

ÅRSRAPPORT 2020

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

J02	2021-09-10	Endelig versjon	Trond Stabell	Annelene Pengerud	Trond Stabell
J01	2021-09-01	Til godkjenning	Trond Stabell	Annelene Pengerud	Trond Stabell
B02	2021-06-24	Utkast til gjennomsyn	Trond Stabell	Annelene Pengerud	Trond Stabell
B01	2021-06-03	Utkast for kommentarer	Trond Stabell	Annelene Pengerud	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 2020 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 2020).

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. 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 planktonprøver, og for analyse av planteplankton. Delansvarlig for bidrag til PURAs årsrapport, ansvarlig for sammenstilling av rapporten og for import av data til Vannmiljø.
- Lisa Nielsen, feltmedarbeider på innsjøene og bidrag til årsrapporten.
- Kjetil Sandem, feltmedarbeider på innsjøene.
- Inga Greipsland, bidrag til årsrapporten.
- Ida Kasin Hammerborg, bidrag 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.

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

Vannområdeleder har hatt det overordnede ansvaret for dialogen mellom vannområdet og Norconsult, men flere har bidratt: Under utarbeidelsen av malen for rapporten har temagruppe Biologi/limnologi gitt innspill, og Knut Bjørnskau, Grethe Arnestad og vannområdeleder har fulgt dette opp ved jevnlig dialog med Norconsult. Temagruppe Biologi/limnologi har sørget for kvalitetssikring av rapporten.

Det rettes en stor takk til samtlige for deres innsats!

Ås, 10.09.2021
Anita Borge
vannområdeleder PURA

► Sammendrag

I 2020 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.

Tabellene S1 – S3 viser den økologiske tilstanden i de undersøkte elvene, bekkene og innsjøene i 2020. 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).

Været i 2020 var preget av høyere temperatur i vintermånedene enn normalt. I vekstsesongen var det varmt i juni, klart lavere temperatur enn vanlig i juli og nedbørfattig i august. Under slike betingelser er det mulig at vekstvilkårene for cyanobakterier var relativt dårlige. En lavere forekomst av cyanobakterier enn normalt, slik vi så i Kolbotnvannet i 2020, kan derfor ikke tolkes som at forholdene har blitt bedre fra 2019 til 2020. Naturlig variasjon fra år til år krever data over flere år for å gjøre slike vurderinger. Dette er tatt opp i en egen rapport hvor vi har sett på utviklingen i perioden 2012 – 2020.

Årungenvassdraget

I de to innsjøene i Årungenvassdraget; Østensjøvann og Årungen, ble den økologiske tilstanden i 2020 vurdert til å være *moderat*. Biomassen av planteplankton økte utover sommeren, som er vanlig i næringsrike innsjøer, men det ble ikke observert større oppblomstringer av noen arter i noen av innsjøene.

Beregninger basert på fosforkonsentrasjon og nedbørfeltets størrelse viste at Skibekken og Skuterudbekken bidro omtrent like mye til fosfortilførselen til Østensjøvann.

Bølstadbekken, Storgrava og Smebølbekken hadde de største tilførselene av fosfor til Årungen, og alle de undersøkte tilførselsbekkene hadde en konsentrasjon av totalt fosfor på ca. 100 µg/l. Alle bekkene hadde et meget høyt innhold av nitrogen (Tabell S1). Aller høyest lå Skuterudbekken og Storgrava, med en gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon på godt over 3 mg/l.

Tabell S1. Økologisk tilstand i Årungenvassdraget i 2020. Tabellen viser også gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP), totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN), samt det relative bidraget fra ulike tilførselsbækker til hver enkelt innsjø. I tillegg viser den nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton. Økologisk tilstand er vist ved nEQR-verdi og fargekode (se tabell 2-1). 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)	Plante-plankton (nEQR)	
Østensjøvann			66	1685			0,44	0,44 (M)
Skibekken	27	52	93	1880				< 0,60 (M)
Skuterudbekken	30	32	79	3400				> 0,60 (G)
Årungen			44	2367			0,51	0,51 (M)
Bølstadbekken	33	43	91	2580				< 0,60 (M)
Norderåsbekken	9,6	69	116	2460				< 0,60 (M)
Vollebekken	4,6	57	103	2230				< 0,60 (M)
Brønnerudbekken	0,9	41	99	1980				< 0,60 (M)
Smebølbekken	15	52	117	2110				< 0,60 (M)
Storgrava	28	68	121	3400				< 0,60 (M)

Gjersjøvassdraget

Alle de tre innsjøene Tussetjern, Nærevann og Midtsjøvann fikk i 2020 en nEQR-verdi for økologisk tilstand på 0,57. Dette tilsier en *moderat* tilstand, men er like under grenseverdien på 0,60 til *god* økologisk tilstand. Forekomsten av planteplankton var imidlertid langt lavere i Tussetjern enn i de to andre innsjøene. I Tussetjern var det en relativt høy konsentrasjon av totalt fosfor som trakk den økologiske tilstanden ned til moderat.

Fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvann lå i 2020 noe lavere enn vanlig, mens innholdet av nitrogen var såpass lavt at det elementet tilsa *god* tilstand. Store oppblomstringer av cyanobakterier er et vanlig fenomen i Kolbotnvann. Denne gruppen utgjorde også i 2020 tidvis en stor andel av planteplanktonet, men den dominerte aldri fullstendig, og vi fikk ingen større oppblomstringer. Dette kan skyldes at værforholdene ikke var spesielt gunstige for cyanobakterier i 2020.

Skredderstubekken og Augestadbekken er de viktigste tilførselskildene av næringsstoffer til Kolbotnvann, og begge hadde høyt innhold av både fosfor og nitrogen i 2020. Det samme fant vi i Midtoddveibekken, men dette er en langt mindre bekk enn de to andre.

I Gjersjøen tilsa artssammensetning og mengde av planteplankton en *god* økologisk tilstand i 2020, men høy fosforkonsentrasjon trakk denne så vidt under grensen til *moderat* tilstand. Greverudbekken og Dalsbekken er begge relativt store bekker. Av tilførselsbekkene til Gjersjøen var det i tillegg her vi fant de høyeste fosforkonsentrasjonene, og dette var de klart viktigste fosforkildene til Gjersjøen.

Tabell S2. Økologisk tilstand i Gjersjøvassdraget i 2020. Tabellen viser også gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av reaktivt fosfor (TRP), totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN), samt det relative bidraget fra ulike tilførselsbekker til hver enkelt innsjø. I tillegg viser den nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton. Økologisk tilstand er vist ved nEQR-verdi og fargekode (se tabell 2-1). 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)	Plante-plankton (nEQR)	
Tussetjern			22	1058			0,82	0,57 (M)
Nærevann			28	883			0,57	0,57 (M)
Midtsjøvann			40	1083			0,57	0,57 (M)
Kolbotnvann			23	478			0,39	0,39 (D)
Augestadbekken	19	49	82	1960				0,16 (SD)
Skredderstubekken	32	33	55	1620				0,25 (D)
Midtoddveibekken	4,8	39	60	1550				0,22 (D)
Gjersjøen			17	1383			0,76	0,59 (M)
Fåleslora	5,4	14	46	2360				> 0,60 (G)
Kantorbekken	2,9	13	39	1110				> 0,60 (G)
Greverudbekken	30	41	74	1510				< 0,60 (M)
Dalsbekken	39	24	67	1700				< 0,60 (M)
Tussebekken	5,1	6	28	960				> 0,60 (G)

Bunnefjorden

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

Av de undersøkte elvene i PURA – overvåkingen representerer Årungenelva den klart største fosfortilførselen, med ca. 40% av den samlede tilførselen av reaktivt fosfor (TRP) til Bunnefjorden. Gjersjøelva har også et stort vannvolum, men her er fosforkonsentrasjonen mye lavere. Likevel utgjorde den ca. 20% av de samlede tilførselen fra de 13 undersøkte vannforekomstene. Haslebekken var den tredje største bekken med hensyn til tilførsel av TRP, med et bidrag på ca. 15%. Nitrogeninnholdet er meget høyt både i Årungenelva og Gjersjøelva, og deres relative betydning for N-tilførsel til Bunnefjorden er derfor enda høyere enn den er for P-tilførsel.

Tabell S3. Økologisk tilstand i Gjersjøvassdraget i 2020. Tabellen viser også gjennomsnittlig årlig konsentrasjon av reaktivt fosfor (TRP), totalt fosfor (TP) og totalt nitrogen (TN), samt bidraget fra hver enkelt bekk som prosent av det totale bidraget fra de 13 undersøkte vannforekomstene. I tillegg viser den nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton. Økologisk tilstand er vist ved nEQR-verdi og fargekode (se tabell 2-1).

Vannforekomst	Næringsstoffer				Biologiske kvalitetselementer			Økologisk tilstand (nEQR)
	TRP % bidrag	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TN (µg/l)	Bunndyr (nEQR)	Påvekst-alger (nEQR)	Plante-plankton (nEQR)	
Pollevann			13	882			0,82	0,69 (G)
Tilløpsbekker til Bunnefjorden								
Gjersjøelva	19	6	20	1460				0,67 (G)
Delebekken	0,4	6	26	580				> 0,60 (G)
Bekkenstenbekken	0,8	13	37	990				> 0,60 (G)
Kjernesbekken	0,5	37	75	1310				< 0,60 (M)
Fålebekken	3,4	13	41	1000				> 0,60 (G)
Kaksrudbekken	4,2	22	48	4860				> 0,60 (G)
Årungenelva	39	35	72	2720				> 0,60 (G)
Bonnbekken	4,3	17	46	1650				> 0,60 (G)
Knardalsbekken	0,9	11	25	940				> 0,60 (G)
Dalsbekken (Frogn)	5,0	21	53	1490				< 0,60 (M)
Haslebekken	14	27	61	1440				< 0,60 (M)
Torvetbekken	6,5	27	61	980				< 0,60 (M)
Skoklefallsbekken	5,0	12	39	870				> 0,60 (G)

Innhold

FORORD	2
1 Innledning	10
2 Metoder	11
2.1 Feltarbeid og analyser	11
2.2 Tilstandsvurdering	11
2.3 Utrekning av nEQR for kvalitetselementet planteplankton	13
2.4 Beregning av relativt bidrag fra tilførselsbekker	13
2.5 Prøvestasjoner	14
3 Plankton i innsjøer	16
3.1 Sesongsuksisjon av planteplankton	16
3.2 Typisk suksesjonsmønster, næringsfattige innsjøer.	18
3.3 Typisk suksesjonsmønster, næringsrike innsjøer.	18
4 Værforhold i 2020	20
5 Årungenvassdraget	21
5.1 Østensjøvann med tilløpsbekker	21
5.1.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	21
5.1.2 Østensjøvann	24
5.1.3 Oppsummering	25
5.2 Årungen med tilførselsbekker	27
5.2.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	27
5.2.2 Årungen	30
5.2.3 Oppsummering	31
6 Gjersjøvassdraget	33
6.1 Tussetjern	33
6.2 Nærevann og Midtsjøvann	36
6.2.1 Nærevann	37
6.2.2 Midtsjøvann	39
6.3 Kolbotnvann med tilløpsbekker	41
6.3.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	41
6.3.2 Kolbotnvann	44
6.3.3 Oppsummering	46
6.4 Gjersjøen med tilløpsbekker	47
6.4.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	47
6.4.2 Gjersjøen	51
6.4.3 Oppsummering	52
7 Bunnefjorden	54
7.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker	54
7.2 Pollevann	55
7.3 Tilløpsbekker til Bunnefjorden	58

7.3.1	<i>Tilløpsbekker fra øst</i>	58
7.3.2	<i>Tilløpsbekker fra sør</i>	59
7.3.3	<i>Tilløpsbekker fra vest</i>	60
7.3.4	<i>Økologisk tilstand i tilførselsbekker til Bunnefjorden</i>	62
8	Oppsummering, økologisk tilstand i 2020	65
9	Referanser	66
	Vedlegg - Vannkjemiske data fra innsjøer og elver/bekker	67

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 tillegg er det gjort måling av total fosfor (TP), totalt reaktivt fosfor (TRP) og en del andre vannkjemiske analyser i tilløpsbekker til disse innsjøene, og i bekker som har utløp til Bunnefjorden. 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, forsuring 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 bekkene har representanter fra Nordre Follo kommune vært ansvarlig for-, og har utført alt feltarbeid.

Gjennom sesongen ble det tatt prøver månedlig i perioden mai – oktober, totalt seks prøverunder. I bekkene ble det tatt prøver månedlig gjennom hele året.

Denne rapporten omhandler påvirkningen *eutrofiering*, hvor det er analysene 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 (TKP), pH, konduktivitet, turbiditet, fargetall 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 metallene aluminium, jern, kobber, krom, mangan og sink. Alle disse tilleggsanalysene vil bli behandlet i egen rapport, og nøyere beskrivelse om metodikk for analyse blir gitt der.

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 autoklaving 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.

2.2 Tilstandsvurdering

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

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.

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

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 parameterne som inngår i kvalitetselementet planteplankton. Disse parameterne 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*, totalfosfor og totalnitrogen. 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.
- **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	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	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 <i>a</i>	3,0		< 6,0	6,0– 9,0	9,0 - 18	18 - 36	> 36
Totalfosfor	6		< 10	10 – 17	17 – 26	26 – 42	> 42
Totalnitrogen	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	Referanse-verdi	Maksimal-verdi	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 <i>a</i>	3,5		< 7,0	7,0– 10,5	10,5 – 20	20 - 40	> 40
Totalfosfor	7		< 13	13 – 20	20 – 39	39 – 65	> 65
Totalnitrogen	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 denne 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 $\text{cyano}_{\text{max}}$ er større enn nEQR-verdi fra 2), blir verdien fra 2) den endelige nEQR-verdien for kvalitetselementet.
Hvis nEQR for $\text{cyano}_{\text{max}}$ er mindre enn nEQR-verdi fra 2): Ta gjennomsnittet av nEQR-verdiene i 1) og 2) og nEQR-verdi for $\text{cyano}_{\text{max}}$.

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. $\text{Cyanomax} < 0,76$, 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 $\text{cyano}_{\text{max}}$ 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. totalfosfor eller tungmetaller) er lavere. Dersom vi i eksemplet over hadde hatt en nEQR-verdi for totalfosfor 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 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 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 nedbørfeltparametere², 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 tilførslene 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.

2.5 Prøvestasjoner

Overvåkingsprogrammet til PURA har i 2020 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.

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).

² <https://nevina.nve.no/>

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 Sesongsuksesjon 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.

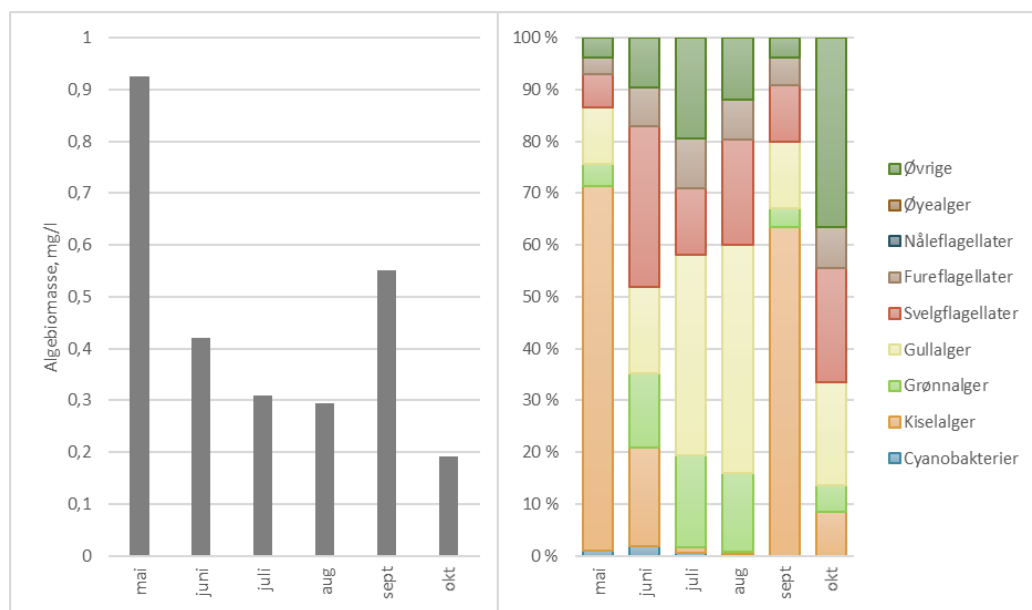
En del cyanobakterier har gassblærer i cellene, og når de dør kan de i første omgang heller flyte opp enn å synke til bunns. Algeoppblomstringen blir da veldig synlig ved at det dannes klumper av alger eller et malingsliknende belegg i overflaten.

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.

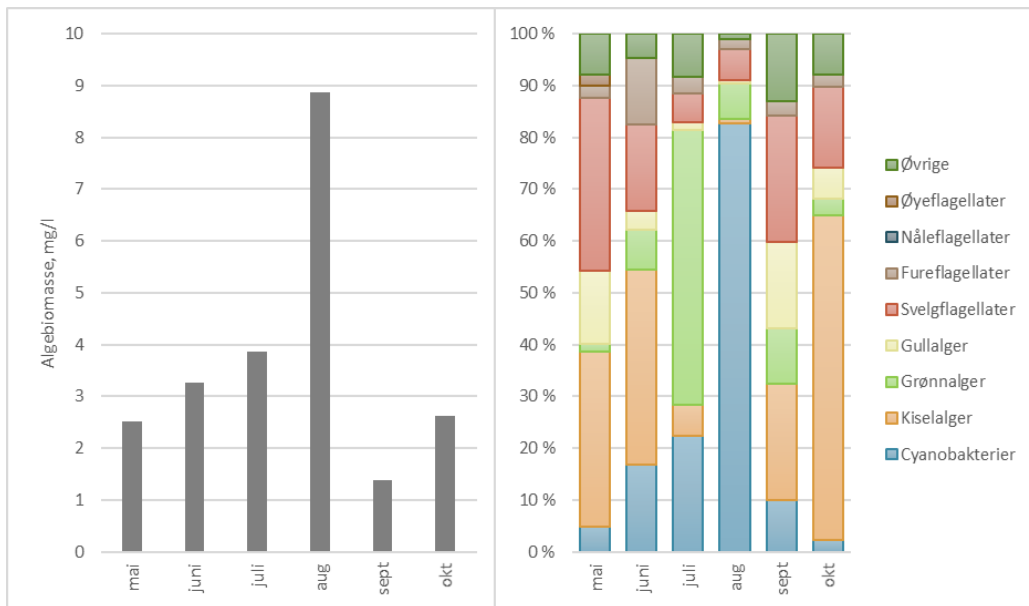
- Med en månedlig prøvetakingsfrekvens er det umulig å vite hvor nær toppen man treffer i vår- og høstoppblomstringen. Ofte vil vi derfor ikke registrere noen topp der. I eksempelet under ser vi hvordan det kan se ut dersom prøvetakingen skjer i nærheten av en slik topp (Figur 3-1, venstre del). Maksimal 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.

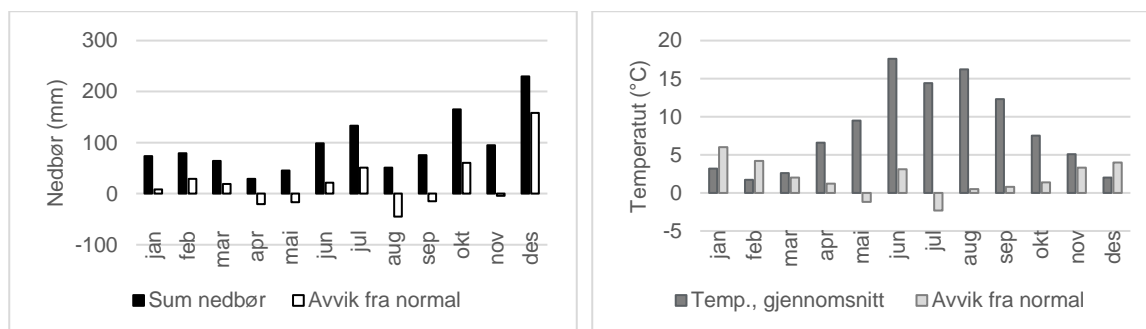
4 Værforhold i 2020

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 i planteplanktonet 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.

I 2020 var det noe mer nedbør enn normalt i vintermånedene, mens temperaturen lå langt over normalen (Figur 4-1). Trolig har forholdene i disse månedene mindre betydning for planteplanktonet enn månedene fra april – oktober, som vi kan kalle vekstsesongen. I 2020 var det i sommerperioden særlig varmt i juni, kaldt i juli og relativt tørt i august. I juni var den totale nedbørmengden for måneden omtrent som normalt, men praktisk talt all nedbøren falt i form av noen få, kraftige nedbørsskyl. I resten av måneden var det tørt og varmt. I juli var temperaturen 2,3 grader lavere enn normalen, og det var få soldager. Temperaturen lå nær normalen i august, men nedbøren var da bare omtrent halvparten av det normale.

Manger arter av cyanobakterier bygger seg vanligvis langsomt opp gjennom sommeren, og kan i næringsrike innsjøer dominere på sensommeren (se avsnitt 3.3). Det er mulig å se for seg at arter med en slik vekststrategi hadde relativt dårlige vilkår i 2020. Lave temperaturer i juli må ha påvirket veksthastigheten negativt, og denne effekten vil være større for store enn for små arter. Dette kan ha medført en lavere forekomst enn vanlig på denne tida for kolonidannende cyanobakterier. Når disse forholdene ble etterfulgt av en august som var nedbørfattig, som normalt vil gi lavere tilførsel av næringsstoffer, kan dette ha gitt dårlig vekst også i denne måneden. Med en gang vi kommer ut i september begynner vanntemperaturen å synke, og lysforholdene blir dårligere på grunn av kortere dager. I løpet av vekstsesongen har da forholdene aldri vært spesielt gunstige for store, og mer langsomtvoksende arter. Vi mener at værforholdene i 2020 alene reduserte sjansen for store oppblomstringer av planteplankton. Det gjør at vi må være forsiktige med å tolke eventuelle forbedringer dette året sammenliknet med tidligere år som et tegn på redusert næringstilførsel.



Figur 4-1. Sum nedbør og gjennomsnittlig temperatur per måned i 2020.

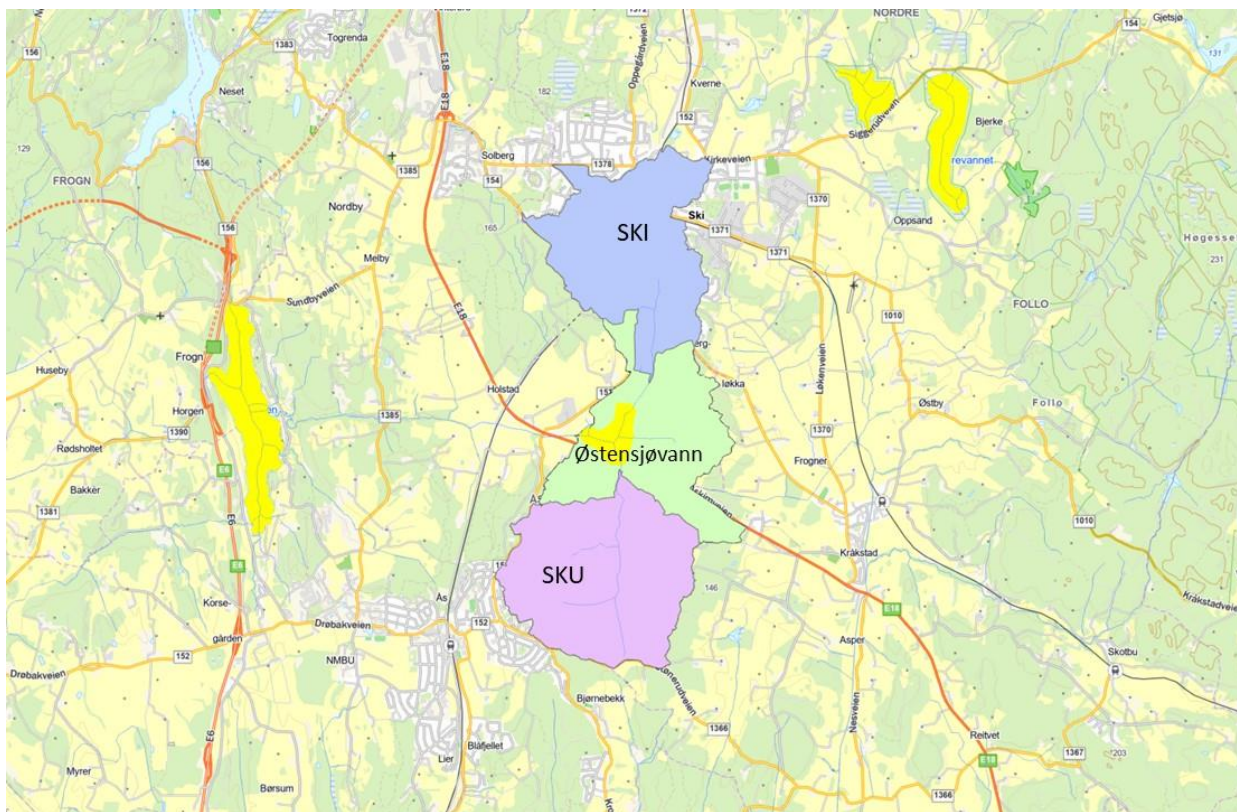
5 Årungenvassdraget

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.



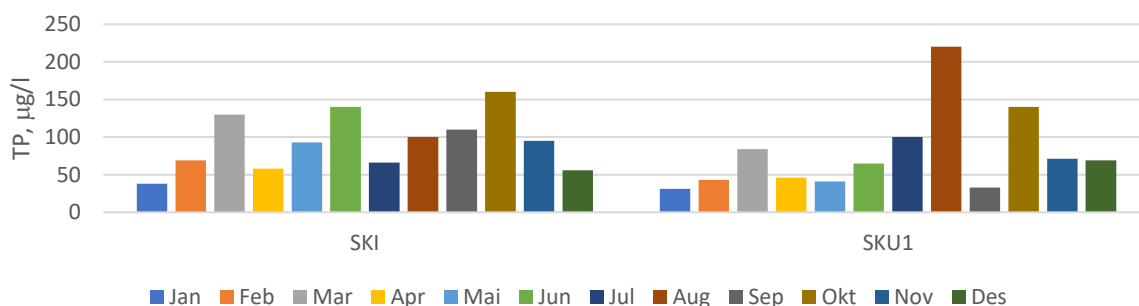
Figur 5-1. Nedbørfeltet til Østensjøvann og dens tilløpsbekker.

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.

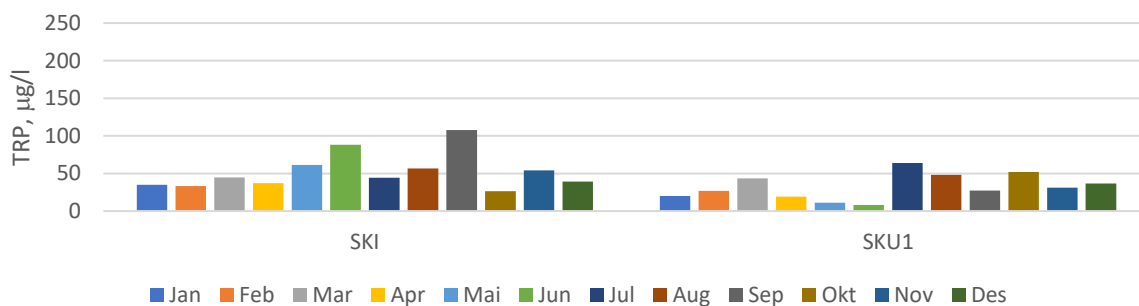
De to viktigste tilførselsbekkene til Østensjøvann er Skibekken (kalles gjerne Finstadbekken i øvre del) fra nord, og Skuterudbekken fra sør.

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 de urbane 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%.

I 2020 fant vi at konsentrasjonen av både total fosfor (TP) og totalt reaktivt fosfor (TRP) var klart høyere i Skibekken enn i Skuterudbekken (Figur 5-2, Figur 5-3). For Skuterudbekken fikk vi en gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor på 79 µg/l, rett under den satte grenseverdien på 80 µg/l mellom god og moderat tilstand. TRP var også klart lavere i Skuterudbekken, men i begge bekkene lå verdiene her langt over grenseverdien på 10 µg/l.



Figur 5-2. Total fosfor (TP) i tilløpselver til Østensjøvann. Månedlige målinger i 2020.



Figur 5-3. Totalt reaktivt fosfor (TRP) i tilløpselver til Østensjøvann. Månedlige målinger i 2020.

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 Finstadbekken, så det ut til at begge bekkene bidro omtrent like mye til tilførselen av TRP til innsjøen. For total fosfor var tilførselen fra Skuterudbekken noe 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 jevne ut den relative betydningen av disse to tilførselsbekkene ytterligere. Grovt regnet kan man altså anslå at disse to bekkene i 2020 bidro omtrent like mye til fosfortilførselen til Østensjøvann (Tabell 5-1).

Tabell 5-1. Tilførselsbekker til Østensjøvann, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2020. 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	22,6	22,0	27,0	28,8
Skuterubekken	4,7	52	59	17,2	34,0	34,6	29,6	27,8
Øvrige	5,6				43,4	43,4	43,4	43,4

Både Skibekken og Skuterubekken har en leirdekningsgrad på over 50%. Klassegrensen for total fosfor mellom god og moderat tilstand er da satt til 80 µg/l. Skibekken lå noe over denne grensen i 2020, mens Skuterubekken lå rett under (Tabell 5-2). For begge bekkene lå innholdet av totalt reaktivt fosfor (TRP) langt over grenseverdien på 10 µg/l, og havner dermed i klassen *moderat* (eller dårligere) for denne parameteren.

Tabell 5-2. Tilførselsbekker til Østensjøvann. Vurdering av økologisk tilstand for 2020. 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	
Skibekken	R111	52	<0,60	93	<0,60					Moderat
Skuterubekken	R111	32	<0,60	79	>0,60					God

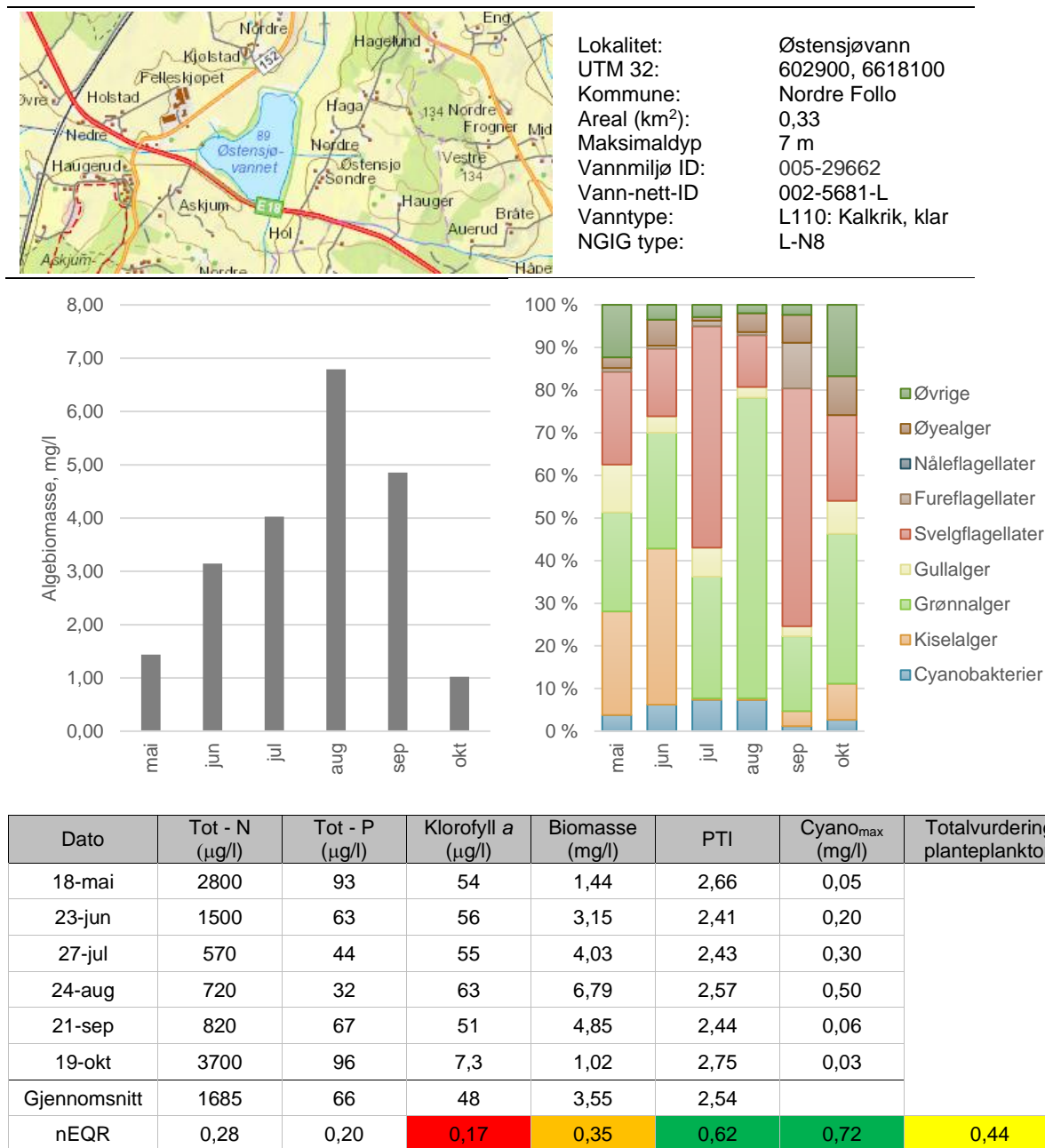
Dersom vi benytter klassegrensene for vanntypen til disse bekkene dersom de ikke hadde blitt vurdert som leirpåvirket, går det tydelig fram at nitrogenbelastningen til Skuterubekken var klart høyere enn i Skibekken, mens begge ville ha havnet i tilstandsklasse dårlig ut fra konsentrasjonen av total fosfor (Tabell 5-3).

Tabell 5-3. 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	1880	0,23	93	0,22
Skuterubekken	R110	3400	0,12	79	0,27

5.1.2 Østensjøvann

Resultater fra 2020 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Østensjøvann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i Figur 5-4. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 5-4. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Østensjøvann i 2020, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Samfunnet av planteplankton i Østensjøvann er vanligvis preget av høy artsdiversitet, noe som også var tilfellet i 2020. Forekomsten av kiselalger var høyest på våren, noe som er et vanlig fenomen. Lett beitbare svelgflagellater utgjorde en betydelig andel av biomassen gjennom hele sesongen, mens forekomsten av cyanobakterier var lav. I næringsrike innsjøer er det ofte grønnalger som dominerer i sommerperioden dersom

ikke cyanobakterier klarer å få overtaket (se avsnitt 3.3). I 2020 var det dette som skjedde i Østensjøvann, hvor vi i juli fikk en betydelig oppblomstring av grønnalgen *Cosmarium margaritiferum*. Forholdene gjennom sommeren 2020 favoriserte tydeligvis akkurat denne arten, selv om det ikke er særlig vanlig at den har en slik stor dominans. *Cosmarium* er ikke giftproduserende, og selv om det er en relativt stor art er den trolig lettere beitbar for dyreplankton enn mange cyanobakterier. Hvis vi først får en oppblomstring, er dette en art som er å foretrekke framfor f.eks. cyanobakterier som *Planktothrix* eller *Dolichospermum*.

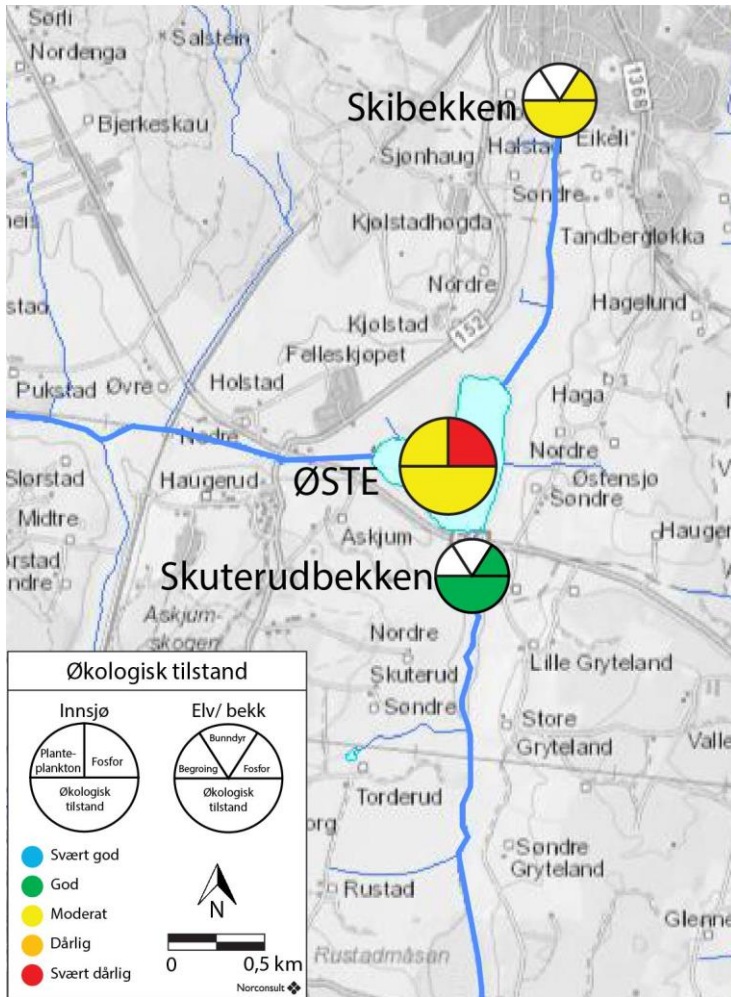
Den varierte og relativt gunstige sammensetningen av samfunnet av planteplankton, reflekteres i en lav indeksverdi for artssammensetning (PTI) og lav maksimal biomasse av cyanobakterier (Cyano_{max}). Disse delindeksene ga begge *god* tilstand (Figur 5-4). Selv om forekomsten av planteplankton, i form av biomasse og innhold av klorofyll *a*, ga henholdsvis *dårlig* og *svært dårlig* tilstand, trakk PTI den samlede vurderingen av kvalitetselementet planteplankton opp til *moderat* tilstand. Ut fra nEQR-verdiene var dette i overkant av en tilstandsklasse bedre enn det fosforinnholdet i Østensjøvann indikerte. Denne havnet i klassen *svært dårlig*, men lå akkurat på grensen til *dårlig* tilstand. Det er kvalitetselementet planteplankton som likevel blir styrende for den økologiske tilstanden for 2020, som ble fastsatt til *moderat* (Tabell 5-4).

Tabell 5-4. Østensjøvann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,44
Totalfosfor (µg/l)	66	SD		0,20
Totalnitrogen (µg/l)	1685	D		0,28
Totalvurdering eutrofiering				0,44
Totalvurdering for vannforekomsten				0,44 (M)

5.1.3 Oppsummering

Resultatene for 2020 viste at tilstanden i Skuterudbekken var bedre enn i Skibekken. På bakgrunn av fosforinnhold, og ved bruk av klassegrensen for leirpåvirkede lokaliteter, ble denne fastsatt til *god* i Skuterudbekken og *moderat* i Skibekken. På grunn av at nedbørfeltet til Skuterudbekken er omtrent dobbelt så stort som det til Skibekken, mens fosforkonsentrasjonen i Skibekken var omtrent det dobbelte av den i Skuterudbekken, antar vi at det relative bidraget av fosfor fra hver av bekkene til Østensjøvann er omtrent like stort.

Fosforinnholdet i Østensjøvann tilsa i 2020 *svært dårlig* tilstand, men på grensen til *dårlig*. Vurdert ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton, ble imidlertid den økologiske tilstanden i Østensjøvann i 2020 fastsatt til *moderat* (Figur 5-5). Tilstandsvurderingen i 2020, vurdert ut fra nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton, ligger innenfor det typiske området for perioden 2012 – 2019 (Tabell 5-5).



Figur 5-5. Økologisk tilstand i Østensjøvann (ØSTE) og undersøkte tilløpsbekker i 2020. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i tilløpsbekkene i 2020.

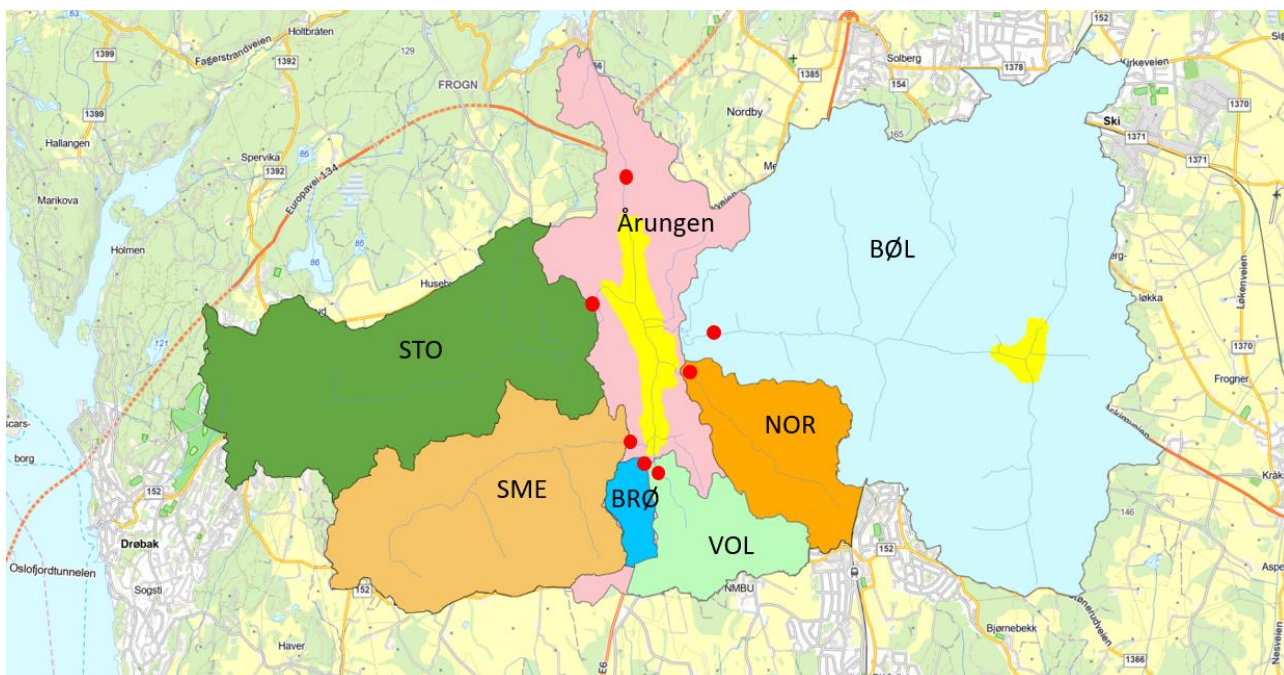
Tabell 5-5. Østensjøvann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2020.

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

5.2 Årungen med tilførselsbekker

5.2.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

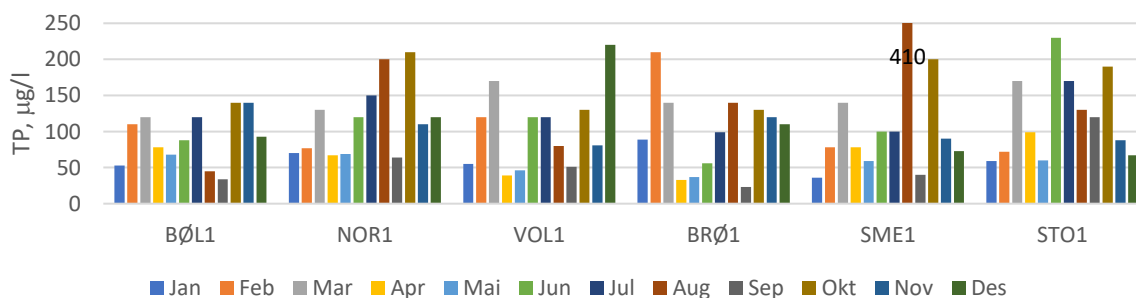
Årungen har et nedbørfelt på 50 km², hvor dyrket mark utgjør 48%, skog 15% og urbane områder 5% (Figur 5-6). Leirdekningsgraden for hele nedbørfeltet samlet er på 66% (Nevina, NVE). I dette nedbørfeltet overvåker PURA tilstanden i tilløpsbekkene Bølstadbekken (BØL) og Norderåsbecken (NOR) i øst, Vollebekken (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.



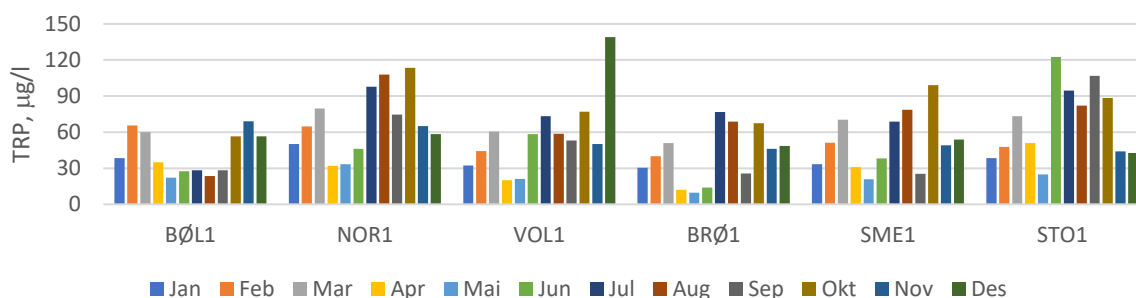
Figur 5-6. Nedbørfeltet til Årungen og dens tilløpsbekker.

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.

Bølstadbekken har et nedbørfelt som er like stort som de til de øvrige fem tilløpsbekkene til sammen. Samtidig var det bare denne bekken og Brønnerudbekken som i gjennomsnitt for året hadde en lavere konsentrasjon av total fosfor på under 100 µg/l (Figur 5-7), og totalt reaktivt fosfor på under 50 µg/l (Figur 5-8). Fosforinnholdet i alle tilførselsbekkene til Årungen må imidlertid betraktes som meget høyt.



Figur 5-7. Total fosfor (TP) i tilløpselver til Årungen. Månedlige målinger i 2020.



Figur 5-8. Total reaktivt fosfor (TRP) i tilløpselver til Årungen. Månedlige målinger i 2020.

Størrelsen på nedbørfeltet til Bølstadbekken gjør at den største fosfortilførselen til Årungen kommer herfra. Vi ser imidlertid at bekken har en 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 40% for TP, og bare noe over 30% 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)

Tabell 5-6. Tilførselsbekker til Årungen, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2020. 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	43,6	38,5	41,1	32,8
Norderåsbekken	3,2	51	44	15,7	7,1	7,6	8,5	9,6
Vollebekken	2,1	50	40	15,9	4,2	3,4	4,7	4,6
Brønnerudbekken	0,6	82	38	14,7	1,1	0,8	0,9	0,9
Smebølbekken	7,1	74	56	15,1	15,4	18,1	13,6	14,7
Storgrava	8,5	64	64	15,4	19,5	22,4	21,9	28,3
Øvrige tilførsler	4,6				9,2	9,2	9,2	9,2

Alle de undersøkte bekkene har blitt kategorisert som leirpåvirket, og alle har en leirdekningsgrad på over 50%. 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.

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 varierer ut fra leirdekningsgraden, og er satt til 80 µg/l når denne er over 50%. I bekker vil trolig TRP gi et bedre mål på biotilgjengelig fosfor enn TP, og her er grenseverdien mellom *god* og *moderat tilstand* satt til 10 µg/l. Denne gjelder uavhengig av leirdekningsgrad.

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 også her for å

fastsette økologisk tilstand. I 2020 havnet alle tilførselsbekkene til Årungen etter denne inndelingen i klassen moderat (Tabell 5-7).

Tabell 5-7. Tilførselsbekker til Årungen. Vurdering av økologisk tilstand for 2020. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet. Biologiske kvalitetselementer ble ikke undersøkt i 2020.

Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer				Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP (µg/l)	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	
Bølstadbekken	R111	43	<0,60	91	<0,60					Moderat
Norderåsbekken	R111	69	<0,60	116	<0,60					Moderat
Vollebekken	R111	57	<0,60	103	<0,60					Moderat
Brønnerudbekken	R111	41	<0,60	99	<0,60					Moderat
Smebølbekken	R111	52	<0,60	117	<0,60					Moderat
Storgrava	R111	68	<0,60	121	<0,60					Moderat

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. De høye fosforkonsentrasjonene som ble funnet i 2020 gjør at Bølstadbekken havner i klasse *dårlig*, mens alle de øvrige bekkene havner i tilstandsklassen *svært dårlig* (Tabell 5-8).

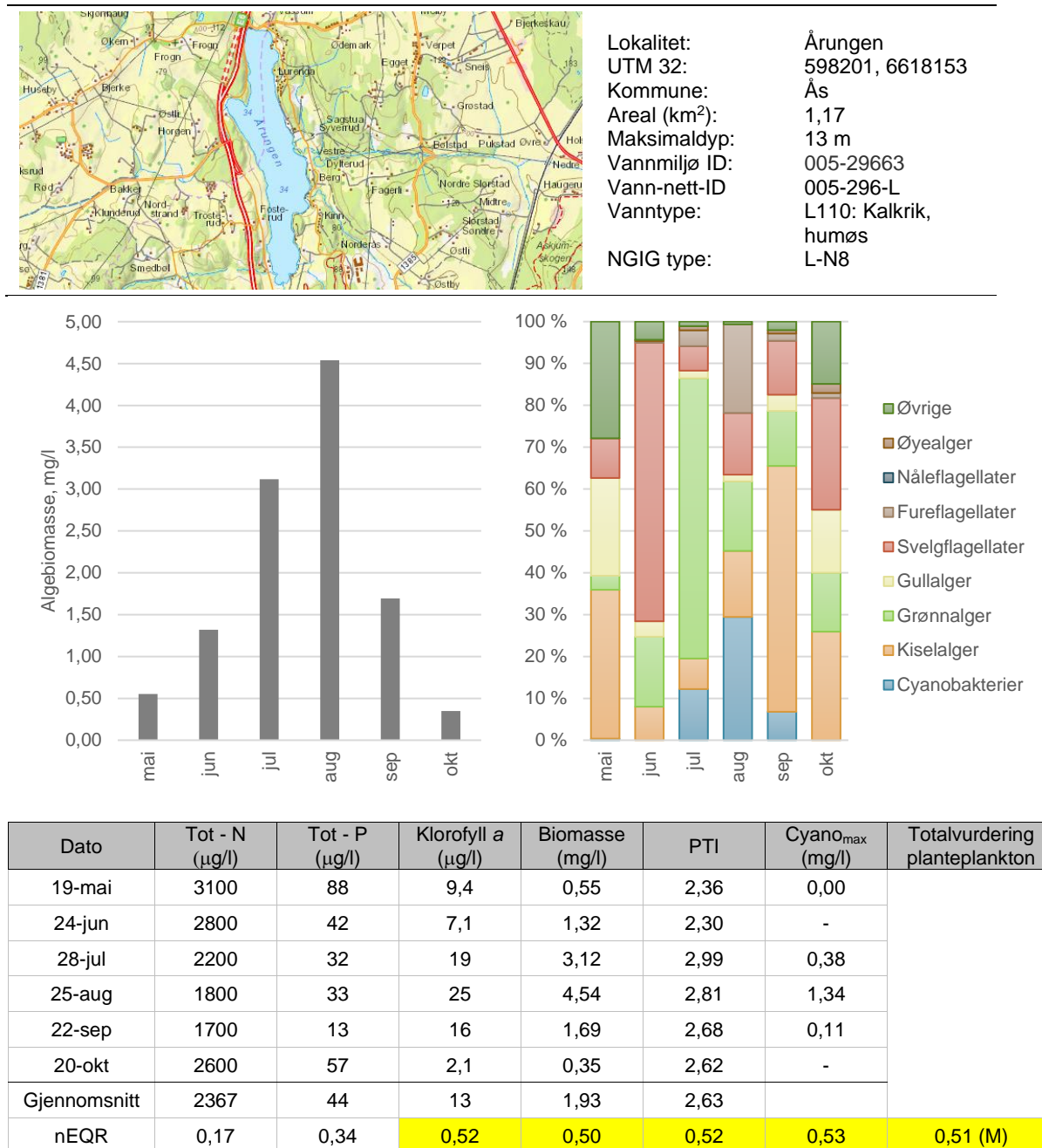
Innholdet av nitrogen begrenser vanligvis ikke veksten til planteplankton, og blir derfor som regel heller ikke inkludert i vurderingen av påvirkningen eutrofiering. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen gjennom året lå i området 2,0 – 2,5 mg/l for alle bekkene unntatt for Storgrava der den var på hele 3,4 mg/l. Dette er høye verdier som indikerer tilstandsklasse *dårlig* eller *svært dårlig* (Tabell 5-8).

Tabell 5-8. Tilførselsbekker 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	2580	0,16	91	0,22
Norderåsbekken	R110	2460	0,16	116	0,17
Vollebekken	R110	2230	0,18	103	0,19
Brønnerudbekken	R110	1980	0,21	99	0,20
Smebølbekken	R110	2110	0,19	117	0,17
Storgrava	R110	3400	0,11	121	0,16

5.2.2 Årungen

Resultater fra 2020 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



Figur 5-9. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Årungen i 2020, 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.

Som beskrevet i avsnitt 3.3 er det i næringsrike innsjøer svært vanlig med dominans av grønnalger tidlig på sommeren. Dette skjedde også i Årungen i 2020, hvor vi i juli-prøven observerte en markant oppblomstring av grønnalgen *Scenedesmus*. Vi så også antydning til en oppbygging av cyanobakterien *Dolichospermum* i juli og august, men denne kulminerte før den nådde et nivå som vi vil betrakte som en oppblomstring. I høstprøvene fikk vi et større innslag av kiselalger, som også er et typisk trekk i sesongsuksessjonen av planteplankton.

Generelt holdt totalbiomassen av planteplankton i Årungen seg på et nokså høyt nivå, men uten noen større oppblomstringer. Artssammensetningen var variert, men med et stort innslag av arter som er typisk for næringsrike innsjøer. Disse resultatene reflekteres i at alle delindeksene i kvalitetselementet planteplankton ga tilstandsklasse *moderat*, og samlet havnet innsjøen i 2020 midt i denne klassen.

Planteplanktonet ga et bedre resultat enn innholdet av næringsstoffer skulle tilsi. Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon indikerte *dårlig* tilstand, mens høye nitrogenverdier ga *svært dårlig* tilstand. Dette forteller at det høyst sannsynlig er fosfor som i mesteparten av sesongen er begrensende faktor for veksten til planteplanktonet, og at en betydelig andel av dette fosforet har lav biotilgjengelighet.

De biologiske parametere signaliserte en tilstand som var dårligere enn *god*, og da blir ikke tilstanden i innsjøen nedgradert av de vannkjemiske støtteparameterne. Den økologiske tilstanden i Årungen ble for 2020 dermed fastsatt til *moderat* (Tabell 5-9).

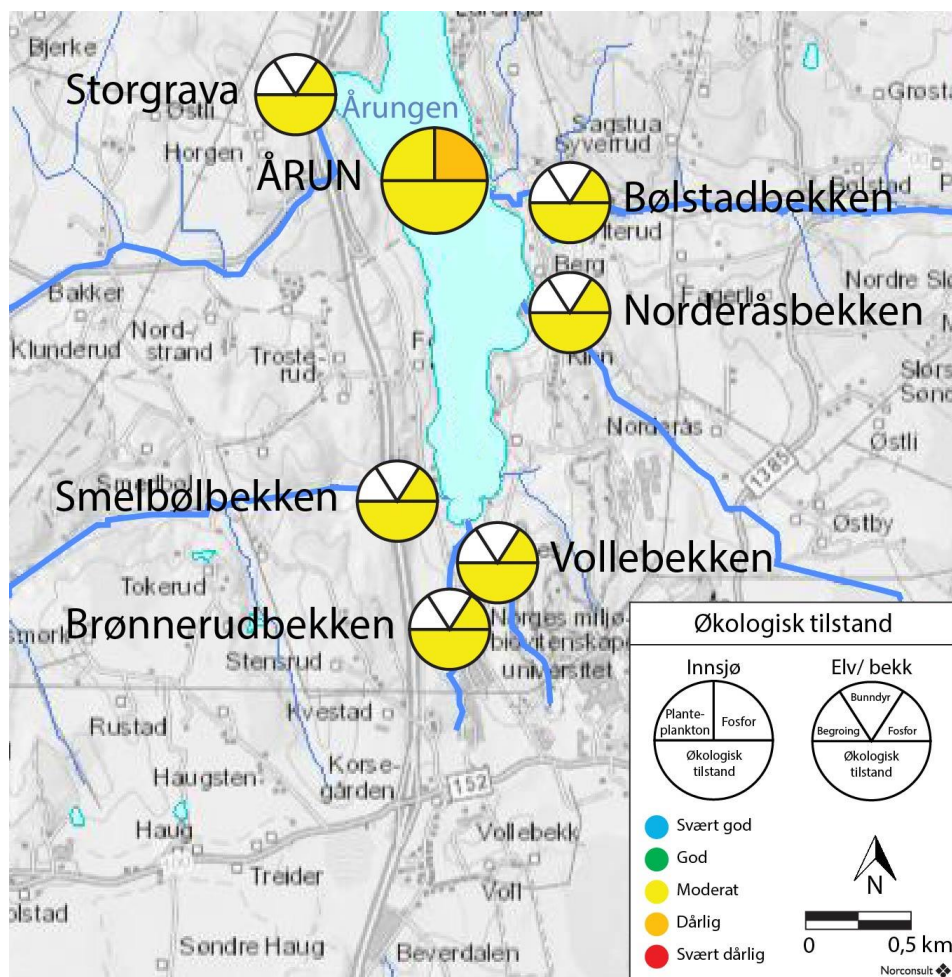
Tabell 5-9. Årungen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,51
Totalfosfor (µg/l)	44	D	0,16	0,34
Totalnitrogen (µg/l)	2367	SD	0,14	0,17
Totalvurdering eutrofiering				0,51
Totalvurdering for vannforekomsten				0,51 (M)

5.2.3 Oppsummering

Alle de undersøkte tilførselsbekkene hadde i 2020 i gjennomsnitt et innhold av total fosfor (TP) i nærheten av 100 µg/l, noe som er meget høyt. Totalt reaktivt fosfor (TRP) utgjorde omtrent halvparten av TP, og lå noe lavere i Bølstadbekken og Brønnerudbekken enn i de øvrige bekkene. Klassegrensen mellom god og moderat tilstand for bekker med leirdekningsgrad på over 50% ligger på henholdsvis 80 µg/l for TP og 10 µg/l for TRP. Alle de fem undersøkte bekkene lå over disse grensene. Innholdet av nitrogen var også høyt i alle bekkene, som forsterker inntrykket av at det er betydelig tilførsel av næringsstoffer til bekkene rundt Årungen.

Tilførslene av fosfor til Årungen var størst fra Bølstadbekken og Storgrava. Samlet utgjorde disse to bekkene ca. 60% av tilført fosfor til innsjøen.

Forekomsten av planteplankton i Årungen var i 2020 høy, men det ble ikke registrert noen ekstremverdier. Det var et moderat innslag av cyanobakterier i august, men generelt var artssammensetningen relativt god. Grønnalger dominerte stort i juli, men i resten av vekstsesongen var det god balanse mellom de ulike gruppene av planteplankton. Trolig har en betydelig andel av det tilførte fosforet lav biotilgjengelighet, for til tross for høye fosforkonsentrasjoner i tilløpsbekkene viste de biologiske parameterne ganske entydig at den økologiske tilstanden i Årungen i 2020 var *moderat* (Figur 5-10).



Figur 5-10. Økologisk tilstand i Årungen (ÅRUN) og undersøkte tilløpsbækker i 2020. Tilførselsbekkene er leirpåvirket og moderat tilstand bør tolkes som moderat eller dårligere. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i tilløpsbekkene i 2020.

For perioden 2012 – 2019 var gjennomsnittlig nEQR – verdi for kvalitetselementet planteplankton på 0,55. Resultatet for 2020 lå nær denne verdien, men det er verdt å merke seg at de tre siste årene alle har hatt nEQR-verdier lavere enn dette gjennomsnittet (Tabell 5-10). Dette er ikke tilstrekkelig til å hevde at innsjøen er inne i en negativ utvikling, men det tilsier i det minste at utviklingen ikke er positiv.

Tabell 5-10. Årungen. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2020.

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

6 Gjersjøvassdraget

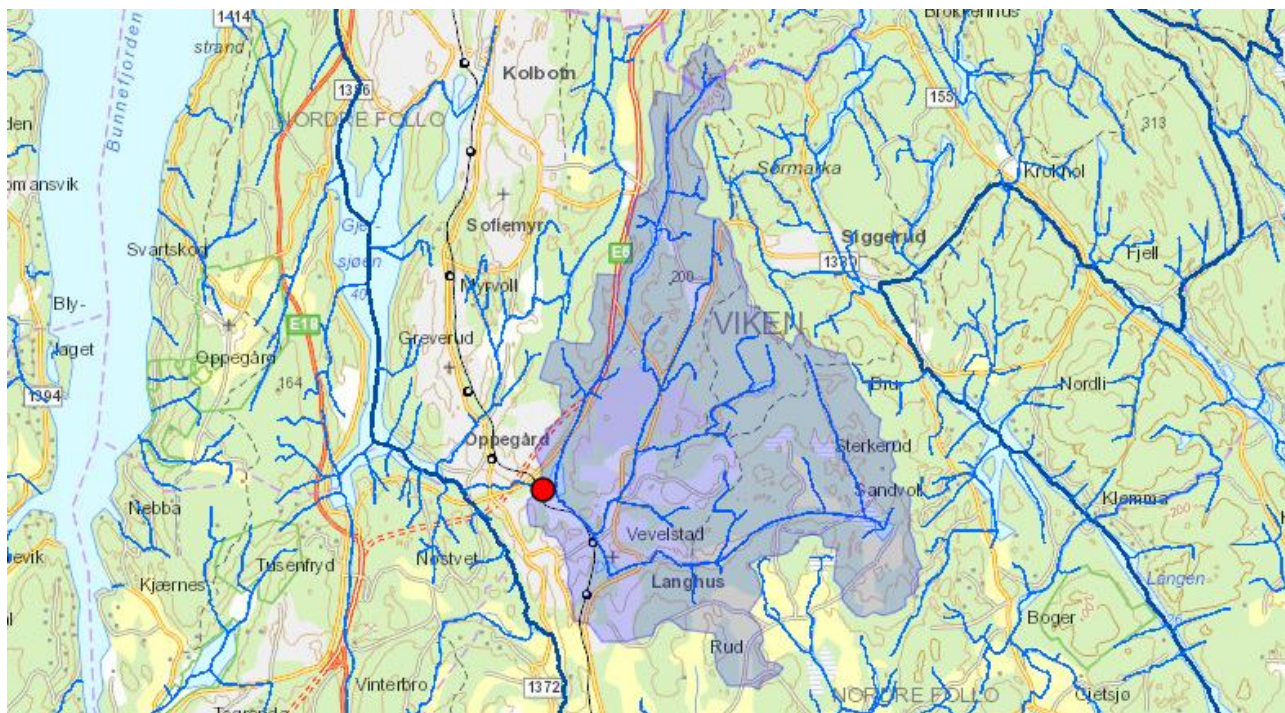
6.1 Tussetjern

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.

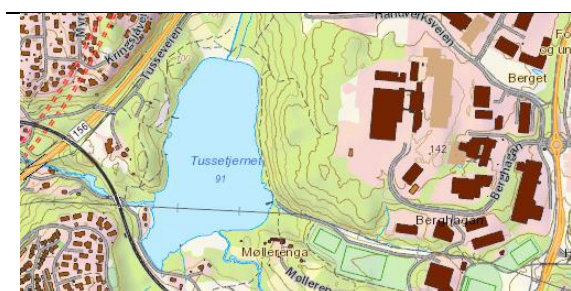
Innsjøen er meget dyp i forhold til overflatearealet, med et maksimaldyp på ca. 18 meter. Den ligger i tillegg godt beskyttet, og dette er faktorer som kan gjøre fullsirkulasjon vanskelig. Det er mulig at Tussetjern er på grensen til å bli en meromiktisk innsjø, dvs. at dypvannet ikke blir med i sirkulasjonsperiodene 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.

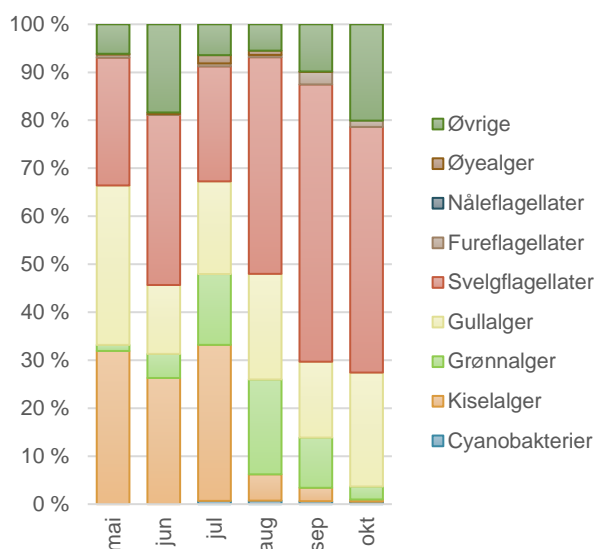
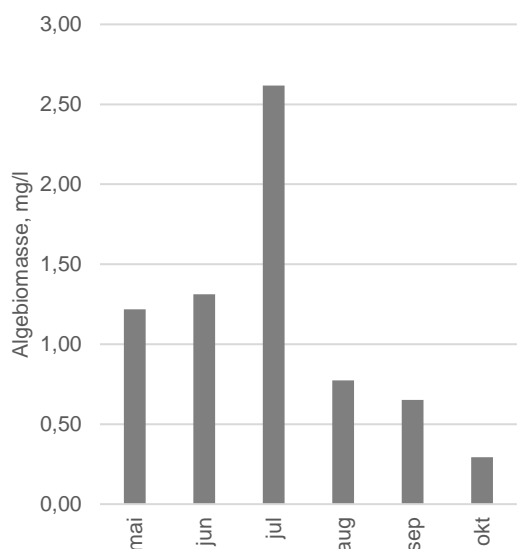


Figur 6-1. Nedbørfeltet til Tussetjern.

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
18-mai	960	23	12	1,22	2,27	-	
23-jun	1100	38	13	1,31	2,12	-	
27-jul	890	20	19	2,62	2,33	0,02	
24-aug	1000	12	5,9	0,77	2,31	0,01	
21-sep	1100	13	4,4	0,65	2,17	0,00	
19-okt	1300	25	2,1	0,29	2,18	0,00	
Gjennomsnitt	1058	22	9,4	1,14	2,23		
nEQR	0,47	0,57	0,65	0,64	0,99	0,98	0,82

Figur 6-2. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Tussetjern i 2020, samt en oversikt over alle delindeksene som inngår i kvalitetselementet planteplankton.

Tussetjernet er en humøs innsjø hvor vannfargen tidvis kan være meget høy. I portalen Vannmiljø er det registrert verdier for vannfarge 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 Tussetjernet, og dette har trolig vært en viktig årsak til de store svingningene i parametere som vanligvis holder seg relativt stabile.

Det har i enkelte av de siste årene blitt observert oppblomstringer av planteplankton i Tussetjern, bl.a. av grønnalgen *Tetraedron minimum*, men i 2020 var samfunnet av planteplankton godt sammensatt uten stor dominans av noen arter eller grupper. Biomassen økte til et maksimum på 2,6 mg/l i juli, som er relativt høyt, men det skjedde uten noen forskyvninger i artssammensetningen av betydning. På høsten utgjorde sveltflagellater en stor andel av planktonsamfunnet, men da var totalbiomassen til gjengjeld lav.

Forekomsten av cyanobakterier var svært lav i Tussetjernet, og indeksen for artssammensetning kom ut med *svært god* tilstand. Biomassen av planteplankton indikerte *god* tilstand, men totalt endte kvalitetselementet planteplankton så vidt innenfor grensene til *svært god* tilstand.

Fosforkonsentrasjonen i Tussetjern var imidlertid høy, særlig i første halvdel av vekstsesongen. En gjennomsnittlig konsentrasjon for total fosfor på 22 µg/l tilsier *moderat* tilstand. Fosfor, som er en støtteparameter i vurdering av eutrofiering som påvirkning, trakk dermed den endelige økologiske tilstanden i Tussetjern ned til moderat *tilstand*. Innholdet av nitrogen i innsjøen tilsa samme klasse (Tabell 6-1).

Tabell 6-1. Tussetjern. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,82
Totalfosfor (µg/l)	21,8	M	0,32	0,57
Totalnitrogen (µg/l)	1058	M	0,31	0,47
Totalvurdering eutrofiering				0,57
Totalvurdering for vannforekomsten				0,57 (M)

I 2020 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 – 2019 var nEQR-verdien for kvalitetselementet planteplankton i gjennomsnitt på 0,80, altså omtrent det samme som den vi fant for 2020 (Tabell 6-2). Vurdert ut fra biomasse og sammensetning av planteplankton kan vi ikke se at det har vært noen åpenbare endringer i perioden 2012 – 2020.

Tabell 6-2. Tussetjern. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2020.

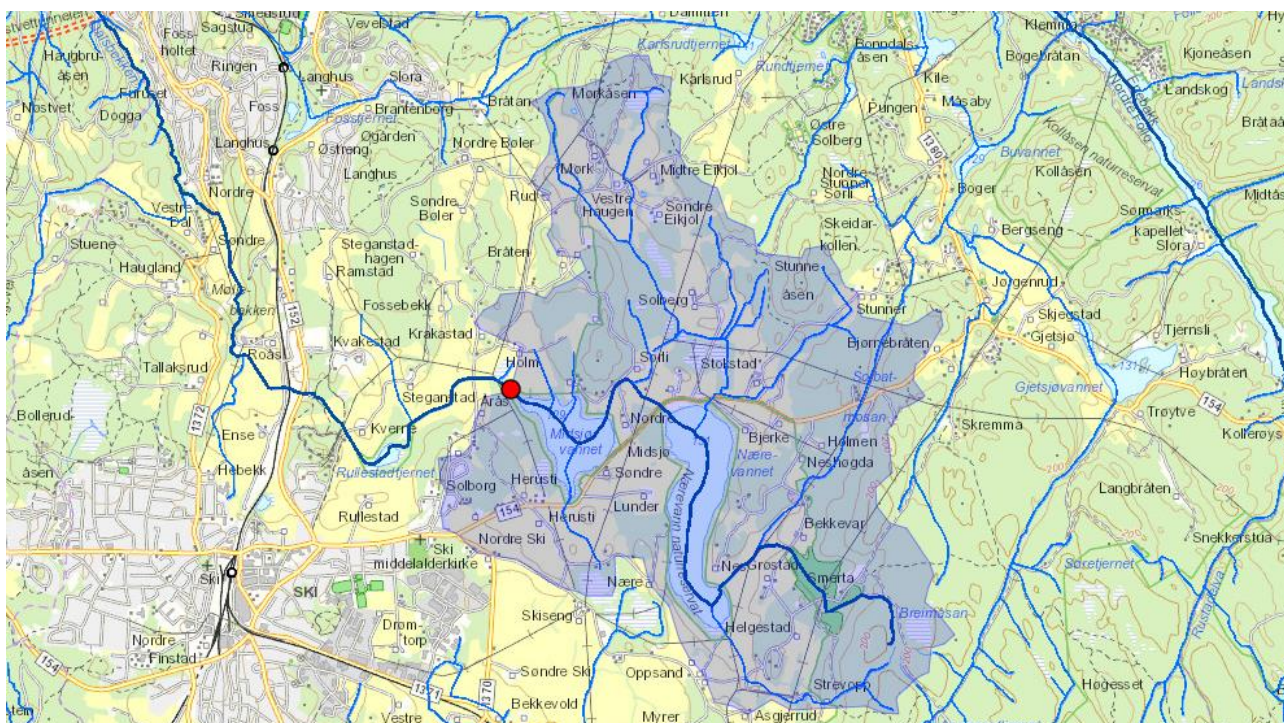
Tussetjern	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Planteplankton, nEQR	0,66	0,72	0,91	0,83	0,87	0,82	0,76	0,79	0,82

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.

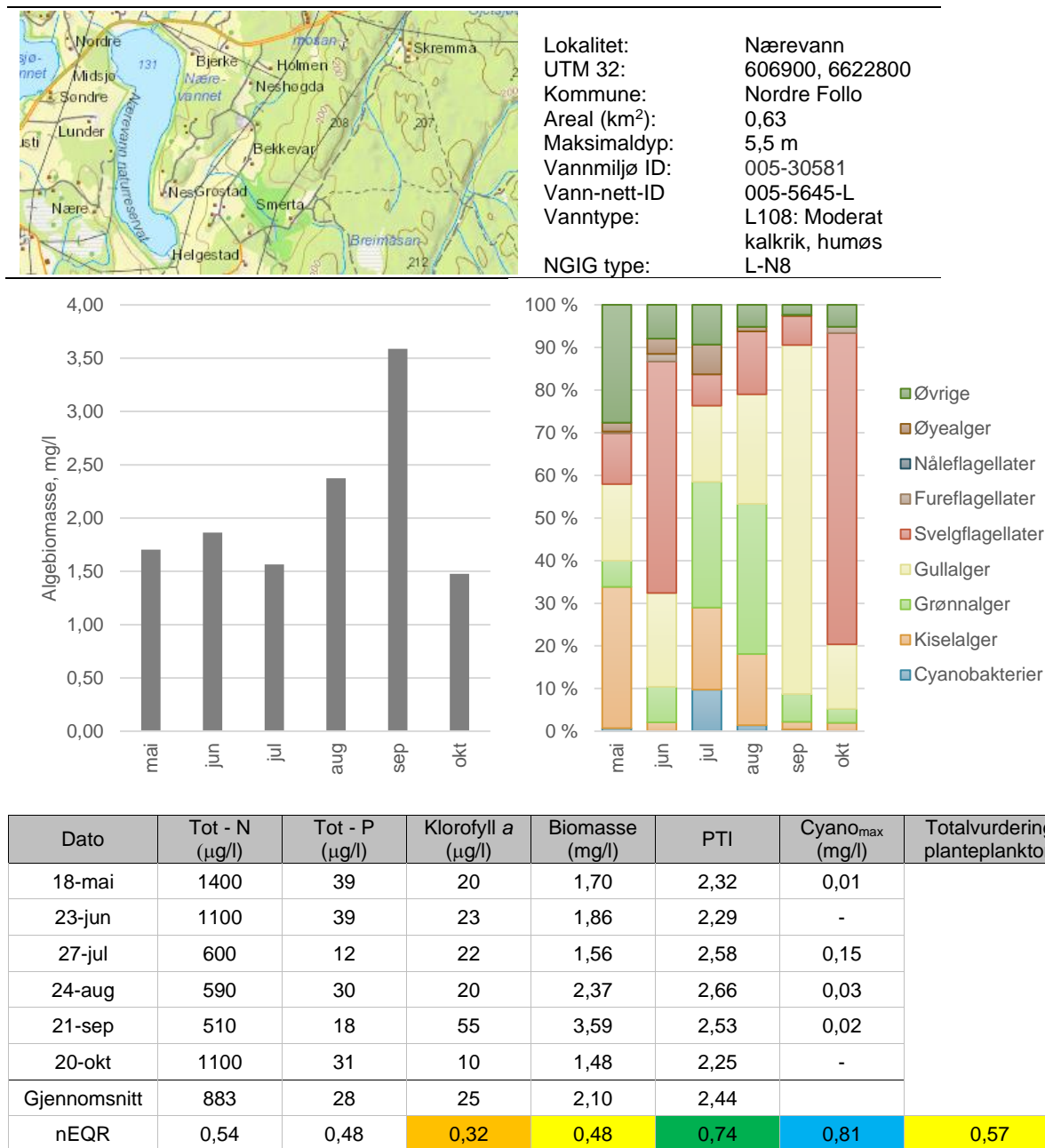
Utløpselva fra Midtsjøvann passerer Rullestadtjernet og fortsetter som Dalsbekken videre til Gjersjøen. Dette er en av de største tilførselsbekkene til Gjersjøen, som er en drikkevannskilde. I tillegg til at en god vannkvalitet er av stor betydning både for biologisk mangfold og bruks- og rekreasjonsverdi 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 2020 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 2020, 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.

Artsdiversiteten av planteplankton i innsjøen var høy, og det var i store deler av vekstsesongen en god fordeling mellom ulike klasser av planteplankton. I september registrert vi en betydelig oppblomstring av gullalgen *Synura*, men denne karakteriseres ikke som en «problemart», slik mange cyanobakterier gjør. I oktober dominerte svelgflagellater stort. Disse er lett beitebare for dyreplankton og er heller ikke en gruppe av alger som skaper bekymring. Indeksen for artssammensetning (PTI) viste dermed *god* tilstand. Totalbiomassen av planteplankton var imidlertid temmelig høy gjennom hele sesongen, noe som dro den endelige vurderingen av økologisk tilstand for 2020 ut fra kvalitetselementet *planteplankton* ned til *moderat*.

De vannkjemiske støtteparameterne var i overensstemmelse med biologien, og signaliserte også *moderat* tilstand (Tabell 6-3).

Tabell 6-3. Nærevann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,57
Totalfosfor (µg/l)	28,2	M	0,25	0,48
Totalnitrogen (µg/l)	883	M	0,37	0,54
Totalvurdering eutrofiering				0,57
Totalvurdering for vannforekomsten				0,57 (M)

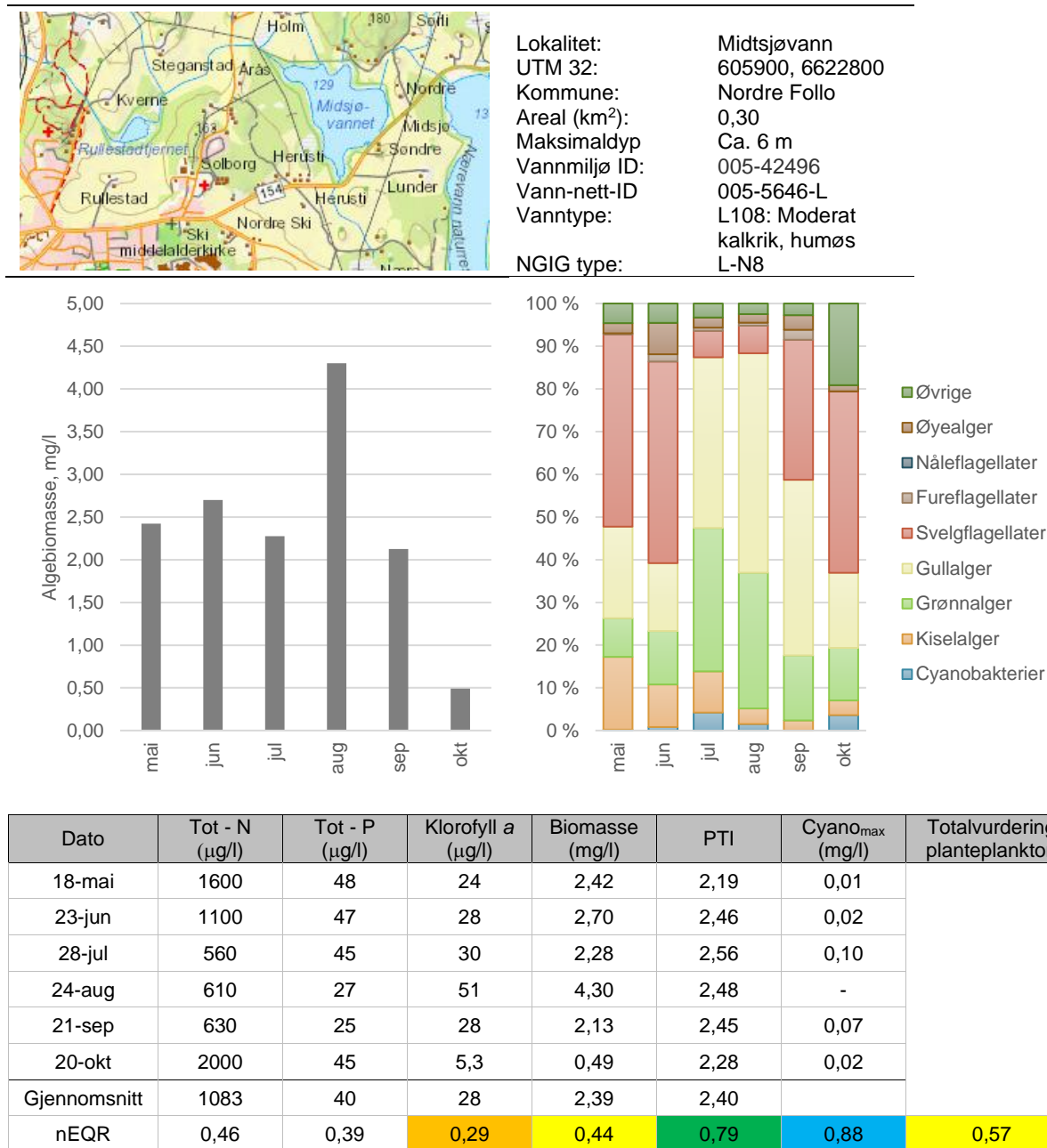
I perioden 2012 – 2019 lå gjennomsnittlig nEQR-verdi for kvalitetselementet planteplankton i Nærevann på 0,54, mens det i 2020 altså var noe høyere med 0,57. Utviklingen siden 2012 ser ut til å ha gått i retning av stadig høyere nEQR-verdier og dermed bedret økologisk tilstand (Tabell 6-4). De tre siste årene har innsjøen ligget i grenseområdet mellom *moderat* og *god* tilstand, mens den i begynnelsen av denne tidsperioden lå midt i tilstandsklasse *moderat*.

Tabell 6-4. Nærevann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2020.

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

6.2.2 Midtsjøvann

Resultater fra 2020 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Midtsjøvann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i Figur 6-5. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-5. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Midtsjøvann i 2020, 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*.

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.

Artsdiversiteten av planteplankton i innsjøen var høy også i Midtsjøvann, og den var generelt meget lik det vi fant i Nærevann. Også i Midtsjøvann var det betydelig forekomst av gullalgen *Synura* i august og september, men i august var det her likevel *Mallomonas caudata* som dominerte blant gullalgene. Samtidig var det en nokså stor forekomst av grønnalgen *Tetraëdron minimum*. På våren og på høsten var det de lett beitebare svelgflagellatene som dominerte.

Totalbiomassen av planteplankton var imidlertid temmelig høy gjennom hele sesongen, bortsett fra i oktober. Den endelige vurderingen av økologisk tilstand for 2020 ut fra kvalitetselementet *planteplankton* endte som i Nærevann på *moderat* (Tabell 6-5).

Den kanskje største forskjellen mellom Nærevann og Midtsjøvann, var at konsentrasjonen av total fosfor var klart høyere i den siste. Siden dette ikke ga utslag i høyere forekomst av planteplankton, er det grunn til å tro at en noe mindre andel av dette fosforet var tilgjengelig for algevekst i Midtsjøvann. Imidlertid var også nitrogenkonsentrasjonen noe høyere, noe som indikerer at tilførselen av næringsstoffer til Midtsjøvann er noe høyere enn i Nærevann.

Tabell 6-5. Midtsjøvann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		M		0,57
Totalfosfor (µg/l)	39,5	D	0,18	0,39
Totalnitrogen (µg/l)	1083	M	0,30	0,46
Totalvurdering eutrofiering				0,57
Totalvurdering for vannforekomsten				0,57 (M)

Den økologiske tilstanden ser generelt ut til å være svært lik i Midtsjøvann som i Nærevann, og i 2020 var nEQR-verdi den samme i begge innsjøene. Gjennomsnittlig nEQR-verdi for 2012 – 2019 var i Midtsjøvann på 0,52. I 2020 lå denne noe høyere, men innsjøen har i hele perioden 2012 – 2020 vist *moderat* økologisk tilstand. De siste årene har nEQR-verdiene imidlertid beveget seg noe nærmere grenseverdien (0,60) for *god* tilstand (Tabell 6-6).

Tabell 6-6. Midtsjøvann. nEQR-verdier for kvalitetselementet *planteplankton* i perioden 2012 – 2020.

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

6.3 Kolbotnvann med tilløpsbekker

6.3.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

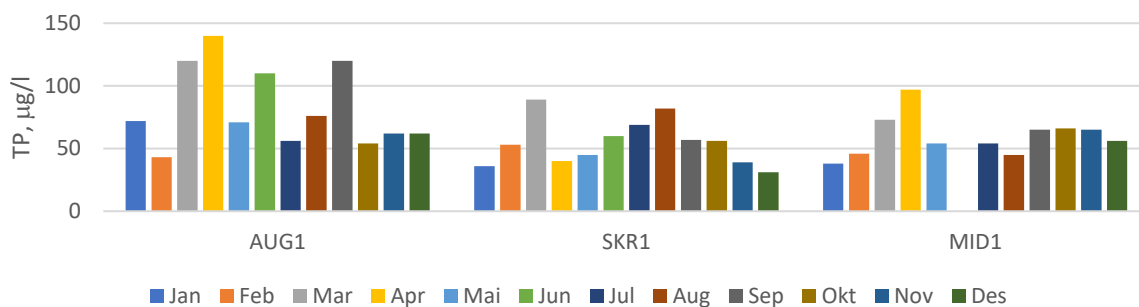
Nedbørfeltet til Kolbotnvann er lite. Dette lar seg ikke beregne ved bruk av NEVINA, som er et verktøy fra NVE for å generere nedbørfelt. Årsaken til dette er trolig at Augestadbekken, Skredderstubekken og Midtoddveibekken bare går åpent på korte strekninger. Dermed kan vi heller fastslå andelen av ulike landskapsformer 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 6-6). 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.



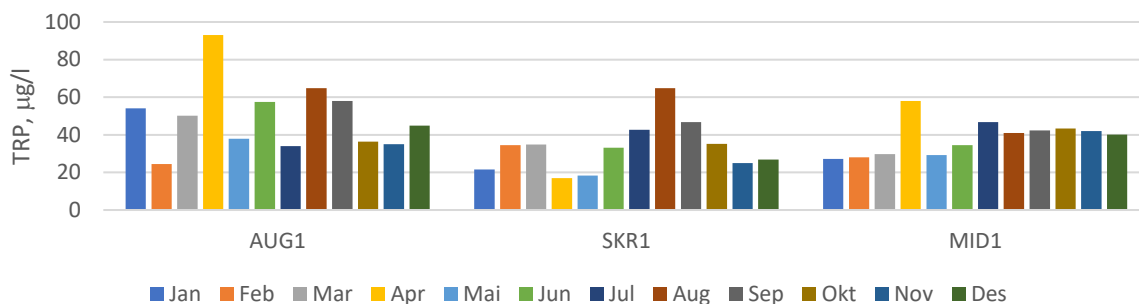
Figur 6-6. Nedbørfeltet til Kolbotnvann og dens tilløpsbekker. (Faafeng, B. m.fl., 1990) Kolbotnvannet med tilløp 1990. NIVA Rapport 2604: 42s.

Kolbotnvannet 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 forekommer.

Av de undersøkte bekkene var konsentrasjonen av total fosfor (TP) omtrent lik i Skredderstubekken og Midtoddveibekken på noe over 50 µg/l, mens denne som gjennomsnitt gjennom året lå på ca. 80 µg/l i Augestadbekken (Figur 6-7). Vi så akkurat det samme for totalt reaktivt fosfor (TRP). Der lå konsentrasjon i gjennomsnitt på ca. 50 µg/l i Augestadbekken, mens den lå på 30 – 40 µg/l i de to andre (Figur 6-8).



Figur 6-7. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i tilløpselver til Kolbotnvann. Månedlige målinger i 2020.



Figur 6-8. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i tilløpselver til Kolbotnvann. Månedlige målinger i 2020.

Dersom vi antar at forholdet i vanntilførsel fra de tre bekkene er det samme som forholdet mellom størrelsen på de respektive nedbørfeltene, var tilførselen fra Skredderstubekken i 2020 nesten dobbelt så stor som den fra Augestadbekken. Dette til tross for at konsentrasjonen av fosfor var noe lavere. Midtoddveibekken har et nedbørfelt på under en halv kvadratkilometer, og tilførselen av fosfor herfra var bare ca. 15% av den som kom fra Skredderstubekken.

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 2020. 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	18,7	19,0	18,4	18,5
Skredderstubekken	1,08			15,8	32,1	31,9	32,2	32,1
Midtoddveibekken	0,14			15,8	4,6	4,5	4,8	4,8
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.

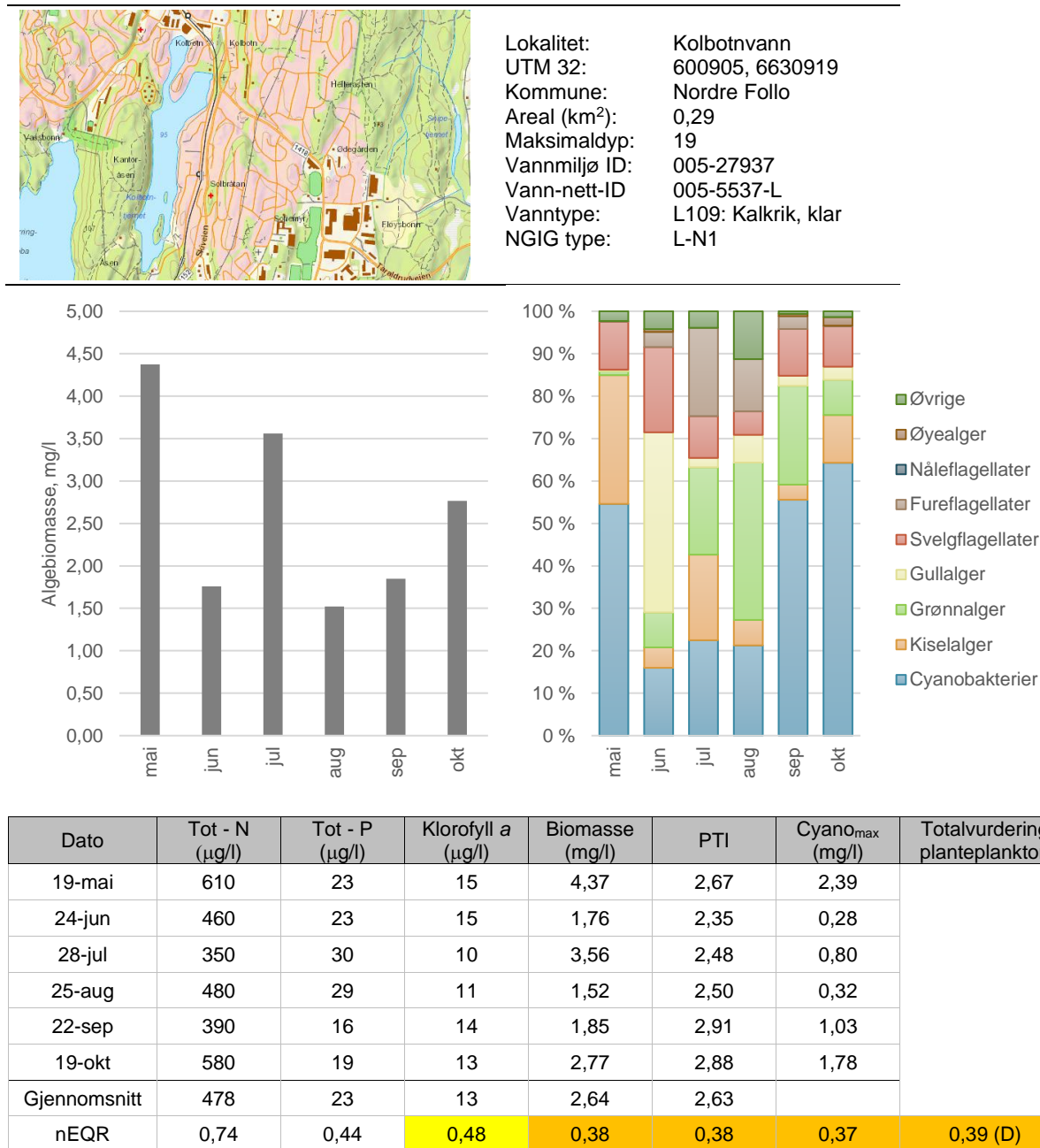
For total fosfor tilsvarer den registrerte gjennomsnittskonsentrasjonen i Skredderstubekken og Midtoddveibekken en nEQR – verdi i nedre område av tilstandsklasse *dårlig*, mens Augestadbekken havner i klassen *svært dårlig* (Tabell 6-8). Nitrogen er vanligvis ikke begrensende faktor for algevekst i ferskvann, men et nivå på 1,5 – 2,0 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 2020.

Vannforekomst	Vanntype	Vannkjemiske parametere					
		TN (µg/l)	TN nEQR	TRP (µg/l)	TRP nEQR	TP (µg/l)	TP nEQR
Augestadbekken	R109	1960	0,15	49		82	0,16
Skredderstubekken	R109	1620	0,18	33		55	0,25
Midtoddveibekken	R109	1550	0,18	39		60	0,22

6.3.2 Kolbotnvann

Resultater fra 2020 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Kolbotnvann etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i Figur 6-9. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-9. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Kolbotnvann i 2020, 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 er vanlig i Kolbotnvann, vanligst fra slektene *Planktothrix*, *Dolichospermum* og *Aphanizomenon*. *Planktotrix* har vanligvis størst forekomst på våren og høsten, og dette så vi også i 2020. Biomassen var høyest i mai, og cyanobakterier utgjorde da omtrent halvparten av totalbiomassen. Under store oppblomstringer er dominansen av cyanobakteriene imidlertid gjerne over 90%, og forekomsten av *Planktothrix* i 2020 kan derfor ikke sies å ha vært særskilt høy.

Utover sommeren er det relativt vanlig at det i Kolbotnvann bygger seg opp en høy biomasse av *Dolichospermum* eller *Aphanizomenon*, eller av begge disse cyanobakteriene. Noe slikt skjedde ikke i 2020. Årsaken til det kan være knyttet til værforholdene dette året. Juli var kald og nedbørrik, mens august var svært nedbørfattig. Disse cyanobakteriene vokser relativt langsomt, og lav tilførsel av næringsstoffer tidlig på sommeren og lave temperaturer i juli kan ha medført at veksten ikke kom skikkelig i gang. Dermed ga det mulighet for andre arter i systemet til å utnytte de næringsstoffene som var tilgjengelig. Slik kan 2020 ha vært et år hvor konkurransevilkårene aldri tippet i favør av disse cyanobakteriene. I stedet fikk vi relativt høy forekomst av gullalgen *Urogleopsis americana* i juni og av fureflagellaten *Ceratium hirundinella* i juli.

En annen mulig årsak til en manglende oppblomstring av cyanobakterier er at tilførselen av næringsstoffer til innsjøen var for lav gjennom hele sommeren. Konsentrasjonen av total fosfor lå på ca. 30 µg/l i juli og august, noe som normalt er tilstrekkelig til å understøtte en oppblomstring. Vi vet imidlertid ikke hvor høy biotilgjengeligheten av dette fosforet var. Særlig i juli kan nye nedbør ha ført til at en stor andel av fosforet var bundet til partikler og lite tilgjengelig for vekst av planteplankton. I samme periode var innholdet av total nitrogen lavt, og vi kan ikke utelukke at veksten til planteplankton i deler av sommeren kan ha vært begrenset av tilgangen på nitrogen.

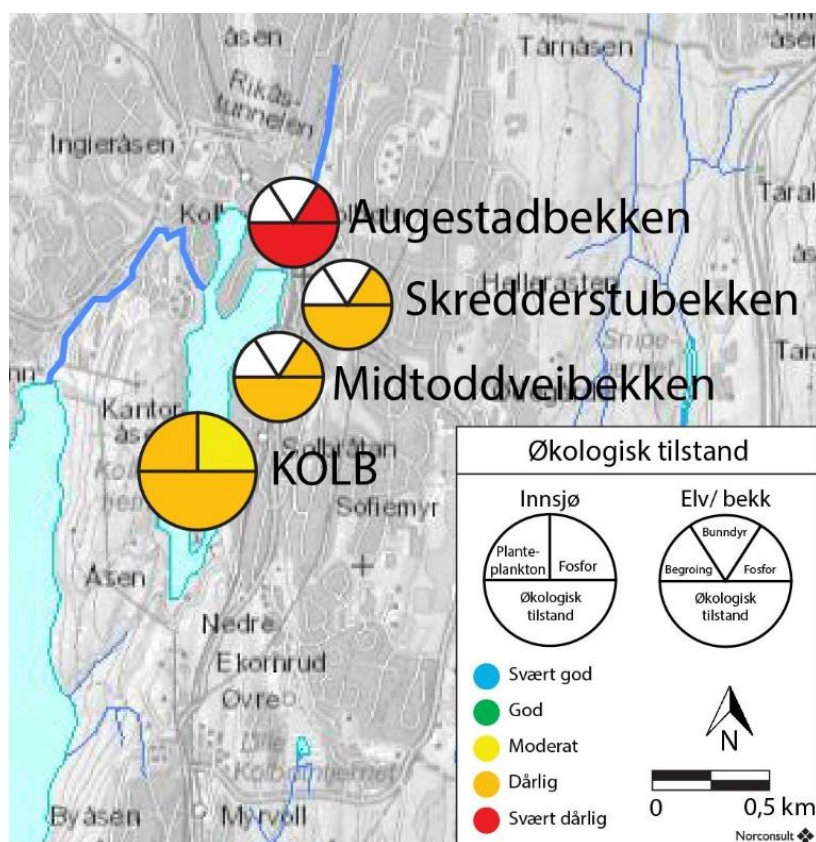
Innholdet av nitrogen i Kolbotnvann var i 2020 såpass lavt at denne parameteren kom ut i tilstandsklasse *god*. Fosforinnholdet indikerte *moderat* tilstand, mens kvalitetselementet planteplankton samlet ga *dårlig* tilstand. Det er likevel grunn til å merke seg at nEQR-verdien for økologisk tilstand i 2020 lå helt opp mot grensen til *moderat* tilstand (Tabell 6-9).

Tabell 6-9. Kolbotnvann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		D		0,39
Totalfosfor (µg/l)	23	M	0,26	0,44
Totalnitrogen (µg/l)	478	G	0,58	0,74
Totalvurdering eutrofiering				0,39
Totalvurdering for vannforekomsten				0,39 (D)

6.3.3 Oppsummering

Resultatene for 2020 viste at alle de tre undersøkte tilløpsbakkene til Kolbotnvannet hadde høyt innhold av fosfor. I Augestadbekken ga denne parameteren *svært dårlig* tilstand, mens den var *dårlig* i Skredderstubekken og Midtoddveibekken (Figur 6-10). Etter å ha tatt hensyn til størrelsen på nedbørfeltene er det estimert at fosfortilførselen fra Skredderstubekken var nesten dobbelt så stor som den fra Augestadbekken og ca. sju ganger større enn den fra Midtoddveibekken. Til sammen dekker disse bekkene ca. 55% av nedbørfeltet til Kolbotnvann, men deres samlede bidrag til den totale fosfortilførselen til Kolbotnvannet er høyere enn dette, trolig ca. 75%.

Kvalitetselementet planteplankton gir god informasjon om hvor sterk påvirkningen eutrofiering er. I 2020 ga dette *dårlig* tilstand i Kolbotnvann, men med en nEQR-verdi helt opp mot grensen til *moderat* tilstand.



Figur 6-10. Økologisk tilstand i Kolbotnvann (KOLB) og undersøkte tilløpsbakkene i 2020. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i tilløpsbakkene i 2020.

Sammenlikner vi nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i Kolbotnvann, ser vi at resultatet i 2020 ga høyere verdi enn i noen av årene 2012 – 2019. Et tilsvarende resultat så vi imidlertid også i 2015, men da ble dette etterfulgt av de to dårligste årene i denne tidsperioden (Tabell 6-10). Det er derfor behov for flere år med nEQR-verdier i nærheten av moderat tilstand før det er grunnlag til å hevde at forholdene i innsjøen har bedret seg.

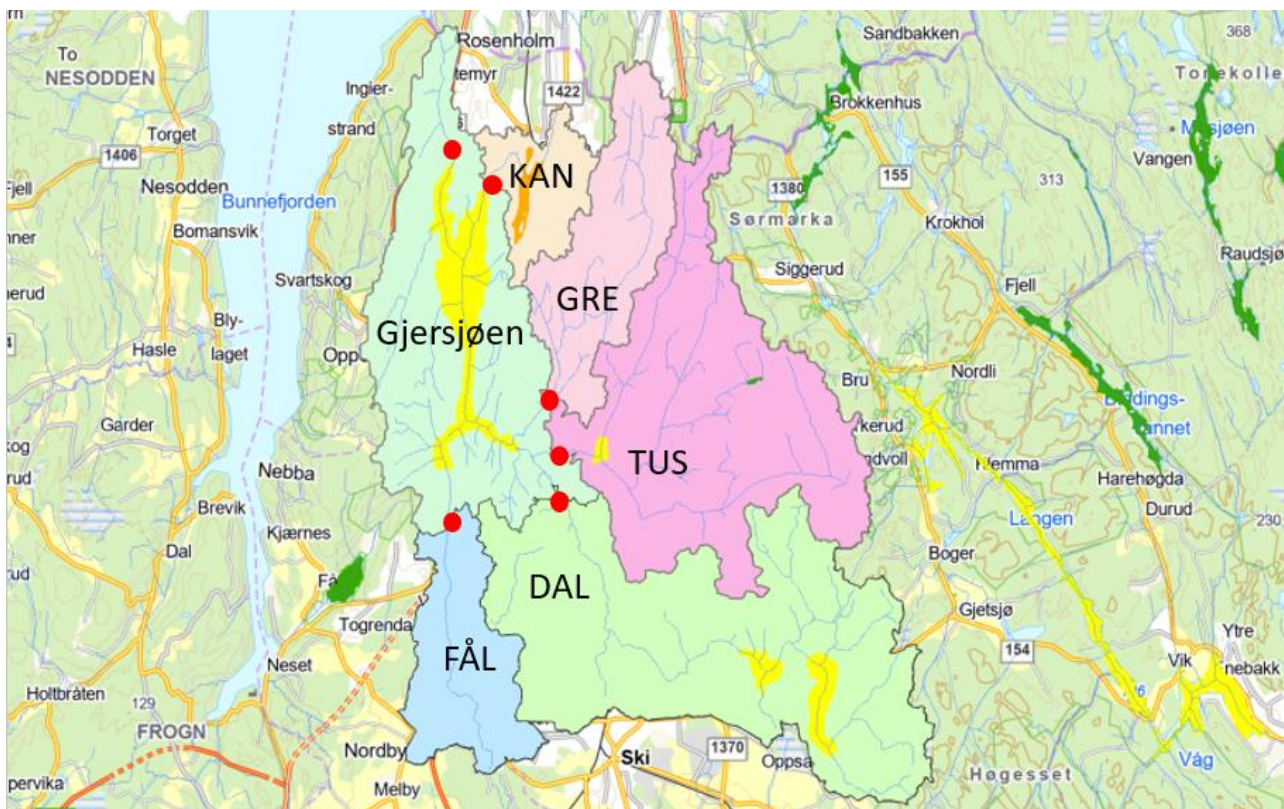
Tabell 6-10. Kolbotnvann. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2020.

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

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.

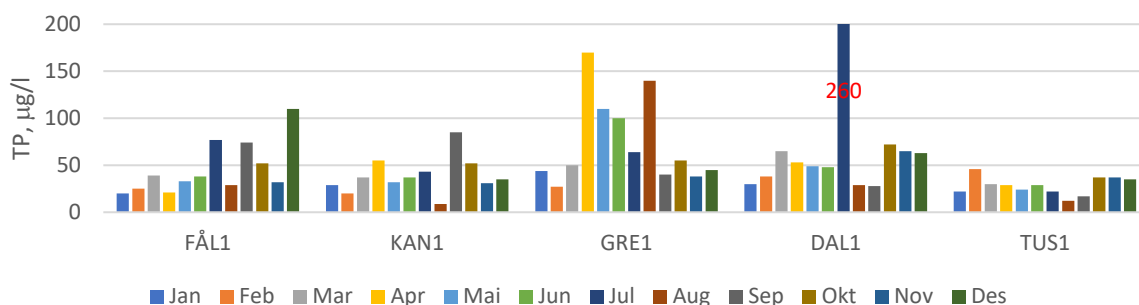


Figur 6-11. Nedbørfeltet til Gjersjøen og dens tilløpsbekker.

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, elimineres denne risikoen.

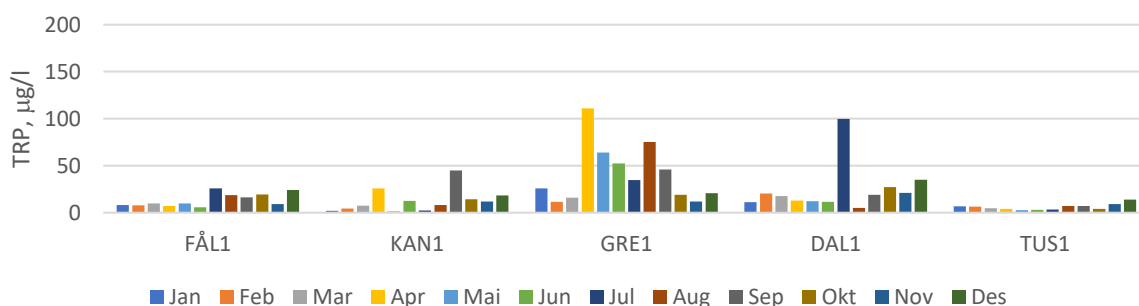
I 2020 var det kun vannkjemiske parametere som ble analysert.

Av de undersøkte bekkene var konsentrasjonen av total fosfor (TP) klart lavest i Tussebekken med et gjennomsnitt for året på 28 µg/l. Også i Fåleslora og Kantorbekken lå fosforinnholdet gjennomgående under 50 µg/l, mens vi så klart høyere verdier i Greverudbekken og Dalsbekken (Figur 6-12).



Figur 6-12. Total fosfor (TP) i tilførselver til Gjersjøen. Månedlige målinger i 2020.

Det samme bildet ble enda tydeligere for innholdet av total reaktivt fosfor (TRP) (Figur 6-13).



Figur 6-13. Total reaktiv fosfor (TRP) i tilførselver til Gjersjøen. Månedlige målinger i 2020.

Greverudbekken og Dalsbekken har i tillegg de klart største nedbørfeltene. De relative bidragene av fosfor til Gjersjøen fra de ulike tilførselsbekkene kan estimeres ved å ta i betraktning både fosforkonsentrasjon i bekkene og størrelse på deres nedbørfelt. Beregningene viste da at det relative fosforbidraget til innsjøen fra Dalsbekken var på ca. 40%, mens Greverudbekken bidro med i underkant av 20% av TP og ca. 25% av TRP (Tabell 6-11)

Tabell 6-11. Tilførselsbekker til Gjersjøen, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2020. 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	7,3	6,5	5,8	5,4
Kantorbekken	3,7	7,1	0,2	14,9	3,1	3,1	2,7	2,9
Greverudbekken	10,2	29	7,3	15,4	16,6	19,4	24,7	30,0
Dalsbekken	26,0	47	31	16,8	41,8	42,9	41,3	39,0
Tussebekken	20,5	23	6,4	16,3	13,6	10,4	7,9	5,1
Øvrige tilførsler	14,4				17,6	17,6	17,6	17,6

For vekst av planteplankton i Gjersjøen er trolig tilførslene i vekstsesongen (april – oktober) av større betydning enn fosfortilførslene resten av året. Det relative bidraget fra bekkene var i de fleste tilfeller omtrent det samme for vekstsesongen som for hele året. Et unntak var Greverudbekken, som så ut til å bidra med helt opp mot 30% av fosfortilførselen i vekstsesongen (Tabell 6-11).

En stor del av tilførselene til Dalsbekken kommer fra Midtsjøvannet, og vannkvaliteten i denne bekken vil i stor grad være styrt av tilstanden i innsjøen. I og med at tilførselene 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.

Greverudbekken har mye lavere leirdekningsgrad og langt mindre dyrket mark i sitt nedbørfelt enn Dalsbekken, og må derfor også ha andre fosforkilder. Det er naturlig å tro at disse er knyttet til avrenning fra urbane områder, som utgjør hele 22% av nedbørfeltet til Greverudbekken.

Den delen av nedbørfeltet til Gjersjøen som ikke dekkes av de undersøkte bekkene ligger i hovedsak på vestsiden av innsjøen. Vi har estimert at andelen av fosfortilførsel herfra er den samme som den andelen av nedbørfeltet dette området utgjør. Dette er høyst sannsynlig et maksimumsestimater, 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. I så fall har Greverudbekken og Dalsbekken i 2020 alene stått for nesten 70% av tilførselen av total fosfor, og ca. ¾ av tilførselen av fosfat (TRP) til Gjersjøen.

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, og her er grenseverdien mellom *god* og *moderat* tilstand satt til 10 µg/l. Denne gjelder uavhengig av leirdekningsgrad.

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 2020 ga det etter denne inndelingen av klasser *god* tilstand for Fåleslora, Kantorbekken og Tussebekken, mens Greverudbekken og Dalsbekken endte opp med *moderat* tilstand (Tabell 6-12).

Tabell 6-12. Tilførselsbekker til Gjersjøen. Vurdering av økologisk tilstand for 2020. 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	
Fåleslora	R111	14	<0,60	46	>0,60					God
Kantorbekken	R111	13	<0,60	39	>0,60					God
Greverudbekken	R111	41	<0,60	74	<0,60					Moderat
Dalsbekken	R111	24	<0,60	67	<0,60					Moderat
Tussebekken	R111	6	>0,60	28	>0,60					God

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. Vi ser da igjen at det er Greverudbekken og Dalsbekken som kommer dårligst ut, men vi får også fram at forholdene i Tussebekken trolig var bedre enn i Kantorbekken og Fåleslora (Tabell 6-13). Både TP og TRP lå på samme nivå i Kantorbekken og i Fåleslora. Fosforbelastningen til disse to bekkene så altså ut til å være temmelig lik i 2020.

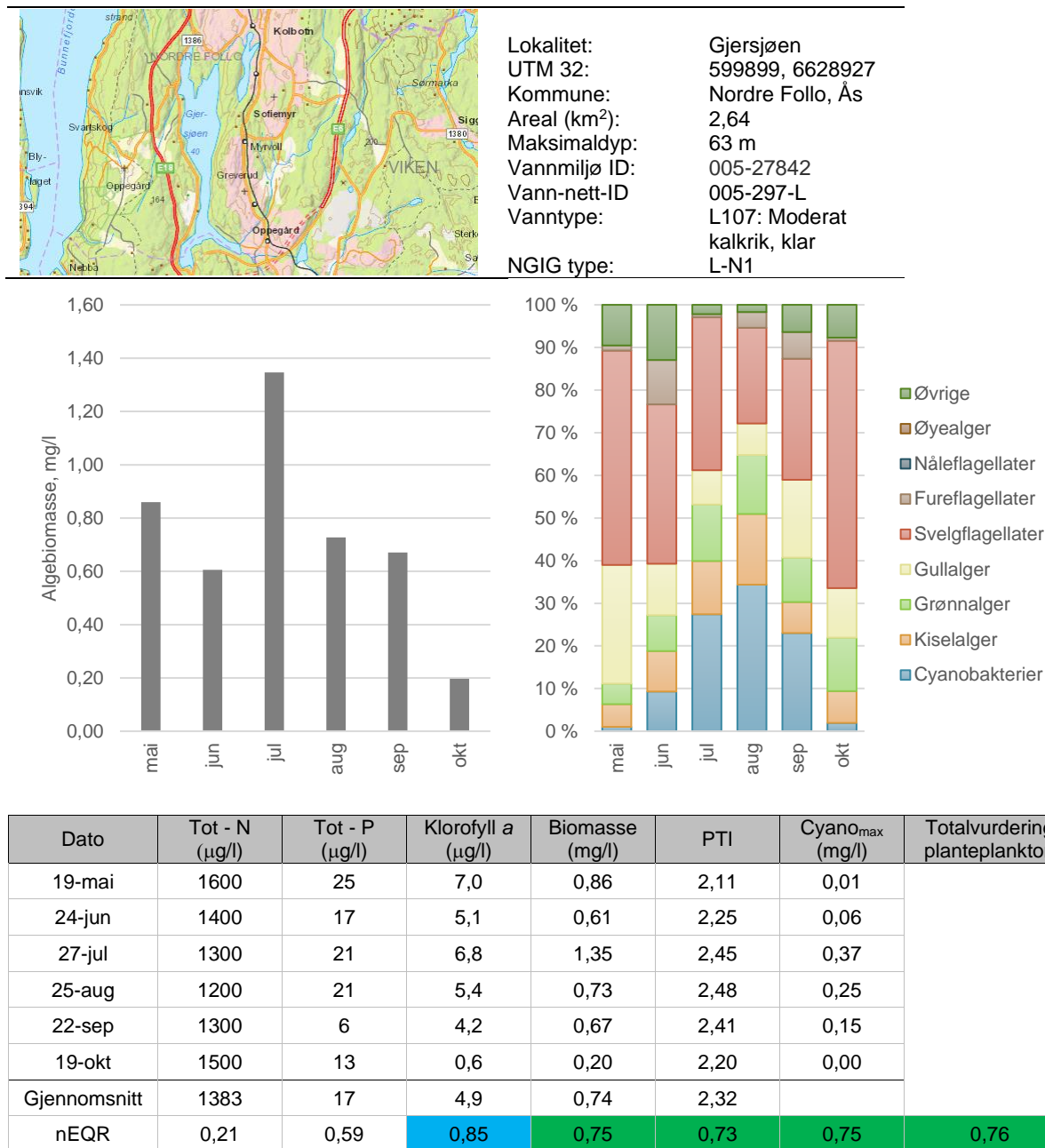
Innholdet av nitrogen begrenser vanligvis ikke veksten til planteplankton, og blir derfor som regel heller ikke inkludert i en vurdering av påvirkningen eutrofiering. I tilløpsbekkene til Gjersjøen så vi at det var godt samsvar mellom nitrogen- og fosforbelastningen i alle bekkene, bortsett fra i Fåleslora hvor konsentrasjonen av nitrogen tilsvarte dårligste tilstandsklasse. 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	2360	0,17	46	0,45
Kantorbekken	R110	1110	0,45	39	0,50
Greverudbekken	R108	1510	0,33	74	0,30
Dalsbekken	R108	1700	0,27	67	0,34
Tussebekken	R110	960	0,51	28	0,61

6.4.2 Gjersjøen

Resultater fra 2020 for alle komponenter som inngår i beregningen av økologisk tilstand i Gjersjøen etter kvalitetselementet *planteplankton* er vist i Figur 6-14. Figuren viser også totalbiomassen og sammensetningen av planteplanktonet ved hver prøvetaking.



Figur 6-14. Totalbiomasse og artssammensetning av planteplankton i Gjersjøen i 2020, 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 2020 var svelgflagellater, og da særlig slekten *Plagioselmis*. Disse er små og lett beitebare for dyreplankton. Det fører til en effektiv transport av primærproduksjonen oppover i næringskjedene, noe som er gunstig. Utover sommeren og tidlig høst så vi imidlertid et økende innslag av cyanobakterier, bl.a. fra slekten *Dolichospermum* som er

kjent for å kunne danne store oppblomstringer. *Dolichospermum* kan også produsere flere ulike typer toksiner, og er av den type planteplankton vi ikke ønsker 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 blir for lav til å understøtte større oppblomstringer.

I 2020 beveget totalbiomassen av planteplankton seg opp til et relativt høyt nivå i juli, hvor denne var godt over 1 mg/l. Samtidig var da andelen av cyanobakterier på nesten 30%. Resten av sesongen holdt imidlertid totalbiomassen seg vesentlig lavere, slik at gjennomsnittet for sesongen ble på 0,74 mg/l. For kvalitetselementet *planteplankton* tilsvarer det for denne innsjøtypen *god* økologisk tilstand.

Fosforkonsentrasjonen i innsjøen lå på ca. 20 µg/l i perioden mai – august, som er bekymringsfullt høyt. Den var noe lavere på høsten, men i gjennomsnitt havnet denne parameteren helt i øvre del av tilstandsklassen *moderat*.

Utviklingen i nitrogeninnhold over tid kan også gi nyttig informasjon om næringsstofftilførsler til innsjøen. Det påvirker sjelden biomassen av planteplankton, men denne parameteren ga i Gjersjøen *dårlig* tilstand, og helt på grensen til *svært dårlig*.

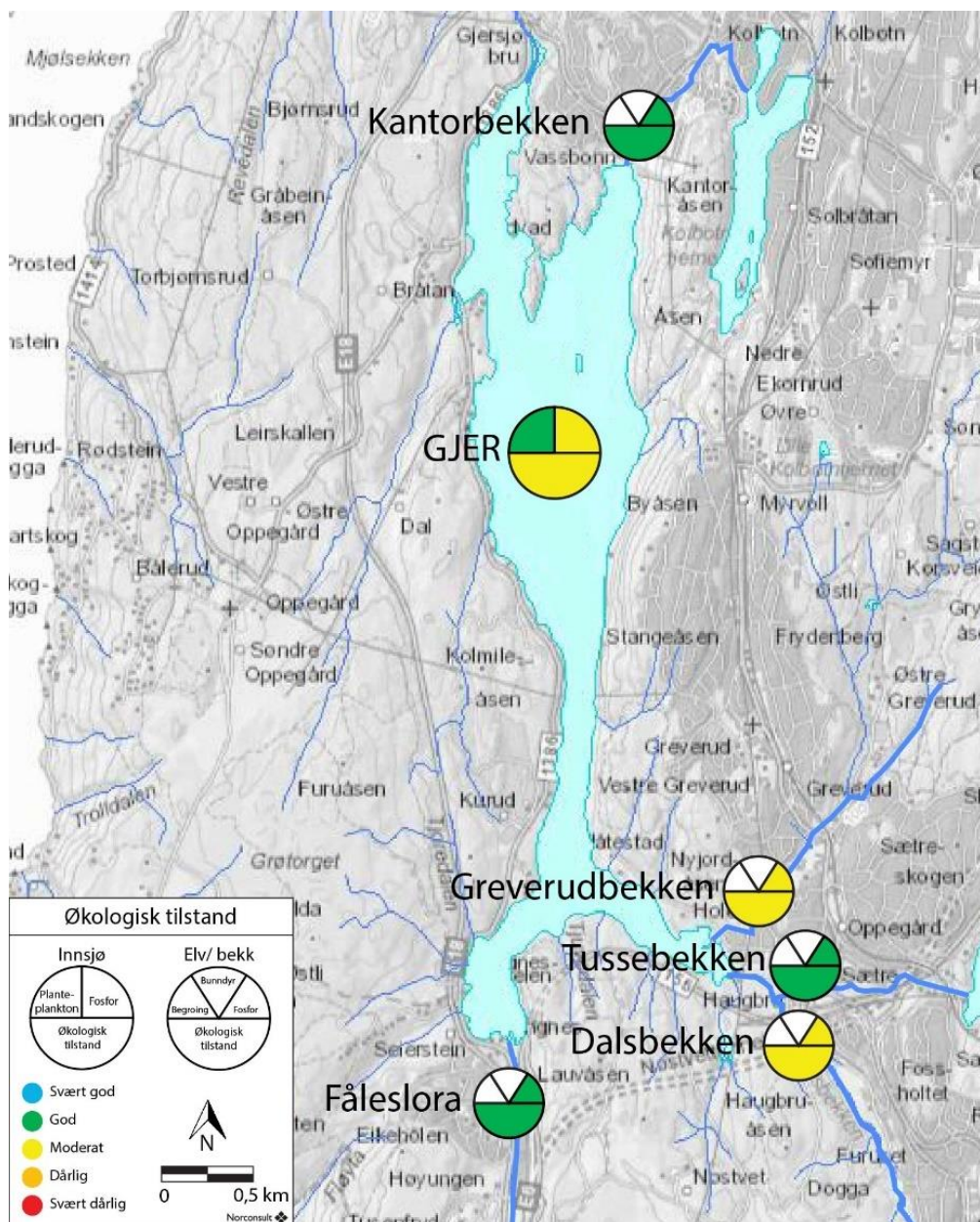
Ved bruk av prinsippet om «verste styrer», var det i 2020 innholdet av fosfor som ble avgjørende for den økologiske tilstanden, som ble fastsatt til *moderat* (Tabell 6-14).

Tabell 6-14. Gjersjøen. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		G		0,76
Totalfosfor (µg/l)	17,2	M	0,35	0,59
Totalnitrogen (µg/l)	1383	D	0,20	0,21
Totalvurdering eutrofiering				0,59
Totalvurdering for vannforekomsten				0,59 (M)

6.4.3 Oppsummering

Resultatene for 2020 viste at tilstanden i Greverudbekken og Dalsbekken var dårligst av de fem undersøkte tilførselsbekkene til Gjersjøen. På bakgrunn av fosforinnhold ble denne fastsatt til *moderat* i disse to bekkene, mens den var *god* i Fåleslora, Kantorbekken og Tussebekken (Figur 6-15). Greverudbekken og Dalsbekken har i tillegg de klart største nedbørfeltene av disse bekkene, og utgjorde samlet ca. 70% av den totale fosfortilførselen til Gjersjøen.

Vurdert ut fra forekomsten av planteplankton, var tilstanden i Gjersjøen i 2020 *god*. En gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor på 17 µg/l, ligger så vidt under grensa til *god* tilstand for denne parameteren, og den økologiske tilstanden i innsjøen for 2020 ble dermed satt til *moderat*.



Figur 6-15. Økologisk tilstand i Gjersjøen (GJER) og undersøkte tilløpsbekker i 2020. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i tilløpsbekkene i 2020.

I 2020 var nEQR-verdien for kvalitetselementet planteplankton på 0,76. Dette er noe lavere enn gjennomsnittet for perioden 2012 – 2019, som var på 0,79 (Tabell 6-15). Dette gjennomsnittet blir påvirket negativt av den lave verdien i 2017, og det er liten tvil om at tilstanden for kvalitetselementet planteplankton i Gjersjøen har blitt dårligere i perioden fra 2012 og fram til 2020.

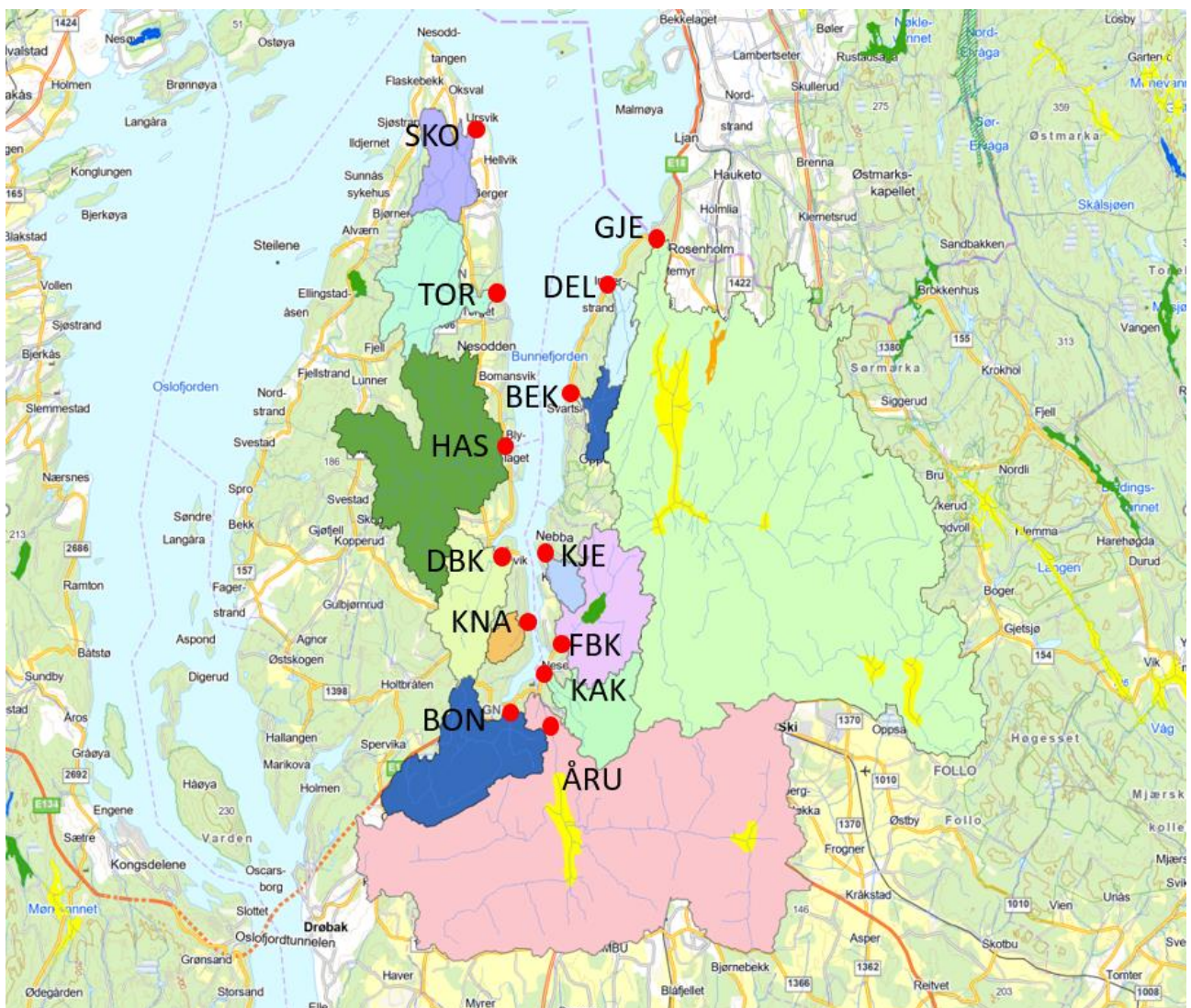
Tabell 6-15. Gjersjøen. nEQR-verdier for kvalitetselementet planteplankton i perioden 2012 – 2020.

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

7 Bunnefjorden

7.1 Nedbørfelt og tilløpsbekker

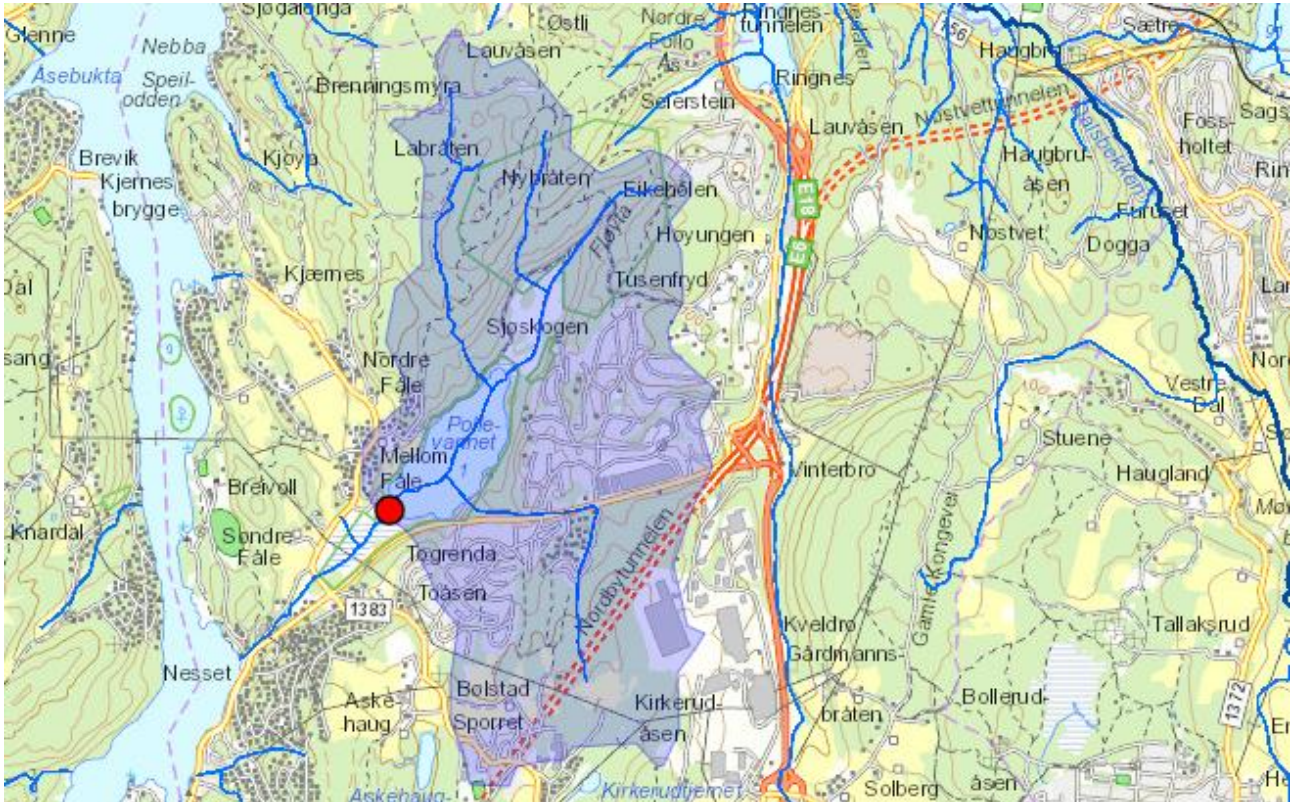
Bunnefjorden utgjør den delen av Oslofjorden som ligger øst for Nesodden (Figur 7-1). Mellom Nesodden og Bygdøy går det en terskel på 50 – 60 meters dyp. Utformingen av Bunnefjorden i seg selv vil begrense vannutvekslingen med Vestfjorden, som går på andre siden av Nesodden. Denne terskelen begrenser 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%.



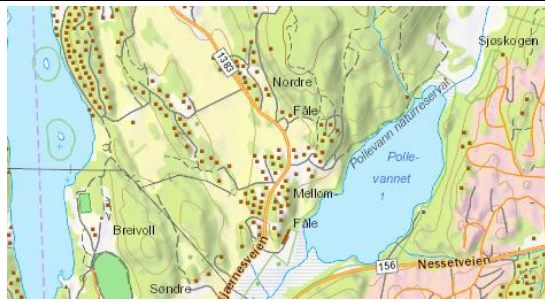
Figur 7-2. Nedbørfeltet til Pollevann.

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 høyvann 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*.

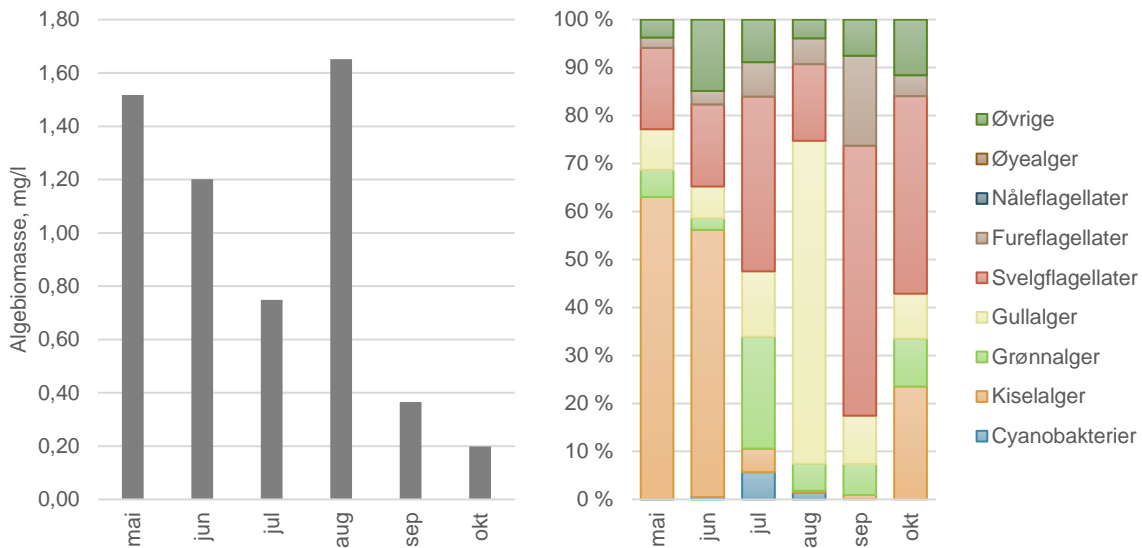
Utvekslingen mellom ferskvannslaget og saltvannslaget er svært liten, og kildene til næringsstoffer som planteplankton kan benytte i sin vekst kommer trolig i all hovedsak fra innsjøens nedbørfelt, slik tilfellet er for de fleste andre innsjøer.

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.



Lokaltet: 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
18-mai	1100	16	9,0	1,52	2,22	0,00	
23-jun	900	15	-	1,20	2,01	0,01	
27-jul	840	20	3,9	0,75	2,32	0,04	
24-aug	760	6	8,2	1,65	2,22	0,02	
21-sep	760	8	2,6	0,36	2,13	-	
19-okt	930	13	2,6	0,20	2,09	-	
Gjennomsnitt	882	13	5,3	0,95	2,17		
nEQR	0,44	0,69	0,83	0,65	0,91	0,95	0,82

Figur 7-3. Økologisk tilstand i Pollevann og undersøkte tilløpsbekker i 2020. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i tilløpsbekkene i 2020.

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.

Biomassen av planteplankton i mai var høy med dominans av kiselalger. Det tyder på at prøvetakingen ble utført i våroppblomstringen, men den maksimale biomassen i denne kan ha vært mye høyere enn vi fant (se avsnitt 3.2). I juni dominerte også kiselalger, men nå hadde slekten *Cyclotella* tatt over dominansen fra *Asterionella*, som var slekten som hadde størst forekomst i mai. I august registrerte vi en liten oppblomstring av gullalgen *Urogelenopsis americana*, mens totalbiomassen var meget lav i september og oktober. Cyanobakterier representerte en svært liten andel av planteplanktonet gjennom hele vekstsesongen. Kvalitetselementet *planteplankton* kom da ut med tilstandsklasse *svært god* i 2020.

Fosforinnholdet i Pollevann var i 2020 noe over det vi kunne forventet ut fra bakgrunnstilførsel alene, og ga *god* tilstand. Dette ble dermed også styrende for den endelige fastsettelsen av økologisk tilstand i innsjøen (Tabell 7-1).

Tabell 7-1. Pollevann. Vurdering av økologisk tilstand.				
Påvirkning	Verdi	Klasse	EQR	nEQR
Eutrofiering				
Totalvurdering planteplankton		SG		0,82
Totalfosfor (µg/l)	13,0	G	0,46	0,69
Totalnitrogen (µg/l)	882	M	0,31	0,44
Totalvurdering eutrofiering				0,69
Totalvurdering for vannforekomsten				0,69 (G)

7.3 Tilløpsbekker til Bunnefjorden

7.3.1 Tilløpsbekker fra øst

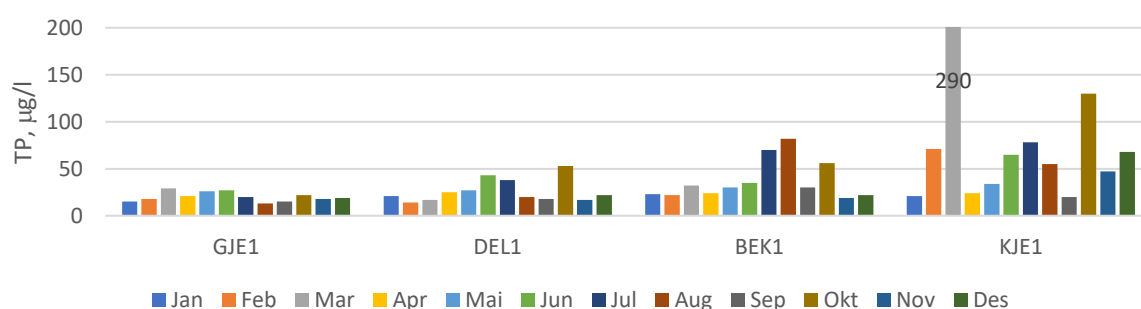
Av tilløpene fra øst til Bunnefjorden dominerer Gjersjøelva fullstendig. Den har et nedbørfelt på hele 85 km², og inkluderer fem av de åtte innsjøene som inngår i PURA – overvåkingen (Nærevann, Midtsjøvann, Tussetjern, Kolbotnvann og Gjersjøen). Ser vi på den samlede tilførselen fra samtlige av de undersøkte elvene og bekkene med utløp til Bunnefjorden, bidro Gjersjøelva med i underkant av 25% av tilført fosfor. Bidraget av totalt reaktivt fosfor (TRP) var på 15 – 20%, altså noe lavere (Tabell 7-2).

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

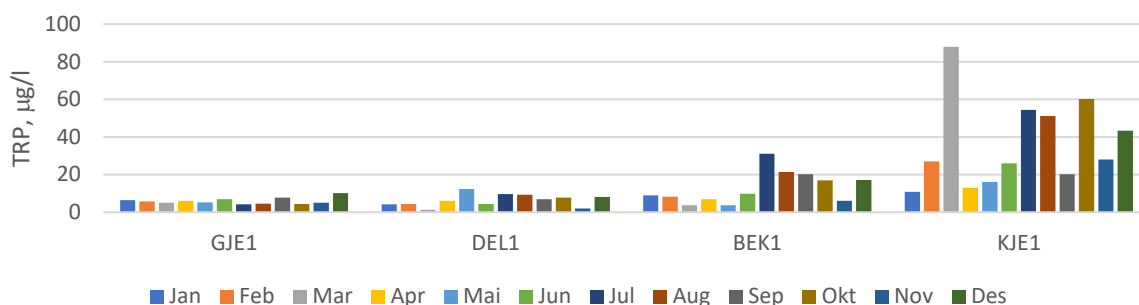
Konsentrasjonen av både total fosfor (TP) og TRP var klart størst i Kjernesbekken, men siden bekken har et lite nedbørfelt er bidraget fra denne bekken til Bunnefjorden på godt under 1%. De laveste fosforkonsentrasjonene fra området med tilførsler til Bunnefjorden fra øst ble registrert i Gjersjøelva og Delebekken (Figur 7-4, Figur 7-5).

Tabell 7-2. Tilførselselver- og bekker fra øst til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2020. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober. Siden vi her ikke har tilførsel til en innsjø er 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
Gjersjøelva	85,0	30	15	15,5	22,1	24,7	15,6	18,7
Delebekken	1,6	10	2,7	12,8	0,4	0,6	0,3	0,4
Bekkenstenbekken	1,5	39	7,7	13,7	0,6	0,9	0,5	0,8
Kjernesbekken	0,5	49	25	12,0	0,4	0,3	0,4	0,5



Figur 7-4. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra øst. Månedlige målinger i 2020.



Figur 7-5. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra øst. Månedlige målinger i 2020.

7.3.2 Tilløpsbekker fra sør

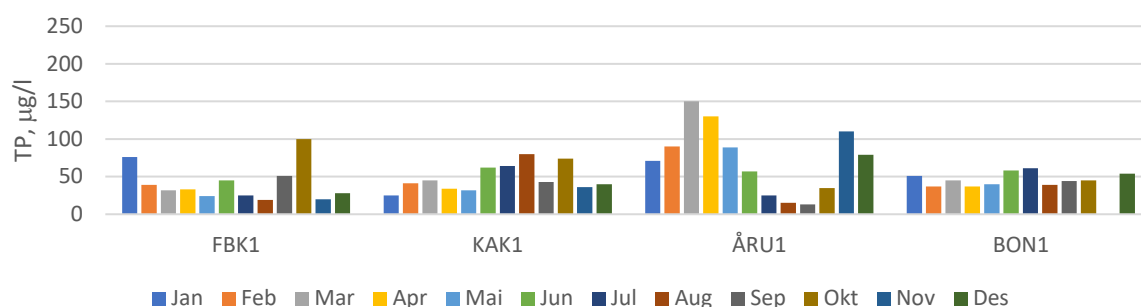
Den klart største tilførselen til Bunnefjorden kommer inn i den sørligste delen av fjorden, der vi må forvente at vannutskiftingen er aller dårligst. I dette området er det tilførselen fra Årungenelva som er den klart største. Nedbørfeltet til Årungenelva er stort, men betydelig mindre enn det til Gjersjøelva. 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 overkant av 10% både av TP og TRP (Tabell 7-3).

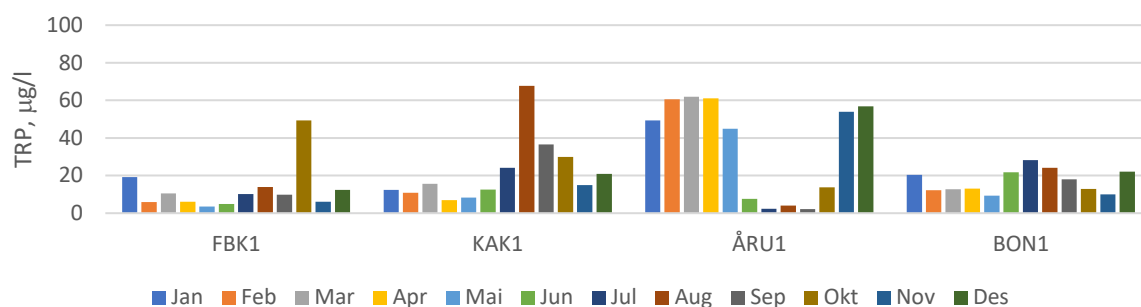
Tabell 7-3. Tilførselver- og bekker fra sør til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2020. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober. Siden vi her ikke har tilførsel til en innsjø er bidragene beregnet ut fra det totale bidraget fra de undersøkte 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
Fålebekken	7,4	43	9,7	13,1	3,3	3,8	2,4	3,4
Kaksrubbekken	4,0	47	38	15,5	2,5	3,1	2,7	4,2
Årungenelva	50,0	66	48	15,7	46,8	37,3	54,2	38,6
Bonnbeekken	6,7	38	27	14,0	3,6	4,0	3,2	4,3

Målt konsentrasjon av TP og TRP er vist i Figur 7-6 og i Figur 7-7. 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. Kaksrubbekken hadde noen topper med høye verdier, særlig for TRP, mens fosforinnholdet i Fålebekken og Bonnbeekken varierte mindre gjennom året (Figur 7-6, Figur 7-7).



Figur 7-6. Konsentrasjon av total fosfor (TP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra sør. Månedlige målinger i 2020.



Figur 7-7. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) i elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra sør. Månedlige målinger i 2020.

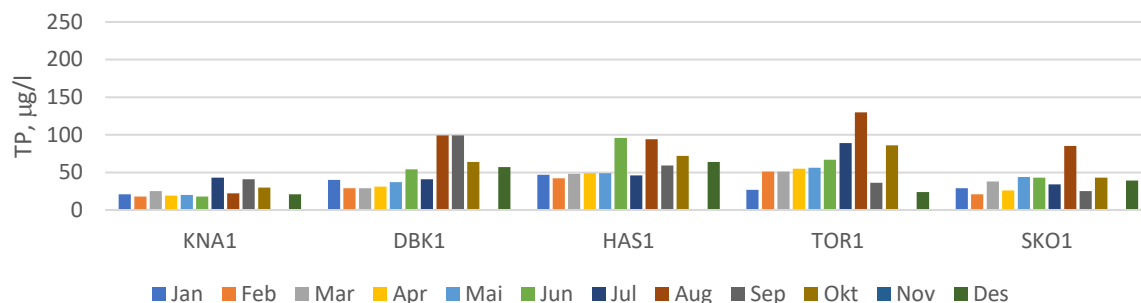
7.3.3 Tilløpsbekker fra vest

I motsetning til østlige- og sørlige tilførsler til Bunnefjorden, er det ingen store elver blant tilførslene som kommer fra Nesodden. Det samlede bidraget av TP og TRP til Bunnefjorden fra disse bekkene var i 2020 på ca. 20% for hele året, og på ca. 25% for vekstsesongen. 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 høyere andel av fosfortilførslene i vekstsesongen enn for hele året. Disse to elvene bidro med ca. 10% av fosfortilførselen til Bunnefjorden (Tabell 7-4).

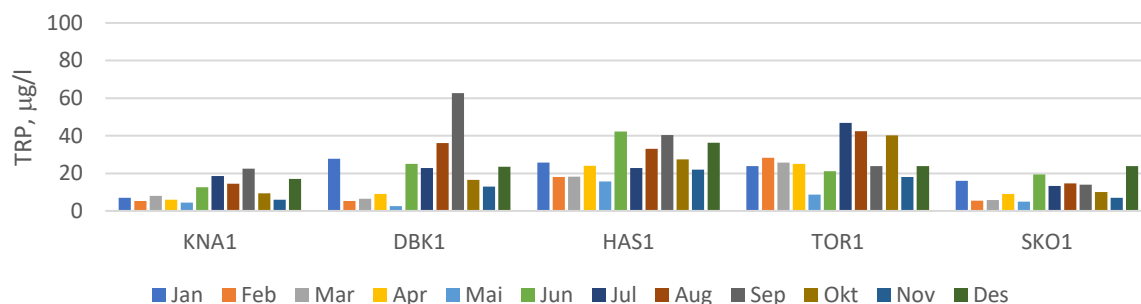
Tabell 7-4. Tilførsel- og bekker fra vest til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og fosforbidrag i 2020. TP = Total fosfor, TRP = total reaktivt fosfor, «sesong» er perioden april – oktober. Siden vi her ikke har tilførsel til en innsjø er bidragene beregnet ut fra det totale bidraget fra de undersøkte 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	0,3	0,3	0,3	0,4
Dalsbekken (Frogn)	5,0	19	15	13,7	3,0	3,8	2,8	4,3
Haslebekken	14,4	38	19	14,4	10,4	12,6	11,2	15,4
Torvetbekken	6,5	38	11	13,9	4,6	6,1	4,9	6,9
Skoklefallsbekken	5,0	16	8,8	13,1	2,1	2,6	1,6	2,0

Som det framgå av Figur 7-8 og Figur 7-9 var det Dalsbekken, Haslebekken og Torvetbekken som gjennom 2020 hadde de høyeste fosforkonsentrasjonen 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 7-8. Konsentrasjon av total fosfor (TP) I elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra vest. Månedlige målinger i 2020.



Figur 7-9. Konsentrasjon av totalt reaktivt fosfor (TRP) I elver og bekker med utløp til Bunnefjorden fra vest. Månedlige målinger i 2020.

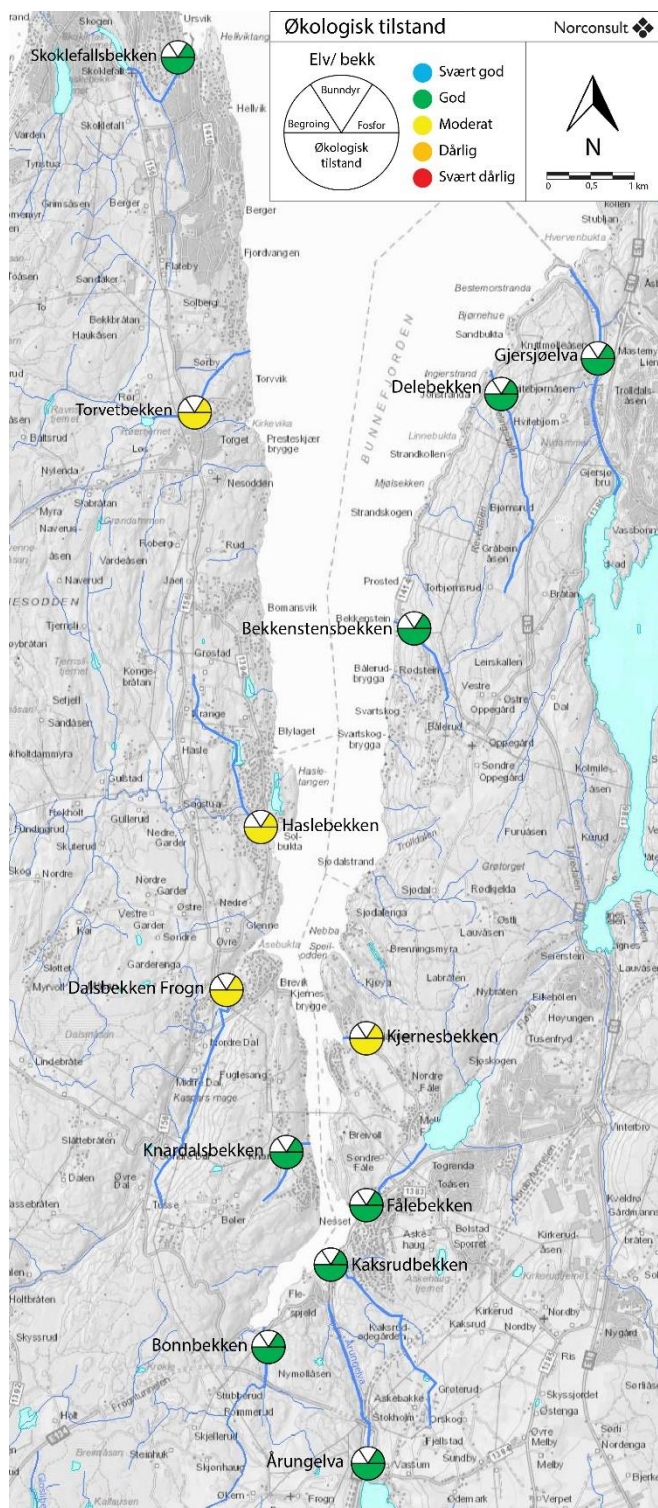
7.3.4 Økologisk tilstand i tilførselsbekker til Bunnefjorden

Alle de undersøkte tilførselselvene- og bekkene til Bunnefjorden er definert som leirpåvirket, unntatt Gjersjøelva. Dette gjør at vi også her bare opererer med to tilstandsklasser, *god eller bedre* og *moderat eller dårligere*. Leirdekningsgraden varierer imidlertid fra ca. 10% i Dalsbekken til godt over 60% i Årungenelva. Leirdekningsgraden for Gjersjøelva (30%) og i Årungenelva (66%) gir imidlertid et feilaktig inntrykk av disse elvene. Store deler av områdene med mye leire ligger høyt i nedbørfeltet, og mesteparten av partiklene fra disse områdene vil ha sedimentert ut i innsjøene oppstrøms. Prøvestasjonene i disse elvene er derfor ikke så mye preget av leirpartikler som nedbørfeltanalysen skulle tilsi. For Bunnefjorden er dette mest sannsynligvis ugunstig, siden det trolig betyr at andelen av det målte fosforet i disse elvene har høyere biotilgjengelighet enn det vi normalt vil ha i en bekk med samme leirdekningsgrad i nedbørfeltet.

Tabell 7-5 og Figur 7-10 gir en oversikt hvilke av bekkene med utløp til Bunnefjorden som kom ut med henholdsvis *god* og *moderat* tilstand ut fra oppgitt leirdekningsgrad for nedbørfeltet.

Tabell 7-5. Elver og bekker med tilførsel til Bunnefjorden. Vurdering av økologisk tilstand for 2020. Klassegrenser for leirpåvirkede vassdrag er benyttet, unntatt for Gjersjøelva.

Vannforekomst	Vanntype	Fosfor				Biologiske kvalitetselementer				Økologisk tilstand
		TRP (µg/l)	TRP nQQR	TP (µg/l)	TP nEQR	ASPT	nEQR	PIT	nEQR	
Gjersjøelva	R 107 (ikke leirpåvirket)	6		20	0,67					God
Delebekken	R111	6	>0,60	26	> 0,60					God
Bekkenstenbekken	R111	13	<0,60	37	> 0,60					God
Kjernesbekken	R111	37	<0,60	75	< 0,60					Moderat
Fålebekken	R111	13	<0,60	41	> 0,60					God
Kaksrudbekken	R111	22	<0,60	48	> 0,60					God
Årungenelva	R111	35	<0,60	72	> 0,60					God
Bonnbekken	R111	17	<0,60	46	> 0,60					God
Knardalsbekken	R111	11	<0,60	25	> 0,60					God
Dalsbekken (Frogn)	R111	21	<0,60	53	< 0,60					Moderat
Haslebekken	R111	27	<0,60	61	< 0,60					Moderat
Torvetbekken	R111	27	<0,60	61	< 0,60					Moderat
Skoklefallsbekken	R111	12	<0,60	39	> 0,60					God



Figur 7-10. Økologisk tilstand i elver og bekker med utløp til Bunnfjorden i 2020. Biologiske parametere ble ikke undersøkt i 2020.

Klassegrensen mellom god og moderat tilstand for parameteren total fosfor varierer med leirdekningsgraden. Dette gjør for eksempel at Årungenelva havner i tilstandsklasse *god*, noe som ut fra vurderingene i avsnittet over trolig er feil. 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. Her ser vi at Årungenelva i 2020 havner i tilstandsklasse *dårlig*. Det samme gjør alle de største

tilførselsbekkene (Haslebekken, Torvetbekken og Dalsbekken) fra Nesodden, mens Gjersjøelva kommer klart bedre ut.

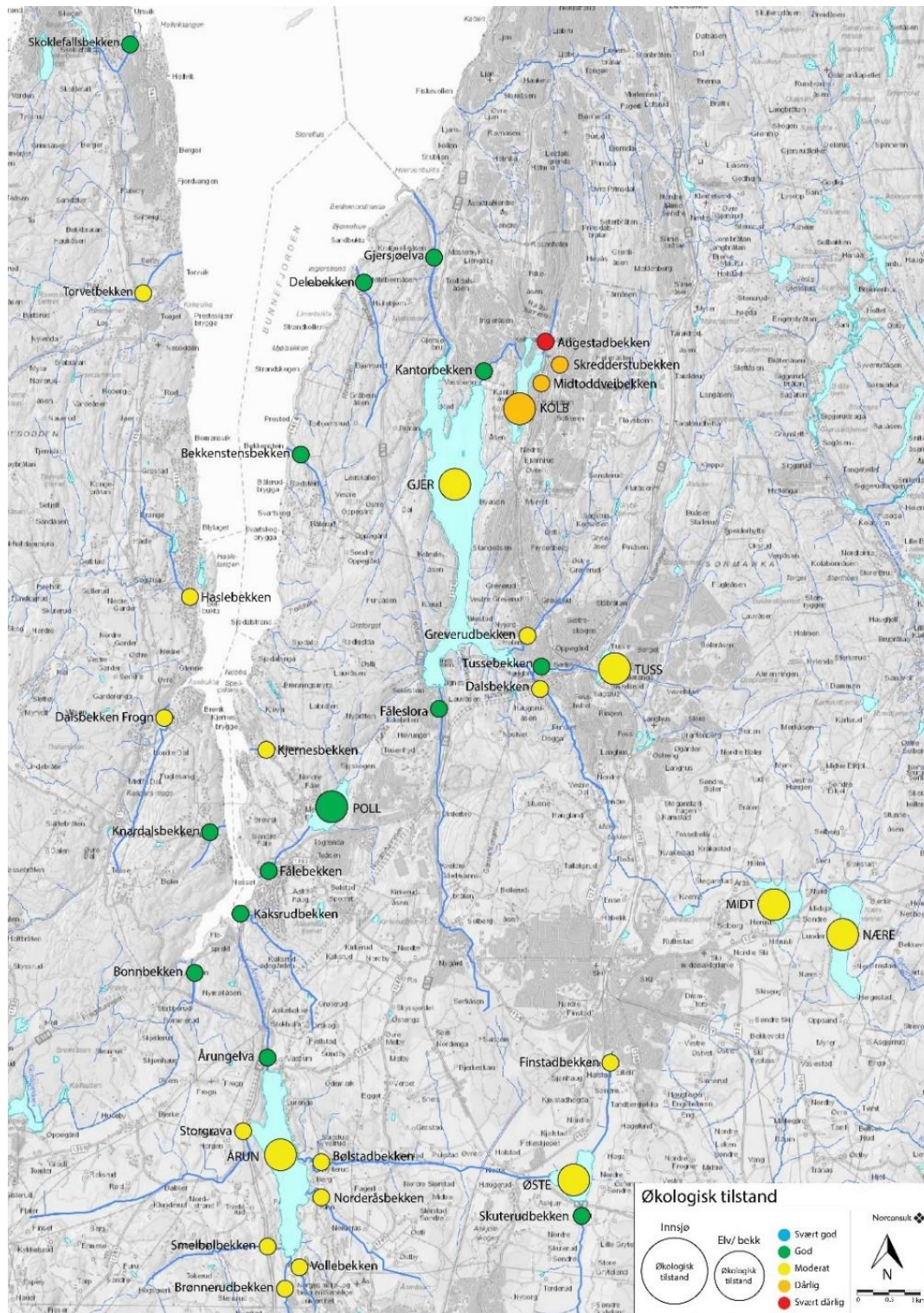
I tillegg til oppmerksomheten på fosfor, er det også viktig å se på nitrogentilførslene til Bunnefjorden. Her ser vi at de to klart største tilførselskildene; Gjersjøelva og Årungenelva begge kommer meget dårlig ut. Disse to elvene står for ca. 60% av fosfortilførselen til Bunnefjorden. Ut fra resultatene vi fikk i 2020, vil denne andelen være enda høyere for nitrogen.

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)	1460	0,20	20	0,67
Delebekken	R108	580	0,76	26	0,65
Bekkenstenbekken	R108	990	0,50	37	0,51
Kjernesbekken	R108	1310	0,40	75	0,29
Fålebekken	R110	1000	0,49	41	0,48
Kaksrudbekken	R108	4860	0,08	48	0,44
Årungenelva	R110	2720	0,15	72	0,30
Bonnbekken	R110	1650	0,29	46	0,45
Knardalsbekken	R110	940	0,52	25	0,67
Dalsbekken (Frogn)	R109	1490	0,19	53	0,26
Haslebekken	R108	1440	0,35	61	0,38
Torvetbekken	R108	980	0,50	61	0,38
Skoklefallsbekken	R110	870	0,55	39	0,50

8 Oppsummering, økologisk tilstand i 2020

Økologisk tilstand i 2020 for alle undersøkte bekker og innsjøer er samlet i Figur 8-1. Disse viser at seks av de åtte innsjøene endte med tilstandsklasse *moderat*, mens tilstanden var *dårlig* i Kolbotnvann og *god* i Pollevann. For bekkene er det verdt å merke seg at det for alle, unntatt tilløpsbekkene til Kolbotnvann og Gjersjøelva, bare skiller mellom tilstandsklasse *god* og *moderat* siden disse er definert som leirpåvirket.



Figur 8-1. Økologisk tilstand i undersøkte innsjøer og tilløpsbekker i vannområde PURA i 2020.

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

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

Vedlegg - Vannkjemiske data fra innsjøer og elver/bekker

Tabell V-1. Vannkjemiske parametere som har blitt analysert i innsjøene i PURA i 2020.

Innsjø	Dato	Klorofyll a	Totalt fosfor	Totalt nitrogen	TOC	Kalsium	Siktedyp	Turbiditet	Vannfarge	Konduktivitet	pH	TKP, antall
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	m	FNU	mg Pt/l	mS/m		pr. 100 ml
Østensjøvann	2020-05-18	54	93	2 800			0,5			23,4	8,6	
	2020-06-23	56	63	1 500	7,3	23,0	0,6	6,6	26	22,3	9,2	100
	2020-07-27	55	44	570			0,8			24,1	8,7	
	2020-08-24	63	32	720			0,6			23,3	7,6	
	2020-09-21	51	67	820	9,6	24,0	0,7	5,7	33	22,5	7,9	17
	2020-10-19	7,3	96	3 700			0,5			24,8	6,9	
Årungen	2020-05-19	9,4	88	3 100			0,5			24,0	8,2	
	2020-06-24	7,1	42	2 800	7,5	23	1,3	6,4	29	23,4	8,8	64
	2020-07-28	19	32	2 200			1,0			25,2	9,4	
	2020-08-25	25	33	1 800			1,2			25,5	9,0	
	2020-09-22	16	13	1 700	7,2	24	1,3	3,5	27	24,2	8,1	0
	2020-10-20	2,1	57	2 600			1,0			25,9	7,0	
Pollevann	2020-05-18	9,0	16	1 100			2,0			41,7	7,7	
	2020-06-23		15	900	7,4	27	3,8	1,4	23	38,5	8,0	68
	2020-07-27	3,9	20	840			3,4			40,5	7,9	
	2020-08-24	8,2	6,3	760			3,8			40,0	8,1	
	2020-09-21	2,6	7,9	760	7,8	28	4,0	0,5	23	37,9	7,6	
	2020-10-19	2,6	13	930			2,6			41,7	7,2	
Tussetjern	2020-05-18	12	23	960			1,3			27,2	7,9	
	2020-06-23	13	38	1100	7,4	25	0,8	18	38	25,9	7,5	1800
	2020-07-27	19	20	890			1,0			25,0	7,0	
	2020-08-24	5,9	12	1000			1,3			19,5	7,1	
	2020-09-21	4,4	13	1100	7,4	23	1,5	1,2	67	22,0	7,4	15
	2020-10-19	2,1	25	1300			0,8			19,2	6,9	

Tabell V-1. Vannkjemiske parametere som har blitt analysert i innsjøene i PURA i 2020, forts.

Innsjø	Dato	Klorofyll a	Totalt fosfor	Totalt nitrogen	TOC	Kalsium	Siktedyp	Turbiditet	Vannfarge	Konduktivitet	pH	TKP, antall
		µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	m	FNU	mg Pt/l	mS/m		pr. 100 ml
Nærevann	2020-05-18	20	39	1400			0,7			12,1	8,1	
	2020-06-23	23	39	1100	8,5	15	1,3	4,5	36	11,7	7,4	34
	2020-07-27	22	12	600			0,9			12,6	7,8	
	2020-08-24	20	30	590			1,5			12,9	7,0	
	2020-09-21	55	18	510	10	15	1,0	5,0	35	11,7	7,4	2
	2020-10-20	10	31	1100			1,0			12,9	7,1	
Midtsjøvann	2020-05-18	18	48	1600			0,7			15,2	7,7	
	2020-06-23	18	47	1100	9,8	18	0,8	5,5	43	15,0	7,4	64
	2020-07-28	22	45	560			0,9			16,1	7,1	
	2020-08-24	31	27	610			0,7			15,8	7,0	
	2020-09-21	25	25	630	12	18	1,0	4,2	53	15,3	7,5	1
	2020-10-20	20	45	2000			0,6			16,3	6,9	
Kolbotnvann	2020-05-19	15	23	610			2,0			31,4	9,3	
	2020-06-24	15	23	460	7,0	29	1,6	2,8	14	29,6	8,9	6
	2020-07-28	10	30	350			2,5			30,9	9,2	
	2020-08-25	11	29	480			2,2			31,1	9,1	
	2020-09-22	14	16	390	6,1	28	1,5	2,5	12	29,5	8,4	5
	2020-10-19	13	19	580			1,0			30,7	7,2	
Gjersjøen	2020-05-19	7,0	25	1 600			2,0			25,5	7,7	
	2020-06-24	5,1	17	1 400	7,7	23	2,6	1,1	30	24,7	8,2	55
	2020-07-27	6,8	21	1 300			2,8			26,5	7,8	
	2020-08-25	5,4	21	1 200			3,0			26,5	7,7	
	2020-09-22	4,2	6,2	1 300	7,2	24	3,0	0,6	27	24,8	7,9	1
	2020-10-19	0,6	13	1 500			1,9			25,8	7,2	

Tabell V-2. Totalt fosfor ($\mu\text{g P/l}$) i elver/bekker i PURA i 2020.

Utløp	Stasjon	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Gjersjøen	FÅL1	20	25	39	21	33	38	77	29	74	52	32	110
	KAN1	29	20	37	55	32	37	43	8,8	85	52	31	35
	GRE1	44	27	50	170	110	100	64	140	40	55	38	45
	DAL1	30	38	65	53	49	48	260	29	28	72	65	63
	TUS1	22	46	30	29	24	29	22	12	17	37	37	35
Kolbotnvann	AUG1	72	43	120	140	71	110	56	76	120	54	62	62
	SKR1	36	53	89	40	45	60	69	82	57	56	39	31
	MID1	38	46	73	97	54	*	54	45	65	66	65	56
Årungen	BØL1	53	110	120	78	68	88	120	45	34	140	140	93
	NOR1	70	77	130	67	69	120	150	200	64	210	110	120
	VOL1	55	120	170	39	46	120	120	80	51	130	81	220
	BRØ1	89	210	140	33	37	56	99	140	23	130	120	110
	SME1	36	78	140	78	59	100	100	410	40	200	90	73
	STO1	59	72	170	99	60	230	170	130	120	190	88	67
Østensjøvann	FIN1	38	69	130	58	93	140	66	100	110	160	95	56
	SKU1	31	43	84	46	41	65	100	220	33	140	71	69
Bunnefjorden	GJE1	15	18	29	21	26	27	20	13	15	22	18	19
	DEL1	21	14	17	25	27	43	38	20	18	53	17	22
	BEK1	23	22	32	24	30	35	70	82	30	56	19	22
	KJE1	21	71	290	24	34	65	78	55	20	130	47	68
	FBK1	76	39	32	33	24	45	25	19	51	100	20	28
	KAK1	25	41	45	34	32	62	64	80	43	74	36	40
	ÅRU1	71	90	150	130	89	57	25	15	13	35	110	79
	BON1	51	37	45	37	40	58	61	39	44	45		54
	KNA1	21	18	25	19	20	18	43	22	41	30		21
	DBK1	40	29	29	31	37	54	41	99	99	64		57
	HAS1	47	42	48	49	49	96	46	94	59	72		64
	TOR1	27	51	51	55	56	67	89	130	36	86		24
	SKO1	29	21	38	26	44	43	34	85	25	43		39

Tabell V-3. Totalt reaktivt fosfor ($\mu\text{g P/l}$) i elver/bekker i PURA i 2020.

Utløp	Stasjon	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Gjersjøen	FÅL1	8	8	10	7	10	6	26	19	16	19	9	24
	KAN1	2	4	8	26	1	13	2	8	45	14	12	18
	GRE1	26	11	16	111	64	52	35	75	46	19	12	21
	DAL1	11	20	18	13	12	11	100	5	19	27	21	35
	TUS1	7	6	5	4	3	3	3	7	7	4	9	14
Kolbotnvann	AUG1	54	24	50	93	38	57	34	65	58	36	35	45
	SKR1	22	34	35	17	18	33	43	65	47	35	25	27
	MID1	27	28	30	58	29	34	47	41	42	43	42	40
Årungen	BØL1	38	66	60	35	22	27	28	23	28	56	69	57
	NOR1	50	65	80	32	33	46	98	108	75	113	65	58
	VOL1	32	44	60	20	21	58	73	59	53	77	50	139
	BRØ1	30	40	51	12	10	14	77	69	26	67	46	49
	SME1	33	51	70	31	21	38	69	79	25	99	49	54
	STO1	38	48	73	51	25	123	95	82	107	88	44	43
Østensjøvann	FIN1	35	33	45	37	62	88	44	57	108	26	54	39
	SKU1	20	27	44	19	11	8	64	48	27	52	31	37
Bunnefjorden	GJE1	6	6	5	6	5	7	4	5	8	4	5	10
	DEL1	4	4	1	6	12	4	10	9	7	8	2	8
	BEK1	9	8	4	7	4	10	31	21	20	17	6	17
	KJE1	11	27	88	13	16	26	54	51	20	60	28	43
	FBK1	19	6	11	6	3	5	10	14	10	49	6	12
	KAK1	12	11	16	7	8	13	24	68	37	30	15	21
	ÅRU1	49	61	62	61	45	8	2	4	2	14	54	57
	BON1	20	12	13	13	9	22	28	24	18	13	10	22
	KNA1	7	5	8	6	4	13	18	15	22	9	6	17
	DBK1	28	5	6	9	2	25	23	36	63	17	13	23
	HAS1	26	18	18	24	16	42	23	33	40	27	22	36
	TOR1	24	28	26	25	9	21	47	42	24	40	18	24
SKO1	16	5	6	9	5	19	13	15	14	10	7	24	

Tabell V-4. Totalt nitrogen ($\mu\text{g N/l}$) i elver/bekker i PURA i 2020

Utløp	Stasjon	Mars	April	Juni	September	November
Gjersjøen	FÅL1	2400	2500	2500	1200	3200
	KAN1	1000	1700	950	820	1100
	GRE1	990	3000	1400	1200	960
	DAL1	2200	1500	1200	1000	2600
	TUS1	1000	930	790	990	1100
Kolbotnvann	AUG1	1800	2400	2200	1500	1900
	SKR1	1400	1600	2000	1300	1800
	MID1	1400	1400		1400	2000
Årungen	BØL1	3200	2900	2500	1100	3200
	NOR1	3100	2300	2100	2000	2800
	VOL1	2600	1700	1700	970	4200
	BRØ1	2300	2000	1900	1400	2300
	SME1	2900	2300	1900	850	2600
	STO1	4200	2700	3700	3000	4200
Østensjøvann	FIN1	1700	1400	2300	2200	1800
	SKU1	4000	3100	2300	3300	4300
Bunnefjorden	GJE1	1600	1600	1400	1000	1700
	DEL1	460	460	700	790	510
	BEK1	640	680	1300	1500	830
	KJE1	2300	710	1300	630	1600
	FBK1	1300	1200	790	410	1300
	KAK1	3300	4100	3600	7000	6300
	ÅRU1	3100	3100	2800	1700	2900
	BON1	2200	1600	1500	1300	
	KNA1	1400	550	710	1100	
	DBK1	950	1400	1600	2000	
	HAS1	860	1300	1700	1900	
	TOR1	1000	1200	910	800	
	SKO1	1100	720	970	700	

Tabell V-5. Øvrige vannkjemiske parametere i elver/bekker i PURA i 2020.

Utløp	Stasjon	pH			Konduktivitet (mS/m)			Turbiditet (FTU)			Fargetall (mg/l)			TOC (mg/l)			TKB (CFU/100ml)		
		Juni	Sept	Nov	Juni	Sept	Nov	Juni	Sept	Nov	Juni	Sept	Nov	Juni	Sept	Nov	Juni	Sept	Nov
Gjersjøen	FÅL1	8,2	7,8	8	68	33	37	4,1	51	18	14	15	41	7,2	5,3	7,9	1900	1900	110
	KAN1	7,8	7,4	7,9	32	15	33	2,4	45	6,3	12	14	21	5,6	4,5	6,4	15000	100	1100
	GRE1	7,9	8		40	37		3,5	0,7		30	14		7,9	5,6		12000	300	
	DAL1	7,8	7,9		28	24		5,1	4,3		34	41		7,5	9,3		1300	1100	
	TUS1	7,7	7,7		28	20		3,8	2		29	71		7	11		37	33	
Kolbotnvann	AUG1	7,7	7,4	7,8	40	22	43	2,3	18	2,6	15	16	17	5,5	5,6	5,9	7000	15000	15000
	SKR1	8	7,7	7,6	34	22	31	1,8	7,3	2,6	14	17	21	4,8	4,8	5,7	800	1700	600
	MID1		7,4	8		19	31		25	9,5		16	29		4	6,8	3200	1600	1300
Årungen	BØL1	8	7,9		29	25		5,8	3,1		29	33		6,6	7,3		100	83	
	NOR1	8,1	8		44	39		5	3,7		47	41		11	7		1100	200	
	VOL1	8,4	8,3		59	60		2,4	1,2		14	14		7,5	5,2		100	300	
	BRØ1	8,3	8,2		136	104		6,2	5,1		24	28		5,6	6,1		4900	200	
	SME1	8,2	8,2		47	45		7,9	4,4		21	18		7,6	6		800	92	
	STO1	8	8		51	45		7,2	6,3		28	27		6,8	6,2		300	400	
Østensjøvann	FIN1	8				38	36	2,2		76	9			3,9			15000	15000	100
	SKU1	7,7	7,6		34	30		6,1	8		26	19		8,6	4,6		66	400	
Bunnefjorden	GJE1	7,8	7,8	7,8	27	24	23	1,2	2,3	3,3	34	27	42	7,4	6,7	8	300	200	38
	DEL1	7,7	7,7	7,4	25	21	8	4,7	3,8	3,2	72	67	73	12	10	12	400	140	5
	BEK1	7,8	7,4	7,7	22	18	11	3,8	13	4,5	27	43	40	6,7	8,6	8	130	2900	150
	KJE1	8	8,1		53	65		10	1,1		16	7		5,5	4,1		2800	38	
	FBK1	7,7	7,6	7,7	145	106	38	3,1	7,6	2	31	23	45	7,6	10	8,6	13	200	25
	KAK1	8	7,9	7,9	34	39	23	5,2	2,4	5	28	23	50	7,2	7,3	8,1	3400	15000	300
	ÅRU1	9,3	8,9		23	23		14	11		32	27		8,5	8,1		2	2	
	BON1	8	8,1		26	68		6,7	15		110	93		14	12		200	800	
	KNA1	7,9	7,9		19	16		0,8	5,6		20	45		4,6	7,9		95	1800	
	DBK1	7,9	7,9		58	44		3	16		17	32		4,2	7		1100	6400	
	HAS1	7,4	7,7		19	34		5	2,5		100	48		14	8,9		800	1700	
	TOR1	7,6	7,6		15	12		3,1	1,6		35	57		7,6	9,5		43	900	
SKO1	8	7,9		37	25		1,7	3,5		30	30		7,2	6,5		200	3400		

Tabell V-5. Øvrige vannkjemiske parametere i elver/bekker i PURA i 2020, forts.

Utløpsvann	Stasjon	Suspendert stoff (mg/l)						Suspendert stoff, gløderest (mg/l)						Kalsium (mg/l)		Klorid (mg/l)				
		Feb	April	Juni	Aug	Sept	Nov	Feb	April	Juni	Aug	Sept	Nov	Juni	Nov	Mars	April	Juni	Sept	Nov
Gjersjøen	FÅL1	7,3	7,6	10	13	61	12	3,9	4,7	5,7	8,9	55	9,4			93	67	79	32	28
	KAN1	4	2,1	6,5	6,8	43	5,7	0,75	0,75	1,9	4,1	36	3			40	35	39	11	33
	GRE1	9,7	3,8	5,2	5,1	1	4,8	4,8	0,75	2,3	2,3	0,75	3,3			40	42	43	31	13
	DAL1	20	10	8,1	16	5,3	18	14	6,6	5,9	12	3,3	14			20	19	24	19	9,9
	TUS1	8,1	3,7	5,4	8,8	2,1	8,2	5,5	0,75	3,3	5,3	0,75	6,8			38	41	41	22	9,9
Kolbotnvann	AUG1	2,5	6,9	5	4,1	37	3,4	0,75	3,6	1,7	2,3	29	0,75	47	58	74	41	34	16	24
	SKR1	3,7	5,8	2,7	19	7,1	1	0,75	3,4	0,75	15	3,6	0,75			56	42	32	19	29
	MID1	5,9	5,5		7,8	28	6,4	3,4	2,7		3,3	22	4			89	52		14	29
Årungen	BØL1	40	16	7,1	9,7	3,3	38	34	12	4,7	5,6	0,75	31			23	29	34	25	13
	NOR1	15	6,3	6,1	13	3,4	11	11	3,5	3	9,9	0,75	8,6			19	30	36	28	13
	VOL1	15	4,2	4,2	7,3	1	8,3	7,9	1,7	0,75	5,3	0,75	4,5			35	55	52	43	21
	BRØ1	15	8,5	11	23	5,8	18	10	5,7	7,1	18	4,5	15			250	260	270	150	36
	SME1	23	20	7,4	23	3,6	18	18	16	5,4	18	0,75	15			17	29	42	33	13
	STO1	16	9,4	9,3	17	5,2	15	13	6,2	4,2	13	3,1	11			22	45	50	41	16
Østensjøvann	FIN1	4,8	4	4,2	4,6	1	51	3	2,8	0,75	2,5	0,75	47			55	50	42	32	31
	SKU1	11	7,7	10	20	6,2	16	10	4,9	5	15	4	12			11	20	25	21	12
Bunnefjorden	GJE1	1	3	2,5	3,2	5,4	3,9	0,75	0,75	0,75	1,6	3,6	0,25	25	23	38	35	39	31	28
	DEL1	2,3	3,7	6,4	5,5	3,7	1	0,75	1,7	3,6	3	0,75	0,75			18	27	45	28	11
	BEK1	3,7	11	8,9	57	17	3,1	2,1	6,6	5,3	41	12	1,6			14	17	24	12	10
	KJE1	5,3	2,1	6,9	16	2,7	8,7	4,5	0,75	1,6	11	0,75	5,8			15	29	33	30	13
	FBK1	1	2,7	4	4,8	3,4	1	0,75	0,75	0,75	3,8	2	0,75			87	210	350	220	61
	KAK1	10	2,1	6	7,9	4,1	4,4	7,8	0,75	2,2	4,6	1,9	2,5			13	23	25	19	17
	ÅRU1	31	18	15	5	9,2	18	25	15	9,4	2,1	0,75	15			26	29	28	24	20
	BON1	9,7	6,3	5,2	8,9	13		5,7	3,2	2,9	5,9	8,2				12	16	25	140	
	KNA1	4	1	1	3,8	5,2		0,75	0,75	0,75	0,75	2,4				6,6	6,6	8,5	5,9	
	DBK1	6,4	11	3,3	7,3	20		3,4	9,1	1,7	4,8	14				39	65	100	65	
	HAS1	5,8	6,4	5,1	7,5	3,7		1,9	2,9	2,6	3,6	1,5				11	16	20	38	
	TOR1	7,8	4	8	3,8	2,5		5,8	0,75	4,4	0,75	0,75				14	11	16	8,3	
SKO1	4,9	2,7	3,1	2,6	3,5		1,6	0,75	0,75	0,75	0,75				34	40	46	26		

Tabell V-6. Prøvetakingsdatoer for vannkjemiske parametere i elver/bekker i PURA i 2020.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
FÅL1	08-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	15-04-2020	07-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	04-10-2020	09-11-2020	07-12-2020
KAN1	08-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	07-10-2020	09-11-2020	07-12-2020
GRE1	08-01-2020	18-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	07-10-2020	04-11-2020	07-12-2020
DAL1	08-01-2020	18-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	07-10-2020	04-11-2020	07-12-2020
AUG1	08-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	07-10-2020	09-11-2020	07-12-2020
SKR1	08-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	07-10-2020	09-11-2020	07-12-2020
MID1	08-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	07-10-2020	09-11-2020	07-12-2020
TUS1	08-01-2020	18-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	07-10-2020	04-11-2020	07-12-2020
BØL1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
NOR1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
VOL1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
BRØ1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
SME1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
STO1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
FIN1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	07-05-2020	10-06-2020	30-07-2020	07-08-2020	04-09-2020	15-10-2020	12-11-2020	07-12-2020
SKU1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	14-12-2020
GJE1	08-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	04-10-2020	09-11-2020	10-12-2020
DEL1	07-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	04-10-2020	09-11-2020	07-12-2020
BEK1	07-01-2020	19-02-2020	04-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	10-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	09-09-2020	27-10-2020	09-11-2020	10-12-2020
KJE1	08-01-2020	18-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	07-12-2020
FBK1	08-01-2020	18-02-2020	04-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	09-11-2020	09-12-2020
KAK1	08-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	22-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	29-07-2020	06-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	09-11-2020	09-12-2020
ÅRU1	07-01-2020	18-02-2020	03-03-2020	15-04-2020	06-05-2020	04-06-2020	30-07-2020	07-08-2020	02-09-2020	04-10-2020	04-11-2020	03-12-2020
BON1	07-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	07-08-2020	09-09-2020	08-10-2020		03-12-2020
KNA1	08-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	11-06-2020	30-07-2020	07-08-2020	09-09-2020	08-10-2020		10-12-2020
DBK1	08-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	07-08-2020	09-09-2020	08-10-2020		09-12-2020
HAS1	07-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	07-08-2020	09-09-2020	08-10-2020		09-12-2020
TOR1	07-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	07-08-2020	09-09-2020	08-10-2020		10-12-2020
SKO1	08-01-2020	19-02-2020	05-03-2020	16-04-2020	07-05-2020	11-06-2020	29-07-2020	07-08-2020	09-09-2020	08-10-2020		10-12-2020

Utgiver: PURA
www.pura.no

Tekst: Norconsult og PURA

Layout / design: sommersethdesign.no

