månedlige målinger i 2021.

Det er ca. 45% av Kolbotnvannets nedbørfelt som ikke dekkes av nedbørfeltene til de tre undersøkte bekkene. Siden vi ikke har noen informasjon om fosfortilførselen herfra, har vi i tabell 6-7 antydnet at bidraget fra dette arealet er i overensstemmelse med andelen av innsjøens nedbørfelt det utgjør. Det reelle bidraget er ganske sikkert betydelig lavere. Fra portalen Vannmiljø ser vi at det i 2015 ble gjort målinger av total fosfor gjennom året også i Nordengabekken og Myrvollbekken. I gjennomsnitt ga de gjennomsnittsverdier henholdsvis noe i underkant, og noe i overkant av 20 µg/l, altså vesentlig lavere enn de øvrige tilførselsbekkene. Arealet på vestsiden av innsjøen består i hovedsak av skog, og det er rimelig å anta at tilførsler av næringsstoffer herfra er mye mindre enn de fra de urbane områdene i nord og øst. Bidraget fra Augestadbekken, Skredderstubekken og Midtoddveibekken, ligger derfor trolig nærmere 75% av den totale fosfortilførselen til Kolbotnvann enn 55%.

Tabell 6-7. Tilførselsbekker til Kolbotnvann, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober.

Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Augestadbekken	0,42			15,8	15,9	16,5	17,6	17,8
Skredderstubekken	1,08			15,8	18,7	10,6	16,7	10,2
Midtoddveibekken	0,14			15,8	20,8	28,3	21,1	27,5
Øvrige tilførsler	1,32				44,6	44,6	44,6	44,6

De undersøkte tilførselsbekkene til Kolbotnvann er ikke definert som leirpåvirket, og økologisk tilstand kan derfor vurderes ved å benytte de ordinære klassegrensene for fosfor og nitrogen.

Både for TP og TRP var den registrerte gjennomsnittskonsentrasjonen i Augestadbekken og Midtoddveibekken langt høyere i 2021 enn i 2020, og innholdet av TP ga en nEQR – verdi som tilsvarer tilstandsklasse *svært dårlig*. Skredderstubekken havnet i 2021 i klassen *dårlig*, men en konsentrasjon av total fosfor som var nær identisk med det vi fant i 2020 (tabell 6-8). Nitrogen er vanligvis ikke begrensende faktor for algevekst i ferskvann, men et nivå på over 2 mg/l tilsvarer *svært dårlig* tilstand i alle tre bekkene for denne parameteren. En klassegrense mellom *god* og *moderat* tilstand er for TRP kun gitt for leirpåvirkede bekker. Denne er satt til 10 µg/l. Resultatene fra tilførselsbekkene til Kolbotnvann lå langt over dette, og innholdet av TRP kan derfor med sikkerhet vurderes som *moderat eller dårligere*.

Tabell 6-8. Tilførselsbekker til Kolbotnvann. Vurdering av økologisk tilstand for 2021.

Vannforekomst	Vanntype	Vannkjemiske parametere					
		TN (µg/l)	TN nEQR	TRP (µg/l)	TRP nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR
Augestadbekken	R109	2120	0,13	88	< 0,60	116	0,11
Skredderstubekken	R109	2160	0,13	32	< 0,60	53	0,26
Midtoddveibekken	R109	7460	0,04	315	< 0,60	456	0,03

6.3.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene

Bunndyrprøvene i tilløpsbekker til Kolbotnvann ble tatt henholdsvis 21. april og 15. oktober. Det var lav vannstand ved vårprøvetakingen og særlig i Midtoddveibekken, som i utgangspunktet er en veldig liten bekk, var det lite vann. På høsten var det høy vannstand i Augestadbekken, hvilket sammen med leirsubstrat gjorde prøvetaking utfordrende. Substrat i både Skredderstubekken og Midtoddveibekken var dominert av leire og grus, men bestod også av liten til middels stor stein.

Bunndyrsamfunnet i Augestadbekken og Midtoddveibekken var sterkt redusert. På våren ble det bare funnet 2 EPT-familier i Augestadbekken og 1 i Midtoddveibekken. Antallet var noe høyere på høsten. Prøven fra Midtoddveibekken inneholdt da også et svært høyt antall fåbørstemark (Oligocheta). Vi fant ingen av de mest forurensingssensitive familiene ved stasjonene, men både småmuslinger (*Pisidium*), flere sneglefamilier (blant annet Lymnaeidae og Physidae) og en igle (Erpobdellidae), som alle har en lav ASPT-verdi. I Augestadbekken kan vanskelige forhold ved prøvetaking ha bidratt til det lave antallet dyr. Midtoddveibekken er en svært liten bekk, og her vil man normalt ikke forvente å finne like mye diversitet som i en større vannforekomst. Begge stasjoner fikk en gjennomsnittlig ASPT-verdi som indikerer en *svært dårlig* økologisk tilstand. I Skredderstubekken fant vi et moderat antall EPT-familier. Her var det et enkelt individ av den

forurensingssensitive steinfluen *Brachyptera risi* i vårprøven. Gjennomsnittlig ASPT-verdi indikerte en *dårlig* økologisk tilstand ved denne stasjonen.

Av påvekstalger ble blant andre gulgrønnalgen *Vaucheria* funnet i Augestadbekken og grønnalgen *Cladophora* i Midtoddveibekken. Begge disse er meget gode indikatorer på næringsrike forhold. I Skredderstubekken ble ingen av disse funnet, men flere indikatortaksa med middels høy PIT-verdi. Det resulterte i at alle bekkene etter dette kvalitetselementet havnet i tilstandsklasse *moderat*, men for Skredderstubekken beregnet vi en nEQR-verdi nær grensen til *god* tilstand.

Heterotrof begroing i form av bakterien *Sphaerotilus natans* ble funnet i prøve analysert i mikroskop i alle bekkene. I Midtoddveibekken estimerte vi i tillegg i vårprøven en dekningsgrad av denne bakterien på 1%. Det ga *god* tilstand for dette kvalitetselementet for alle de tre undersøkte bekkene.

Sees analysene av bunndyr, påvekstalger og vannkjemi i sammenheng, får vi et ganske entydig bilde av at forholdene i Skredderstubekken var noe bedre enn de var i de to andre bekkene. Dette ga da også utslag i at den økologiske tilstanden i denne bekken lå en tilstandsklasse høyere enn i Augestadbekken og Midtoddveibekken. Likevel er det liten tvil om at alle disse tilførselsbekkene er betydelig påvirket, og dermed også står for en fosfortransport til Kolbotnvann som er vesentlig større enn den naturlige bakgrunnstilførselen. For 2021 ble den økologiske tilstanden i Augestadbekken og Midtoddveibekken vurdert til *svært dårlig*, mens den var *dårlig* i Skredderstubekken. I alle tilfellene var det samfunnet av bunndyr som var styrende for den endelige fastsettelsen (tabell 6-9).

Tabell 6-9. Tilførselsbekker til Kolbotnvann. Vurdering av økologisk tilstand for 2021. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet.

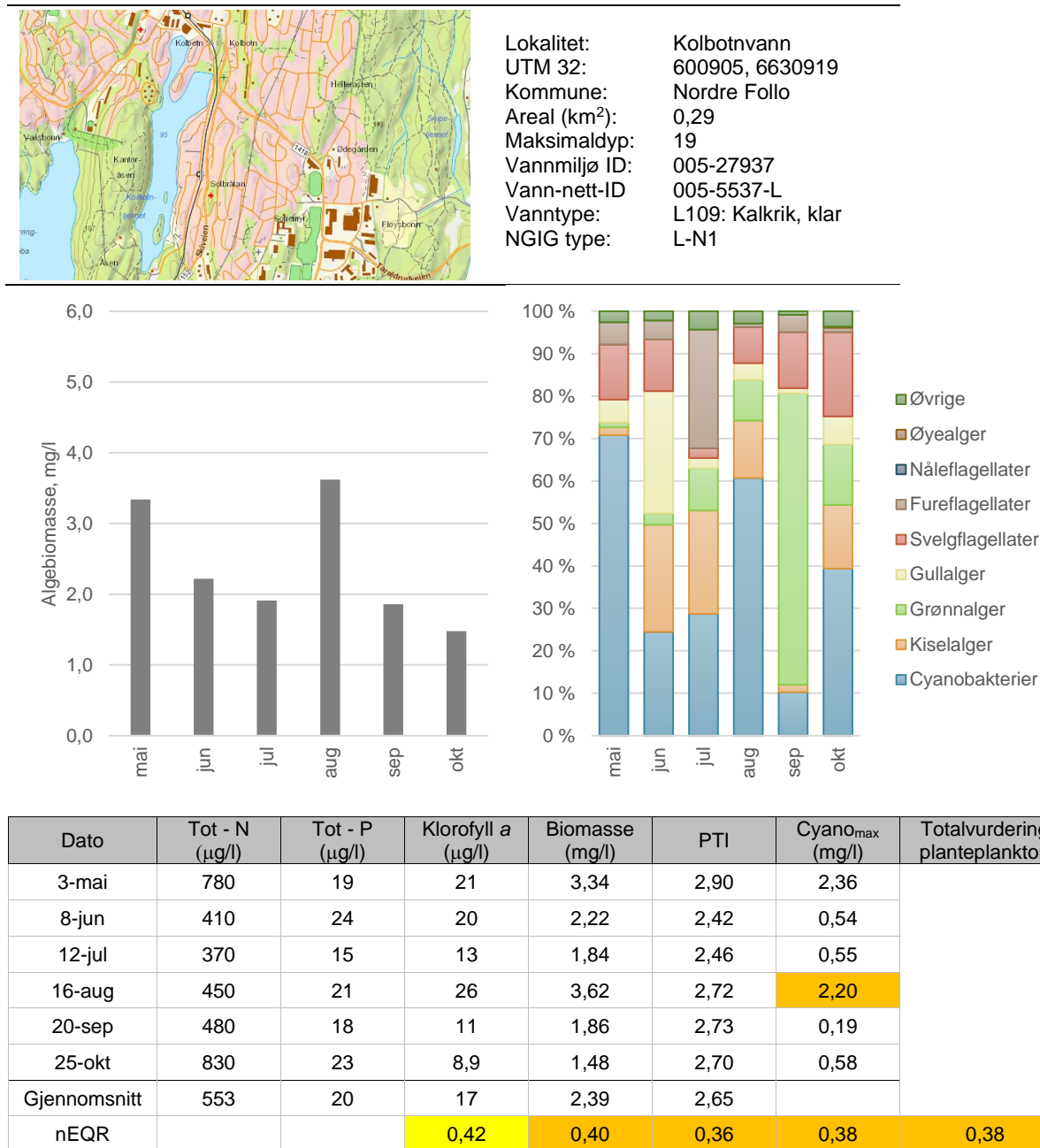
Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer						Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	HB12	nEQR	
Augestadbekken	R109	88	<0,60	116	0,11	3,72	0,17	22,4	0,51	0,010	0,80	0,17 (SD)
Skredderstubekken	R109	32	<0,60	53	0,26	5,02	0,35	17,6	0,58	0,001	0,80	0,35 (D)
Midtoddveibekken	R109	315	<0,60	456	0,03	3,92	0,18	24,9	0,48	0,505	0,70	0,18 (SD)



Figur 6-10. Kolbotnvann.

6.3.4 Kolbotnvann

Resultater fra 2021 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Kolbotnvann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i figur 6-11. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-11. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Kolbotnvann i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Kolbotnvann er en kalkrik innsjø hvor konsentrasjonen av kalsium vanligvis ligger i intervallet 25 – 30 mg/l. Humusinnholdet er tilstrekkelig lavt til at den defineres som en *klar* innsjø. Innholdet av TOC ligger på 5 – 6 mg/l, som er nær grenseverdien mellom en *klar* og en *humøs* vannforekomst. Denne grensen er i klassifiseringsveilederen satt til 5 mg/l. Vannets fargetall er et annet mål på humusinnhold, og dette ligger i Kolbotnvann så lavt som ca. 15 mg Pt/l, mens grenseverdien mot en *humøs* innsjø er satt til 30 mg Pt/l.

Store oppblomstringer av cyanobakterier skjer ofte i Kolbotnvann, vanligst fra slektene *Planktothrix*, *Dolichospermum* og *Aphanizomenon*. *Planktothrix* har vanligvis størst forekomst på våren og høsten. Dette var tilfellet også i 2021, men det var særlig i vårprøven den var dominerende. Den hadde da en liten oppblomstring med en biomasse på over 2 mg/l, og utgjorde på det tidspunktet ca. 70% av totalbiomassen av planteplankton.

Utover sommeren er det relativt vanlig at det i Kolbotnvann bygger seg opp en høy biomasse av *Dolichospermum* eller *Aphanizomenon*. I 2021 var dette igjen tilfellet for *Dolichospermum*, mens *Aphanizomenon* dette året bare ble registret i små mengder. En nokså uvanlig utvikling dette året, var at *Dolichospermum* ikke fortsatte å øke sin dominans fra august til september. I stedet var det grønnalger innenfor slektene *Oocystis* og *Tetraedron* som overtok denne posisjonen. August var svært nedbørfattig, og denne utviklingen tyder på at populasjonen av *Dolichospermum* knakk sammen i løpet av august, før fosfortilførselen til innsjøen i september økte igjen på grunn av mer nedbør. Denne tilførte næringen var det da mer hurtigvoksende grønnalger som klarte å utnytte. Grønnalger trives best under gode lysforhold og høy vanntemperatur. Siden lysforholdene i september begynte å bli dårligere, og vanntemperaturen lavere, resulterte ikke den økte forekomsten av grønnalgene i september til noen oppblomstring, og dominansen av dem ble kortvarig.

Totalbiomassen av planteplankton lå gjennom hele vekstsesongen nokså høyt, men vi registrerte ingen store oppblomstringer dette året.

Innholdet av nitrogen i Kolbotnvann var i 2021 såpass lavt at denne parameteren kom ut i tilstandsklasse *god*. Fosforinnholdet indikerte *moderat* tilstand, mens kvalitetselementet planteplankton samlet ga *dårlig* tilstand. Akkurat som i 2020 lå nEQR-verdien for økologisk tilstand i 2021 helt opp mot grensen til *moderat* tilstand, og i perioden 2012 – 2021 er de to siste sesongene av de beste vi har registrert i innsjøen (tabell 6-9).

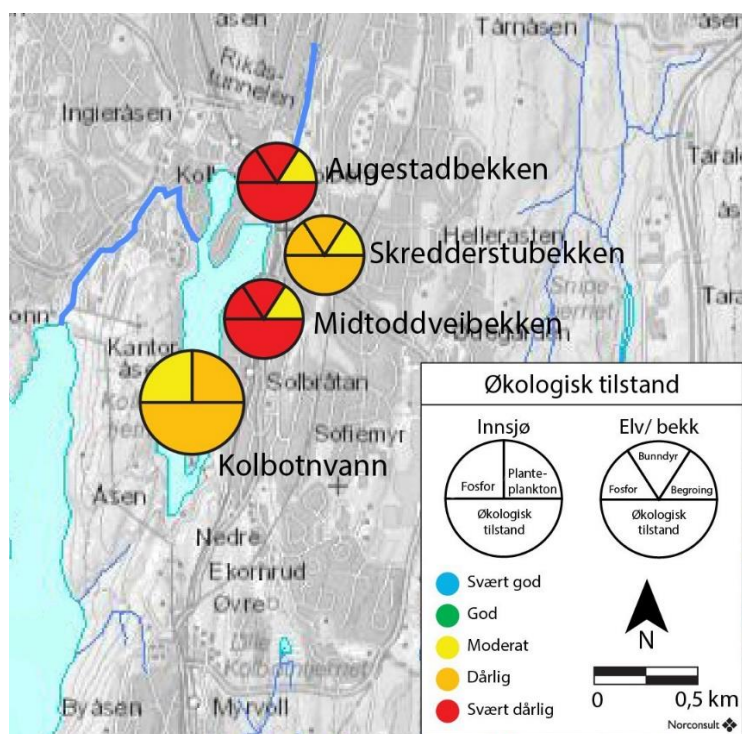
Tabell 6-9. Kolbotnvann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,38
Total fosfor (µg/l)	20,0	M	0,30	0,51
Total nitrogen (µg/l)	553	G	0,50	0,67
Totalvurdering eutrofiering				0,38
Totalvurdering for vannforekomsten				0,38 (D)

6.3.5 Oppsummering

Både vannkjemiske og biologiske analyser indikerte at den økologiske tilstanden i Augestadbekken og Midtoddveibekken var *svært dårlig*. I Skredderstubekken fant vi at denne var *dårlig*, altså en tilstandsklasse bedre (figur 6-12). Det er liten tvil om at fosforbelastningen til Kolbotnvann fra disse tilførselsbekkene er betydelig.

I Kolbotnvann var den gjennomsnittlige konsentrasjonen av total fosfor på 20 µg/l i 2021, noe som må sies å være lavt til denne innsjøen å være. I samfunnet av planteplankton i finnes det imidlertid mange arter som er kjent for å kunne danne store oppblomstringer. Disse er generelt dårlig føde for dyreplankton, og den lave beitbarheten gjør at vi i Kolbotnvann observerer mer planteplankton per fosforenhet enn i de fleste andre innsjøer. Med en fosforkonsentrasjon ned mot 20 µg/l, ser det likevel ut til at sannsynligheten for oppblomstringer avtar. Dette kan indikere at innsjøen ikke er langt unna et knekkpunkt, hvor bare en liten reduksjon i fosforinnhold kan gi betydelig bedre forhold enn i dag.

I 2021 tilsa artssammensetning og mengde av planteplankton at den økologiske tilstanden i Kolbotnvann var *dårlig*, men med en nEQR-verdi nær grensen til *moderat* tilstand.



Figur 6-12. Økologisk tilstand i Kolbotnvann og undersøkte tilløpsbekker i 2021.

Hvis vi over tid sammenlikner nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i Kolbotnvann, ser vi at resultatet i 2021 var praktisk talt identisk med det vi fant i 2020, og høyere enn det som ellers var vanlig i perioden 2012 – 2019 (tabell 6-10). I 2015 fikk vi tilsvarende resultat som i 2020 – 2021, så det er fortsatt mulig at de forbedrede resultatene de siste to årene er et resultat av tilfeldigheter, og at det var gunstige vær- og nedbørforhold for å unngå oppblomstringer. Dersom vi også de neste par årene beregner nEQR-verdier for dette kvalitetselementet i nærheten av *moderat* tilstand, er det stor sannsynlighet for at Kolbotnvannet er inne i en positiv utvikling.

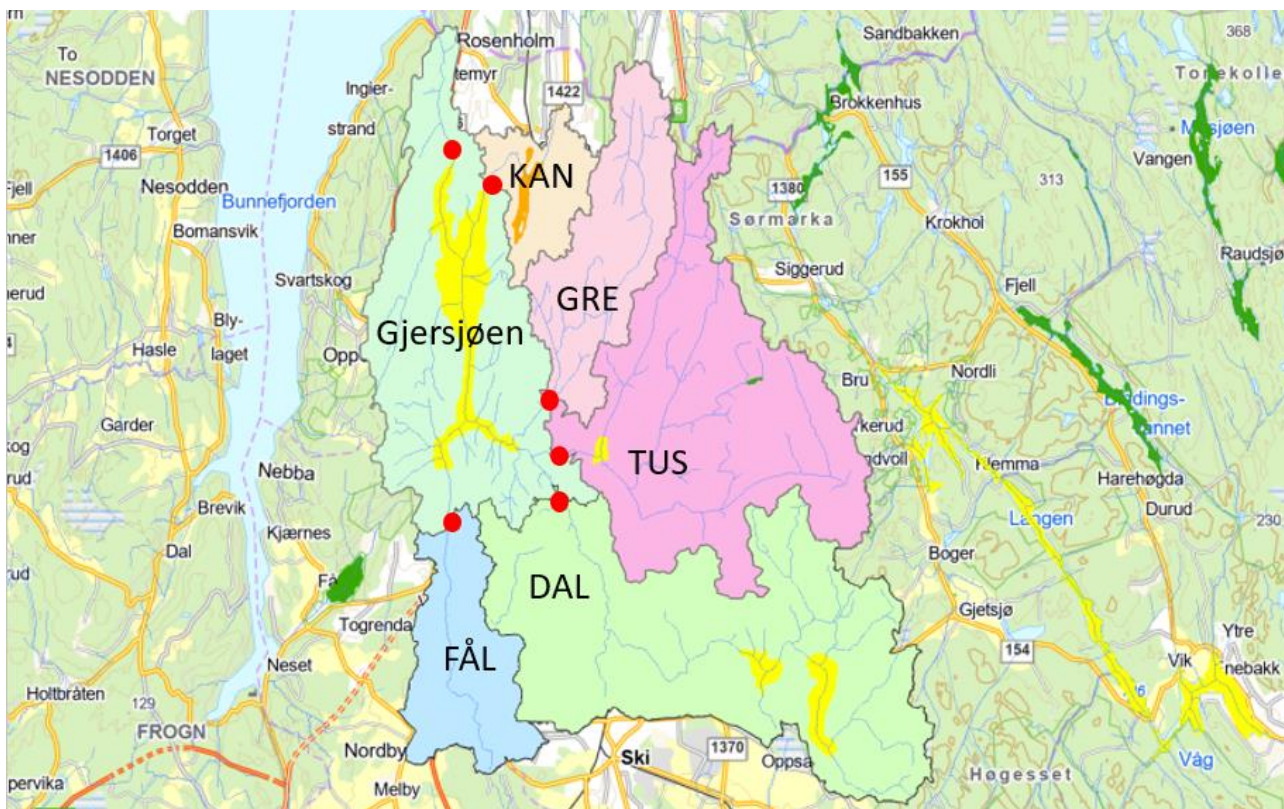
Kolbotnvann	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,30	0,19	0,23	0,38	0,12	0,05	0,30	0,24	0,39	0,38

Tabell 6-10. Kolbotnvann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

6.4 Gjersjøen med tilløpsbekker

6.4.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

Gjersjøen har et nedbørfelt på 82 km², hvor skog utgjør 60%, dyrket mark 15% og urbane områder 13% (figur 6-11). Leirdekningsgraden for hele nedbørfeltet samlet er på 31% (Nevina, NVE). I dette nedbørfeltet overvåker PURA tilstanden i tilløpsbekkene Fåleslora (FÅL) i sør, Kantorbekken (KAN) i nord, og Greverudbekken (GRE), Tussebekken (TUS) og Dalsbekken (DAL) i øst. Disse tilløpene dekker totalt et areal på ca. 68 km², eller 82% av hele nedbørfeltet til Gjersjøen.

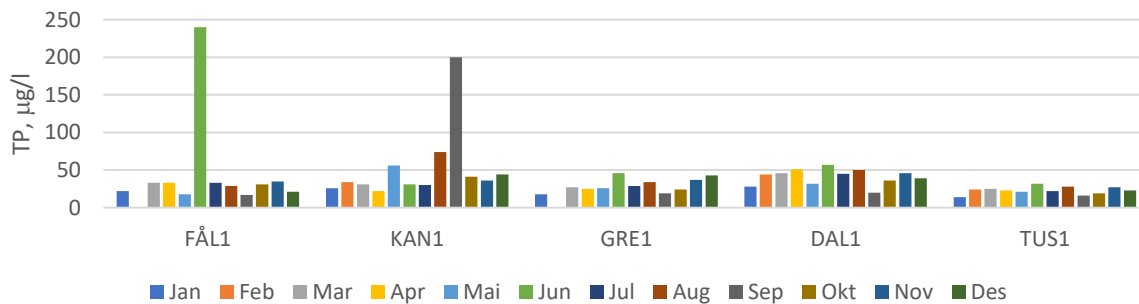


Figur 6-11. Nedbørfeltet til Gjersjøen og dens tilløpsbekker. Gul markering av Gjersjøen indikerer at den økologiske tilstanden i portalen Vann-nett er angitt som «moderat».

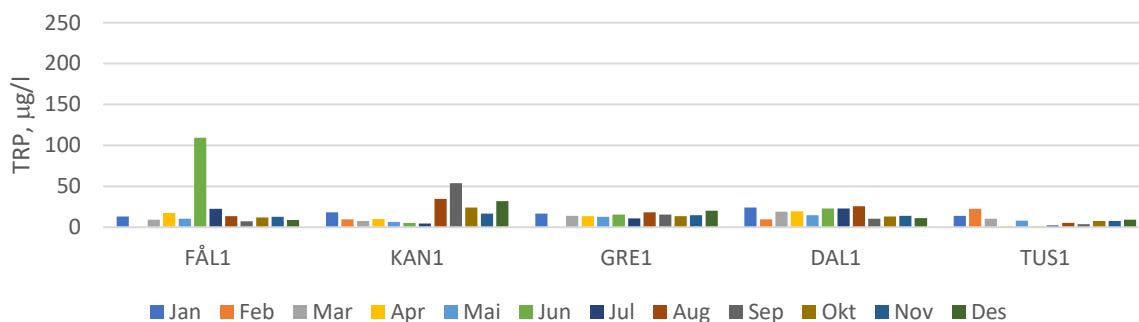
Gjersjøen er drikkevannskilde for Nordre Follo og Ås kommune, og det er dermed av stor betydning at innsjøen har god vannkvalitet. Forhøyet tilførsel av næringsstoffer, såkalt eutrofiering, er den mest aktuelle påvirkningen i Gjersjøen. Dette kan resultere i tidvis høy forekomst av planteplankton, i verste fall med oppblomstringer av giftproduserende cyanobakterier. Dersom fosforkonsentrasjonen i tilløpsbekkene, og dermed også i selve innsjøen holdes på et lavt nivå, reduseres denne risikoen.

6.4.2 Fosfor og nitrogen i tilløpsbekkene til Gjersjøen

Av de undersøkte bekkene var konsentrasjonen av total fosfor (TP) klart lavest i Tussebekken med et gjennomsnitt for året på 23 µg/l. I Fåleslora og Kantorbekken lå fosforinnholdet gjennomgående under 50 µg/l, men høye enkeltmålinger trakk gjennomsnittet for året opp til ca. 50 µg/l. Dalsbekken har, via Roåsbekken og Årosbekken, sitt utløp fra Midsjøvann, og er den største tilførselsbekken til Gjersjøen. Her fant vi i 2021 et fosforinnhold på ca. 40 µg/l. Det mest bemerkelsesverdige resultatet registrerte vi i Greverudbekken, hvor alle målingene av TP lå under 50 µg/l, og med et gjennomsnitt på 30 µg/l. For TRP fant vi en gjennomsnittlig konsentrasjon på 14 µg/l. Både for TP og TRP er dette godt under halvparten av det vi fant i 2020. Dette medførte at Greverudbekken bare bidro med ca. 10% av den totale fosfortilførselen i 2021, mens denne andelen lå på omtrent det dobbelte 2020 (figur 6-12).



Figur 6-12. Total fosfor (TP) i tilløpselver til Gjersjøen. Månedlige målinger i 2021.



Figur 6-13. Total reaktiv fosfor (TRP) i tilløpselver til Gjersjøen. Månedlige målinger i 2021.

For alle bekkene var det relative bidraget av TRP omtrent det samme som for TP. Dalsbekken var i 2021 den klart viktigste tilførselskilden for fosfor til Gjersjøen, med et bidrag på ca. 40%. Til tross for at konsentrasjonsnivået er lavere i Tussebekken, er det verdt å merke seg at den også er en viktig fosforkilde med et bidrag på 10 – 15% av den totale fosfortilførselen (tabell 6-11)

Tabell 6-11. Tilførselsbekker til Gjersjøen, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober.

Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Fåleslora	7,1	43	19	15,6	11,1	12,9	12,3	15,5
Kantorbekken	3,7	7,1	0,2	14,9	6,2	7,3	5,3	5,7
Greverudbekken	10,2	29	7,3	15,4	10,1	9,8	12,2	11,9
Dalsbekken	26,0	47	31	16,8	38,7	36,8	39,1	42,1
Tussebekken	20,5	23	6,4	16,3	16,4	15,6	13,4	7,2
Øvrige tilførsler	14,4				17,6	17,6	17,6	17,6

Alle de undersøkte bekkene har blitt kategorisert som leirpåvirket, og slike har egne klassegrenser hvor det kun er et skille mellom *god* og *moderat* tilstand. For å få et noe bedre inntrykk av de relative forskjellene mellom bekkene har vi også sett på hva slags tilstandsklasser de ville ha havnet i dersom de *ikke* hadde vært leirpåvirket. Denne inndelingen gir en bedre oppløsning siden det her er fem tilstandsklasser.

For total fosfor (TP) endte da Tussebekken med *god* tilstand, mens den var *moderat* i alle de øvrige. Det var imidlertid betydelig variasjon innad i denne tilstandsklassen, med Kantorbekken nær *dårlig* tilstand, og Greverudbekken helt på grensen til *god* tilstand.

Innholdet av nitrogen begrenser vanligvis ikke veksten til planteplankton, og blir derfor som regel heller ikke inkludert i en vurdering av påvirkningen eutrofiering. I tilløpsbekkene til Gjersjøen så vi at det var brukbart samsvar mellom nitrogen- og fosforbelastningen i alle bekkene, men nitrogenbelastningen så ut til å være mye høyere i Fåleslora enn i de øvrige, og nitrogeninnholdet tilsa *svært dårlig* tilstand for denne parameteren. Det er ikke spesielt mye dyrket mark i nedbørfeltet til Fåleslora, og vi er ikke kjent med hva som er de viktigste nitrogenkildene til denne bekken.

Tabell 6-13. Tilførselsbekker til Gjersjøen. Tilstandsvurdering slik den ville sett ut for fosfor dersom bekkene ikke hadde vært leirpåvirket. For nitrogen er tilstandsklassene upåvirket av leirpåvirkning.

Vannforekomst	Vanntype	Vannkjemiske parametere			
		TN (mg/l)	TN nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR
Fåleslora	R110	2920	0,14	47	0,45
Kantorbekken	R110	1086	0,46	52	0,42
Greverudbekken	R108	1212	0,43	30	0,59
Dalsbekken	R108	1888	0,23	41	0,48
Tussebekken	R110	1074	0,47	23	0,72

6.4.3 Biologiske parametere og økologisk tilstand i tilløpsbekkene

Bunndyrprøvene i tilløpsbekker til Gjersjøen ble med unntak av Kantorbekken tatt henholdsvis 20. april og 26. oktober. I Kantorbekken ble prøvene tatt 21. april og 15. oktober. Det var lav til normal vannstand ved vårprøvetakingen, og normal til høy vannstand på høsten. I Fåleslora var vannet svært sakteflytende og substratet besto i hovedsak av leire og mudder, med noe innslag av greiner fra kantvegetasjon, og en del metallskrot. Ved de øvrige stasjonene hadde vannet en mer variert hastighet. I Kantorbekken besto substratet av omtrent like deler leire, grus og stein, mens stasjonene i de andre bekkene hadde et høyt innslag av middels til stor stein. I Tussebekken var det satt opp et rensenet på våren, og prøven ble tatt nedstrøms dette. Nettet var ikke der på høsten. Her var det ellers vanskelige prøveforhold på høsten, med mye vann og dårlig sikt.

I Fåleslora fant vi et godt utvalg EPT-familier. Flere av disse er forurensingssensitive, på tross av leirsubstrat og sakteflytende vann. Det var en god del gråsugge (*Asellus*) i prøvene. Det ble også gjort funn av vårfluen *Lype reducta*, som er oppført som nær truet (NT) på rødlista⁶. ASPT-verdi holdt seg nokså lik vår og høst, og indikerte samlet en *moderat* økologisk tilstand ved stasjonen. I Kantorbekken var det færre EPT-familier, og bare en av de tilhørte de mest forurensingssensitive. Det var ellers en svært stor mengde vårfluer av slekten *Hydropsyche* ved stasjonen, og også flere sneglefamilier og igler. Det ble her gjort funn av en stor mengde snegler av arten *Potamopyrgus antipodarum*. Arten står oppført med svært høy risiko (SE) i Fremmedartlista⁷. *P. antipodarum* ble også funnet i Greverudbekken. Som i Kantorbekken fant vi også her den forurensingssensitive vårfluen *Sericostoma personatum*, men i tillegg også andre forurensingssensitive døgn-, stein- og vårfluer. Gjennomsnittlig ASPT-verdi indikerte i Kantorbekken en *dårlig*, rett på grensen til *svært dårlig*, økologisk tilstand, og i Greverudbekken en *moderat*, på grensen til *dårlig* økologisk tilstand. Både i Tussebekken og Dalsbekken fant vi et godt utvalg EPT-familier. Flere av disse var svært forurensingssensitive. På høsten ble hele 4 av de mest forurensingssensitive steinfluefamiliene funnet i prøven fra Dalsbekken. I

⁶ <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/23622>

⁷ <https://artsdatabanken.no/fremmedarter/2018/N/2665>

Tussebekken, liksom i Fåleslora, fant vi ellers vårfluen *L. reducta*. Her ble det også observert kreps. Både Tussebekken og Dalsbekken indikerte gjennomsnittlig ASPT-verdi en *god* økologisk tilstand.

Samfunnet av påvekstalger i Tussebekken tydet på at fosforbelastningen til denne bekken er begrenset. Vi fant 7 indikatortaksa som alle hadde lave eller midlere PIT-verdier. For bekken ga dette en PIT-score innenfor tilstandsklassen *god*, men svært nær grensen til *svært god*. I alle de øvrige bekkene fant vi grønnalgen *Cladophora*, gulgrønnalgen *Vaucheria* eller begge. Dette er sikre indikatorer på næringsrike forhold, og beregnede nEQR-verdier for disse bekkene lå i intervallet 0,46 – 0,55, som tilsier en *moderat* økologisk tilstand.

Ved tidspunktene for prøvetaking var det ikke synlig heterotrof begroing i noen av bekkene. Ved analyse i mikroskop registrerte vi imidlertid bakterien *Sphaerotilus natans* i alle, unntatt i Fåleslora. For dette kvalitetselementet fikk vi dermed *svært god* tilstand i Fåleslora, og *god* tilstand i de øvrige bekkene.

For vekst av planteplankton i Gjersjøen er trolig fosfortilførslene i vekstsesongen (april – oktober) av større betydning enn tilførslene resten av året. Det relative bidraget fra bekkene var i de fleste tilfeller omtrent det samme for vekstsesongen som for hele året, bortsett fra i Tussebekken der bidraget til TRP var lavere i vekstsesongen (tabell 6-11).

En stor del av tilførslene til Dalsbekken kommer fra Midtsjøvannet, og vannkvaliteten i denne bekken vil i stor grad være styrt av tilstanden i innsjøen. I og med at tilførslene fra Dalsbekken utgjør så stort bidrag av den totale fosfortilførselen til Gjersjøen, viser dette at det er en viktig kobling mellom vannkvaliteten i Midtsjøvann og i Gjersjøen. Det forbedrede resultatet vi så i Midtsjøvann i 2021 sammenliknet med tidligere år (se avsnitt 6.2.2) kan ha vært en viktig årsak til at vi også i Dalsbekken i 2021 registrerte vesentlig lavere fosforkonsentrasjon i 2021 enn i 2020, for TP henholdsvis 41 µg/l og 67 µg/l. En positiv utvikling i Midtsjøvann vil dermed også være positivt for Gjersjøen.

Den delen av nedbørfeltet til Gjersjøen som ikke dekkes av de undersøkte bekkene ligger i hovedsak på vestsiden av innsjøen. Vi har antatt at andelen av fosfortilførsel herfra er den samme som den andelen av nedbørfeltet dette området utgjør. Dette er høyst sannsynlig et maksimumsestimat, siden disse områdene er svært lite utbygd sammenliknet med nedbørfeltene som dekkes av de fem undersøkte bekkene. Det betyr videre at bidraget fra hver enkelt bekk blir minimumsestimater.

Alle de undersøkte bekkene har blitt kategorisert som leirpåvirket, men som vi ser av tabell 6-11 varierer leirdekningsgraden i nedbørfeltene fra 7% til 47%. En varierende andel av fosforet vil da være bundet til mineralpartikler, og være svært lite tilgjengelig for planteplankton. I bekker vil trolig TRP gi et bedre mål på biotilgjengelig fosfor enn TP.

I slike leirpåvirkede vassdrag eksisterer det bare to tilstandsklasser; *god*, hvor nEQR-verdi settes til >0,60, og *moderat*, hvor nEQR er <0,60. Siden bekkene i tidligere år i PURA-overvåkingen har blitt klassifisert etter total fosfor (TP), er det den parameteren vi benytter også her for å fastsette økologisk tilstand. For 2021 ga det etter denne inndelingen av klasser *god* tilstand for alle tilførselsbekkene, unntatt Kantorbekken som endte opp med *moderat* tilstand (tabell 6-12).

Ved vurdering av økologisk tilstand er fosfor en støtteparameter som kan påvirke fastsettelsen av tilstand dersom de biologiske parameterne viser *god* eller *svært god* tilstand. For tilløpsbekkene var det kun i Tussebekken at alle biologiske parametere oppfylte kravet til minst *god* tilstand. Siden fosfor ga samme klasse, ble den økologiske tilstanden i bekken for 2021 fastsatt til *god*. I Fåleslora ga analysene av både bunndyr og påvekstalger *moderat* tilstand. Vi fant et mer intakt bunndyrsamfunn i Dalsbekken, men samfunnet av påvekstalger ga tydelig inntrykk av en viss belastning av næringsstoffer. Denne bekken endte dermed også med *moderat* tilstand. Dårligst forhold fant vi i Kantorbekken. Den hadde høyest innhold av total fosfor, og et svært redusert samfunn av bunndyr. Den økologiske tilstanden ble her *dårlig*, men helt på grensen til *svært dårlig*.

Tabell 6-12. Tilførselsbekker til Gjersjøen. Vurdering av økologisk tilstand for 2021. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet.

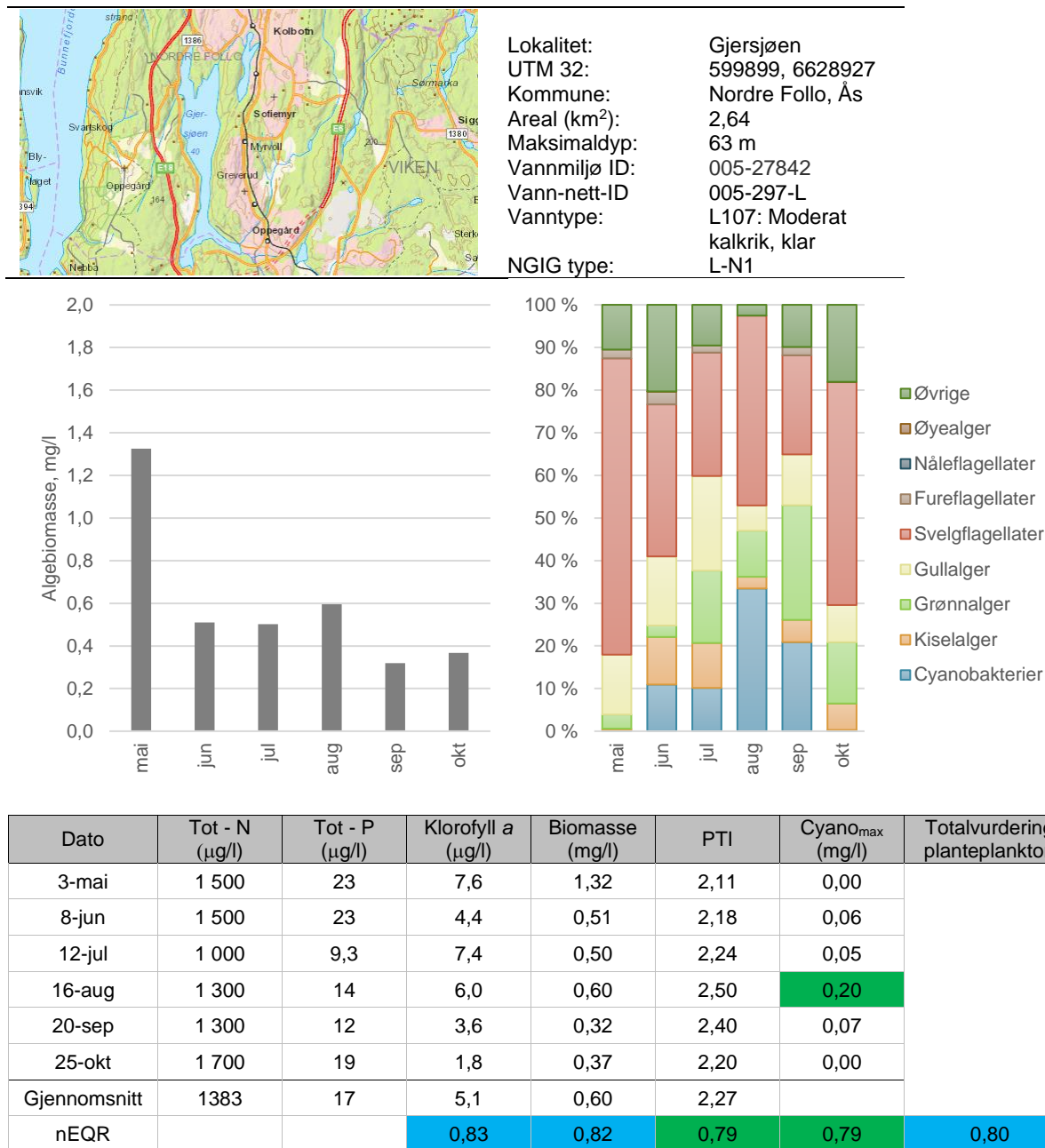
Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer						Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	HBI2	nEQR	
Fåleslora	R111	21	<0,60	47	>0,60	5,56	0,49	20,9	0,53	0,0	1,00	0,49 (M)
Kantorbekken	R111	19	<0,60	52	<0,60	4,42	0,20	24,9	0,48	0,001	0,80	0,20 (D)
Greverudbekken	R111	14	<0,60	30	>0,60	5,29	0,42	27,5	0,45	0,001	0,80	0,42 (M)
Dalsbekken	R111	17	<0,60	41	>0,60	6,57	0,74	20,6	0,54	0,010	0,80	0,54 (M)
Tussebekken	R111	8	>0,60	23	>0,60	6,54	0,74	9,9	0,79	0,010	0,80	0,74 (G)



Figur 6-14. Gjersjøen (nederst), og tilførselsbekkene Fåleslora (opp venstre) og Tussebekken (opp, høyre).

6.4.4 Gjersjøen

Resultater fra 2021 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Gjersjøen etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i figur 6-15. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-15. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Gjersjøen i 2021, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Gjersjøen er en moderat kalkrik og klar innsjø. Den ligger 40 moh., og tilhører dermed innsjøtype L107.

Den mest framtreddende gruppen av planteplankton i Gjersjøen gjennom vekstsesongen i 2021 var svelgflagellater, og da særlig slekten *Plagioselmis*. Disse er små og lett beibare for dyreplankton. Det fører til en effektiv transport av primærproduksjonen oppover i næringskjedene, noe som er gunstig. Til tross for at biomassen av disse var relativt høy i mai, vil en stadig økende forekomst av dyreplankton utover våren holde

disse nede på et akseptabelt nivå. I resten av sesongen holdt biomassen av planteplankton seg jevn, og på et relativt lavt nivå. Det indikerer at fosfortilførselen gjennom sommeren også var nokså lav. I motsatt fall ville vi sett en biomasseøkning gjennom sommeren (jfr. figur 3-2). Utover sommeren og tidlig høst registrerte vi et økende innslag av cyanobakterier, i hovedsak fra slekten *Dolichospermum*. Denne slekten er kjent for å kunne danne store oppblomstringer, og den kan også produsere flere ulike typer toksiner. Cyanobakterier av denne typen ønsker vi ikke å gi gode vekstvilkår. Dette er ekstra viktig i en innsjø som Gjersjøen, siden den også er drikkevannskilde for befolkningen i kommunene Nordre Follo og Ås. Den eneste måten å forhindre stor forekomst av slike cyanobakterier på når de først finnes i systemet, er å holde tilgangen på næringsstoffer lav. I praksis betyr dette å holde fosfortilførslene så lave at konsentrasjonen i innsjøen ikke er tilstrekkelig til å understøtte større oppblomstringer.

I 2021 var gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor i innsjøen på 17 µg/l. I en drikkevannskilde er det bekymringsfullt høyt, siden det under gitte vær- og temperaturforhold kan være tilstrekkelig til å kunne gi større oppblomstringer av planteplankton. I og med at det i Gjersjøen finnes flere problematiske cyanobakterier, er det stor sannsynlighet for det er en eller flere av disse som vil stå bak eventuelle oppblomstringer. For den vanntypen Gjersjøen tilhører vil en fosforkonsentrasjon på 17 µg/l tilsi at den ligger i grensesjiktet mellom *god* og *moderat* tilstand. Nitrogeninnholdet påvirker sjelden biomassen av planteplankton i ferskvann, men det er ofte den begrensende faktor for algevekst i marint miljø. Innholdet av nitrogen i Gjersjøen var høyt, tilsvarende *dårlig* tilstand.

I 2021 var det en gunstig sammensetning av planteplanktonet i innsjøen, biomassen holdt seg lav og innslaget av cyanobakterier utgjorde ikke på noe tidspunkt mer enn 30% av totalbiomassen. Kvalitets-elementet planteplankton kom dermed bedre ut enn fosforinnholdet skulle tilsi. Alle delindeksene i dette kvalitets-elementet lå nær grenseverdien mellom *god* og *svært god* tilstand, og samlet endte de nesten eksakt på denne, det vil si med en nEQR-verdi på 0,80.

Ved bruk av prinsippet om «verste styrer», var det i 2021 innholdet av fosfor som ble avgjørende for den økologiske tilstanden, som ble fastsatt til *god*, men med en nEQR-verdi helt på grensen til moderat tilstand. (tabell 6-14).

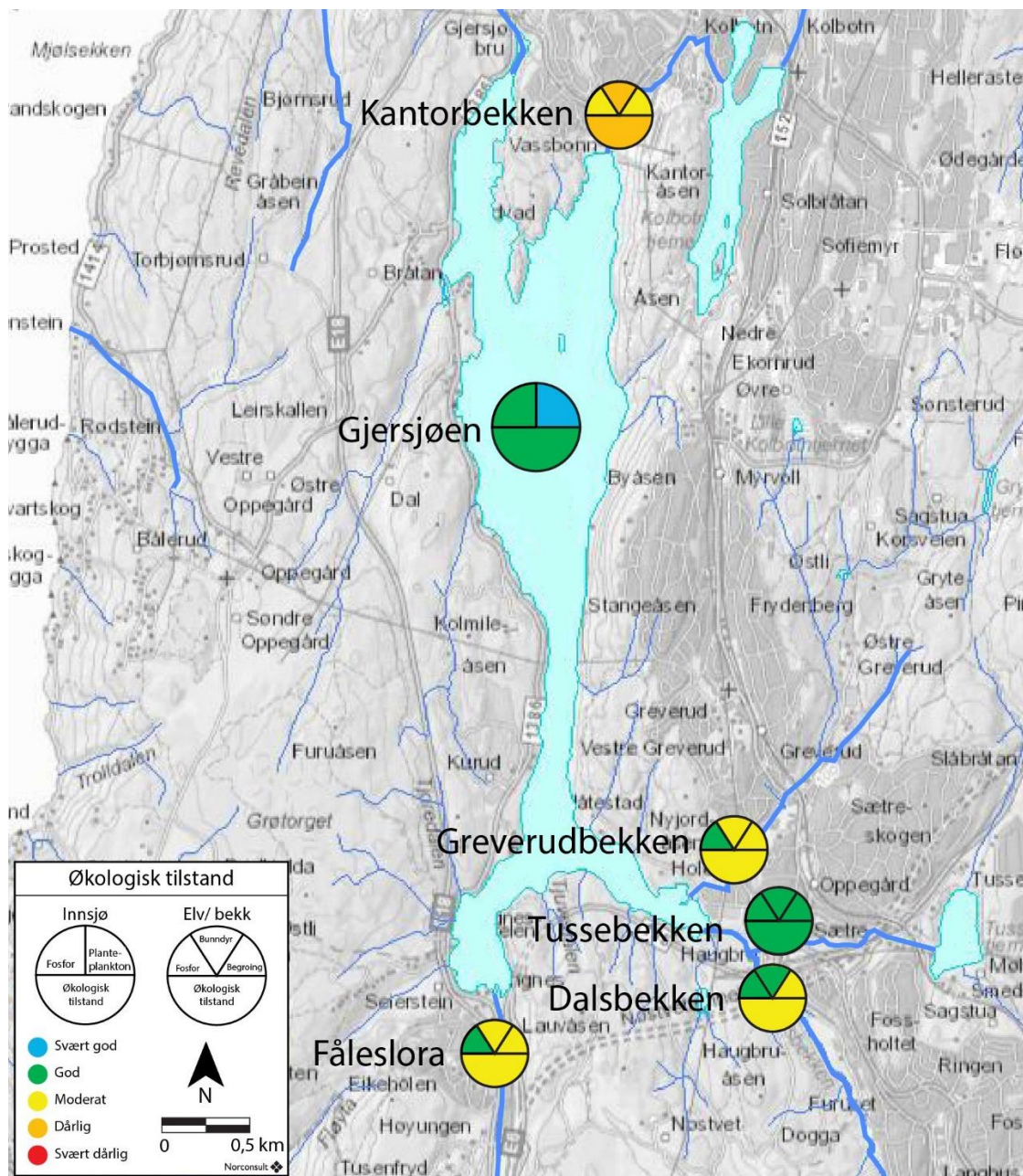
Tabell 6-14. Gjersjøen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG/G		0,80
Total fosfor (µg/l)	16,7	G/M	0,36	0,60
Total nitrogen (µg/l)	1383	D	0,20	0,21
Totalvurdering eutrofiering				0,60
Totalvurdering for vannforekomsten				0,60 (G)

6.4.5 Oppsummering

Av de fem undersøkte tilførselsbekkene til Gjersjøen viste resultatene for 2021 at tilstanden var best i Tussebekken (*god*) og dårligst i Kantorbekken (*dårlig*). Dalsbekken har det klart største nedbørfeltet, og utgjorde alene ca. 40% av fosfortilførselen til Gjersjøen. Fosforinnholdet i Greverudbekken var langt lavere i 2021 enn i 2020, og bidro i 2021 med om lag 10% av tilført fosfor til Gjersjøen. Analyse av bunndyr og begroing indikerte en *moderat* økologisk tilstand både i Dalsbekken, Greverudbekken og Fåleslora (figur 6-16).

Vurdert ut fra forekomsten av planteplankton, var tilstanden i Gjersjøen i 2021 akkurat i grensesjiktet mellom *svært god* og *god tilstand*, men endte så vidt på *svært god*. En gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor i

underkant av 17 µg/l, ligger akkurat over grensa fra *moderat* til *god* tilstand for denne parameteren, og den økologiske tilstanden i innsjøen for 2021 ble dermed satt til *god*.



Figur 6-16. Økologisk tilstand i Gjersjøen og undersøkte tilløpsbekker i 2021.

I perioden 2012 – 2015 viste kvalitetselementet planteplankton en *svært god* tilstand i Gjersjøen, mens tilstanden var tydelig dårligere i årene 2016 – 2018. De siste tre årene ser den ut til å ha forbedret seg noe igjen. Mengde og sammensetning av planteplankton tilsier at innsjøen for tiden ligger i grenseområdet mellom *god* og *svært god* tilstand.

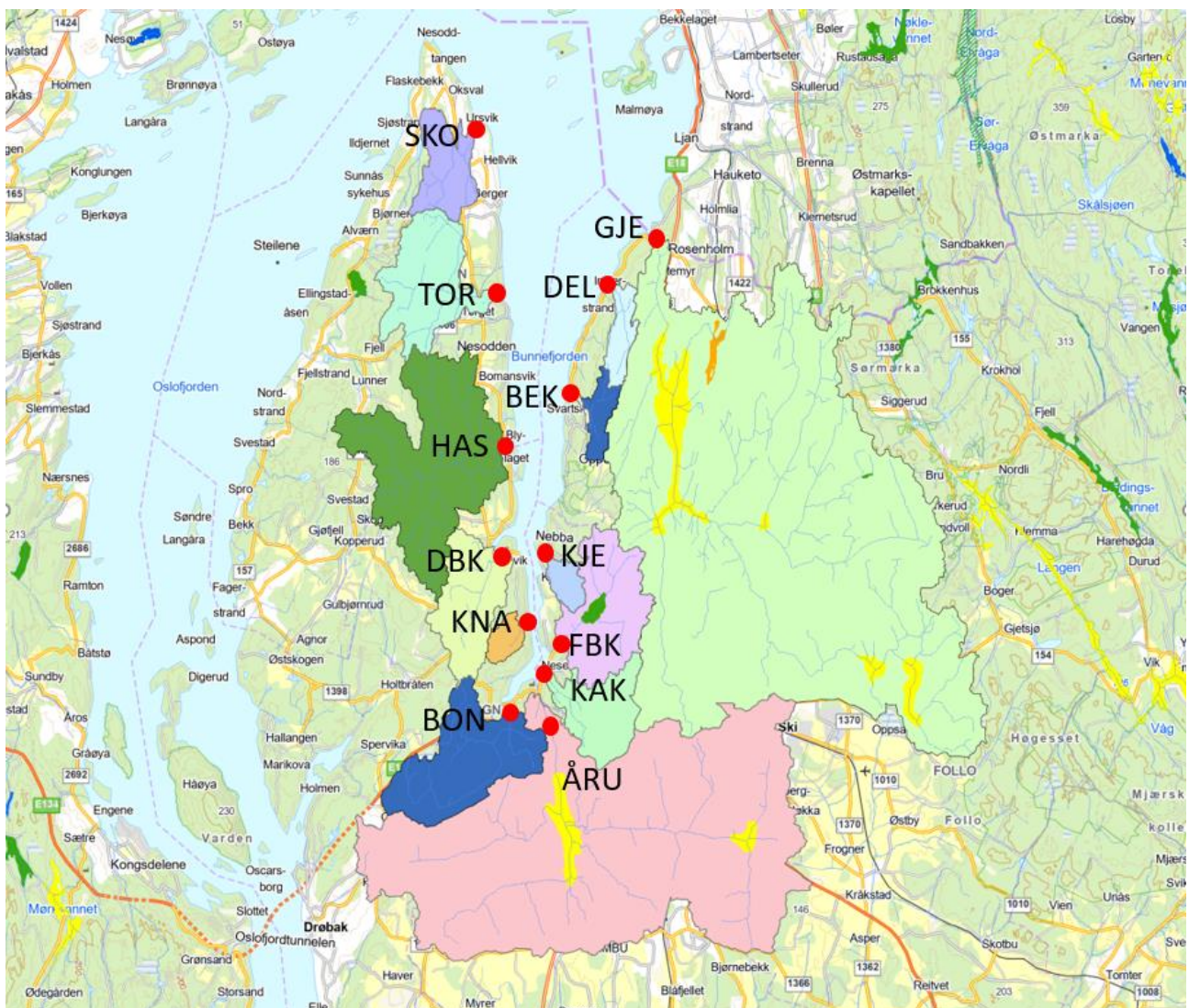
Tabell 6-15. Gjersjøen. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

Gjersjøen	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,91	0,90	0,83	0,86	0,70	0,53	0,74	0,82	0,76	0,80

7 Bunnefjorden

7.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

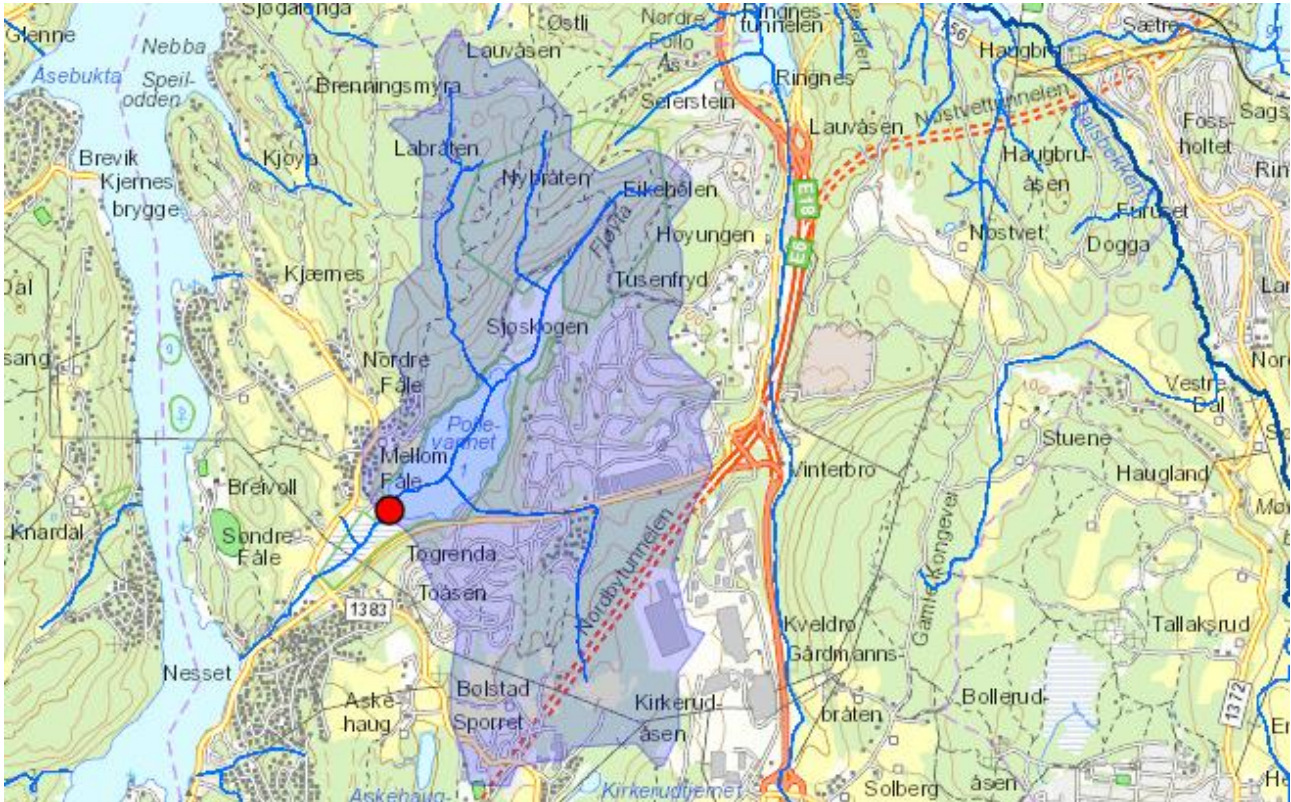
Bunnefjorden utgjør den delen av Oslofjorden som ligger øst for Nesodden (figur 7-1). Mellom Nesodden og Bygdøy går det en terskel på 50 – 60 meters dyp. Utformingen av Bunnefjorden i seg selv vil begrense vannutvekslingen med Vestfjorden, som går på andre siden av Nesodden. Denne terskelen begrenser utvekslingen ytterligere. En stor andel av nedbørfeltene til tilførselsbekkene til Bunnefjorden utgjøres av urbane områder eller av dyrket mark. Dette betyr at belastningen på Bunnefjorden kan bli betydelig, samtidig som vi ikke kan forvente særlig fortynningseffekt fra vann fra Vestfjorden. For å kunne ha en akseptabel vannkvalitet i Bunnefjorden er det derfor av stor betydning at tilførsel av næringsstoffer og annen forurensning holdes så lavt som mulig.



Figur 7-1. Nedbørfeltet til elver og bekker som har utløp til Bunnefjorden..

7.2 Pollevann

Pollevann ligger like sør for Tusenfryd, og har utløp til Bunnefjorden ved Nesset via Fålebekken. Innsjøen har et relativt lite nedbørfelt på 5,2 km² og tre tilløpsbekker, en i nord, en i nordvest og en i øst (figur 7-2). Noe over 60% av nedbørfeltet utgjøres av skog, mens urbane områder utgjør nesten 20%. Det er lite dyrket mark i nedbørfeltet, som bare representerer ca. 4%.



Figur 7-2. Nedbørfeltet til Pollevann.

Pollevann er en meget spesiell innsjø ved at den fra og med ca. 7 meters dyp og ned til bunnen på 17 meter har et lag med saltvann (Tvedt 1968). Dette skyldes at innsjøen, på grunn av landhevingen etter siste istid, ble avsnørt fra Bunnefjorden for ca. 300 år siden (Faafeng 1976). Siden saltvann har mye høyere tetthet enn ferskvann, trekkes ikke dette sjiktet med når resten av vannmassene sirkulerer. Mesteparten av dette saltvannet har trolig ligget mer eller mindre uforstyrret noen hundre år, selv om det ved ekstremt høyt vann trolig fortsatt er mulig at saltvann fra Bunnefjorden kan trenge inn i innsjøbassenget. Saltvannslaget er helt oksygenfritt og har en svært høy konsentrasjon av gassen hydrogensulfid (H₂S). Innsjøer som har et permanent stagnert bunnlag som er dannet ved en ytre påvirkning som saltvannstilførsel, kalles *ektogent meromiktiske innsjøer*.

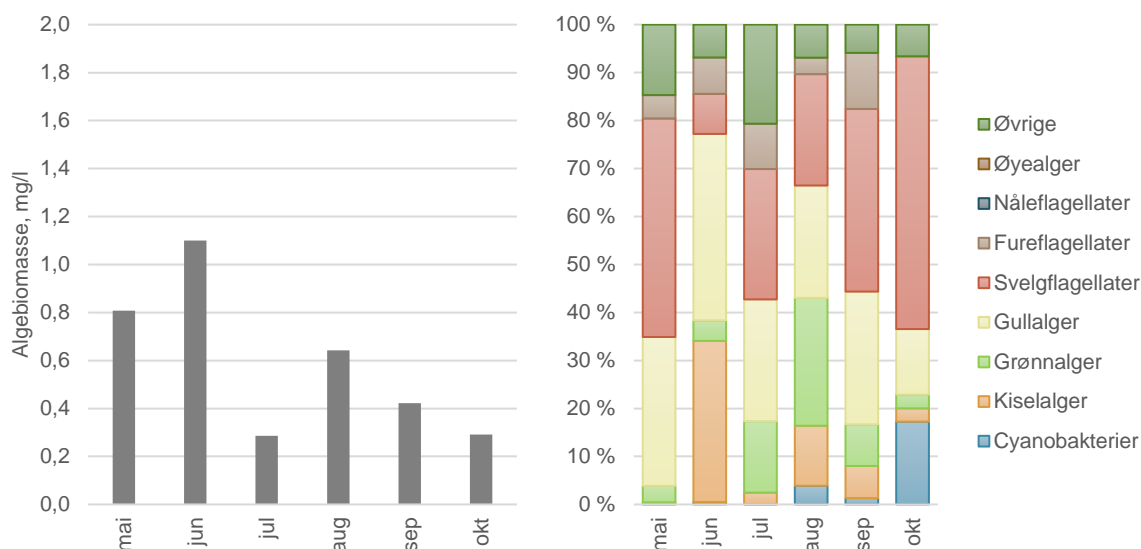
Utvekslingen mellom ferskvannslaget og saltvannslaget er svært liten, og kildene til næringsstoffer som planteplankton kan benytte i sin vekst kommer trolig i all hovedsak fra innsjøens nedbørfelt, slik tilfellet er for de fleste andre innsjøer.

I tillegg til at innsjøen har høy limnologisk interesse og verdi, er det et stort artsmangfold av planter rundt innsjøen, hvorav en del er rødlistede. Det finnes også et rikt fugleliv, og området ble i 1992 vernet som naturreservat.

I figur 7-3 har vi samlet alle delindeksene som inngår i beregningen av økologisk tilstand etter kvalitetselementet *planteplankton*. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Lokalitet: Pollevann
 UTM 32: 598434, 6623617
 Kommune: Ås
 Areal (km²): 0,28
 Maksimaldyp: 17 m
 (saltvann > 7 m)
 Vannmiljø ID: 005-42548
 Vann-nett-ID: 005-5640-L
 Vanntype: L109: Kalkrik, klar
 NGIG type: L-N1



Dato	Tot - N (µg/l)	Tot - P (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Biomasse (mg/l)	PTI	Cyano _{max} (mg/l)	Totalvurdering planteplankton
3-mai	1 100	14	5,5	0,81	2,19	0,00	
8-jun	950	20	13	1,10	2,16	0,01	
12-jul	790	8,8	3,3	0,29	2,17	0,00	
16-aug	730	12	4,3	0,64	2,23	0,03	
20-sep	710	11	5,1	0,42	2,22	0,01	
25-okt	1 100	17	3,4	0,29	2,36	0,05	
Gjennomsnitt	897	14	5,8	0,59	2,22		
nEQR			0,81	0,83	0,85	0,94	0,83

Figur 7-3. Økologisk tilstand i Pollevann og undersøkte tilløpsbekker i 2021.

Innholdet av organisk materiale i Pollevann ligger akkurat i grenseområdet for en *klar* og en *humøs* innsjø, slik disse er definert i klassifiseringsveilederen. Fra portalen Vannmiljø ser vi fra tidligere data at innholdet av totalt organisk karbon (TOC) vanligvis ligger på 7 – 8 mg/l, som er over grenseverdien til *humøse* vannforekomster på 5 mg/l. Fargetallet ligger imidlertid normalt på 20 – 30 mg Pt/l, mens skillet mellom *klare* og *humøse* innsjøer har blitt satt på 30 mg Pt/l. I slike tilfeller er det mest korrekt å velge vanntypen med de strengeste klassegrensene, og Pollevann er i Vann-nett plassert i kategorien *klare* innsjøer. Kalsiuminnholdet i innsjøen ligger godt over 20 mg/l, og den er dermed å betrakte som kalkrik. Hver vår og høst sirkulerer de øverste 7 meterne av vannmassene (miksolimnion). Da foregår det en viss erodering ned i overgangssjiktet mot saltvannslaget. Dette bidrar trolig til at saltinnholdet i ferskvannslaget også er høyt, noe som vises ved at ledningsevnen her normalt ligger i området 30 – 40 mS/m. Dette er klart høyest av innsjøene som inngår i PURA-overvåkingen.

I 2021 var totalbiomassen av planteplankton høyest i mai og juni. I denne perioden var det svelgflagellater, kiselalger og gullalger som dominerte, noe som er vanlig i næringsfattige innsjøer. Et enda tydeligere karaktertrekk for næringsfattige innsjøer er at biomassen av planteplankton er lavest i sommerperioden (jfr. figur 3-1). Det var nettopp dette vi observerte i Pollevann i 2021, som tilsier at den eksterne fosfortilførselen til innsjøen i sommerperioden har vært lav. Dette resulterte i at alle delindeksene i kvalitetselementet planteplankton kom ut med *svært god* tilstand. Til tross for dette var det en bekymringsfull observasjon dette året. Cyanobakterier utgjorde ca. 15% av totalbiomassen i oktober, og blant disse var det slekten *Planktothrix* som dominerte. Så vidt vi kan se fra portalen Vannmiljø er denne slekten ikke tidligere registrert i Pollevann. Dette er en cyanobakterie som flere steder skaper problemer i form av oppblomstringer og produksjon av toksiner. Vi anbefaler derfor at det følges ekstra godt med på forekomsten av denne i årene framover. Dersom *Planktothrix* får et stadig større konkurransefortrinn, er det per i dag tilstrekkelig med fosfor i innsjøen til at vi denne kan skape betydelige oppblomstringer.

Fosforkonsentrasjonen i Pollevann var relativt lav i 2021, og denne parameteren havnet i tilstandsklasse *god*. Ved dominans av lite beitbare arter, er dette imidlertid et nivå som fortsatt kan gi betydelige oppblomstringer. Siden analysene av planteplankton ga *svært god* tilstand, var det støtteparameteren fosfor som ble styrende for den økologiske tilstanden i innsjøen. For 2021 ble denne dermed fastsatt til *god* (tabell 7-1).

Tabell 7-1. Pollevann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,83
Total fosfor (µg/l)	13,8	G	0,44	0,67
Total nitrogen (µg/l)	897	M	0,31	0,43
Totalvurdering eutrofiering				0,67
Totalvurdering for vannforekomsten				0,67 (G)

Kvalitetselementet planteplankton har i hele perioden 2012 – 2021 oppfylt kravet til minst *god* tilstand i Pollevann. De fleste årene har denne vært *svært god*, men enkelte oppblomstringer av kiselalger, gullalger eller svelgflagellater har i noen år gitt *god* økologisk tilstand (tabell 7-2).

Tabell 7-2. Pollevann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2021.

Pollevann	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Planteplankton, nEQR	0,84	0,75	0,91	0,73	0,90	0,83	0,83	0,73	0,82	0,83



Figur 7-4. Pollevann.

7.3 Tilløpsbekker til Bunnefjorden

7.3.1 Tilløpsbekker fra øst

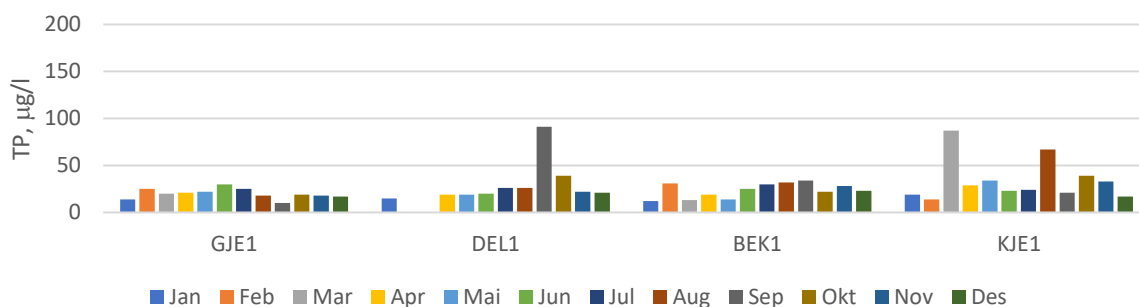
Av tilløpene fra øst til Bunnefjorden dominerer Gjersjøelva fullstendig. Den har et nedbørfelt på hele 85 km², og inkluderer fem av de åtte innsjøene som inngår i PURA – overvåkingen (Nærevann, Midtsjøvann, Tussetjern, Kolbotnvann og Gjersjøen). Ser vi på den samlede tilførselen fra samtlige av de undersøkte elvene og bekkene med utløp til Bunnefjorden, bidro Gjersjøelva med i overkant av 25% av tilført fosfor. Bidraget av totalt reaktivt fosfor (TRP) var noe lavere, 20 – 25% (tabell 7-3).

De tre øvrige bekkene fra øst bidrar samlet med bare 1 – 2% av fosfortilførselen til Bunnefjorden. Likevel vil tiltak i slike små bekker være relevant å vurdere. For Bunnefjorden har det liten betydning hvilken bekk næringsstoffene kommer fra, og det er ikke gitt at kostnaden per kilo redusert fosfor er lavest i den tilførselskilden som har det største bidraget.

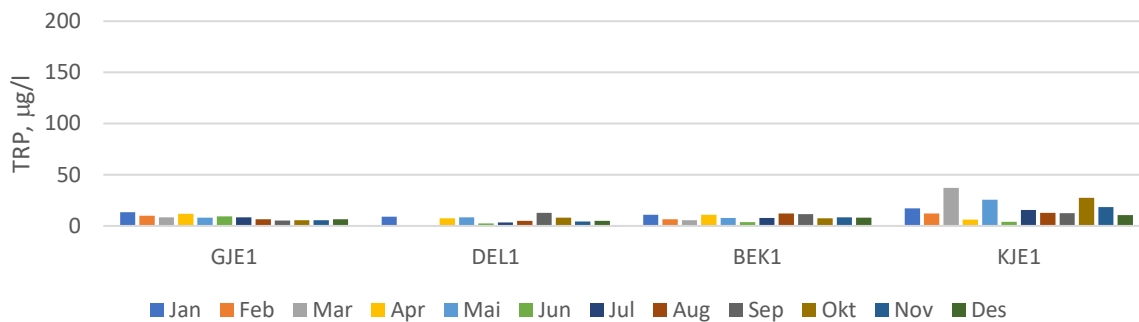
Konsentrasjonen av både total fosfor (TP) og TRP var høyest i Kjernesbekken, med henholdsvis 34 µg/l og 17 µg/l. Siden bekken har et lite nedbørfelt, er bidraget fra denne bekk til Bunnefjorden likevel langt under 1%. For Gjersjøelva, Delebekken og Bekkenstenbekken lå den gjennomsnittlige konsentrasjonen av TP i intervallet 20 – 30 µg/l, og TRP på ca. 10 µg/l (figur 7-5, figur 7-6).

Tabell 7-3. Tilførselselver- og bekker fra øst til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober. Prosentvis bidrag av TP og TRP uttrykker her andel av det totale bidraget fra de 13 undersøkte elvene og bekkene med direkte utløp til Bunnefjorden.

Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Gjersjøelva	85,0	30	15	15,5	25,6	27,9	21,0	25,0
Delebekken	1,6	10	2,7	12,8	0,6	0,7	0,3	0,3
Bekkenstenbekken	1,5	39	7,7	13,7	0,5	0,5	0,3	0,4
Kjernesbekken	0,5	49	25	12,0	0,2	0,2	0,2	0,2



Figur 7-5. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra øst. Månedlige målinger i 2021.



Figur 7-6. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra øst. Månedlige målinger i 2021. Manglende verdier skyldes av vannet i bekken var frosset.

Det ble tatt prøver av bunndyr henholdsvis 21. april og 15. oktober i Delebekken og Bekkenstenbekken. Denne analysen inngår ikke i programmet for Gjersjøelva og det blir ikke tatt prøver i Kjernesbekken på grunn av saltvannspåvirkning. Det var lav vannstand ved vårprøvetakingen, og normal på høsten. Både Delebekken og Bekkenstenbekken hadde svakt rennende vann, men mens substrat i Delebekken var dominert av middels stor stein, var det i Bekkenstenbekken til stor del leire. Grunnet anleggsarbeid på høsten ble vår- og høstprøve i Delebekken tatt på forskjellige steder. Vårprøven ble tatt nedstrøms, og høstprøven oppstrøms dam.

I prøvene fra Delebekken fant vi 3 av de mest forurensingssensitive døgnfluefamiliene – Heptageniidae, Leptophlebiidae og Siphonuridae. Det var også sensitive stein- og vårfluer i prøvene, og et godt utvalg av EPT-familier. I Bekkenstenbekken var antall EPT-familier færre. Vi fant likevel flere forurensingssensitive taksia også her, for eksempel var steinfluene *B. risi* og *Capnia* til stede begge steder. I Bekkenstubebekken fant vi også den sensitive vårfluen *Beraea pullata*, og sneglen *P. antipodarum* som er listet som fremmedart med *svært høy risiko* (SE). Gjennomsnittlig ASPT-verdi indikerte en *god* økologisk tilstand Delebekken, i nedre del av tilstandsklassen. Færre forurensingssensitive EPT-familier, og flere sneglefamilier med en lav ASPT-verdi gjorde at den økologiske tilstanden i Bekkenstenbekken ble vurdert som *moderat*, helt på grensen til *dårlig*.

Påvekstalger ble analysert også fra Gjersjøelva, og samfunnet av alger viste tydelig at elva er langt mer næringsrik enn den ville vært ut fra naturlig bakgrunnstilførsel. Dette viste seg særlig ved funn av grønnalgen *Cladophora*. Vurdert ut fra dette kvalitetselementet var den økologiske tilstanden i elva *moderat*. Den samme grønnalgen ble også registrert i Bekkenstenbekken, og bidro til en PIT-score som ga *moderat* tilstand. I Delebekken fant vi arter som er mer typisk for næringsfattige systemer, noe som resulterte i *god* tilstand i denne bekken.

Det ble ikke visuelt observert heterotrof begroing i noen av bekkene, men bakterien *Spharotilus natans* ble registrert i alle bekkene fra prøver analysert i mikroskop, men den ble ikke funnet i Gjersjøelva.

7.3.2 Tilløpsbekker fra sør

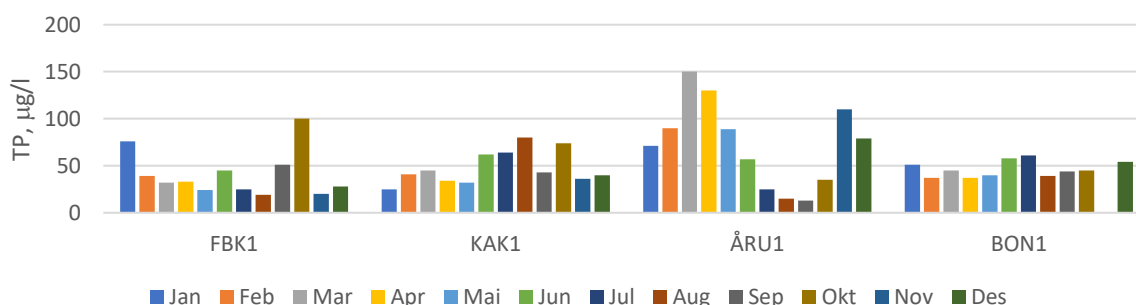
Den klart største tilførselen til Bunnefjorden kommer inn i den sørligste delen av fjorden, der vi må forvente at vannutskiftingen er aller dårligst. I dette området er det tilførselen fra Årungenelva som er den klart største. Nedbørfeltet til Årungenelva er stort, men betydelig mindre enn det til Gjersjøelva. Likevel bidrar den med omtrent dobbelt så mye fosfor som Gjersjøelva, noe som skyldes at fosforkonsentrasjon generelt er mye høyere i Årungenelva.

Ser vi på data for hele året lå tilførselen av både total fosfor (TP) og TRP på ca. 50% av den totale tilførselen til Bunnefjorden fra de undersøkte elvene og bekkene. I vekstsesongen (april – oktober) var imidlertid bidraget lavere, med i underkant av 40%. De tre øvrige bekkene med tilførsel i den sørlige delen av Bunnefjorden, bidro samlet med noe i underkant av 10% både av TP og TRP (tabell 7-4).

Tabell 7-4. Tilførselver- og bekker fra sør til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober. Bidragene er beregnet ut fra det totale bidraget fra de undersøkte elvene og bekkene, ikke ut fra totale arealet av nedbørfeltet.

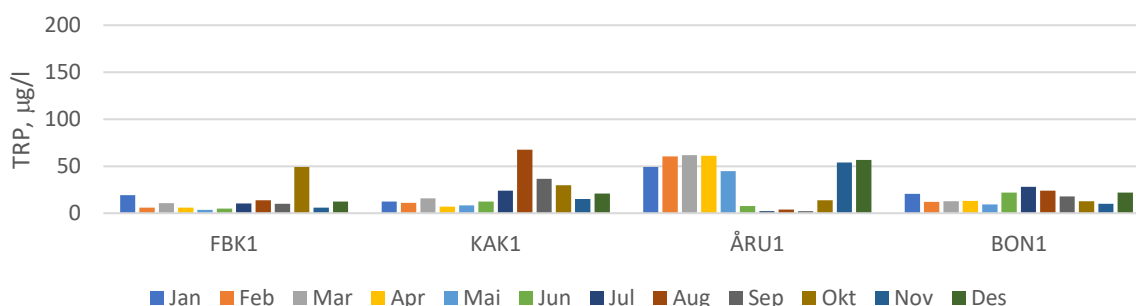
Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Fålebekken	7,4	43	9,7	13,1	2,4	2,7	1,8	2,5
Kaksrubbekken	4,0	47	38	15,5	1,8	2,1	2,0	2,4
Årungenelva	50,0	66	48	15,7	45,6	37,4	49,8	34,5
Bonnbecken	6,7	38	27	14,0	3,4	3,8	2,6	3,4

Målt konsentrasjon av TP og TRP er vist i figur 7-7 og i figur 7-8. Her ser vi tydelig hvorfor Årungenelva utgjør et så stort bidrag til fosfortilførselen til Bunnefjorden. I tillegg til at nedbørfeltet er stort, var også konsentrasjonen av både TP og TRP høy gjennom store deler av året. Både TP og TRP var imidlertid svært lave i Årungenelva i perioden fra juni til september. Det skyldes at prøvestasjonen i elva ligger nær utløpet fra Årungen. Samfunnet av planteplankton i Årungen tar effektivt opp fosforfraksjoner som er inkludert i TRP. Dette gjør at konsentrasjonen av TRP i innsjøen, og dermed også øverst i Årungenelva, blir svært lav. Bortsett fra en topp i Fålebekken i oktober var det ikke veldig stor variasjon i innholdet av total fosfor gjennom året i Fålebekken, Kaksrubbekken og Bonnbecken. TP lå i disse i hovedsak under 50 µg/l (figur 7-7).



Figur 7-7. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra sør. Månedlige målinger i 2021.

Konsentrasjonen av TRP varierte mer i disse tre bekkene, og i høstmånedene august – oktober registrerte vi generelt noe høyere verdier enn i resten av året (figur 7-8).



Figur 7-8. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra sør. Månedlige målinger i 2021.

Av bekkene som tilføres Bunnefjorden fra sør, ble det tatt bunndyrprøver i Kaksrubbekken og Bonnbekken. Prøvene ble samlet inn henholdsvis 20. april og 14. oktober. Analysen inngår ikke i programmet for Årungenelva, og det blir ikke tatt prøver i Fålebekken på grunn av saltvannspåvirkning. Det var lav vannstand ved vårprøvetakingen, og normal på høsten. Mens stasjonene hadde partier som var sakteflytende på våren, var vannet moderat rennende på høsten. I Kaksrubbekken var substrat dominert av leire og sand. Der var også en del stein i middels til stor størrelse. På strekningen hvor prøvene ble tatt var det mye jernskrot og søppel. I Bonnbekken besto substrat i stor grad av middels stor stein, men også noe mindre stein og leire.

Ved begge stasjoner fant vi et godt utvalg EPT-familier både vår og høst. De mest forurensingssensitive familiene ble alle funnet ved begge stasjoner, med unntak av steinfluefamilien Leuctridae, som bare ble funnet i Kaksrubbekken. Av sensitive arter som ble funnet ved begge stasjoner kan nevnes døgnfluen *Leptophlebia marginata*, steinfluen *Capnopsis schilleri*, og vårfluen *Silo pallipes*. I tillegg ble mudderfluer (*Sialis*) og marflo (*Gammarus*) funnet begge steder. Både bunndyrsamfunnet i Kaksrubbekken og i Bonnbekken hadde en gjennomsnittlig ASPT-verdi som indikerer en *god* økologisk tilstand ved stasjonene.

Påvekstalger ble analysert fra alle lokalitetene unntatt Fålebekken. Grønnalgen *Cladophora* ble funnet i alle tre, noe som indikerer betydelige fosfortilførsler. I Årungenelva ble det også funnet andre grønnalger med høy PIT-verdi, og i Bonnbekken fant vi gulgrønnalgen *Tribonema*. Dette støtter et inntrykk av næringsrike stasjoner, og for dette kvalitetselementet ga det *moderat* økologisk tilstand i alle.

Det ble ikke visuelt observert heterotrof begroing i noen av bekkene, men bortsett fra i Årungenelva ble bakterien *Spharotilus natans* registrert i alle bekkene fra prøver analysert i mikroskop. For dette kvalitetselementet gir det *svært god* tilstand i Årungenelva, og *god* tilstand i de øvrige.

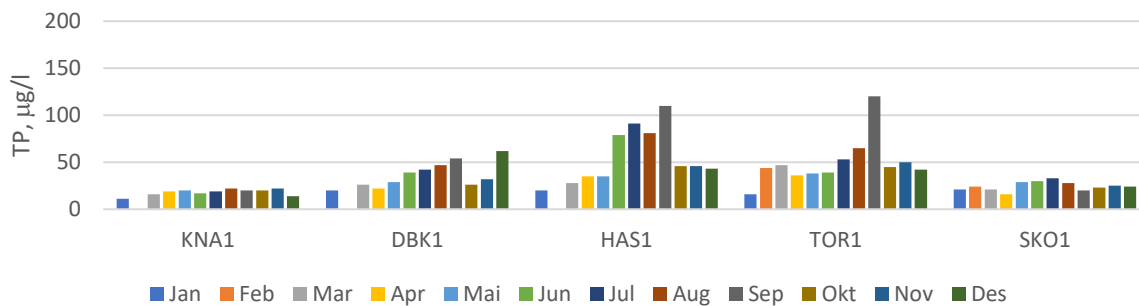
7.3.3 Tilløpsbekker fra vest

I motsetning til østlige- og sørlige tilførsler til Bunnefjorden, er det ingen store elver blant tilførselene som kommer fra Nesodden. Det samlede bidraget av TP og TRP til Bunnefjorden fra disse bekkene var i 2021 på ca. 20%. Det er verdt å merke seg at for TRP i vekstsesongen (april – oktober) var bidraget fra Haslebekken nesten like stort som det fra Gjersjøelva. Både Torvetbekken og Dalsbekken hadde en noe høyere andel av fosfortilførselene i vekstsesongen enn for hele året. Disse to elvene bidro med ca. 10% av fosfortilførselen til Bunnefjorden (tabell 7-5).

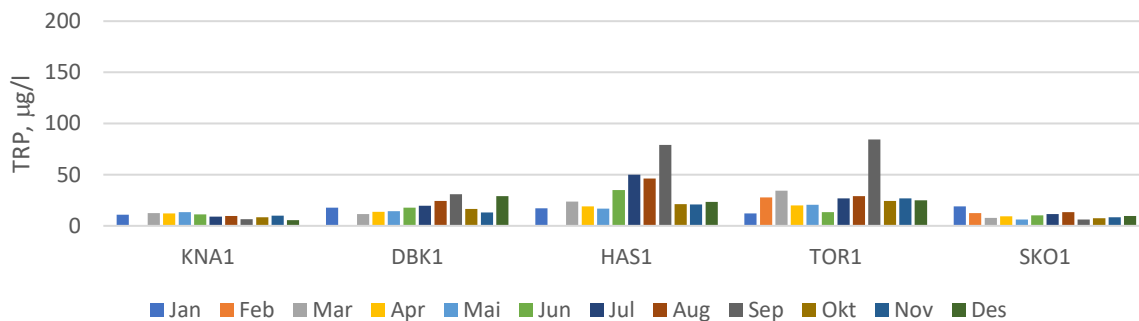
Tabell 7-5. Tilførselselver- og bekker fra vest til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2021. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober. Bidragene beregnet ut fra det totale bidraget fra de undersøkte elvene og bekkene, ikke ut fra totale arealet av nedbørfeltet.

Tilførsel	Areal (km ²)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km ²)	Bidrag, TP		Bidrag, TRP	
		Leire, %	Dyrket mark, %		% TP, år	% TP, sesong	% TRP, år	% TRP, sesong
Knardalsbekken	0,9	9,8	14	14,2	0,2	0,3	0,2	0,3
Dalsbekken (Frogn)	5,0	19	15	13,7	2,4	2,7	2,5	3,2
Haslebekken	14,4	38	19	11,3	14,8	12,6	12,9	19,3
Torvetbekken	6,5	38	11	13,9	4,4	5,2	5,0	6,8
Skoklefallsbekken	5,0	16	8,8	13,1	1,6	1,7	1,3	1,5

Som det framgår av figur 7-9 og figur 7-10 var det særlig Haslebekken og Torvetbekken, men til dels også Dalsbekken, som gjennom 2021 hadde de høyeste fosforkonsentrasjonene av de vestlige tilløpene til Bunnefjorden. Dette er samtidig bekkene med størst nedbørfelt, noe som forsterker deres betydning for fosfortilførselen til Bunnefjorden fra Nesodden.



Figur 7-9. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra vest. Månedlige målinger i 2021.



Figur 7-10. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra vest. Månedlige målinger i 2021.

I disse bekkene ble det tatt prøver av bunndyr henholdsvis 19. april og 14. oktober. Det var lav til normal vannstand ved vårprøvetakingen, og normal til høy vannstand ved prøvetakingen på høsten. Både Knardalsbekken og Dalsbekken er mindre bekker, med moderat til hurtigrennende vann og variert substrat, dominert av mellomstor stein. Substratet i Haslebekken var til stor del fast fjell, og større stein. I tillegg var det høy vannstand på høsten. Kombinasjonen gjorde prøvetakingen utfordrende. Her var vannet moderat til hurtigrennende. Både i Torvetbekken og Skoklefallsbekken var det også høy vannstand på høsten. Mens Torvetbekken var sakteflytende, med noen moderat rennende partier, var Skoklefallsbekken hurtigrennende. Også substratet var forskjellig. Torvetbekken hadde et substrat av stein i forskjellig størrelse, leire og mudder, mens substratet i Skoklefallsbekkens til stor del var fast fjell og middels til stor stein.

Vi fant et godt utvalg EPT-familier i Knardalsbekken, både vår og høst, og både blant stein- og vårfluene fant vi flere av de mest forurensingssensitive familiene. Som eksempel kan nevnes steinfluene *Leuctra* og *Capnia*. I prøven fant vi også vårfluen *Philopotamus montanus*. Vi fant bare en døgnflueslekt, den svært vanlige *Baetis*. *Baetis* har en relativt lav ASPT-score. Gjennomsnittlig ASPT-verdi indikerte en god økologisk tilstand i Knardalsbekken. I de andre bekkene fant vi et moderat til godt utvalg EPT-familier, men særlig i Haslebekken, og Torvetbekken var det stor forskjell på vår og høstprøvene i antall EPT-familier. Det er mulig dette skyldes utfordrende prøvetakingsforhold. Ved samtlige stasjoner var det flere forurensingssensitive familier i prøvene. Blant annet fant vi døgnfluefamilien Leptophlebiidae ved alle stasjoner unntatt Knardalsbekken. I Dalsbekken ble det gjort funn av vårfluen *L. reducta*, som er oppført som nær truet (NT) på rødlista⁸. Både i Haslebekken og Torvetbekken ble det funnet flere sneglefamilier, og også småmuslinger (*Pisidium*). Disse har en lav ASPT-score, og trekker gjennomsnittlig ASPT-score ned. Marflo (*Gammarus*) var til stede i både Knardalsbekken, Dalsbekken og Skoklefallsbekken. Både i Dalsbekken, Torvetbekken, og Skoklefallsbekken indikerte

⁸ <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/23622>

gjennomsnittlig ASPT en *moderat* økologisk tilstand. I Haslebekken gav gjennomsnittlig ASPT-verdi en *dårlig* økologisk tilstand, men rett på grensen til *moderat*.

Vi vurderer grønnalgen *Cladophora* som en av de aller beste indikatorene på næringsrike forhold. Blant de vestlige tilløpsbekkene til Bunnefjorden fant vi denne i Knardalsbekken, Dalsbekken og Skoklefallsbekken, og i alle disse bekkene ga dette kvalitetselementet *moderat* økologisk tilstand. I Haslebekken registrerte vi blant andre rødalgen *Audouinella* og bakterien *Sphaerotilus natans*. Begge disse her relativt høy PIT-score, noe som ga en *moderat* tilstand også i denne bekken. I Torvetbekken fant vi flere indikatorer med lav PIT-verdi, noe som holdt denne bekken i tilstandsklassen *god*.

Heterotrof begroing i form av bakterien *Sphaerotilus natans* ble funnet i alle bekkene, men med så lav forekomst at den kun ble observert i prøver analysert i mikroskop. Dette tilsier *god* økologisk tilstand for dette kvalitetselementet.

7.3.4 Økologisk tilstand i tilførselsbekker til Bunnefjorden

Alle de undersøkte tilførselselvene- og bekkene til Bunnefjorden er definert som leirpåvirket, unntatt Gjersjøelva. Dette gjør at vi for fosfor også her bare opererer med to tilstandsklasser, *god eller bedre* og *moderat eller dårligere*. Etter denne inndelingen havnet alle stasjonene i tilstandsklassen *god*, unntatt i Haslebekken der den var *moderat*. I tabell 7-6 har vi angitt hvilken klasse de ulike stasjonene ville ha havnet i dersom de ikke hadde vært leirpåvirket. Der får vi et bedre inntrykk av det innbyrdes forholdet mellom de ulike elvene og bekkene. Knardalsbekken ville da faktisk kommet ut med *svært god* tilstand, mens Årungenelva kommer dårligst ut med *dårlig tilstand*.

Det er utarbeidet en helhetlig plan Oslofjorden, hvor det er betydelig fokus på behovet for å redusere nitrogentilførselene til fjorden. I tillegg til oppmerksomheten på fosfor, er det derfor også viktig å se på tilførselen av nitrogen fra elvene og bekkene som har utløp til Bunnefjorden. Her ser vi at de to klart største tilførselskildene; Gjersjøelva og Årungenelva begge kommer meget dårlig ut (tabell 7-6). Konsentrasjonen av nitrogen i disse elvene og bekkene er langt høyere enn det vi finner i Bunnefjorden, og det er liten tvil om at de representerer en betydelig nitrogenkilde til denne fjorden.



Figur 7-11. Knardalsbekken (venstre) og Skoklefallsbekken (høyre).

Tabell 7-6. Elver og bekker med tilførsel til Bunnefjorden. Tilstandsvurdering slik den ville sett ut for fosfor dersom bekkene ikke hadde vært leirpåvirket. For nitrogen er tilstandsklassene upåvirket av leirpåvirkning.

Vannforekomst	Vanntype	Vannkjemiske parametere			
		TN (µg/l)	TN nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR
Gjersjøelva	R 107 (ikke leirpåvirket)	1440	0,20	20	0,68
Delebekken	R108	1175	0,44	30	0,59
Bekkenstenbekken	R108	1442	0,35	24	0,70
Kjernesbekken	R108	1108	0,46	34	0,54
Fålebekken	R110	982	0,50	25	0,67
Kaksrudbekken	R108	3400	0,12	30	0,59
Årungenelva	R110	2780	0,15	60	0,39
Bonnbekken	R110	1830	0,24	37	0,51
Knardalsbekken	R110	768	0,60	18	0,82
Dalsbekken (Frogn)	R109	1706	0,17	36	0,42
Haslebekken	R108	1420	0,36	56	0,41
Torvetbekken	R108	1216	0,43	50	0,43
Skoklefallsbekken	R110	978	0,50	25	0,68

Fosfor er imidlertid bare en støtteparameter når biologiske parametere også analyseres. Biologiske analyser ble gjort i alle bekkene unntatt i Kjernesbekken og Fålebekken, og det var disse som ble styrende for den fastsatte økologiske tilstanden. Det var kun i Delebekken at alle kvalitetselementene viste *god* økologisk tilstand. I Kaksrudbekken, Bonnbekken og Knardalsbekken fant vi et variert bunndyrssamfunn som også inkluderte forurensningsfølsomme arter. Dette tilsa en *god* økologisk tilstand, som forteller at organisk forurensning ikke representerte et stort problem. Fosfor påvirker ikke bunndyr i seg selv, mens påvekstalger vil respondere på en forhøyet fosfortilførsel. I alle disse tre bekkene viste algesamfunnet at tilgangen på næringsstoffer som fosfor må ha vært relativt god, og denne analysen ga *moderat* tilstand. I og med at det kvalitetselementet som kommer dårligst ut skal styre lokalitetens økologiske tilstand, ble den fastsatt til *moderat* i disse bekkene (tabell 7-7).

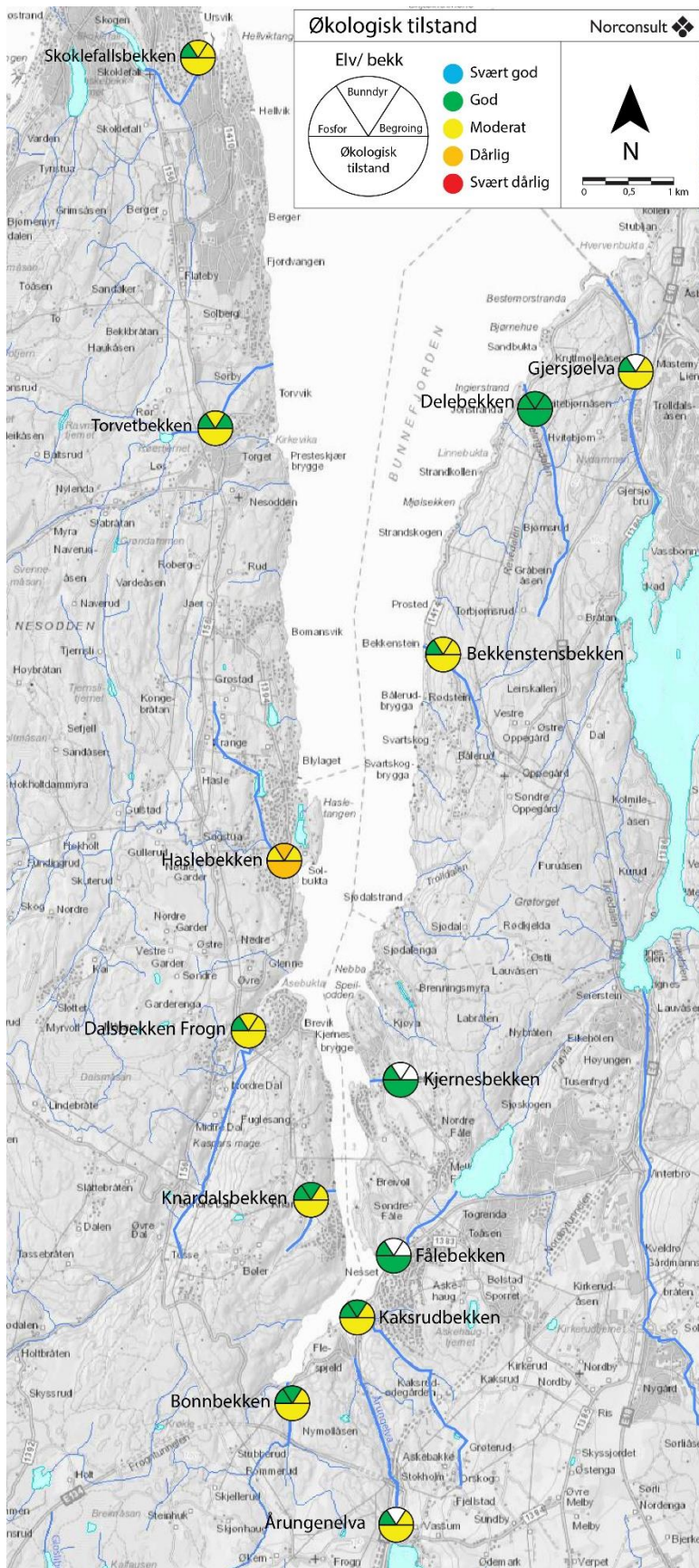
I Dalsbekken og i Skoklefallsbekken var det samsvar mellom kvalitetselementene bunndyr og påvekstalger, som begge viste moderat økologisk tilstand her. Samme tilstandsklasse fikk Gjersjøelva på bakgrunn av samfunnet av påvekstalger.

Torvetbekken og Haslebekken var de eneste undersøkte lokalitetene hvor bunndyrene ga en dårligere tilstandsklasse enn påvekstalgerne gjorde. Bunndyr ble dermed styrende for den økologiske tilstanden her, som ble fastsatt til moderat i Torvetbekken og dårlig i Haslebekken (tabell 7-7).

En oversikt over den økologiske tilstanden i 2021 for bekkene med utløp til Bunnefjorden er vist i tabell 7 – 7 og i figur 7-12.

Tabell 7-7. Elver og bekker med tilførsel til Bunnefjorden. Vurdering av økologisk tilstand for 2021. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet, unntatt for Gjersjøelva.

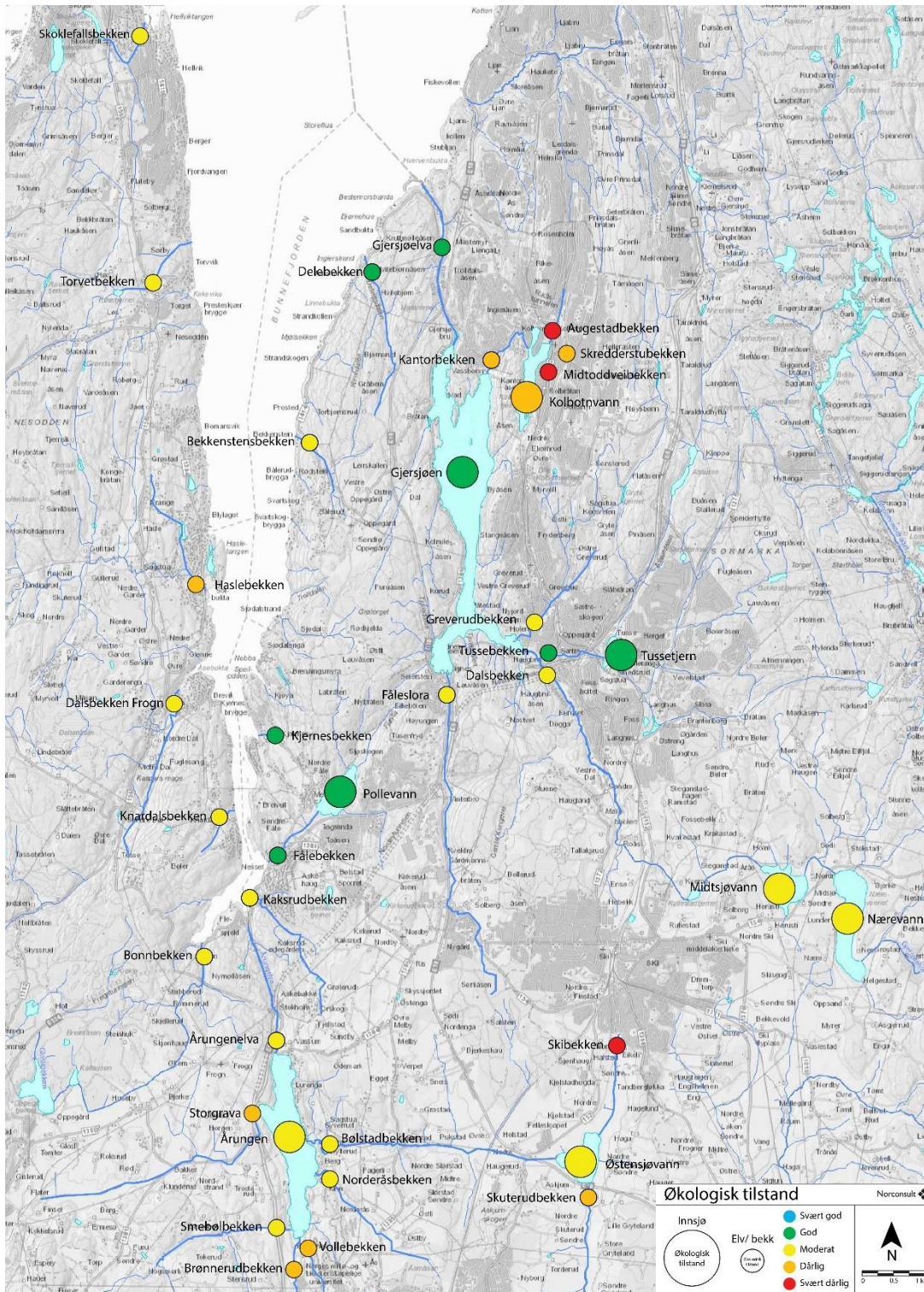
Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer						Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	HBI2	nEQR	
Gjersjøelva	R 107 (ikke leirpåvirket)	8		20	0,67			21,3	0,53	0,0	1,00	0,53 (M)
Delebekken	R111	7	>0,60	30	> 0,60	6,12	0,63	11,2	0,75	0,001	0,80	0,63 (G)
Bekkenstenbekken	R111	8	<0,60	24	> 0,60	5,20	0,40	25,4	0,48	0,001	0,80	0,40 (M)
Kjernesbekken	R111	17	<0,60	34	> 0,60							God
Fålebekken	R111	10	<0,60	25	> 0,60							God
Kaksrudbekken	R111	16	<0,60	30	> 0,60	6,50	0,73	19,6	0,55	0,001	0,80	0,55 (M)
Årungenelva	R111	33	<0,60	60	> 0,60			20,2	0,54	0,0	1,00	0,54 (M)
Bonnbekken	R111	14	<0,60	37	> 0,60	6,32	0,68	29,8	0,42	0,010	0,80	0,42 (M)
Knardalsbekken	R111	10	<0,60	18	> 0,60	6,26	0,67	23,4	0,50	0,001	0,80	0,50 (M)
Dalsbekken (Frogn)	R111	19	<0,60	36	> 0,60	5,85	0,56	22,5	0,51	0,001	0,80	0,51 (M)
Haslebekken	R111	32	<0,60	56	< 0,60	5,18	0,40	16,5	0,59	0,006	0,80	0,40 (D)
Torvetbekken	R111	29	<0,60	50	> 0,60	5,45	0,46	13,3	0,68	0,001	0,80	0,46 (M)
Skoklefallsbekken	R111	10	<0,60	25	> 0,60	5,56	0,49	18,4	0,57	0,006	0,80	0,49 (M)



Figur 7-12. Økologisk tilstand i elver og bekker med utløp til Bunnfjorden i 2021.

8 Oppsummering, økologisk tilstand i 2021

Økologisk tilstand i 2021 for alle undersøkte bekker og innsjøer er samlet i figur 8-1.



Figur 8-1. Økologisk tilstand i undersøkte innsjøer og tilløpsbekker i vannområde PURA i 2021.

9 Referanser

Direktoratsgruppa. (2018). Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Revidert 2020.

Faafeng, B. (1976). *En limnologisk undersøkelse av innsjøen POLLEN i Ås kommune med hovedvekt på innsjøhistorie og primærproduksjon*. Hovedfagsoppgave i limnologi. Univ. i Oslo

Faafeng, B. m.fl. (1990). *Kolbotnvannet med tilløp*. NIVA Rapport 2604.

Tikkanen, T., & Willén, T. (1992). *Växtplanktonflora*. Naturvårdsverket.

Tvedt, S. (1968). *En limnologisk undersøkelse av Pollen*. Hovedfagsoppgave i limnologi, Univ. i Oslo.

Stabell, T, Simonsen, L., Nielsen, L & Pengerud, A (2021). Årungenvassdraget og Gjersjøvassdraget. Fosfor og planteplankton 2012 - 2020. Norconsult rapport 5198072-3.

Utgiver: PURA
www.pura.no

Tekst: Norconsult og PURA
Layout / design: sommersethdesign.no

