Norconsult

Nitrogenavrenning fra PURA-området til Bunnefjorden, 2025

Foto: Norconsult Norge AS. Skoklefallsbekken

Sammendrag/konklusjon

Norconsult utfører på oppdrag for PURA (vannområdet Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget) overvåking av 8 innsjøer og 29 elver og bekker. I denne undersøkelsen har vi benyttet målingene fra 2025 av total nitrogen i disse elvene og innsjøene for å estimere den årlige nitrogenavrenningen fra PURA – området til Bunnefjorden. Vi har også beregnet bidraget fra alle bekkene som inngår i overvåkingsprogrammet til PURA.

I 2025 har vi estimert at nitrogentilførselen til Bunnefjorden i form av total nitrogen i gjennomsnitt var på 156 tonn N per år. Av dette bidro Årungenvassdraget med 43%, Gjersjøvassdraget med 33%, mens 11 bekker med direkte utløp til Bunnefjorden (vassdrag Bunnefjorden) bidro med 24%. Den arealspesifikke nitrogenavrenningen var i Årungenvassdraget på ca. 1,35 tonn N per år per kvadratkilometer, mens denne lå på 0,6-0,7 tonn N per km^2 i de to andre områdene.

Det er store usikkerheter i anslagene for nitrogentilførsel. Nitrogeninnholdet i bekkene i PURA-området er basert på månedlig prøvetaking, altså 12 prøver. I innsjøene ble det utført analyser av 6 prøver, tatt månedlig i perioden mai-oktober. Vi har estimert transport kun ut fra størrelse på nedbørfelt og har ikke sett på innholdet av ammonium eller nitrat, men kun total nitrogen. Likevel mener vi at en slik sammenstilling kan ha en viss verdi, både for å estimere den totale nitrogentilførselen fra PURA-området til Bunnefjorden, og for å vurdere den relative betydningen av de enkelte bekkene i transporten av dette nitrogenet til fjorden.

Det synes å være en nær sammenheng mellom den gjennomsnittlige verdien for total nitrogen i de undersøkte bekkene og andelen dyrket mark i nedbørfeltet. Fåleslora, som er en del av Gjersjøvassdraget, hadde langt høyere nitrogeninnhold enn landbruksaktiviteten i nedbørfeltet skulle tilsi, noe vi også har sett tidligere. Hva som er årsaken til dette er ikke kjent. Bølstadbekken er den klart største tilførselsbekken til Årungen, og samtidig var konsentrasjonen av total nitrogen i bekken meget høy. Vi anbefaler at ytterligere undersøkelser i Fåleslora og Bølstadbekken prioriteres. Dette for å fastslå hva som er de viktigste nitrogenkildene der.

Til tross for betydelig usikkerhet antyder datamaterialet at en reduksjon på 25% i avrenningen av nitrogen fra deler av PURA-området kan være realistisk.

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J03	2026-06-01	Til bruk	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell
B02	2026-05-26	Utkast til gjennomsyn	Trond Stabell	Lisa Nielsen	Trond Stabell

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

1 Innledning

Norconsult utfører på oppdrag for PURA (vannområdet Bunnefjorden med Årungen- og Gjersjøvassdraget) undersøkelser i innsjøene Kolbotnvann, Tussetjern, Nærevann, Midtsjøvann, Gjersjøen, Østensjøvann, Årungen og Pollevann i Akershus fylke. Formålet er å vurdere tilstanden i innsjøene ut fra påvirkningen eutrofiering (økt tilførsel av næringsstoffer). Dette gjøres ved analyse av planteplankton i innsjøene og en del vannkjemiske målinger. I tilløpsbekker til disse innsjøene, og i bekker som har utløp til Bunnefjorden, er det foretatt måling av næringsstoffer (nitrogen og fosfor) og en del andre vannkjemiske parametere. Både innsjøene og bekkene inngår i en årlig overvåking. Overvåkingsprogrammet som nå følges, ble opprinnelig etablert ved oppstart av PURA i 2008 og deretter justert med jevne mellomrom frem til dagens overvåkingsprogram.

Vannforekomstene i PURA-området har utløp i Bunnefjorden og Bunnebotn (heretter omtalt som Bunnefjorden), og de vil dermed ha betydning for vannkvaliteten der. Det sentrale i årsrapportene for vannovervåkingen i PURA er en vurdering av den økologiske tilstanden i bekkene og innsjøene[1]. I ferskvannsforekomster er det nesten alltid fosfor som er begrensende næringsstoff for alger og cyanobakterier, og dermed er det i disse årsrapportene lite omtale av nitrogen. Imidlertid har den forverrede tilstanden i Oslofjorden medført et betydelig økt fokus på nitrogentilførseler til marine områder, da nitrogen ofte er begrensende næringsstoff for primærproduksjon i saltvann. Avrenning av nitrogen til Oslofjorden kan derfor gi økt algevekst, og generelt forverre den økologiske tilstanden der.

I denne rapporten sammenfatter vi alle målingene fra 2025 av total nitrogen (N-TOT) som er utført i vannforekomstene som PURA dekker. På bakgrunn av målingene forsøker vi å estimere den totale avrenningen av nitrogen til Bunnefjorden, og også vurdere den relative betydningen til de ulike elvene og bekkene som inngår i overvåkingen.

2 Prøvestasjoner og metodikk for beregning av nitrogenavrenning

Overvåkingsprogrammet til PURA omfatter 8 innsjøer og 29 bekker og elver.

Innsjøene er; Østensjøvann (ØST) og Årungen (ÅRU) i Årungenvassdraget og Kolbotnvann (KOLB), Gjersjøen (GJE), Tussetjern (TUS), Nærevann (NÆR) og Midtsjøvann (MID) i Gjersjøvassdraget. Pollevann (POL) har utløp mot Bunnefjorden (figur 2-1)

Av de 29 elvene og bekkene er 16 tilløpsbekker til innsjøene i Årungenvassdraget og Gjersjøvassdraget. I tillegg har det blitt foretatt målinger i Gjersjøelva og Årungenelva, som samler avrenningen fra disse vassdragene, samt fra 11 andre bekker som har direkte utløp til Bunnefjorden (figur 2-1).

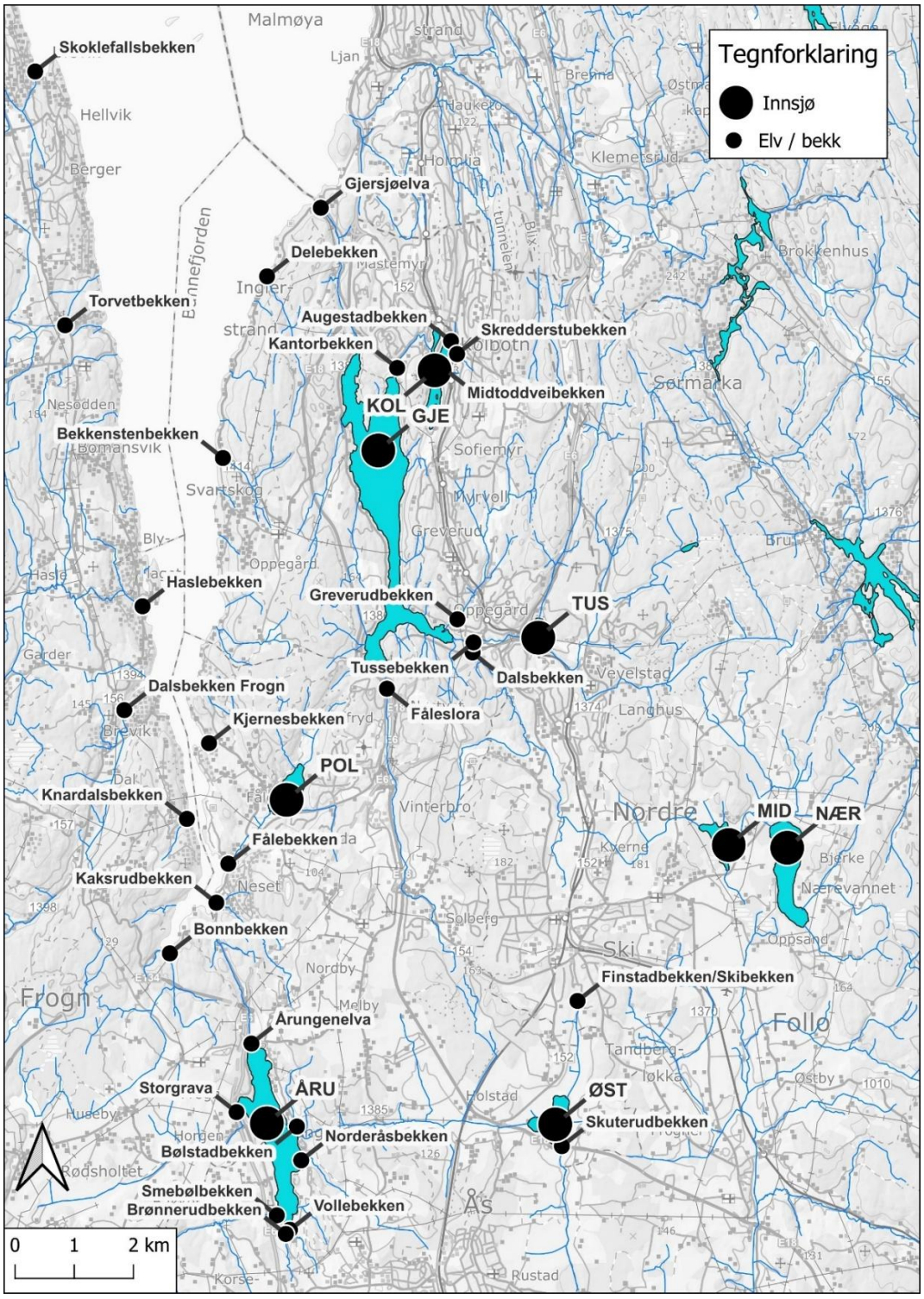
Datagrunnlaget for konsentrasjoner av total nitrogen er hentet fra portalen Vannmiljø. Vannprøvene i elvene er tatt i perioden januar til desember, men i noen bekker mangler en eller flere målinger fra vinterperioden på grunn av is. I innsjøene er det tatt månedlige prøver fra blandingssjiktet i perioden mai – oktober.

Vi har ikke tatt hensyn til vannføring i våre beregninger, men med prøver tatt på ulik vannføring gjennom hele året, forventer vi at verdiene for sentraltendens[2] gir oss et relativt godt bilde av den faktiske nitrogenbelastningen i hver av vannforekomstene. I tørkeperioder eller i perioder med svært høy vannføring kan vi få målinger som er sterkt avvikende fra det som vanligvis registreres. I 2025 var det ingen enkeltmålinger

[1] https://pura.no/publikasjoner/arsrapporter-for-overvakingen/

[2] Sentraltendens er den "typiske" verdien for en variabel. Sentraltendensen kan måles ved ulike sentralmål, som gjennomsnitt, median eller modus.

som var sterkt avvikende fra de øvrige i samme lokalitet, og vi har derfor benyttet gjennomsnitt som mål på sentraltendens i våre beregninger for nitrogenavrenning.



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

For å beregne nitrogentransport fra de ulike bekkene trenger vi i tillegg til nitrogenkonsentrasjon også informasjon om vannføring. I PURA-overvåkingen utføres imidlertid ikke måling av vannføring i elvene og bekkene som inngår i programmet. For å beregne den relative betydningen til hver bekk har vi derfor basert oss på beregnet avrenning i NVE sitt verktøy for nedbørfeltanalyse, NEVINA[3], og antatt at vannføringen i bekkene er proporsjonal med størrelsen på nedbørfeltet.

Skuterudbekken er en tilløpsbekk til Østensjøvann (figur 2-2). Siden 1992 har den inngått i NIBIO-programmet «Jord og vannovervåking i landbruket» («JOVA»), hvor både vannføring og avrenning har blitt målt. Avrenningen representerer andelen vann fra nedbøren som renner fra nedslagsfeltene og ut i vassdragene. Som middelverdi for hele overvåkingsperioden var avrenningen i Skuterudfeltet på 550 mm (Bechmann og medarb, 2021). Nedbørfeltet til bekken har et areal på 2,6 km^2. Dette gir en avrenning på 17,4 L/(sek x km^2). Beregningen fra NEVINA for nedbørfeltet til Skuterudbekken ga en verdi på 17,2 L/(sek x km^2), altså svært nær den verdien NIBIO fant basert på målinger i sitt JOVA-program. Ved beregning av nitrogentilførsel fra de de ulike elvene og bekkene i PURA-overvåkingen vil trolig avrenningsverdiene som oppgis i NEVINA gi en god tilnærming. I mangel av data for vannføring har vi derfor benyttet disse verdiene i beregningene av nitrogentransport fra hver av bekkene.

I JOVA-programmet har NIBIO også undersøkt nitrogenavrenning fra arealer de definerte som ikke-jordbruksareal og som utmark, såkalt naturlig bakgrunnsavrenning. I PURA-området vil det i all hovedsak være avrenning fra skog og myr som faller inn under utmark, og som utgjør denne bakgrunnsavrenningen. I avrenning fra skogsområdene i Skuterud-feltet ble det i gjennomsnitt registrert en konsentrasjon av total nitrogen i på 1,2 mg/l, mens gjennomsnittet for alle de undersøkte feltene i JOVA var på 0,6 mg/l (Vandsemb, 2006). Uten eksterne tilførsler fra landbruk, industri og avløp, er det dermed rimelig å anta at vi innenfor PURA-området burde finne en konsentrasjon av total nitrogen i elver og bekker i intervallet 0,6 – 1,2 mg/l.

Figur 2-2. Skuterudbekken. Foto: Norconsult Norge AS

[3] https://nevina.nve.no/

3 Nitrogenavrenning 2025

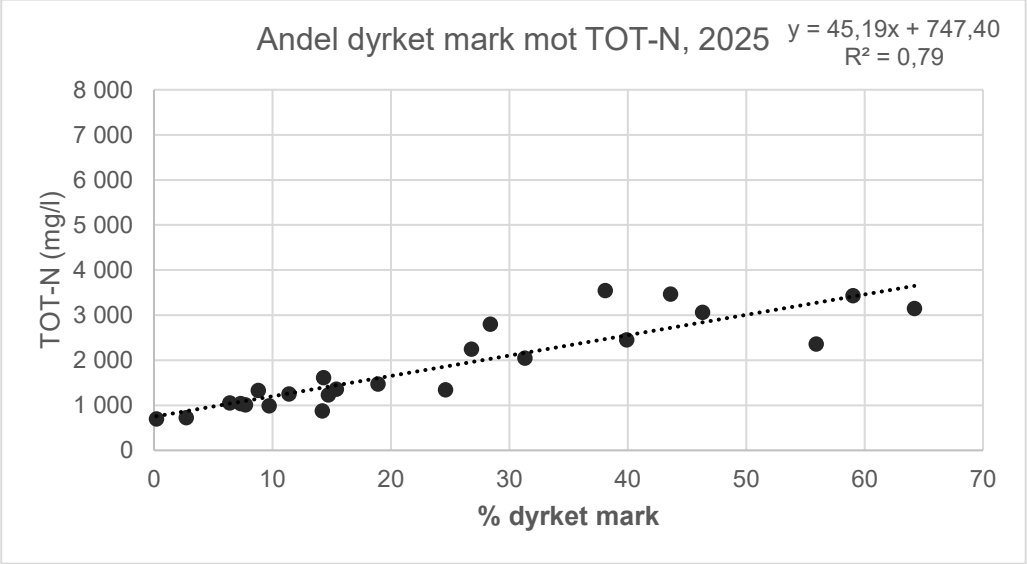
3.1 Sammenheng mellom nitrogenkonsentrasjon og andel dyrket mark i nedbørfeltet

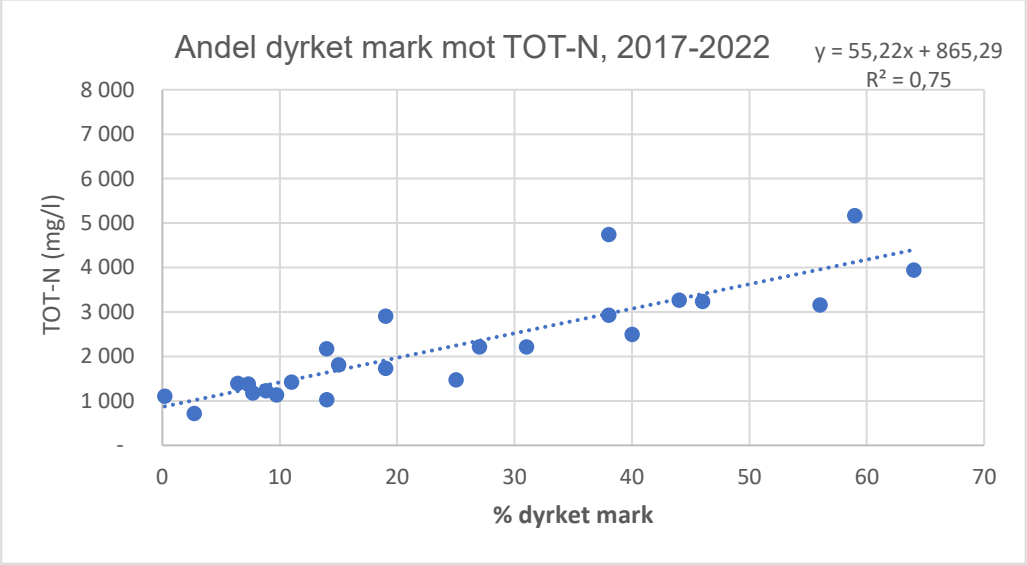
Konsentrasjon av total nitrogen i vannprøver vil variere mye gjennom året. Det er en rekke årsaker til dette, blant andre varierende nedbørforhold, varierende opptak fra primærprodusenter, og gjødslingsperioder. For å få et godt bilde av nitrogenbelastningen til en vannforekomst er det derfor behov for målinger som dekker ulike perioder av året over flere år. I PURA-overvåkingen ble total nitrogen i tidsperioden 2016-2023 i hovedsak målt 5 ganger pr. år, men fra og med 2024 har det blitt tatt månedlige prøver for analyse av total nitrogen og nitrat gjennom hele året i bekkene med direkte utløp til Bunnefjorden. I de øvrige elvene/bekkene blir total nitrogen fra og med 2024 målt 6 ganger pr. år.

Nitrogen er et betydningsfullt element i gjødsel. Samtidig er nitrogensalter relativt lett løselige i vann. Dette medfører at landbruksvirksomhet i et nedbørfelt som oftest fører til økt avrenning av nitrogen til vannforekomstene (figur 3-1). I figur 3-2 har vi sett på sammenhengen mellom prosentandel dyrket mark i nedbørfeltet til bekkene som inngår i PURA-overvåkingen og bekkenes gjennomsnittlige konsentrasjon av total nitrogen i 2025. Selv med et datasett for kun ett år, ser vi at det er en svært god sammenheng, hvor andelen dyrket mark forklarer ca. 80 av variasjonen i nitrogenkonsentrasjon i de ulike bekkene[4]. Data for total nitrogen i perioden 2017-2022 i de samme lokalitetene ga tilsvarende god sammenheng som det vi fant i 2025 (figur 3-2, Stabell m.fl. 2023).

Figur 3-1. Storgrava. Dyrket mark utgjør 64% av nedbørfeltet til Storgrava, noe som er høyest av bekkene som undersøkes i PURA. Foto: Norconsult Norge AS

[4] Stasjonene i Gjersjøeleva og Årungenelva ligger like nedenfor store innsjøer, og er derfor ikke inkludert i figuren.





Figur 3-2. Sammenhengen mellom nitrogenkonsentrasjon (som gjennomsnitt i 2025 og som median for perioden 2017 - 2022) i elver og bekker i PURA-området og andelen dyrket mark i nedbørfeltene. NEVINA klarer ikke beregne nedbørfeltparametere i tilløpsbekkene til Kolbotnvann (Augestadbekken, Skredderstubekken og Midtoddveibekken), og disse bekkene er derfor heller ikke inkludert i datasettet. Det er heller ikke Gjersjøelva og Årungenelva, der stasjonene ligger like nedenfor store innsjøer. Resultatet fra Fåleslora (4260 µg N/l, 19% dyrket mark) i 2025 anses som en outlier, og er utelatt.

3.2 Nitrogen i bekkene som inngår i PURA-overvåkingen

Tabell 3-1 viser gjennomsnittlig konsentrasjon av total nitrogen i 2025, og avrenning/bidrag fra de ulike bekkene som inngår i PURA-overvåkingen. De undersøkte bekkene i PURA – overvåkingen dekker ikke hele

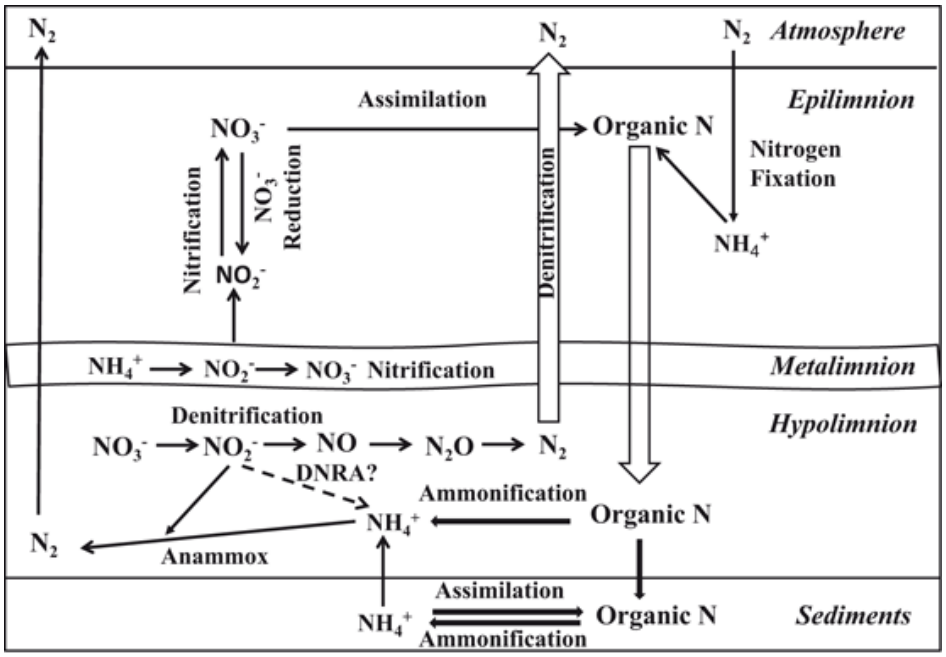
nedbørfeltet til innsjøene de renner inn i. I Gjersjøvassdraget og Årungenvassdraget benytter vi regresjonslinjen i figur 3-2 til å estimere nitrogenavrenningen fra det arealet som ikke dekkes av bekkene. Andelen dyrket mark i dette området finner vi ved å subtrahere arealene av dyrket mark i nedbørfeltene til bekkene fra det totale arealet dyrket mark i innsjøens nedbørfelt. Data for dette finner vi ved bruk av verktøyet NEVINA.

*Tabell 3-1. Nitrogen i bekker som inngår i PURA-overvåkingen. Data fra 2025. Tabellen er strukturert etter vassdrag og etter innsjøene bekkene renner inn i. Kolonnen «% av N-tilførsel» gjelder dermed til de respektive innsjøene, i rekkefølge; Kolbotnvann, Gjersjøen, Østensjøvann og Årungen. Bekkene i vassdraget Bunnefjorden (BUN) har direkte utløp til sjøen, og «% av N-tilførsel» angir der andel av den totale tilførselen fra disse 11 bekkene. * indikerer at verdien er estimert på bakgrunn av prosentandel dyrket mark i nedbørfeltet etter regresjon i figur 3-2.*

Tilførsel	Vass-drag	Areal (km^2)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km^2)	N-TOT, 2025	Bidrag, N-TOT	
			Leire, %	Dyrket mark, %		Gj.snitt	% av N-tilførsel	Kg N/år km^2
Augestadbekken	GJE	0,85			15,8	1 533	36	764
Skredderstubekken	GJE	0,53			15,8	1 573	23	784
Midtoddveibekken	GJE	0,22			15,8	1 817	11	905
Øvrige tilførsler	GJE	1,32		1,3	15,8	806*	30	402
Fåleslora	GJE	7,1	43	19	15,6	4 260	22	2 096
Kantorbekken	GJE	3,7	7,1	0,2	14,9	700	2	329
Greverudbekken	GJE	10,2	29	7,3	15,4	1 038	8	504
Dalsbekken	GJE	26,0	47	31	16,8	2 050	41	1 086
Tussebekken	GJE	20,5	23	6,4	16,3	1 052	16	541
Øvrige tilførsler	GJE	14,4		6,8	15,6	1 055*	11	526
Skibekken	ÅRU	2,6	52	14	17,5	1 617	11	892
Skuterudbekken	ÅRU	4,7	52	59	17,2	3 433	43	1 862
Øvrige tilførsler	ÅRU	5,6		60	16,1	3 459*	46	1 694
Bølstadbekken	ÅRU	23,9	68	46	16,4	3 067	52	1 586
Norderåsbekken	ÅRU	3,2	51	44	15,7	3 467	8	1 716
Vollebekken	ÅRU	2,1	50	40	15,9	2 450	4	1 228
Brønnerudbekken	ÅRU	0,6	82	38	14,7	2 800	1	1 298
Smebølbekken	ÅRU	7,1	74	56	15,1	2 360	11	1 124
Storgrava	ÅRU	8,5	64	64	15,4	3 150	18	1 530
Øvrige tilførsler	ÅRU	4,6		30	13,9	2 103*	7	1 084
Delebekken	BUN	1,6	10	2,7	12,8	730	1	295
Bekkenstenbekken	BUN	1,5	39	7,7	13,7	1 014	2	438
Kjernesbekken	BUN	0,5	49	25	12,0	1 343	1	508
Fålebekken	BUN	7,4	43	9,7	13,1	993	8	410
Kaksrudbekken	BUN	4,0	47	38	15,5	3 550	19	1 735
Bonnbekken	BUN	6,7	38	27	14,0	2 250	18	993
Knardalsbekken	BUN	0,9	9,8	14	14,2	874	1	391
Dalsbekken (Frogn)	BUN	5,0	19	15	13,7	1 358	8	587
Haslebekken	BUN	14,4	38	19	14,4	1 475	26	670
Torvetbekken	BUN	6,5	38	11	13,9	1 255	10	550
Skoklefallsbekken	BUN	5,0	16	8,8	13,1	1 329	7	549

4 Nitrogen i innsjøer

Nitrogen som tilføres en innsjø vil omsettes. Det vil hovedsakelig foreligge i form av nitrat (NO_3-N) eller ammonium (NH_4-N), eller nitrogenet er organisk bundet. Nitrogen kan assimileres av planter eller planteplankton, eller det kan oksideres eller reduseres til andre former. Noe av nitrogenet kan akkumuleres i sedimentene eller det kan omdannes til nitrogengass som avgis til atmosfæren. Sedimentene kan imidlertid også være en nitrogenkilde til vannmassene. Et eksempel på nitrogenomsetning innad i en innsjø er vist i figur 4-1 (Hadas, 2014). Den viser tydelig at vi ikke kan forvente at målt nitrogenkonsentrasjon i innsjøen vil være i samsvar med en beregnet verdi basert på innholdet av nitrogen i tilførslene til innsjøen. Så lenge vi ikke har et nitrogenbudsjett for en innsjø kan en sammenlikning mellom målte verdier og en slik teoretisk beregnet verdi likevel gi oss noe nyttig informasjon. I det minste kan det gi et inntrykk av i hvilken grad nitrogen holdes tilbake i innsjøen.



Figur 4-1. Nitrogenomsetning i en innsjø. Eksempel fra Genesaretsjøen (Hadas, 2014).

Vannets oppholdstid i en innsjø varierer, og unntatt i sirkulasjonsperioder vil ikke nitrogenkonsentrasjonen være lik fra overflate til bunn. I PURA-overvåkingen måles nitrogenkonsentrasjonen i innsjøens blandingssjikt en gang i måneden i vekstperioden. Ved første og siste prøvetaking, det vil si i mai og oktober, vil som regel mesteparten eller hele vannmassen sirkulere.

Ved å benytte informasjonen i tabell 3-1 kan vi estimere hva nitrogenkonsentrasjonen i innsjøen ville ha vært dersom prosessene i innsjøene ikke ga noe netto tilskudd eller tap. Østensjøvann har få tilløpsbekker, og vi benytter derfor den for å vise hvordan vi kan estimere en teoretisk nitrogenverdi for innsjøen. Nitrogenbidraget fra hver tilførselskilde er beregnet fra nedbørfeltets areal, avrenningen og dengjennomsnittlige konsentrasjonen av total nitrogen. Fra tabell 3-1 får vi da:

$$N\text{-}TOT_{(ØST)} = N\text{-}TOT_{Skibekken} \times A_n + N\text{-}TOT_{Skuterudbekken} \times A_n + N\text{-}TOT_{Øvrige\ tilførsler} \times A_n$$

A_n representerer andelen av innsjøens totale nedbørfelt. Vi får da:

$N\text{-}TOT_{(ØST)} = 1617 \times 0{,}202 + 3433 \times 0{,}364 + 3459 \times 0{,}434 = 3077\ \mu g\ N/l$

I innsjøene fant vi i 2025 en gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon som var klart lavere enn vi skulle forvente ut fra nitrogeninnholdet i tilløpsbekkene. Hvor mye av det tilførte nitrogenet som holdes tilbake i innsjøbassenget betegnes gjerne som *retensjon*. For Østensjøvann, Årungen og Gjersjøen ble denne beregnet til 24-25% i 2025 (tabell 4-1). Kolbotnvann (figur 4-2) skilte seg ut ved tilsynelatende å ha en retensjon på hele 76%. Dette samsvarer godt med det vi fant i datasettet fra 2017-2022, da vi beregnet en retensjon på 74% i denne innsjøen (Stabell m.fl., 2023). For de øvrige innsjøene ble retensjonen beregnet til 40-50% i 2024 (Stabell, 2025), mens tilsvarende verdier i 2017-2022 lå på ca. 20% i Årungen og Gjersjøen, og ca. 35% i Østensjøvann.

Det er som nevnt stor usikkerhet i denne måten å beregne retensjon i innsjøer på. Det at vi systematisk har funnet lavere verdier i alle innsjøene enn det vi kan estimere fra tilløpsbekkene, både i datasettet fra 2025, 2024 og det fra 2017-2022, gjør det imidlertid svært sannsynlig at en del av det tilførte nitrogenet til innsjøene, omsettes der og tapes til sedimenter og til atmosfæren. Målingene så langt tilsier at over halvparten av tilført nitrogen til Kolbotnvann, tapes der, mens vårt beste estimat så langt i de øvrige innsjøene, er at denne i 2025 ligger på ca. 25%.

Tabell 4-1. Innsjøer i PURA-området hvor det også gjøres målinger i tilløpsbekker, nedbørfeltparametere og nitrogeninnhold. N-TOT = Total nitrogen.

Tilførsel	Areal (km^2)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km^2)	N-TOT, 2025 (µg/l)		
		Leire, %	Dyrket mark, %		Gj.snitt	Estimert N-TOT	% retensjon, estimert
Kolbotnvann	3,0			15,8	290	1233	76
Gjersjøen	82	31	15	15,6	1217	1630	25
Østensjøvann	13	69	50	15,5	2327	3077	24
Årungen	50	66	48	15,7	2200	2888	24

Figur 4-2. Kolbotnvann. Foto: Norconsult Norge AS

5 Nitrogentilførsel til Bunnefjorden

Overvåkingsprogrammet til PURA omfatter Gjersjøvassdraget, Årungenvassdraget og vassdraget Bunnefjorden. Vassdrag Bunnefjorden inkluderer også Årungenelva og Gjersjøelva, men i denne sammenhengen er det naturlig å omtale disse som del av Gjersjøvassdraget og Årungenvassdraget. Her benytter vi dermed vassdrag Bunnefjorden som et fellesnavn på de 11 bekkene PURA overvåker som har direkte utløp til Bunnefjorden. I de foregående avsnittene har vi sett på den relative betydningen for den totale nitrogentransporten fra de ulike bekkene. Nitrogen er et meget mobilt grunnstoff, og retensjonen av dette elementet i innsjøer er vanligvis på mindre enn 30% (Staalstrøm og medarb., 2022). Dette betyr at utslipp høyt oppe i nedbørfeltet også vil ha negativ effekt i et marint miljø, ikke bare direkte utslipp til havet. Gjennom beregningene utført i denne rapporten er det indikasjoner på at nitrogenretensjonen i Kolbotnvann er langt høyere enn 30%, men innsjøen utgjør bare en liten del av nedbørfeltet til Gjersjøen. En sammenlikning av nitrogeninnhold i tilløpsbekker og innsjøer over en 6-årsperioden 2017-2022 og resultatene fra 2025 antyder at nitrogenretensjonen i Årungen og Gjersjøen mest sannsynlig er på ca. 25%.

Den totale nitrogentilførselen fra PURA-området til fjorden utgjøres av bidraget fra Gjersjøelva, Årungenelva og de 11 øvrige bekkene med direkte utløp til Bunnefjorden. Vi ser fra tabell 5-1 at bidraget fra disse 11 bekkene samlet utgjør 24% av den totale nitrogentilførselen i 2025, mens Gjersjøelva bidrar med 33% og Årungenelva med 43%. Det er verdt å merke seg at vi har beregnet nitrogentilførselen fra hele Gjersjøvassdraget og Årungenvassdraget, mens vassdrag Bunnefjorden kun inkluderer arealet til nedbørfeltene til de 11 bekkene som inngår.

For 6-års perioden 2017-2022 var vårt beste estimat at samlet nitrogentilførsel til Bunnefjorden fra PURA-området var på 174 tonn N per år (Stabell m.fl. 2023). Til tross for høyere nitrogenverdier i mange av de største tilløpsbekkene i 2024, ble den totale tilførselen av nitrogen til Bunnefjorden det året beregnet til 152 tonn (Stabell, 2025). Årsaken til reduksjonen, var en tilsynelatende høyere retensjon av nitrogen i 2025 i Østensjøvann, Årungen og Gjersjøen enn vi fant i perioden 2017-2022. I 2025 har vi beregnet en nitrogentilførsel til Bunnefjorden fra PURA-området på 156 tonn, altså svært nær det vi fant også i 2024.

Avrenning av nitrogen per arealenhet var ca. dobbelt så stor i Årungenvassdraget som i de andre undersøkte områdene (tabell 5-1). En arealspesifikk avrenning på 600 – 1350 Kg N/år km^2 er langt høyere enn det vi finner i de store vassdragene våre. I Glomma ble denne for eksempel beregnet til ca. 300 Kg N/år km^2 (Engesmo og medarb., 2022).

Tabell 5-1. Tilløp til Bunnefjorden, nedbørfeltparametere og nitrogeninnhold. N-TOT = Total nitrogen.

Tilførsel	Areal (km^2)	Nedbørfelt		Avrenning (L/sek x km^2)		Bidrag, N-TOT	
		Leire, %	Dyrket mark, %		Gj.snitt	% av N-tilførsel	Kg N/år km^2
Gjersjøelva, utløp	85,0	30	15	15,5	1233	33	608
Årungenelva, utløp	52,0	65	47	15,7	2742	43	1357
Vassdrag Bunnefjorden	53,5					24	697

I tabell 5-2 har vi sortert alle de undersøkte bekkene fra høy til lav nitrogentransport. De tre øverste linjene i tabellen viser tilførslene til Bunnefjorden, mens resten av tabellen rangerer alle bekkene som inngår i PURA-

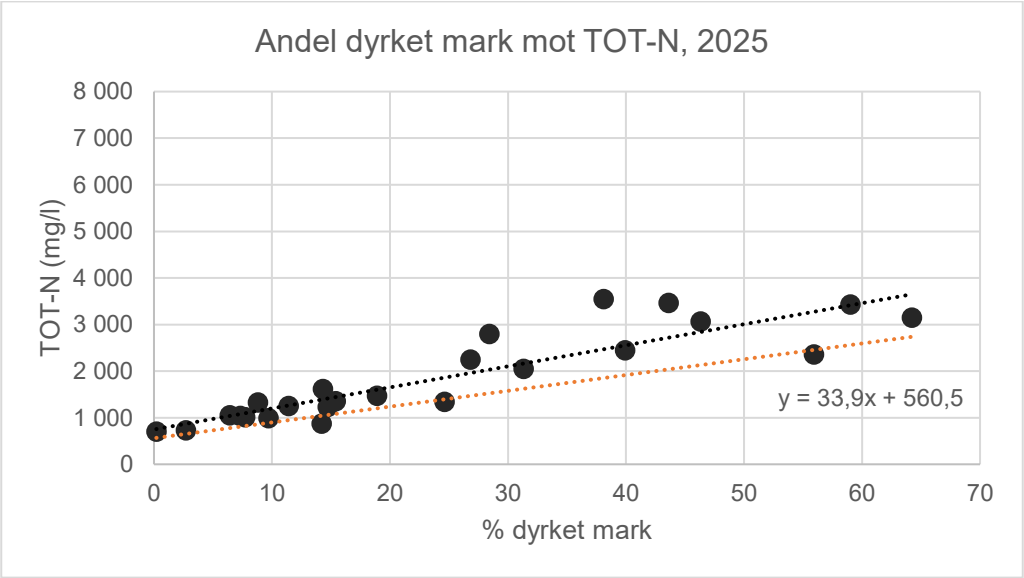
overvåkingen. Av disse ser vi at nitrogentransporten er klart størst i Bølstadbekken. Bekken kommer fra Østensjøvann, men nitrogeninnholdet er høyere i bekken enn i innsjøen (se tabell 4-1). Det kan bety at det er betydelig avrenning av nitrogen til Bølstadbekken i området mellom Østensjøvann og Årungen. I Gjersjøvassdraget er Dalsbekken viktigst. Over halvparten av nitrogenavrenningen fra Gjersjøvassdraget ble i 2025 transportert gjennom denne bekken.

Tabell 5-2. Nitrogentilførsel til Bunnefjorden fra PURA-området. Data er sortert etter estimert nitrogentransport i bekker, fra høyest til lavest.

Lokalitet	Vassdrag	N-TOT (gj.snitt)	Tonn N /år	kg N /år km^2
Årungenelva, utløp	ÅRU	2 742	**68**	**1 357**
Gjersjøelva, utløp	GJE	1 233	**51**	**603**
Vassdrag Bunnefjorden	BUN		**37**	**697**
Bølstadbekken	ÅRU	3 067	37,9	1 586
Dalsbekken	GJE	2 050	28,2	1 086
Fåleslora	GJE	4 260	14,9	2 096
Storgrava	ÅRU	3 150	13,0	1 530
Tussebekken	GJE	1 052	11,1	541
Hasla nederst	BUN	1 475	9,6	670
Skuterudbekken	ÅRU	3 433	8,8	1 862
Smebølbekken	ÅRU	2 360	8,0	1 124
Kaksrudbekken	BUN	3 550	6,9	1 735
Bonnbekken	BUN	2 250	6,7	993
Norderåsbekken	ÅRU	3 467	5,5	1 716
Greverudbekken	GJE	1 038	5,1	504
Torvetbekken	BUN	1 255	3,6	550
Fålebekken	BUN	993	3,0	410
Dalsbekken (Frogn)	BUN	1 358	2,9	587
Skoklefallbekken	BUN	1 329	2,7	549
Vollebekken	ÅRU	2 450	2,6	1 228
Skibekken	ÅRU	1 617	2,3	892
Kantorbekken	GJE	700	1,2	329
Brønnerudbekken	ÅRU	2 800	0,8	1 298
Bekkenstensbekken	BUN	1 014	0,7	438
Augestadbekken	GJE	1 533	0,6	764
Delebekken	BUN	730	0,5	295
Skredderstubekken	GJE	1 573	0,4	784
Knardalbekken	BUN	874	0,4	391
Kjernesbekken	BUN	1 343	0,3	508
Midtoddveibekken	GJE	1 817	0,2	905

For et så mobilt grunnstoff som nitrogen, er det ikke realistisk å forvente like lave nitrogenkonsentrasjoner i vannforekomster med mye landbruksvirksomhet i nedbørfeltet som i vannforekomster hvor det ikke er noen slik virksomhet. I PURA-området så vi at det var en nær sammenheng mellom andelen dyrket mark i nedbørfeltet og nitrogeninnhold i bekkene (figur 3-2). I figur 5-1 har vi kopiert figur 3-2, men lagt inn en linje

som ligger i nedre del av datasettet. Dette for å antyde hva slags nitrogenkonsentrasjon som kan være mulig å oppnå med dagens drift. Her ligger linjen som indikerer dette 25% lavere enn den opprinnelige regresjonslinjen. Vi har ikke utført detaljerte analyser av de ulike nedbørfeltene, og det kan være naturlige årsaker til at enkelte bekker har høyere nitrogenkonsentrasjon enn andre, selv om andelen dyrket mark i nedbørfeltet er den samme. Jordtype kan være forskjellig i ulike nedbørfelt, for eksempel kan forholdet mellom sand og leire variere. Ytterligere informasjon om forholdene i de ulike nedbørfeltene er nødvendig for å avgjøre om reduksjonen antydet i figur 5-1 er realistisk. To av de noe større bekkene som har høy andel dyrket mark i nedbørfeltet, og som samtidig tydelig ligger under regresjonslinjen er Smebølbekken (56% dyrket mark) og Storgrava (64% dyrket mark), begge i nedbørfeltet til Årungen (tabell 5-3). En sammenlikning av andre nedbørfelt mot nedbørfeltene til disse to bekkene, kan derfor være et godt utgangspunkt for å vurdere potensialet for reduksjon i nitrogenavrenning til de ulike bekkene som inngår i PURA-overvåkingen.



Figur 5-1. Sammenhengen mellom nitrogenkonsentrasjon (som gjennomsnitt i 2025) i elver og bekker i PURA-området og andelen dyrket mark i nedbørfeltene. Oransje linje (inkl. formel) antyder en nedre grense for dette datasettet. Den ligger 25% lavere enn den opprinnelige regresjonslinjen.

I en forvaltningssammenheng er det trolig mer interessant å vite hvor stor nitrogenavrenningen er fra et område sammenliknet med det vi burde forvente. Dette er informasjon som kan bidra til å gjøre en hensiktsmessig prioritering av hvor eventuelle tiltak bør settes inn. I tabell 5-3 har vi estimert nitrogenkonsentrasjon ut fra regresjonen i figur 5-1 og sortert bekkene etter hvor stort avvik de har fra denne regresjonslinjen. I tilløpsbekkene til Kolbotnvann klarer ikke NEVINA å beregne nedbørfeltparametere. Disse bekkene ligger imidlertid i et urbant område, praktisk talt uten noe dyrket mark. Nitrogenkonsentrasjoner i bekkene på 1500-. 2000 µg/l er derfor over det dobbelte av hva vil få fra regresjonen i figur 5-1. Forhøyet nitrogeninnhold i disse bekkene kommer med stor sannsynlighet fra kommunalt avløp. Det samme gjelder for Skibekken, og kan forklare at nitrogeninnholdet der er høyere enn andelen dyrket mark i nedbørfeltet skulle tilsi (tabell 5-3).

Det er selvsagt store usikkerheter i disse anslagene. Likevel mener vi at en slik sammenstilling kan ha en viss verdi dersom vi ser betydelige utslag. I dette materialet mener vi det er grunnlag for å gjøre ytterligere undersøkelser for å avdekke nitrogenkildene til Fåleslora. Dette er en bekk hvor nitrogeninnholdet er vesentlig høyere enn forventet. Det kan bety at avrenningen fra dyrket mark her er høyere enn ellers, eller det finnes

andre betydningsfulle kilder til nitrogen i nedbørfeltet. Etter vår mening bør det også utføres nærmere undersøkelser i området mellom Østensjøvann og Årungen. Bølstadbekken er en stor og betydningsfull bekk og nitrogenkonsentrasjonen ser ut til å være klart høyere ved innløpet til Årungen enn den er i Østensjøvann.

Tabell 5-3. Nitrogentilførsel til Bunnefjorden fra PURA-området. Data er sortert etter avvik fra regresjonslinjen som indikerer en forventet nitrogenkonsentrasjon ut fra andelen dyrket mark i nedslagsfeltet.

Lokalitet	Vassdrag	N-TOT (gj.snitt)	Estimert N-TOT	Avvik (%)	tonn N /år	kg N /år km^2
Skredderstubekken	GJE	1 573			0,4	784
Augestadbekken	GJE	1 533			0,6	764
Midtoddveibekken	GJE	1 817			0,2	905
Fåleslora	GJE	4 260	1 588	63	14,9	2 096
Kaksrudbekken	BUN	3 550	2 469	30	6,9	1 735
Brønnerudbekken	ÅRU	2 800	2 031	27	0,8	1 298
Norderåsbekken	ÅRU	3 467	2 718	22	5,5	1 716
Skoklefallbekken	BUN	1 329	1 145	14	2,7	549
Skibekken	ÅRU	1 617	1 394	14	2,3	892
Bonnbekken	BUN	2 250	1 958	13	6,7	993
Bølstadbekken	ÅRU	3 067	2 840	7	37,9	1 586
Tussebekken	GJE	1 052	1 037	1	11,1	541
Skuterudbekken	ÅRU	3 433	3 414	1	8,8	1 862
Torvetbekken	BUN	1 255	1 263	-1	3,6	550
Greverudbekken	GJE	1 038	1 077	-4	5,1	504
Vollebekken	ÅRU	2 450	2 550	-4	2,6	1 228
Dalsbekken	GJE	2 050	2 162	-5	28,2	1 086
Dalsbekken (Frogn)	BUN	1 358	1 443	-6	2,9	587
Kantorbekken	GJE	700	756	-8	1,2	329
Bekkenstensbekken	BUN	1 014	1 095	-8	0,7	438
Hasla nederst	BUN	1 475	1 601	-9	9,6	670
Storgrava	ÅRU	3 150	3 649	-16	13,0	1 530
Delebekken	BUN	730	869	-19	0,5	295
Fålebekken	BUN	993	1 186	-19	3,0	410
Kjernesbekken	BUN	1 343	1 859	-38	0,3	508
Smebølbekken	ÅRU	2 360	3 274	-39	8,0	1 124
Knardalbekken	BUN	874	1 389	-59	0,4	391

6 Referanser

Bechmann, M., Stenrød, M., Kværnø, S.H. og Eggestad, H.O. (2021). *Erosjon og tap av næringsstoffer og plantevernmidler fra jordbruksdominerte nedbørfelt - Sammendragsrapport fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) for 1992—2019.* NIBIO rapport vol. 7, nr. 135.

Engesmo, A., Staalstrøm, A., Gran, S. og Kaste, Ø. (2022). *Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2021. Fagrapport.* NIVA rapport 7759-2022.

Hadas, O. (2014). *Microbial Processes Within the Nitrogen Cycle*. I: Zohary, T., Sukenik, A., Berman, T., Nishri, A. (red) Lake Kinneret. Aquatic Ecology Series, vol 6. Springer, Dordrecht.

Staalstrøm, A., Walday, M., Vogelsang, C., Frigstad, H., Borgersen, G., Albretsen, J. og Naustvoll, L-J. (2022). *Utredning av behovet for å redusere tilførslene av nitrogen til Ytre Oslofjord*. NIVA rapport 7723-2022.

Stabell, T. & Pengerud, A. (2023). Nitrogenavrenning fra PURA-området til Bunnefjorden, 2017 - 2022. Norconsult rapport 5198072-E04.

Stabell, T. (2025). Nitrogenavrenning fra PURA-området til Bunnefjorden, 2024. Norconsult notat 5198072-E05.

Vandsemb,S.M. (2006). *Kvantifisering av tap av nitrogen, fosfor og erosjon fra ikke-jordbruksarealer i JOVA-programmet (Jord og vannovervåking i landbruket). Fokus på utmarksavrenning*. Bioforsk rapport vol. 1, nr.56