The background of the entire page is a photograph of a wide fjord under a clear blue sky. In the distance, a town is visible on a hillside, and a small yellow buoy floats in the water in the foreground.

# Resipientvurdering Drammensfjorden

---

Kommunale avløpsrenseanleggs  
påvirkning på Drammensfjorden

---

**DRAMMEN, ASKER OG LIER KOMMUNE**

---

**18 DESEMBER 2020**

# Innhold

Utarbeidet: Fredrik Lundgren  
og Anders Sjölin  
Kvalitetssikring: John Sternbeck  
Redigering: Eivind Stubø  
Godkjent av Ida Johansen

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>6</b>
2.1	Resipienten	6
2.2	Renseanleggene	8
<b>3</b>	<b>Statusvurdering</b>	<b>10</b>
3.1	Klassifiseringsgrenser	10
3.1.1	Siktedyp	10
3.1.2	Oksygen i dypvann	10
3.1.3	Næringsalter	10
3.1.4	Miljøgifter i vann	11
3.1.5	Bakterier	11
3.2	Status i Drammensfjorden	12
3.2.1	Siktedyp	13
3.2.2	Oksygen i dypvann	14
3.2.3	Næringsalter	14
3.2.4	Miljøgifter i vann	14
3.2.5	Bakterier	17
3.2.6	Samlet status	18
<b>4</b>	<b>Påvirkning på Drammensfjorden - belastning</b>	<b>19</b>
4.1	Dataunderlag	19
4.2	Vannføring	20
4.3	Kjemisk og biologisk oksygenforbruk	20
4.4	Fosfor og nitrogen	22
4.5	Metaller	22
<b>5</b>	<b>Påvirkning på Drammensfjorden - konsentrasjoner</b>	<b>25</b>
5.1	Måledata	25
5.2	Hydrologiske forhold i Drammensfjorden	25
5.2.1	Fortynning i vannmassene	26
5.3	Vurdering av målbar påvirkning på konsentrasjoner	27
5.3.1	Avløp	27
5.3.2	Resipienten	28
<b>6</b>	<b>Forandringer i belastning fra renseanleggene</b>	<b>32</b>

6.1	Scenario 1. - 50 % reduksjon av konsentrasjoner i utslipp	32
6.2	Scenario 2. - 50 % økning av belastning fra renseanleggene	34
6.3	Påvirkning sett i forhold til naturlig variasjon	36
<b>7</b>	<b>Konklusjoner</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>Anbefalinger</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>Referanser</b>	<b>41</b>

---

Vedlegg 1. Rådata stasjon Elv-1 (Lierelva) og Elv-2 (Drammenselva).

# 1 Sammendrag

På vegne Asker, Drammen og Lier kommuner har NIRAS gjennomført prosjektet «Resipientvurdering Drammensfjorden».

Prosjektets mål er å benytte allerede tilgjengelig informasjon til å vurdere hvordan renseanleggenes utslipp påvirker Drammensfjordens miljøstatus:

- Redegjøre for status i Drammensfjorden med fokus på parametere som påvirkes av renseanleggene
- Beregne hvor stort renseanleggenes bidrag til fjordens belastning er
- Bedømme hvordan en økt eller redusert belastning fra renseanleggene vil påvirke status i Drammensfjorden

Rapporten omhandler utslipp fra de kommunale renseanleggene rundt indre Drammensfjord, og de dominerende vassdragenes tilførsler til fjorden.

Indre Drammensfjord er preget av dens bunntopografi, med en terskel i sør som begrenser tilførselen av saltvann, og stor tilførsel av ellevann fra Drammenselva og Lierelva i nord. Forholdene gjør at fjorden har sterkt lagdelte vannmasser med ferskvann i overflaten og underliggende saltvann. Et ferskt overflatelag med god vannomsetning og et underliggende, saltere vann med lang omsetningstid gjør at de dypere delene av fjorden har oksygenfattige forhold.

Den vektete statusen (nEQR) for Indre Drammensfjord er klassifisert som "moderat" basert på fysisk-kjemiske parametere. Oksygennivåene var det som trakk mest i negativ retning. For denne parameteren er statusen i kategorien "veldig dårlig". Total fosfor, total nitrogen, metaller, TBT og siktedybde ble klassifisert i kategorien "moderat" status eller bedre. Unntak var nitratnivåer i fjorden og sinkinnholdet utenfor renseanlegget på Linnes, som ga "dårlig" status.

Vanntilførselen til indre Drammensfjord kommer hovedsakelig fra elvene, med det største bidraget fra Drammenselva, mens renseanleggene bare bidrar med 0,2% av vannet som tilføres fjorden. Denne situasjonen betyr at renseanleggenes bidrag av næringsstoffer, organiske stoffer og metaller generelt er relativt sett lavt. Andelen tilført mengde biologisk oksygenforbrukende stoff (BOF) og kjemisk oksygenforbrukende stoff (KOF) fra renseanleggene til indre Drammensfjord, er lav (henholdsvis 0,3% og 1,3%) sammenlignet med andelen tilført fra elvene. Andelen fosfor tilført fra renseanleggene er også lav (2,7%) sammenlignet med elvenes andel. Tilførselen av nitrogen fra renseanleggene har den høyeste andelen blant de inkluderte parametere (8,7%), men er altså betydelig lavere enn elvenes andel. Tilførselen av metaller fra renseanleggene er bare 1% eller lavere for de fleste metallene, mens krom og nikkel har en andel på henholdsvis 2% og 3% av den totale tilførte mengden.

Hvordan en økt eller redusert belastning fra renseanleggene påvirker totalbelastningen på indre Drammensfjord, er vurdert gjennom to scenarier:

- I scenario 1 undersøkes det hvordan belastningen på fjorden vil være i tilfelle av en generell reduksjon av renseanleggets utslippsnivåer av de analyserte parametere på 50% sett i forhold til en uendret belastning fra elvene. Renseanleggenes utslippsvolumer antas å være uendret.
- I scenario 2 undersøkes det hvordan belastningen på fjorden blir ved en generell økning i renseanleggenes utslippsmengde av de analyserte parametere med 50% sett i forhold til en uendret belastning fra elvene. De utgående konsentrasjonene fra renseanleggene antas å være uendret.

For BOF, KOF og fosfor gir disse scenariene en endret totalbelastning på mindre enn 1%. For nitrogen indikerer disse scenariene at nitrogen reduseres med 4% med en reduksjon i utslippskonsentrasjon på 50% og en økning på 4% med en økning i volum på 50%.

De estimerte endringene i fosfor og nitrogen fra renseanleggene er, spesielt for nitrogen, betydelig mindre enn de observerte variasjonene i vassdragene mellom forskjellige år. Dette viser at den årlige variasjonen i den naturlige belastningen av fosfor og nitrogen overskygger endringene som scenario 1 og 2 medfører når det gjelder bidrag fra renseanleggene. Ettersom renseanleggenes bidrag til Drammensfjorden er veldig lite i forhold til den kraftige avrenningen fra elvene, er det tvilsomt om endringer i belastning fra renseanleggene i henhold til scenario 1 eller 2 vil være detekterbart. Trolig vil bare lokal påvirkning fra de ulike renseanleggenes utslipp kunne påvises i Drammensfjorden.

For å kunne iverksette utslippsreducerende tiltak som kan måles i Drammensfjorden, må det implementeres regionalt koordinerte endringer. Man bør da inkludere hele nedslagsfeltet for vassdragene og inkludere tilførsler fra både renseanlegg industri og jordbruk. Ved å redusere belastningen fra mange mindre underkilder i systemet, bør det være mulig å oppnå målbare endringer i resipienten. Selv om den generelle belastningen på Drammensfjorden reduseres, vil det ta lang tid før dette virker inn på hele vannmassen i fjorden. Det bør også tas i betraktning at fjordens morfologi betyr at selv ved lave næringsbelastninger vil det naturlig kunne oppstå situasjoner med lave oksygenivåer i bunnvannet.

## 2 Bakgrunn

På vegne av Asker, Drammen og Lier kommuner har NIRAS gjennomført prosjektet «Resipientvurdering Drammensfjorden».

Prosjektets mål er å benytte allerede tilgjengelig informasjon til å vurdere hvordan renseanleggenes utslipp påvirker Drammensfjordens miljøstatus.

- Redegjøre for status i Drammensfjorden med fokus på parametere som påvirkes av renseanleggene
- Beregne hvor stort renseanleggenes bidrag til fjordens belastning er
- Bedømme hvordan en økt eller redusert belastning fra renseanleggene vil påvirke status i Drammensfjorden

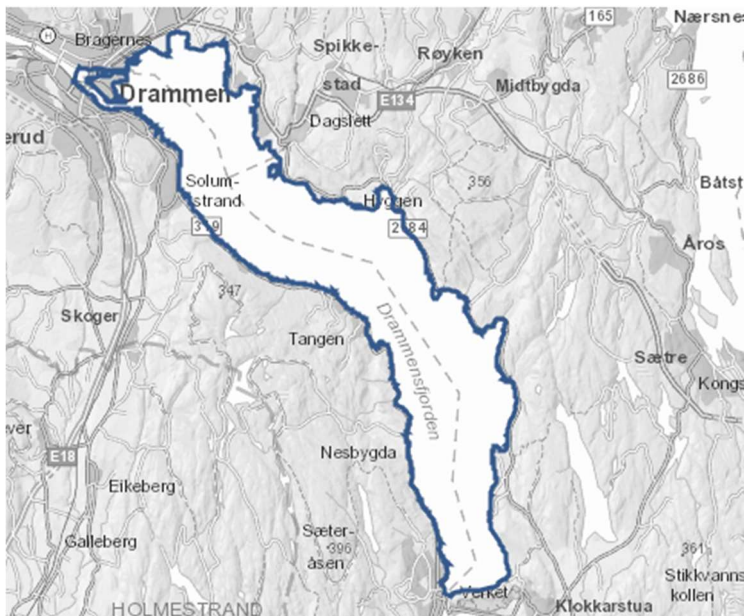
Denne rapporten omhandler resipientvurdering og retter seg mot utslipp fra de kommunale renseanleggene rundt indre Drammensfjord og de dominerende vassdragenes tilførsler til fjorden.

### 2.1 Resipienten

Resipienten tilhører vannforekomsten Drammensfjorden-indre, ID 0101020801-C (Figur 1), og er karakterisert som en sterkt ferskvannspåvirket fjord. Vannkategorien er «Kystvann» og den økologiske tilstanden er karakterisert som «dårlig» ([www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no)).

Fjorden preges av et smalt innløp, «Svelvikterskelen», som gjør at vannutskiftningen er begrenset og at dypvannet i stor grad er anoksisk (uten oksygen). Ifølge vann-nett.no har imidlertid bunnvannet blitt mindre anoksisk de siste årene som følge av at det har blitt utført mudring ved Svelvikterskelen. Med unntak av den aller innerste delen, der elvene har bygd opp grunnere områder, er fjordbunnen for det meste bratt skrånende ut fra land med flate partier i de dypere områdene. De dypeste partiene midt i fjorden er på i overkant av hundre meter.

Tidligere har fjorden vært usatt for betydelig forurensing som følge av utslipp fra industri langs Drammenselva. I de senere årene er forurensningskildene blitt sterkt redusert, men resultatet av tidligere tilførsler gjenspeiler seg fremdeles i sedimentene.



**Figur 1.** Utsnitt fra vannforekomst Drammensfjorden indre ID 0101020801-C.

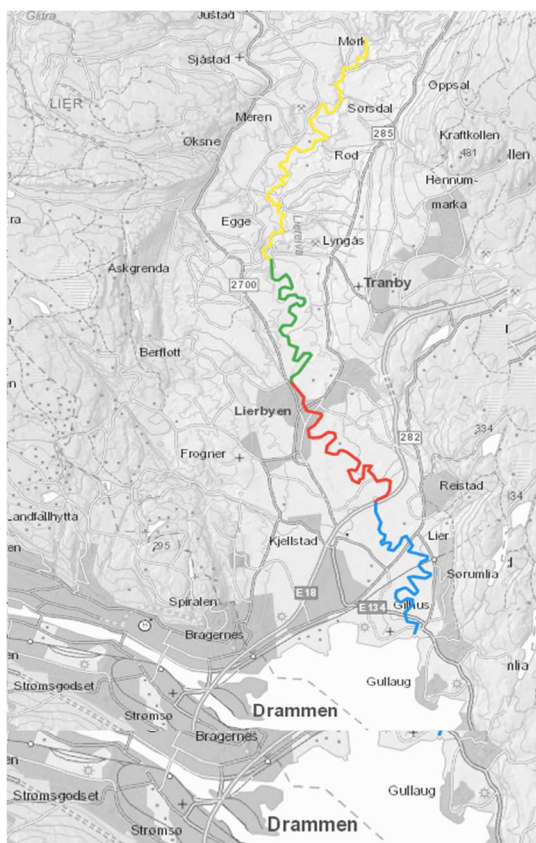
Drammensfjorden har en sterk ferskvannspåvirkning, fremfor alt fra Drammenselva, men også til en viss grad i Lierelva og flere andre mindre vassdrag. Drammenselva er en av Norges største elver med en vannføring på om lag 10 000 Mm<sup>3</sup>/år. Elvas vannføring ser ut å ha økt i senere tid (gjennomsnitt for 2017-2019: 11 736 Mm<sup>3</sup>/år)

sammenlignet med tidligere år (gjennomsnitt 1971-2000: 8 871 Mm<sup>3</sup>/år) (NIVA, 2015 og NVE.no). Den nedre delen av elva tilhører vannforekomst ID-012-2399-R (Figur 2).



**Figur 2.** Drammenselva, del i Drammen kommune (vannforekomst ID-012-2399-R).

Lierelva er en betydelig mindre elv som også har sitt utløp i Drammensfjorden. Lierelva har en vannføring på ca. 200 Mm<sup>3</sup>/år (altså ca. 2 % av Drammenselvas vannføring). Elva består av fire ulike vannforekomster på strekningen opp til renseanlegget i Sjøstad (Figur 3).



**Figur 3.** Lierelva, del i Lier kommune opp til Sjøstad (vannforekomst ID-1-93-R (blå), ID-11-29-R (rød), ID-11-47-R (grønn), ID-11\_50-R (gul)).

## 2.2 Renseanleggene

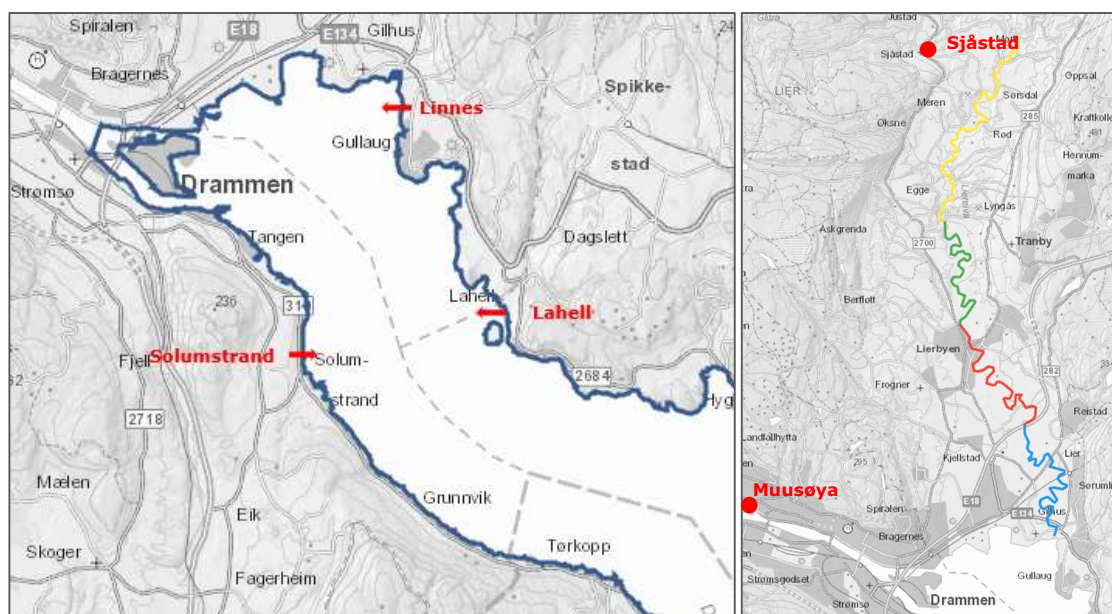
Drammen, Asker og Lier kommuner har flere renseanlegg som påvirker Drammensfjorden direkte eller indirekte med rensed avløpsvann. I Drammen kommune ligger det renseanlegg ved Solumstrand og Muusøya, i Asker kommune ved Lahell, og i Lier kommune ligger det renseanlegg ved Linnes og Sjøstad, se Tabell 1.

Renseanleggene i Linnes og Sjøstad drives av ett kommunalt foretak «Lier Kommunalteknikk KF». De øvrige renseanleggene drives av de respektive kommunene.

**Tabell 1.** Eierforhold for renseanleggene med Drammensfjord, Drammenselva og Lierelva som resipient.

Renseanlegg	Kommune	Eier	Resipient
Solumstrand	Drammen	Drammen kommune	Indre Drammensfjord
Muusøya	Drammen	Drammen kommune	Drammenselva
Lahell	Asker	Asker kommune	Indre Drammensfjord
Linnes	Lier	Lier Kommunalteknikk KF	Indre Drammensfjord
Sjøstad	Lier	Lier Kommunalteknikk KF	Lierelva

Omtrentlig plassering av renseanleggenes utslippspunkter i Drammensfjorden og renseanleggene med utslipp til elvene er vist i Figur 4.



**Figur 4.** Omtrentlig plassering av de kommunale renseanleggene som har utslipp direkte (Solumstrand, Lahell og Linnes) eller indirekte (Muusøya og Sjøstad) til Drammensfjorden.

En oversikt over renseanleggenes utslipp er gitt i Tabell 2. Dersom man justerer for volum har Lahell lavere utslipp av nitrogen, fosfor og KOF (Kjemisk oksygenforbruk) sammenlignet med Muusøya og Linnes. Utslipet av nitrogen og BOF er relativt lavt ved Solumstrand sammenlignet med enkelte av de andre anleggene når volum hensyntas. Dette skyldes at Solumstrand har biologisk rensing i form av MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) – en renseteknikk som har god effekt for å redusere mengden BOF (Biologisk oksygenforbruk) og total nitrogen. Mengden BOF er også relativt lav fra Sjøstad som også har biologisk rensing.



**Tabell 2.** Informasjon fra renseanleggenes årsrapporter 2019. Antall = Antall personer tilknyttet anlegget. MBK = Mekanisk-biologisk-kjemisk rensing, MK = Mekanisk-kjemisk rensing. Total årlig mengde nitrogen, fosfor, BOF (biologisk oksygenforbruk) og KOF (kjemisk oksygenforbruk).

Renseanlegg	Rensing	Volum (milj. m <sup>3</sup> /år)	Nitrogen (ton)	Fosfor (ton)	BOF/ (ton)	KOF (ton)
Solumstrand	MBK	10,8	280	1,1	175	662
Muusøya	MK	4,0	64,6	0,64	128	332
Lahell	MK	0,5	22,4	0,69	15,7	38,8
Linnes	MK	2,9	91,8	0,15	203	424
Sjøstad	MBK	0,1	-	0,003	0,226	1,55

## 3 Statusvurdering

### 3.1 Klassifiseringsgrenser

For å bedømme miljøtilstanden i vannforekomster kan ulike parametere sammenlignes med tilstandsklasser i Veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2018) og andre relevante veiledere. Tilstandsklasser er grenseverdier som benyttes for å betegne tilstanden med hensyn til hver enkelt parameter på en skala fra «svært god» eller bakgrunn til «svært dårlig». De ulike veilederne angir grenseverdier gjeldene for sjøvann, innsjøer, elver og sedimenter (ulike matrikser). Klassifiseringsgrenser er presentert i rapporten "Resipientovervåkning i Drammensfjorden 2019." (NIRAS 2020a) som følger:

#### 3.1.1 Siktedyp

Siktedyp er et mål på vannets gjennomtrengelighet for lys, og påvirkes av forekomsten av partikler (organiske og uorganiske) og vannets farge. Stort siktedyp gjør at solstrålene når lengre ned i vannmassene og at primærproduksjonen finner sted på større dyp enn i vann med lite siktedyp. I klassifiseringen av siktedyp tas det hensyn til salinitet. Her er klassegrenser basert på 5 PSU benyttet (Tabell 3).

**Tabell 3.** Klassifiseringsinndeling for siktedyp ved 5 PSU for juni-august (Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann).

	I	II	III	IV	V
Parameter	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Siktedyp (salinitet 5 PSU)	> 7	7-4,5	4,5-2,5	2,5-1,5	<1,5

#### 3.1.2 Oksygen i dypvann

I fjorder med lav vannutskiftning, slik som Drammensfjorden, oppstår det naturlig lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet som følge av nedbryting av organisk materiale. Økt tilførsel av organisk materiale som følge av menneskelig aktivitet kan føre til en ytterligere reduksjon av oksygeninnholdet. Tilstandsklasser for oksygen i dypvann er gitt i Tabell 4.

**Tabell 4.** Klassifiseringsinndeling for oksygen i dypvann (Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann).

	I	II	III	IV	V
Parameter	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Oksygen (ml O <sub>2</sub> /l)	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
Oksygenmetning (%)*	>65	65-50	50-35	35-20	<20

\* Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 PSU og temperatur 6 °C.

#### 3.1.3 Nærings-salter

Ved god tilgang på lys er normalt tilgangen på næringsstoffer den begrensende faktoren for produksjonen av planteplankton. Høy tilgang på biotilgjengelige næringsstoffer skaper dermed forutsetninger for høy planteplanktonproduksjon. Eutrofiering (overgjødning), det vil si forhøyet produksjon av planteplankton som følge av menneskelig aktivitet, kan for eksempel oppstå som følge av avrenning fra landbruksområder.

Eutrofiering kan føre til økt sedimentasjon av organisk materiale, noe som i neste omgang kan resultere i oksygensvikt nær bunnen når det organiske materialet brytes ned.

I følge Miljødirektoratets veileder, bør klassifisering gjøres basert på gjennomsnittskonsentrasjoner i overflatevann gjennom sommer og vintermånedene over en sammenhengende periode på minst tre år. Grenseverdiene for klasse I-V avhenger av vannets saltinnhold. Gjennomsnittskonsentrasjonen i overflatevannet i Drammensfjorden (1-10m) ligger normalt rundt 10 PSU, og tilstandsklassifiseringen for næringsstoffer er derfor gjort basert på grenseverdier beregnet ut fra denne saliniteten i Tabell 5.

**Tabell 5.** Beregnede tilstandsklasser ved salinitet 10 PSU for juni-august (Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann).

	I	II	III	IV	V
Parameter	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Total fosfor (µgP/l)	<9,4	9,4-13,4	13,4-24,3	24,3-55,3	>55,3
Total nitrogen (µgN/l)	<250	250-365	365-525	525-800	>800
Nitrat-nitrogen (µgN/l)	<68,9	68,9-112	112-170	170-325	>325

### 3.1.4 Miljøgifter i vann

Miljøgifter er kjemikalier og stoffer som har egenskaper som gjør at de utgjør en helse- og miljørisiko. Tilstandsklasser basert på grenseverdier for de ulike kjemikaliene og stoffene er gitt i Veileder M-608 (Miljødirektoratet, 2016), se Tabell 6.

**Tabell 6.** Beregnede tilstandsklasser ved salinitet 10 PSU for juni-august (Veileder M-608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020).

	I	II	III	IV	V
Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids-eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter	
Øvre grense: bakgrunn	Øvre grense: AA-QS, PNEC	Øvre grense: MAC-QS, PNEC akutt	Øvre grense: PNEC akutt* AF1		

### 3.1.5 Bakterier

Vannmiljøer er levested for svært mange bakterier og andre mikroorganismer. Forekomsten av visse typer av bakterier, som termotabile koliforme bakterier (TKB), kan være en indikasjon på utslipp av sykdomsfremkallende tarmbakterier. Tilstandsklassifisering med hensyn til TKB er gjort i henhold til grenseverdier i Tabell 7. Grenseverdiene er hentet fra Miljødirektoratets veiledere TA-1467/1997 og TA-1468/1997 (SFT, 1997).

**Tabell 7.** Tilstandsklasser for bakterier i kystvann og i ferskvann (Miljødirektoratets veiledere TA-1467/1997 og TA-1468/1997).

		I	II	III	IV	V
Parameter		Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Termotolerante koliforme bakterier (TKB/100 ml)	Kystvann	<10	10-100	100-300	300-1000	>1000
	Ferskvann	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000

E. coli er en annen indikator på forurensing fra menneskelige fekalier. I EUs badevannsdirektiv (EU, 2006) er det også definert grenseverdier for klassifisering med hensyn til konsentrasjoner av E.coli bakterier. Grenseverdiene er vist i Tabell 8.

**Tabell 8.** Grenseverdier for klassifisering av badevann med hensyn til E.coli bakterier (EU direktiv 2006/7/EC).

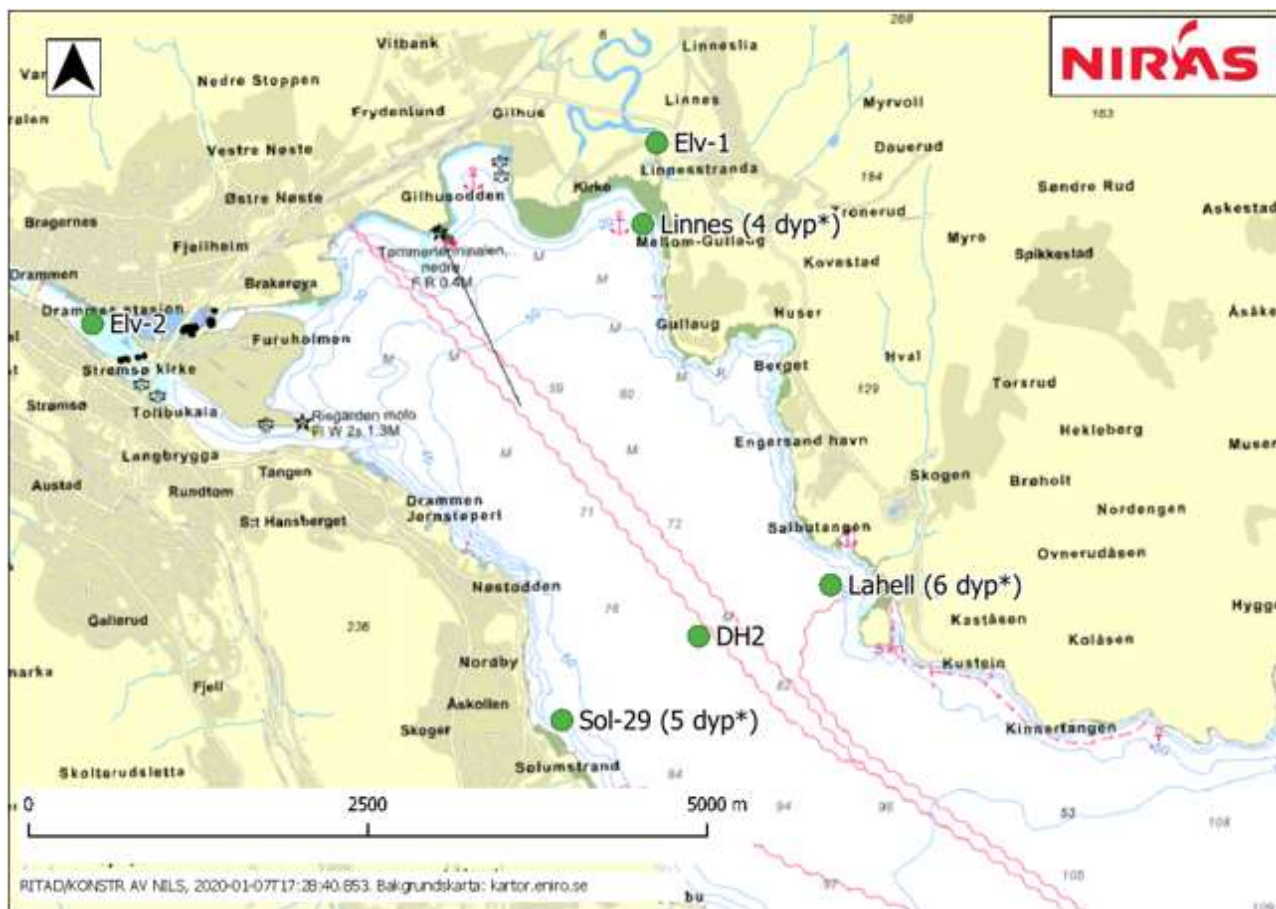
Parameter	Vanntype	Klassifisering		
		Utmerket	God	Tilstrekkelig
E.coli/100 ml	Ferskvann	500*	1000*	900**
	Kystvann	250*	500*	500**

\*95% av prøvene skal være innenfor angitt grenseverdi.

\*\*90% av prøvene skal være innenfor angitt grenseverdi.

### 3.2 Status i Drammensfjorden

Resipientovervåking har blitt gjennomført i mange år i Drammensfjorden, og i 2019 ble det tatt prøver ved seks ulike stasjoner, se Figur 5. Statusvurdering av resipienten (kystvann) ble gjort i årsrapporten for 2019 (NIRAS, 2020a), se påfølgende underkapitler.



Figur 5. Omtrentlig plassering av prøvetakingsstasjoner i resipientovervåkningsprogrammet for Drammensfjorden.

### 3.2.1 Siktedyp

Siktedypet som ble funnet i perioden august-september 2019 var på samme nivå som det som har blitt observert i sommermånedene ved tidligere års undersøkelser, se Tabell 9.

Tabell 9. Årlige gjennomsnittsverdier for siktedyp.

	2014	2015	2016	2018	2019 Aug-sept	Gjennomsnitt siste tre år
Lahell	2,9	3,4	2,5	3,0	3,3	2,9 <sup>a</sup> (Moderat)
Linnes	1,9	2,8	1,5	2,9	2,4	2,3 <sup>a</sup> (Dårlig)
Sol-29	3,5	3,8	2,6	3,4	3,4	3,1 <sup>a</sup> (Moderat)
DH2	2,9	3,5		3,3	3,5	3,4 <sup>b</sup> (Moderat)
Elv-1	0,8	1,0		1,5	1,3	1,3 <sup>b</sup>
Elv-2	2,7	3,2		3,1	3,2	3,2 <sup>b</sup>

a) Basert på data fra 2016, 2018 og 2019

b) Basert på data fra 2015, 2018 og 2019

### 3.2.2 Oksygen i dypvann

Oksygenkonsentrasjonene i bunnvannet 2019 resulterte i tilstandsklassifisering «svært dårlig» på stasjonene DH2 (78m dyp) og Lahell (62m dyp) med hensyn til denne parameteren. De grunnere stasjonene, Sol-29 (24m dyp) og Linnes (18m dyp) hadde oksygenivåer over 5,1 mg/l under hele overvåkningsperioden 2019, noe som tilsvarer tilstandsklasse «god». Det bør påpekes at oksygenmålingene startet i august 2019 og det derfor ikke finnes data fra vårsesongen da sedimentasjonen etter våroppblomstringene kan ha gitt lavere oksygenkonsentrasjoner i dypvannet enn det som målingene for høsten viser. Tidligere undersøkelser har vist at oksygenivåene er lave også gjennom øvrige deler av året (Norconsult, 2017 og 2018).

### 3.2.3 Næringssalter

Gjennomsnittlig innhold av næringsstoffer i dybdeintervallet 0-10 m i sommermånedene i løpet av de siste tre år hvor data er tilgjengelig, er vist i Tabell 10. For 2019 er det benyttet data fra august til september (n=3) siden det ikke er tatt prøver i juni-juli. Nitratinnholdet indikerer gjennomgående dårlig tilstand, mens total fosfor indikerer god eller svært god status med unntak av DH2 (moderat tilstand med hensyn til total fosfor). Gjennomsnittsverdiene for total nitrogen de tre siste år gir moderat tilstand for samtlige stasjoner foruten Elv-2 som oppnår svært god status.

**Tabell 10.** Gjennomsnittskonsentrasjoner av næringsstoffer (middelverdier av enkeltstående årsmiddelverdier) i overflatevannet i 2015, 2016, 2018 og 2019. Basert på tilgjengelige tall fra databasen Vannmiljø. Data fra år 2015, 2016 og 2018 er for juni, juli og august. For 2019 har data fra august og september blitt inkludert.

Prøvepunkt	Dyp (m)	Nitrat (µg/l) 2018-2019	Tot-N (µg/l)	Total-P (µg/l)
Lahell	0-10	255 (Dårlig)	417 <sup>a</sup> (Moderat)	9,1 <sup>a</sup> (Svært God)
Linnes	0-10	310 (Dårlig)	515 <sup>a</sup> (Moderat)	13,0 <sup>a</sup> (God)
Sol-29	0-10	254 (Dårlig)	445 <sup>a</sup> (Moderat)	10,4 <sup>a</sup> (God)
DH2	0-10	204 (Dårlig)	380 <sup>b</sup> (Moderat)	15,1 <sup>b</sup> (Moderat)
Elv-1	2	480	873 <sup>b</sup> (Moderat) <sup>c</sup>	51,7 <sup>b</sup> (God) <sup>d</sup>
Elv-2	2	165	328 <sup>b</sup> (Svært God) <sup>e</sup>	6,2 <sup>b</sup> (Svært God)

- a) data fra år 2016, 2018, 2019
- b) data fra år 2015, 2018, 2019
- c) I henhold til klasseinndeling for elvetype R108 og R110
- d) I henhold til klasseinndeling for leirpåvirkede vassdrag (R111)
- e) I henhold til klasseinndeling for elvetype R107

### 3.2.4 Miljøgifter i vann

Alle målinger av salinitet med multiparametersonde på fjordstasjonene i 2019 viste saltholdighet lavere enn 5 psu ned til to meters dyp. For klassifisering av miljøtilstanden i overflatelaget med hensyn til miljøgifter er det derfor benyttet grenseverdier for ferskvann gitt i Veileder 02:2018.

Generelt var nivåene av miljøgifter i 2019 i overflatelaget lave, og i mange tilfeller lavere enn rapporteringsgrensene for analysene (Tabell 11). For stoffene som omfattes av grenseverdier ble det stort sett påvist tilstandsklasse «god». For noen stoffer (arsen, kadmium, kvikksølv og tributyltinn) var imidlertid rapporteringsgrensen høyere enn klassegrensene for god status, noe som gjør at tilstandsklasse er satt til moderat selv om den reelle konsentrasjonen kan være i en lavere klasse. Ifølge Veileder 02:2018, skal rapporteringsgrensen for kjemiske analyser være mindre eller lik 30% av miljøkvalitetsnormen for de respektive stoffene. Klassifiseringen av arsen, kadmium, TBT og kvikksølv som er basert på rapporteringsgrenser er derfor strengt tatt ikke gyldige, men bør betraktes som en pekepinn på «dårligst mulig

tilstand». I realiteten kan faktisk tilstandsklasse være lavere. Det eneste tilfellet hvor en målt konsentrasjon indikerer moderat tilstand er for bly i Lierelva (Elv-1).

**Tabell 11.** Miljøgifter 2019 - gjennomsnittskonsentrasjoner og tilstandsklasser i overflatelaget (2m).

Parameter	Enhet	Lahell (2m)	Linnes (2m)	Sol-29 (2m)	DH2 (2m)	Elv-1 (2m)	Elv-2 (2m)
Arsen	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	0,47	0,44
Bly	µg/l	0,31	0,19	0,41	0,67	1,23	0,80
Kadmium	µg/l	< 0,2 <sup>a</sup>	< 0,2 <sup>a</sup>	< 0,2 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	< 0,2 <sup>a</sup>	< 0,2 <sup>a</sup>
Kobber	µg/l	0,98	1,36	0,91	1,28	1,43	0,72
Kvikksølv	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Krom	µg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Nikkel	µg/l	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Sink	µg/l	3,93	3,03	2,97	3,95	2,2	2,92
Dibutyltinn (DBT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0,78	<1,0
Difenyltinn (DPHT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Dioktyltinn (DOT)	ng/l	<1,0	<1,0	0,80	<1,0	0,87	<1,0
Monobutyltinn (MBT)	ng/l	<1,0	1,18	1,87	1,13	4,03	2,18
Monofenyltinn (MPHT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Monooktyltinn (MOT)	ng/l	<1,0	<1,0	0,78	<1,0	<1,0	<1,0
Tetrabutyltinn (TTBT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Tributyltinn (TBT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trifenyltinn (TPHT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trisykloheksyltinn (TCyT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trisykloheksyltinn (TCyT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

a) Avhengig av å vite vannets hardhet for å kunne klassifisere nøyaktig. Klasse III (Moderat) eller bedre kan fastslås.

Innholdet av miljøgifter i dypvann (gjennomsnittsverdier for de seks prøvetakingsrundene) i 2019 er vist i Tabell 12. Tilstandsklasser er i samsvar med grenseverdier for verdier for kystvann i Veileder 02:2018.

**Tabell 12.** Miljøgifter 2019 - gjennomsnittskonsentrasjoner og tilstandsklasser i dypvann.

Parameter	Enhet	Lahell (60m)	Linnes (15m)	Sol-29 (22m)	DH2 (60m)
Arsen	µg/l	1,83	1,45	1,52	2,10
Bly	µg/l	0,64	2,48	0,80	2,16
Kadmium	µg/l	0,16	<0,2	0,12	0,15
Kobber	µg/l	0,31	0,33	1,03	0,43
Kvikksølv	µg/l	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Krom	µg/l	1,77	1,38	1,57	2,25
Nikkel	µg/l	1,28	1,23	< 2	1,45
Sink	µg/l	1,37	7,05	2,75	3,03
Dibutyltinn (DBT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Difenyltinn (DPhT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Dioktyltinn (DOT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Monobutyltinn (MBT)	ng/l	1,33	0,72	0,63	1,32
Monofenyltinn (MPhT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Monooktyltinn (MOT)	ng/l	0,92	<1,0	<1,0	<1,0
Tetrabutyltinn (TTBT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Tributyltinn (TBT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trifenyltinn (TPhT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trisykloheksyltinn (TCyT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Trisykloheksyltinn (TCyT)	ng/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

Moderat tilstand ble funnet for arsen (alle stasjoner) og bly (Linnes og DH2). Det gjennomsnittlige sinkinnholdet på Lahell, Sol-29 og DH2 var betydelig lavere enn det som ble målt i 2018 (Norconsult, 2019), mens nivået på Linnes (7,05 mg /l) er i tråd med det som ble målt da. Klassifiseringen med hensyn til sink viser tilstandsklasse «dårlig» for Linnes og «god» eller «veldig god» ved andre stasjoner. Ved fjorårets undersøkelse ble det registrert tilstandsklasse «dårlig» på alle stasjoner med hensyn til sinknivåer. For kvikksølv og tributyltinn var nivåene gjennomgående lavere enn rapporteringsgrensene, og siden rapporteringsgrensene for disse stoffene var høyere en grensen for tilstandsklasse «god», er tilstandsklassen satt til «moderat». På grunn av de relativt høye miljøkvalitetsnormene og rapporteringsgrensene for disse stoffene (så vel som for arsen ved ett tilfelle), bør tilstandsklassifiseringene ikke anses som sikre. Arsen- og kromnivåene var høyere i dypvann enn i overflatevannet, noe som i det minste delvis kan forklares med at disse metallene naturlig forekommer i høyere nivåer i saltvann enn i ferskvann.



### 3.2.5 Bakterier

Forekomsten av termotolerante koliforme bakterier (90-persentil) og presumptiv *E. coli* (95-persentilen) i overflatevann (0-5 m), sammen med tidligere målte verdier, er gitt i Tabell 13 og Tabell 14. Bakterienivået i 2019 var relativt høyt sammenlignet med tidligere års undersøkelser og overskred de vannkvalitetsmålene som er satt for Lahell, Solumstrand og Linnes (NIRAS, 2020a). I likhet med tidligere år har ikke prøvetakingen blitt utført med høy nok frekvens i badesesongen til å kunne gjøre en fullgod klassifisering i henhold til Miljødirektoratets veiledere eller vurdere resultatene opp mot grenseverdiene i EUs badevannsdirektiv. Klassifiseringen må derfor anses som veiledende.

Bakterieforekomsten var generelt høyere i 2019 enn i perioden 2015 - 2018. Det var bare på det sentralt beliggende prøvepunktet DH2 at bakterienivåene var relativt lave gjennom prøvetakingssesongen.

**Tabell 13.** Forekomsten av termotolerante koliforme bakterier (90-persentil) i overflatevann (0-5 m)(NIRAS, 2020a).

Prøvepunkt	Dyp (m)	TKB 90-persentil (Norconsult 2018) (TKB/100 ml)	TKB 90-persentil 2019 (TKB/100 ml)
Lahell	0-5	65 <sup>1</sup>	1500
Linnes	0-5	189 <sup>1</sup>	1400
Sol-29	0-5	272 <sup>1</sup>	544
DH2	5	354 <sup>2</sup>	155
Elv-1	2	1030 <sup>2</sup>	575
Elv-2	2	510 <sup>1</sup>	1500

<sup>1</sup> Basert på data fra år 2015, 2016 og 2018.

<sup>2</sup> Basert på data fra år 2014, 2015 og 2018.

**Tabell 14.** Forekomsten av presumptiv *E. coli* (95-persentilen) i overflatevann (0-5 m)(NIRAS, 2020a).

Prøvepunkt	Dyp (m)	<i>E. coli</i> 95-persentil 2018 (Norconsult 2018) (MPN/100 ml)	<i>E. coli</i> 95-persentil 2019 (MPN/100 ml)
Lahell	0-5	30 (God)	1500 (Ikke tilstrekkelig)
Linnes	0-5	112 (God)	1500 (Ikke tilstrekkelig)
Sol-29	0-5	187 (God)	977 (Ikke tilstrekkelig)
DH2	5	31 (God)	138 (God)
Elv-1	2	243 (God)	648 (Ikke tilstrekkelig)
Elv-2	2	324 (God)	1500 (Ikke tilstrekkelig)

### 3.2.6 Samlet status

Den samlede statusen (nEQR) for Indre Drammensfjord er satt til "moderat" basert på fysisk-kjemiske parametere (Tabell 15). Oksygenforholden var det som kom dårligst ut, men statusklassifisering "svært dårlig" status. Øvrige parametere var i kategorien "moderat" eller "god" status.

**Tabell 15.** Beregnet samlet tilstand for resipienten basert på fysisk-kjemiske støtteparametere.

Prøvepunkt	Tot-P	Siktedyp	Oksygen	Gjennomsnitt nEQR
Lahell	9,1 µg/l	2,9 m	<2,1 mg/l	
Linnes	13,0 µg/l	2,3 m		
Sol-29	10,4 µg/l	3,1 m		
Genomsnitt	10,8 g/l	2,8 m		
Sammenlagt tilstand/nEQR	0,7 (god)	0,5 (moderat)	0,1 (svært dårlig)	0,4 (Moderat)

## 4 Påvirkning på Drammensfjorden - belastning

### 4.1 Dataunderlag

For å kunne vurdere belastningen på Drammensfjorden er data fra flere forskjellige kilder brukt. Resultatene gir en oversikt over hvor stor andel belastningen fra renseanleggene utgjør i forhold til vassdragenes belastning på Drammensfjorden. Data som brukes til å beregne belastninger er vist i Tabell 16.

**Tabell 16.** Dataunderlag for å bedømme belastning på Drammensfjorden.

Parameter	Stasjons-id	Stasjonsnavn	Periode	Kilde	Kommentar
Vannføring, Drammenselva	12-534-0	Mjøndalen bru	2017-2019	NVE.no	
Vannføring, Lierelva	11-6-0	Oppsal	2017-2019	NVE.no	
Fysisk-kjemiske elementer	012-51327	Nedre Sund 2/Elv-2	2018-2019	VannNett.no	Data fra resipientovervåkingsprogrammet
Fysisk-kjemiske elementer	011-81607	Lierelva, utløp 1, ved Linnesstranda bru/Elv-1	2018-2019	VannNett.no	Data fra resipientovervåkingsprogrammet
Vannføring, fysisk-kjemiske elementer	-	Solumstrand renseanlegg	2017-2019	Årsrapport	
Vannføring, fysisk-kjemiske elementer	-	Muusøya renseanlegg	2017-2019	Årsrapport	
Vannføring, fysisk-kjemiske elementer	-	Lahell renseanlegg	2017-2019	Årsrapport	
Vannføring, fysisk-kjemiske elementer	-	Linnes renseanlegg	2017-2019	Årsrapport	
Vannføring, fysisk-kjemiske elementer	-	Sjåstad renseanlegg	2017-2019	Årsrapport	

Vannføringsdata ble bestilt fra NVE (Norges Vassdrags- og Energidirektorat) for Drammenselva og Lierelva.

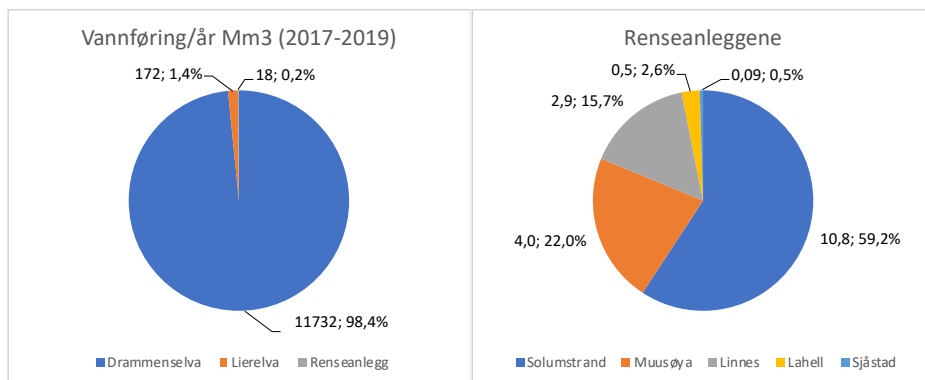
Data fra målestasjonene nærmest utløpene i fjorden ble brukt. Årlige gjennomsnitt er beregnet fra målte døgnmiddelverdier. Den eneste aktive målestasjonen i Lierelva finnes først ved Oppsal, som ligger relativt langt opp i vassdraget. Vannføringen fra denne målestasjonen er sannsynligvis lavere enn vannstrømmen ved elvemunningen, men gir en indikasjon på vannstrømmenes størrelse i forhold til Drammenselva og renseanleggene.

Fysisk-kjemiske elementer i vassdrag (målestasjoner Elv-1 og Elv-2) er hovedsakelig basert på data fra resipientovervåkingsrapportene fra 2018-2019 (i noen tilfeller bare 2019). Målinger har blitt utført på forskjellige tidspunkter i løpet av disse årene. I 2018 ble det utført målinger i perioden april-september og i 2019 i perioden august-desember. For noen parametere har rapporteringsgrensene vært forskjellig i de ulike undersøkelsesårene. I tilfeller der rapporteringsgrensen var signifikant høyere sammenlignet med målte konsentrasjoner, er disse måledataene ekskludert. Datagrunnlaget for fysisk-kjemiske parametere er rapportert i Vedlegg 1, der ekskluderte måleverdier er merket med rødt.

Fysisk-kjemiske data for renseanleggene er hentet fra de respektive renseanleggenes årsrapporter med tilhørende vedlegg (Rambøll, 2018abcd, Rambøll, 2019abc, Rambøll, 2020abc).

## 4.2 Vannføring

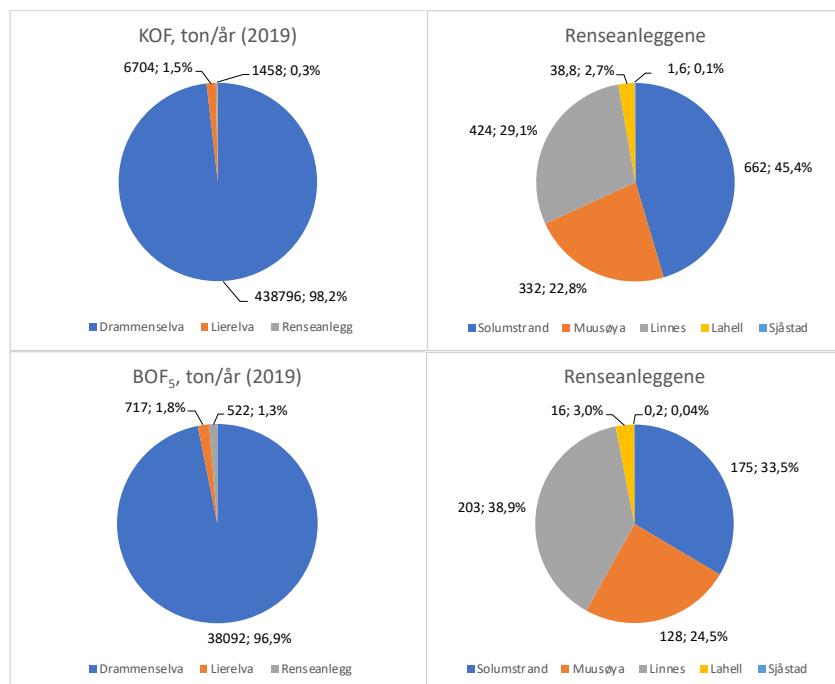
Vannføringen (gjennomsnitt 2017-2019) domineres helt av Drammenselva, som utgjorde 98,4% av vanntransporten til Drammensfjorden. Lierelva bidro med 1,4% og renseanleggenes totale andel var bare 0,2% av vanntilførselen (Figur 6). Renseanleggenes andel ble dominert av Solumstrand (59,2%), etterfulgt av Muusøya (22,0%) og Linnes (15,7%). De mindre anleggene Lahell og Sjøstad bidro med henholdsvis 2,6% og 0,5%.



**Figur 6.** Vannføring (Mm<sup>3</sup>/år) til Drammensfjorden og renseanleggenes innbyrdes fordeling.

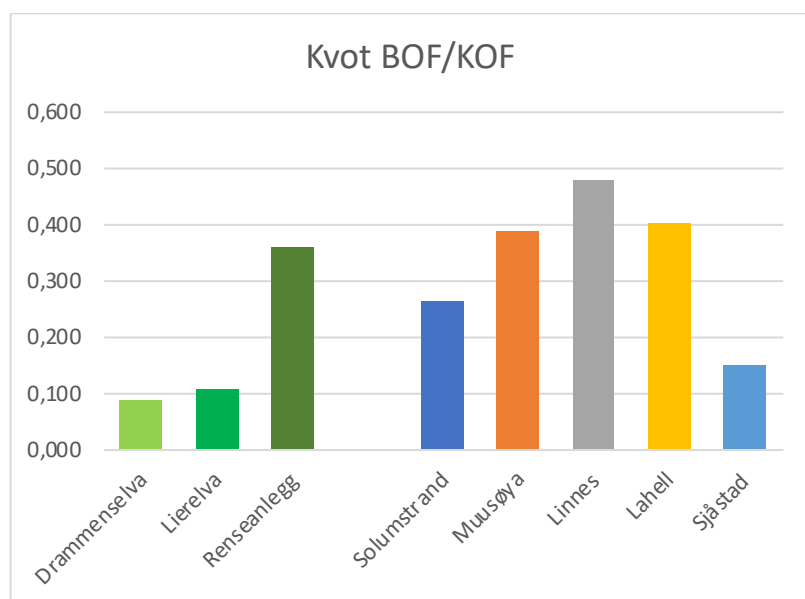
## 4.3 Kjemisk og biologisk oksygenforbruk

Transport av KOF viste omtrent samme fordeling som vannvolumene, noe som indikerer at nivåene ikke er særlig forskjellige om man sammenligner elvene med renseanleggene sett under ett. Sammenlignet med avrenningen fra elvene, var bidraget fra renseanleggene lite (0,3%). Transport av BOF til Drammensfjorden består av en noe høyere andel fra renseanleggene, men fortsatt en veldig liten andel (1,3%) av den totale transporten (Figur 7). Renseanlegget på Linnes står imidlertid foren relativt høy andel av renseanleggenes bidrag, KOF (29,1%) og BOF (38,9%). Korrigert for volum viser dette at anlegget har forhøyede utslipp sammenlignet med de andre anleggene, mens Solumstrand har lavere konsentrasjoner sett i forhold til de andre renseanleggene.



**Figur 7.** Kjemisk og biologisk oksygenforbruk (tonn/år) til Drammensfjorden og renseanleggenes innbyrdes fordeling.

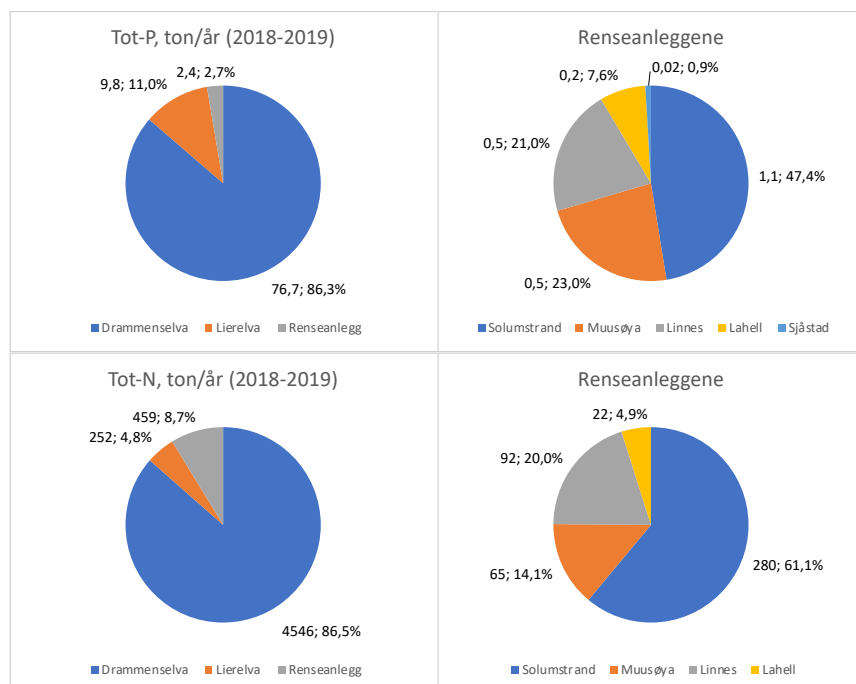
Forholdet mellom BOF og KOF gir en indikasjon på hvor lett nedbrytbart materialet i utslippene er, og er vist i Figur 8. Forholdet er klart lavere i elvene sammenlignet med renseanleggene, bortsett fra for Sjåstad og til en viss grad Solumstrand. Dette innebærer at vannstrømmen fra elvene inneholder en større andel fraksjoner som er tyngre å bryte ned, sammenlignet med utslippene fra renseanleggene. For eksempel kan en høyere andel av relativt tungt nedbrytbare humiske stoffer i elvevannet være en forklaring på dette. Forholdet BOF/KOF var lavere for Solumstrand (og for Sjåstad som også har biologisk behandling) enn for renseanleggene uten biologisk behandling. Et lavt BOF/KOF-forhold indikerer at renseanlegget har en effekt når det gjelder å redusere lett nedbrytbart organisk materiale.



**Figur 8.** Forholdet mellom BOF og KOF for elvene og for renseanleggene.

## 4.4 Fosfor og nitrogen

Transport av fosfor domineres av elvene, som utgjorde totalt 97,3% (Drammenselva og Lierelva) av tilført fosfor (Figur 9). Andelen nitrogen fra renseanleggene var høyere (8,7%) enn andelen fosfor (2,7%). I forhold til total vannføring tilførte renseanleggene proporsjonalt sett en høyere andel nitrogen, men også fosfor. Dette viser at fosfor- og spesielt nitrogennivået fra renseanleggene er forhøyet sammenlignet med nivåene i elvene.

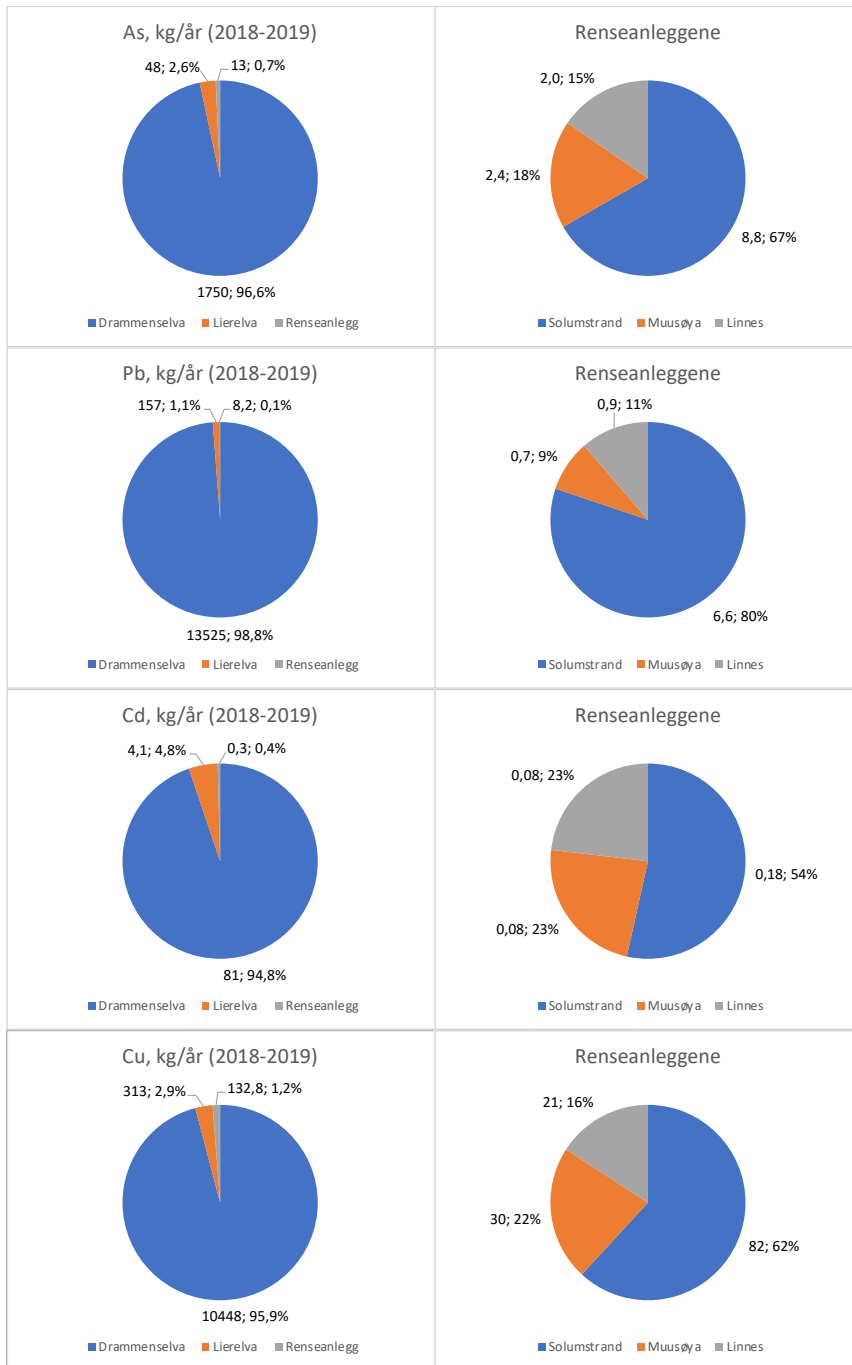


**Figur 9.** Total fosfor (Tot-P) og total nitrogen (Tot-N) (tonn/år) til Drammensfjorden og renseanleggenes innbyrdes fordeling.

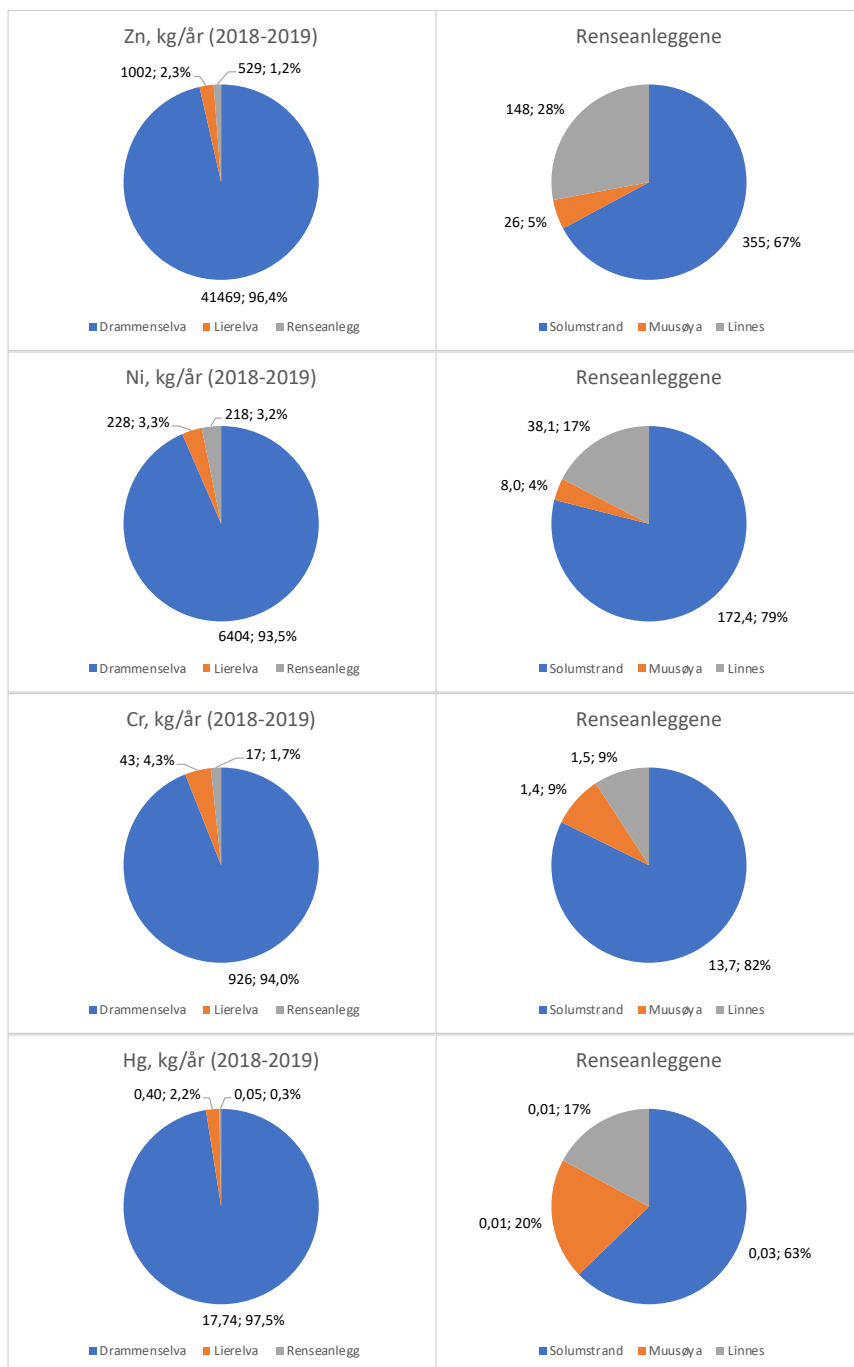
## 4.5 Metaller

Analyser av metaller i utgående avløpsvann er bare gjort for renseanleggene på Solumstrand, Muusøya og Linnes. Generelt kan det sies at renseanleggenes andel av den totale transporten av metaller til Drammensfjorden var 0,1-1,2%. Unntak var transport av krom (1,7%) og nikkel (3,2%) (Figur 10 og 11) der tilførselen til fjorden proporsjonalt sett er klart høyere fra renseanleggene enn fra elvene.

Hvis man sammenligner renseanleggenes innbyrdes fordeling av metalltilførsel, var Solumstrand ansvarlig for hovedtilførselen til Drammensfjorden (ca. 60%), som også tilsvarer andelen utsluppet vann (Figur 6). Fordelingsmønsteret avvek for noen metaller. Tilførselen av kadmium fra renseanleggene viste litt høyere andeler fra Muusøya og Linnes, som utgjorde i underkant av 50% av transporten. For bly, nikkel og krom utgjorde Solumstrand omtrent 80% av mengden tilført fra renseanleggene. For sink viste Linnes proporsjonalt sett en høyere andel.



**Figur 10.** Metallene arsen (As), bly (Pb), kadmium (Cd) og kobber (Cu) (kg/år) til Drammensfjorden og renseanleggenes innbyrdes fordeling.



**Figur 11.** Metallene sink (Zn), nikkel (Ni), krom (Cr) og kvikksølv (Hg) (kg/år) til Drammensfjorden og renseanleggenes innbyrdes fordeling.



## 5 Påvirkning på Drammensfjorden - konsentrasjoner

### 5.1 Måledata

Hva kan vi si basert på resultatene av overvåkingen? Hvordan påvirker renseanleggene fjorden? Vurderingene er basert på utslippsdata fra renseanleggene og målinger i Drammensfjorden og i elvene (Drammenselva og Lierelva). Følgende data er tilgjengelig fra alle renseanleggene angående utgående avløp:

- Utgående vannføring (Mm<sup>3</sup> / år)
- Nitrogen, fosfor, BOF (biologisk oksygenforbruk) og KOF (kjemisk oksygenforbruk) i tonn/år og mg/l
- Metaller (arsen, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel, bly og sink) som kg/år og µg/l

I avløpsvannet fra Solumstrand og Linnes måles også polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH16), polyklorerte bifenyler (PCB7), bromerte difenyletere (10 kongenerer), 4-nonylfenol og dietylheksylftalat (DEHP).

En stor mengde data er tilgjengelig om organiske stoffer i vann fra målinger i resipientovervåkningsprogrammet for fjorden (f.eks. NIRAS, 2020a; Norconsult, 2018) og fra overvåkingsdata for Drammenselva og Lierelva.

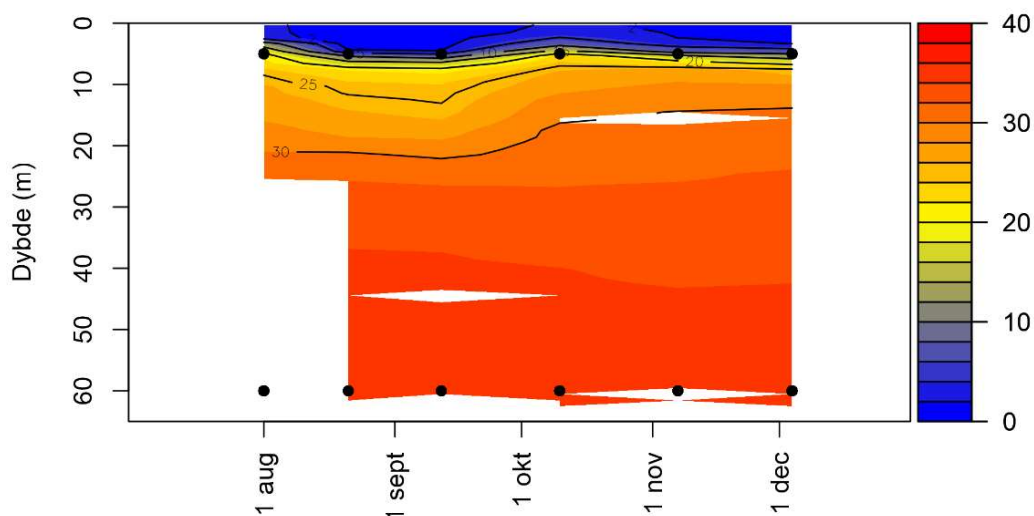
Påvirkninger på sedimentene i indre Drammensfjord er dokumentert av NIRAS (2020b) gjennom analyser av metaller og organiske forurensninger (PAH, PCB osv.) i sedimentlagene 0-2 cm og 2-4 cm og det er også gjort en bestemmelse av sedimenteringshastigheten på to punkter i indre del av fjorden. Resultatene gir uttrykk for en miljøbelastning som har pågått over lengre tid (år). Disse resultatene er tatt med i de videre vurderingene.

Fokuset i denne rapporten er på nitrogen, fosfor, organisk materiale (BOF og KOF) og metaller. Disse parameterne måles i overvåkingsprogrammet, og resultatene herfra kan derfor benyttes som vurderingsgrunnlag.

### 5.2 Hydrologiske forhold i Drammensfjorden

Drammensfjorden er en sidegren til Oslofjorden, og er omtrent 30 km lang. Fjorden kan deles inn i en ytre og en indre del. Inndelingen skyldes et istidsavsetning kalt "Svelvikterskelen", som er en terskel for saltvannets inntrengning i fjorden. Terskelen ligger ca. 10 km inn i fjorden og påvirker sterkt de hydrologiske forholdene i indre fjord (Norconsult, 2017). Fjordens topografi med store dyp ned til 125 meter og den naturlige terskelen gjør at det er fare for oksygenfritt vann i de dypere delene av fjorden. Dette kan sees på som en "naturlig tilstand" ettersom det antas at oksygenmangel har oppstått i de dypere delene av fjorden allerede for 1000 år siden. Under industrialiseringen forverret oksygenforholdene i fjorden seg, mens det er sett en forbedring de siste 30 årene (Norconsult, 2017).

I den indre delen av fjorden, der vanddybden er på sitt laveste, er det en sterk tilførsel av ferskvann, hovedsakelig fra Drammenselva, men også fra Lierelva. Drammenselva er en av Norges største elver med en årlig vanntransport på ca. 10.000 millioner m<sup>3</sup>. Når elvevannet renner ut i fjorden legger seg som et lokk på det underliggende saltvannet som et resultat av ulik salinitet i de to vannmassene. Saltinnholdet er omtrent 5 PSU i overflatelaget (0-5m). Fra en dybde på ca. 5 meter endres saltholdigheten raskt til  $\geq 22$  PSU, og dette gjelder for hele fjorden (Figur 12).



**Figur 12.** Salinitet (PSU) ved DH2 2019. Punkter markerer prøvetakingsdyp for næringsforhold og bakterier (fra NIRAS, 2020a).

Som tidligere nevnt begrenser Svelvikterskelen vannutvekslingen mellom indre og ytre Drammensfjord. Denne terskelen begrenser vannomsætningen på dypvannet som er beregnet til 10-11 år (Magnusson, 1994 cit i Norconsult, 2017). En annen faktor som styrer inntrengningen av saltvann er kraftige økninger i vannføring fra elvene, noe som kan hindre saltvannet fra ytre del av fjorden å trenge inn og dermed oppstår et tykkere ferskvannslag som kan nå ned til ca. 9 m. Forbedrede forhold med hensyn til oksygenforhold i bunnvannet har blitt konstatert etter at terskeldybden ble økt ved mudring i forrige århundre. Økt terskeldybde betyr at større vannmengder fra elvene ikke kan hindre saltvann i å komme inn i indre del av Drammensfjorden på samme måte som når terskeldybden var lavere. En økt oksygentilførsel som følge av økt forsyning med oksygenrikt bunnvann fra ytre fjord gir bedre muligheter for et mer gunstig bunnmiljø og en rekolonisering av tidligere oksygenfrie bunnområder. På den andre siden kan dette få negative konsekvenser med hensyn til biotilgjengeligheten til miljøgiftene i sedimentene. Bedre forhold for bunndyrorganismer resulterer i økt bioturbasjon (omrøring av sedimenter forårsaket av organismer som lever der), noe som kan bety at miljøgifter lettere frigjøres og bli tilgjengelige i det biologiske næringsnett. Resultater av menneskelige påvirkning i form av tilførsel av metaller og organiske miljøgifter, kan dermed igjen bli tilgjengelig som følge av mudringen ved terskelen.

### 5.2.1 Fortynning i vannmassene

Renseanleggene Solumstrand, Lahell og Linnes har utslipp til Drammensfjorden på 20 til 25 meters dyp. Muusøya og Sjøstad har i stedet henholdsvis Drammenselva og Lierelva som resipienter. Utslipet fra Solumstrand, Lahell og Linnes til fjorden skjer dermed til vann med et saltinnhold på ca.  $\geq 30$  PSU. Det er ikke gjort noen modellering av hvordan renseanleggenes avløpsvann spres og fortynnes i Drammensfjorden, og kunnskapen om dette er derfor begrenset. Avløpsvannet med sin høyere temperatur og lavere saltholdighet beveger seg oppover, men blandingen av overflatevannet med det underliggende saltvannet er begrenset. Det kan derfor antas at forurensningen fra renseanleggene generelt holder seg under saltholdighetsprangsjiktet.

Spredningen av forurensende stoffer som transporteres av Drammenselva er begrenset av barrieren som det sterke saltholdighetsjiktet danner på ca. 5 m dypde (Figur 12). Partikkelbundet forurensning kan imidlertid i større grad sedimentere gjennom dette sjiktet. Den klart høyere belastningen av f.eks. BOF fra elvene (Figur 7) påvirker sannsynligvis bunnvannet og sedimentene i større enn BOF fra renseanleggene, men først etter en viss tid når det når det sedimenterer på bunnen. Ettersom de topografiske og hydrologiske forholdene i indre Drammensfjord gjør at det skjer en svært langsom utskiftning av vann med ytre Drammensfjord, kan man, tross de forholdsvis lave utslippene fra renseanleggene, ikke utelukke at bunnvannet i indre Drammensfjord er delvis er påvirket av utslippsvann fra renseanleggene. Dette kompliserer tolkningen av renseanleggenes

innvirkning på fjorden. Hvis hele indre Drammensfjord kan sees på som en berørt fjord, bør det også gjøres sammenligninger med ytre Drammensfjorden.

## 5.3 Vurdering av målbar påvirkning på konsentrasjoner

### 5.3.1 Avløp

Data for innholdet av nitrogen (Tot-N), fosfor (Tot-P), BOF (biologisk oksygenforbruk) og KOF (kjemisk oksygenforbruk) i utgående avløp er tilgjengelig fra alle renseanlegg (det mangler nitrogen for Sjøstad). Hvordan forholder disse utslippsdataene seg til de fastsatte grenseverdiene for god status i resipienten? Det finnes grenseverdier for innholdet av nitrogen og fosfor, mens dette mangler for BOF (biologisk oksygenforbruk) og KOF (kjemisk oksygenforbruk). Nitrogeninnholdet er omtrent 30 mg/l til 44 mg/l i utgående avløp fra de tre renseanleggene (Solumstrand, Lahell og Linnes) som har utslipp til indre Drammensfjord. For å komme under grenseverdien for god status i resipienten (0,365 mg/l ved 10 PSU for 0 til 10 meters dybde), må en fortytning finne sted med ca. 100 ganger av det som er i utgående avløp. Fosforinnholdet er omtrent 0,09-0,69 mg/l i utgående avløp fra de tre renseanleggene. Dette betyr at for å komme under grenseverdien for god status i resipienten angående Tot-P (0,0134 mg/l ved 10 PSU for 0 til 10 meters dybde), må utgående vann fortynnes opp til ca. 50 ganger.

Nitrogeninnholdet i resipienten er over grenseverdien for god status utenfor alle de tre renseanleggene, men det samme gjelder også på referansestasjonen DH2 selv om innholdet er lavere her. Fosforinnholdet overstiger ikke grenseverdien for god status. For nitrogen kan det ikke utelukkes at det er en viss lokal påvirkning fra renseanleggene da nivåene utenfor renseanleggene er litt høyere enn på referansestasjonen DH2. Statusen er imidlertid ikke dårligere utenfor renseanleggene sammenlignet med på referansestasjonen DH2, Tabell 10.

**Tabell 17.** Renseanleggenes konsentrasjoner (mg/l) 2019 i utgående vann av fosfor, nitrogen, KOF og BOF sammenlignet med målt innhold ved prøvepunkt DH2 (5m/60m).

Renseanlegg/Prøvepunkt	Tot-P	Tot-N	KOF	BOF
Lahell	0,69	44	102	40,9
Linnes	0,150	29,7	150	71,3
Solumstrand	0,088	31,8	56	16,5
Muusøya	0,132	13,5*	66	26,8
Sjøstad	0,040	-	32	5,4
DH2 (5m/60m)	0,006/0,084	0,48/0,30	37/140,8	<3/<3

\*bare tall fra juni måned

Data for innholdet av metaller i utgående avløp er tilgjengelig for Solumstrand og Linnes. Nivåene er i miljørapportene for renseanleggene sammenlignet med klassifiseringsgrensene for god miljøtilstand. For metallene kobber, sink, nikkel og arsen overskrider grenseverdien for god status i ufortynnet avløpsvann. Grenseverdiene gjelder imidlertid resipienten og ikke innholdet i det utgående avløpet. Basert på data fra 2019, må det forekomme en fortytning på minst 12 ganger av utgående avløp for at grenseverdien for god status skal oppnås. Det er rimelig å anta at dette vil skje allerede i nærheten av utslippsrørene. Når utslippsdata for Solumstrand og Lahell sammenlignes med data fra resipienten (Tabell 17), ser det ut til at innholdet av metaller med noen unntak er lavere i resipienten enn i utgående avløp. For arsen, bly og krom er nivåene overraskende høyere i resipienten enn i utgående avløp. Dette indikerer altså andre belastningskilder enn renseanleggene.

Lave nivåer av PAH ble registrert i utgående avløp fra Solumstrand i 2019, mens nivåene for Linnes var under rapporteringsgrensen. Nivåene var på nivå med god status.

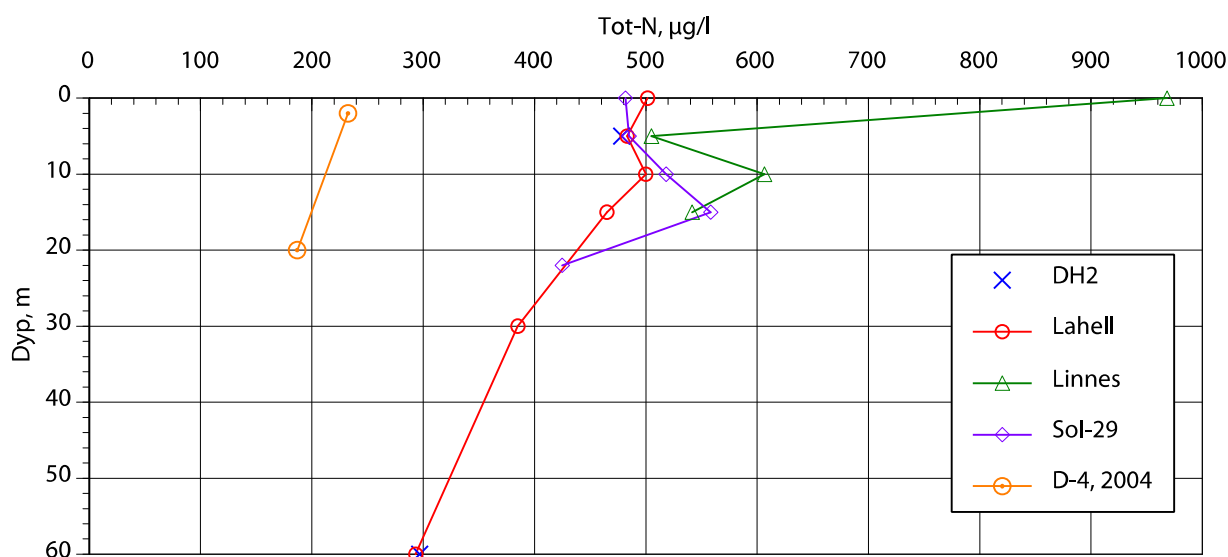
Forhøyede nivåer av dietylheksylftalat (DEHP), 4-nonylfenol og den bromerte flammehemmende TBBPA har blitt registrert i avløpsvann fra renseanleggene. I 2019 var disse nivåene på, eller over, grenseverdiene for god status. På det meste ble det notert verdier på omtrent 10 ganger grenseverdien. Disse stoffene er ikke analysert i forbindelse med resipientovervåkningsprogrammet for Drammensfjorden. Ettersom overskridelsen maksimalt er ca. 10 ganger, er det sannsynlig å anta at nivåene vil være innenfor grenseverdiene allerede i kort avstand fra utslippspunktet i fjorden. Dette er fordi det kan antas at fortynningen her vil være minst 10 til 100 ganger. Sjablonmessig antar man at det skjer en fortynning med 100 ganger i kystvann i henhold til EUs risikovurderingsmodell (European Chemicals Bureau, 2003).

### 5.3.2 Resipienten

Som tidligere nevnt er det i stor grad tilførselene fra elvene som styrer statusen til fjorden. De store partikkelmengdene fra elvene (NIRAS, 2020a; Norconsult, 2017) fører til nedsatt sikt og gir en klassifisering av siktedyp som moderat-dårlig. Status er omtrent den samme uansett om målestasjonen er utenfor renseanleggene (Solumstrand, Lahell og Linnes), eller ute i indre Drammensfjord (DH2). Dette er et utslag av det faktum at det øvre vannsjiktet (ca. 0-5 m) er "elvevann" med et saltinnhold på  $\leq 5$  PSU og med høyt innhold av partikler. "Elvevannet" påvirker også statusklassifiseringen av indre Drammensfjord med hensyn til nitrat og total nitrogen da disse er basert på vannsjiktet 0 til 10 m. Dette er uheldig da det i dette tilfellet faktisk er to dårlig blandbare lag det gir et uttrykk for. Den moderate og dårlige statusen som er oppgitt for totalt nitrogen og nitrat (NIRAS, 2020a) er hovedsakelig basert på nivåene i det øvre vannsjiktet på ca. 0-5 m som kommer fra elvene. I det underliggende laget 5-10 m er nivåene lavere.

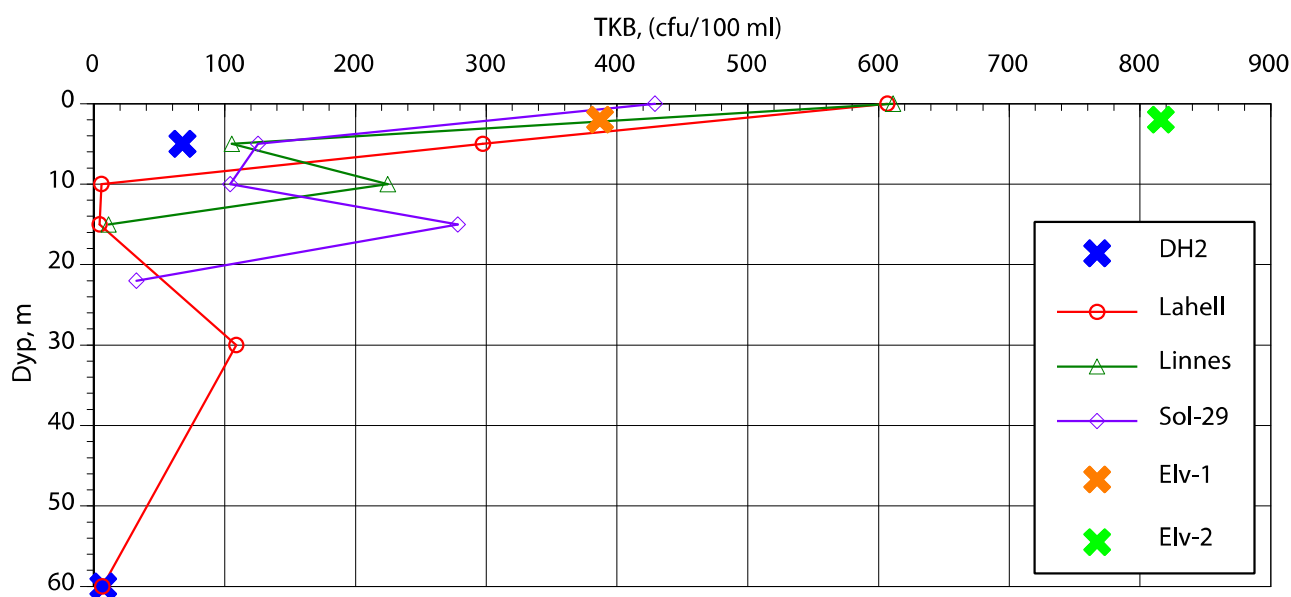
Kan man da se en innvirkning fra renseanleggenes utslipp? Dette bør kunne sees siden tre av renseanleggene har utslipp direkte til fjorden, og da målepunktene (Sol-29, Lahell og Linnes) er nær utslippspunktene. Ettersom vannet fra renseanleggene er ferskere og varmere enn mottaksvannet, vil det utgående avløpsvannet bevege seg oppover i vannmassen. Forhøyede nivåer burde derfor kunne sees hovedsakelig i vannlagene over området der renseanleggenes utslippsrør ligger. For alle de tre anleggene slippes vannet ut på rundt 20 til 25 meter. Basert på data for næringsstoffer (nitrogen og fosfor) og bakterieinnhold i profiler av dypvann (NIRAS, 2020a), er det indikasjoner på påvirkning fra renseanleggene i form av:

- Forhøyede nivåer av nitrogen (totalt nitrogen) i dybdeintervallet over renseanleggenes utslipp (og under haloklinen mellom elvevann og underliggende saltvann).
- Forhøyede nivåer av bakterier (E. coli og termotolerante koliforme bakterier) i dybdeintervallet over renseanleggenes utslipp (og under haloklinen mellom elvevann og underliggende saltvann).



**Figur 13.** Total nitrogen (Tot-N) som middelværdi fra måling på ulike dyp ved stasjonene Lahell, Linnes og Sol-29 utenfor renseanleggene samt på DH2 (referansestasjon i indre Drammensfjorden) og D-4 (stasjon fra ytre Drammensfjord, vannlokalitet 38302).

De forhøyede nitrogennivåene i dypet under sprangsjiktet (ca. 10 til 15 meter) utenfor de forskjellige renseanleggene (Figur 13) kan sees på som en indikasjon på at utslippene fra renseanleggene gir en målbar økning. Nitrogennivået ser ut til å være på omtrent samme nivå på dypere vann (60 m) uavhengig av nærhet til renseanleggene eller ikke (Figur 13). Det som også kan konstateres er at "referansepunktet" til indre Drammensfjord (DH2) er forhøyet sammenlignet med referansepunktet i ytre Drammensfjorden (Figur 13). Det svært høye innholdet av total nitrogen i overflaten ved Linnes renseanlegg kan knyttes til det faktum at Lierelva renner ut i nærheten av Linnes målepunkt.



**Figur 14.** Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av termotolerante koliforme bakterier (TKB) ved prøvetaksstasjoner i 2019 i resipientovervåkingsprogrammet for Drammensfjorden (NIRAS, 2020a).

Også for tettheten av bakterier (TKB) i vannmassen under sprangsjiktet kan det ses en sammenheng med tilknytning til renseanleggenes utslipp (Figur 14) (NIRAS, 2020a). Bakterietetthet er imidlertid ikke noe som måles i utgående avløp fra renseanleggene. For fosfor øker nivåene i indre Drammensfjord, i motsetning til nitrogen, med økende dybde (data ikke vist) (NIRAS, 2020a). De høyeste konsentrasjonene er registrert på de største dybdene (på 60 m dybde). Årsaken til dette er sannsynligvis frigjøring av fosfor fra hypoksiske (oksygenmangel,  $O_2 < 2 \text{ mg / l}$ ) eller anoksiske (oksygenfrie) sedimenter. I mangel av oksygen kan ikke fosfor bindes til sedimentene i oksider / hydroksider av hovedsakelig jern (Fe-P) eller til organisk materiale (Org-P), men fosfor frigjøres til vannmassen. Fe-P og Org-P regnes som løst bundet fosfor som kan frigjøres lettere enn annet bundet fosfor i sedimentene (SGU, 2020).

Metaller på dypere vann (Tabell 12) viser noen enkeltstående resultater (NIRAS, 2020a) som kan fremheves:

- Som et gjennomsnitt viser arsen forhøyede nivåer (moderat status) på alle fire målestasjoner (Sol-29, Linnes, Lahell og DH2)
- Moderat status oppnås i enkelte tilfeller for bly på alle de fire målestasjonene
- Utenfor Solumstrand (Sol-29) ble det ved en anledning notert dårlig status med hensyn til sink, og på Linnes ble det konstatert et enkelt tilfelle av veldig dårlig status for kobber.

De noe forhøyede nivåene av arsen og bly kan ikke knyttes til renseanleggenes utslipp, men dreier seg generelt om høyere nivåer under sprangsjiktet i hele indre Drammensfjord. På den annen side ble det i 2019 notert betydelig høyere innhold ved en anledning utenfor Solumstrand og Linnes med hensyn til henholdsvis kobber og sink. Kan denne økningen komme fra renseanleggene? Innholdet av kobber og sink i Drammensfjorden (NIRAS, 2020a) er i tråd med de målte årlige gjennomsnittlige konsentrasjoner i utgående avløp (data fra renseanleggene). Måledata fra renseanleggene Solumstrand og Linnes indikerer en variasjon i på ca. 2-3 ganger i metallinnhold mellom de ulike målingene. Dette indikerer at det er lite sannsynlig at de forhøyede nivåene av sink og kobber er et resultat av renseanleggets påvirkning. Det kan imidlertid ikke utelukkes at forhøyede nivåer fra renseanleggene av metallene har gitt forhøyede nivåer i resipienten.

Basert på NIRAS (2020b) der en sedimentundersøkelse ble utført i indre Drammensfjord, kunne det påvises at arsen var den eneste parameteren der en betydelig høyere tilførsel har funnet sted de siste årene. Høyere nivåer av arsen ble funnet i sedimentlag ned til en dybde på 2 cm sammenlignet med laget 4-6 cm. Dette gjaldt stasjoner i den nordlige delen av indre Drammensfjord, der elvene har utløp, men også ved Lahell (60 meter dyp) og ved en referansestasjon (Ref-1) (111 meter dyp). Selv om ikke alle stasjoner viste dette mønsteret, ble det funnet at grunne stasjoner og noen dype lokaliteter hadde høy, ny tilførsel av arsen. Dette kan sies å være i tråd med det faktum at dypvannet viste litt forhøyede nivåer av arsen på alle stasjoner i 2019 (NIRAS, 2020a). Forhøyede arsennivåer i vann og sediment, kan dermed ikke knyttes direkte til renseanleggenes utslipp. Andre metaller i 0-2 cm laget viste minimum god status på de forskjellige stasjonene (med unntak av noe forhøyet sinkinnhold i indre Drammensfjord og på en referansestasjon).

Hvordan ser det ut i sedimentene med tanke på innholdet av PAH og PCB der renseanleggenes utslippsrør munner ut? Bare data utenfor Lahell er tilgjengelige, og nivåene av PAH og PCB som er registrert her er omtrent på nivå med andre prøvepunkter i undersøkelsen (NIRAS, 2020b). Oppsummert, basert på tilgjengelige data, kan det ikke sees noen økt belastning med hensyn til PAH og PCB i forbindelse med renseanleggene.

Analyse av tinnorganiske forbindelser i avløpsvann utføres ikke, da det ikke forventes utslipp av dette fra kommunale renseanlegg. Derfor er det overraskende at det nest høyeste innholdet av tributyltinn (TBT) i sediment (0-2 cm) på de forskjellige stasjonene i 2019 ble notert utenfor Lahell. I den nordlige delen av Drammensfjorden, der elvene har utløp, og i området der miljøbelastningen historisk sett har vært størst, var nivåene minst 2 til 5 ganger lavere enn ved Lahell. Selv om det på den andre siden av fjorden (ved prøvepunkt 5C i NIRAS, 2020b) ble funnet konsentrasjoner på nivået med det på Lahell, er det overraskende at det ble funnet et klart høyere nivå på Lahell sammenlignet med en rekke stasjoner i åpne deler av indre Drammensfjord der dybden var omtrent den samme som på Lahell.

Et Hovedfokus i prosjektet "Ren Drammensfjord" er på den organiske belastningen som fører til oksygenmangel på bunnen. Ingen sammenheng til nærheten til renseanleggene med hensyn til oksygenivå i vannet ble funnet i disse studiene. I stedet ses et generelt mønster for hele indre Drammensfjord; Lave til veldig lave oksygenverdier på dybder på 40-50 meter ( $\leq 4$  mg / l), og fra omtrent 50 meters dyp så lave nivåer at problemer for organismer i sedimenter kan oppstå ( $\leq 2$  mg / l). Lave oksygenivåer er dokumentert i NIRAS (2020a) på referansestasjonen DH2 og utenfor Lahell-reseanlegget, som begge ligger på omtrent 60 meters dyp.

Hva vet vi da om hvordan Drammensfjorden påvirkes med hensyn til renseanleggenes utslipp? Alt i alt kan det sies at:

- Indikasjoner på forhøyede nitrogenivåer og bakterietetthet i forbindelse med renseanleggenes utslipp eksisterer.
- Ingen åpenbar kobling til dårligere oksygenforhold eller forhøyede nivåer av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment på grunn av utslippene fra renseanleggene kan ses.
- Noen stoffer kan ikke evalueres ettersom de ikke er analysert, verken i elvene eller i fjorden. Det inkluderer for eksempel medisiner / medikamentrester. Imidlertid blir effekten av slike stoffer overskygget av de betydelige effektene av et oksygenfritt miljø på det biologiske livet på bunnen.

## 6 Forandringer i belastning fra renseanleggene

Indre Drammensfjord er en vannforekomst med spesielle egenskaper. Fjorden er avgrenset av en grunn og relativt smal terskel til kystvannet utenfor, med et innelukket bunnvann i fjorden med veldig lang omsetningstid. Samtidig er fjordens overflatevann preget av en veldig sterk ferskvannstilførsel fra særlig Drammenselva, noe som betyr at overflatevannet i indre Drammensfjord i utgangspunktet vil være en forlengelse av Drammenselva. Overflatevannet og dypvannet, med forskjellig saltinnhold og temperatur, vil fremstå som to mer eller mindre separate vannmasser. Utveksling mellom disse vannmassene skjer imidlertid til en viss grad i randsonen (ved sprangsjiktet). Hvordan og i hvilken grad denne utvekslingen finner sted er en kompleks prosess som er veldig vanskelig å kvantifisere. Nøyaktige volumberegninger og modellering av strøm og fortynningsforhold er nødvendig for å, i det minste grovt, beskrive hvordan forskjellige stoffer spres i indre Drammensfjord. Når et slikt grunnlag mangler, kan man bare gjøre et overordnet resonnement når det gjelder hvordan Drammensfjorden påvirkes av vassdrag, renseanlegg og andre påvirkningsfaktorer.

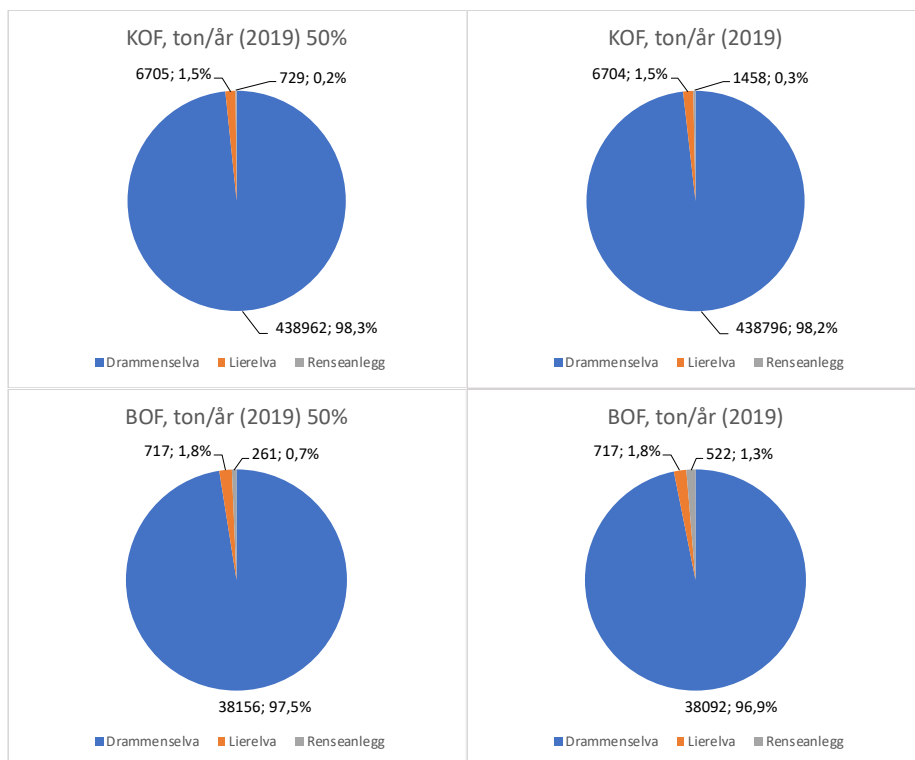
For å illustrere hvordan forskjellige endringer i renseanleggenes utslipp til Drammensfjorden vil påvirke totalbelastningen til fjorden, er det gjort beregninger for to forskjellige scenarier. Scenario 1 vil vise hvordan en reduksjon i konsentrasjonene fra renseanleggene kan påvirke fjorden. En slik reduksjon kan oppnås ved for eksempel å forbedre renseprosessen i renseanleggene. Scenario 2 viser hvordan en økning i volumene (kapasiteten) til renseanleggene kan påvirke Drammensfjorden. En slik økning kan være forårsaket av fremtidig økning i befolkning og/eller næringsvirksomhet.

### 6.1 Scenario 1. - 50 % reduksjon av konsentrasjoner i utslipp fra renseanleggene

I dette scenariet undersøkes belastningen på fjorden i tilfelle av en generell reduksjon av renseanleggenes nivåer av de analyserte parameterne på 50% sett i forhold til uendret belastning fra elvene. Renseanleggenes utslippsvolumer antas å være uendret.

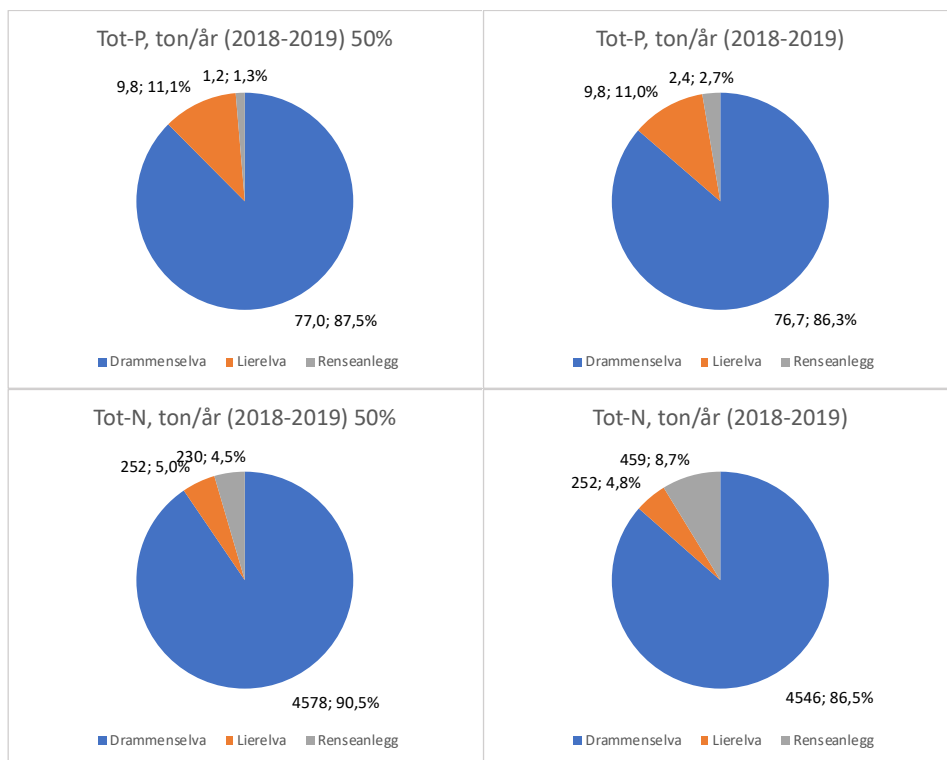
Figur 15 viser hvordan belastningen endres ved en reduksjon i konsentrasjoner på 50% for KOF og BOF. Denne reduksjonen resulterer i en marginal reduksjon av belastningen på fjorden som helhet. Renseanleggenes andel av den totale lasten reduseres for KOF med 729 tonn/år og for BOF med 261 tonn/år. Dette skal sammenlignes med en total belastning fra vassdragene for KOF på 438 962 tonn/år og for BOF på 38 156 tonn/år.





**Figur 15.** Kjemisk og biologisk oksygenforbruk (tonn/år) til Drammensfjorden med 50 % reduksjon av konsentrasjoner i utslipp fra renseanleggene (til venstre) sammenlignet med belastningen i 2019 (til høyre).

Figur 16 viser hvordan belastningen endres for Tot-P og Tot-N ved en reduksjon i konsentrasjonene i utslippene fra renseanleggene på 50%. Renseanleggenes fosfor- og nitrogenbidrag er relativt større enn bidragene av KOF og BOF. Scenariet viser at renseanleggene vil bidra med 1,3% fosfor og 4,5% nitrogen til Drammensfjorden. Renseanleggenes innvirkning må likevel kunne sies å være liten.

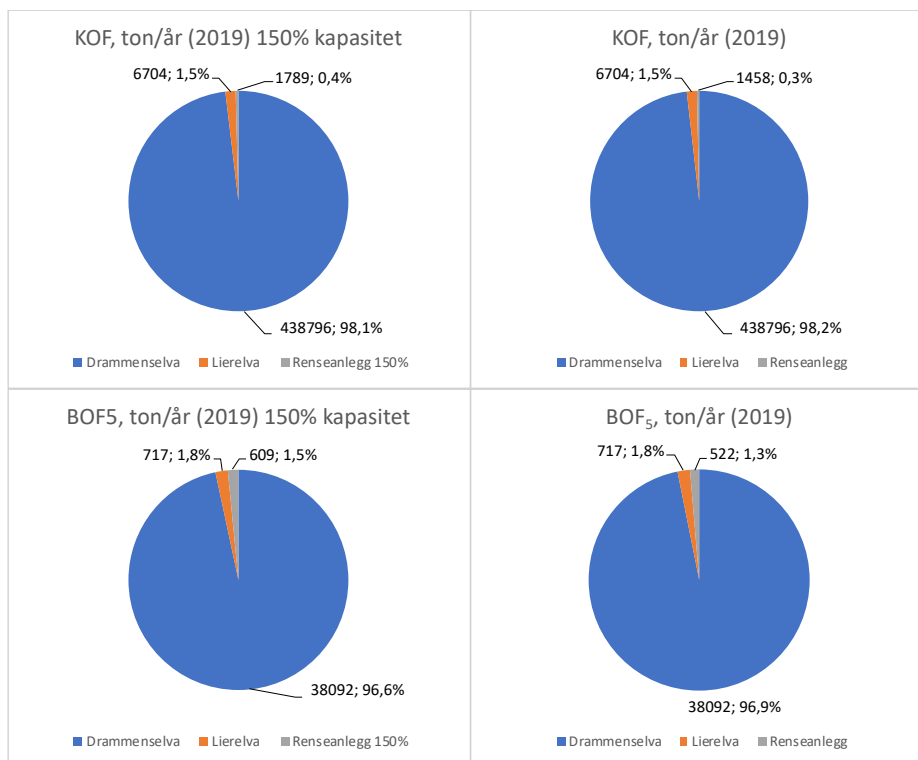


**Figur 16.** Total fosfor og total nitrogen (tonn/år) til Drammensfjorden med 50 % reduksjon av konsentrasjoner i utslipp fra renseanleggene (til venstre) sammenlignet med belastningen i 2019 (til høyre).

## 6.2 Scenario 2. - 50 % økning av belastning fra renseanleggene

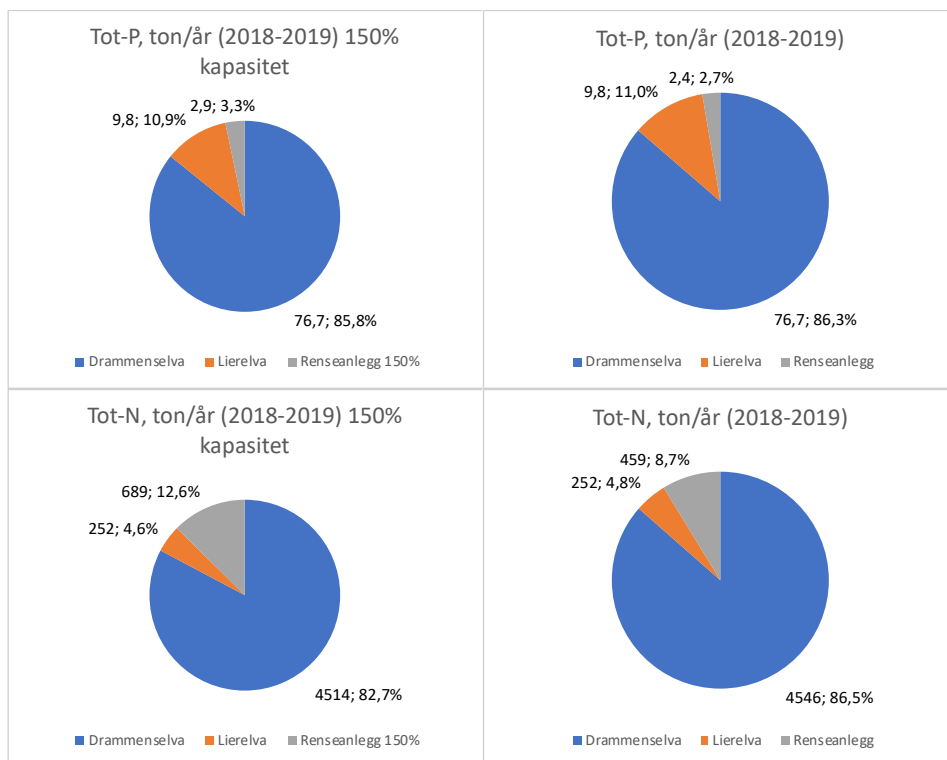
I dette scenariet undersøkes belastningen i tillegg av en generell økning i renseanleggenes belastning av de analyserte parametrene med 50% sett i forhold til uendret belastning fra elvene. Renseanleggenes utslippskonsentrasjoner antas å være uendret sammenlignet med perioden 2017-2019.

Belastningen av KOF og BOF øker med henholdsvis 0,1% og 0,2% av fjordens totale belastning, noe som kan betraktes som marginalt (Figur 17). Renseanleggas andel av totalbelastningen av disse parametrene er så liten at en økning i belastning på 50% ikke har stor effekt på totalbelastningen.



**Figur 17.** Kjemisk og biologisk oksygenforbruk (tonn/år) til Drammensfjorden med 50 % økning av belastningen (150% kapasitet) fra renseanleggene (til venstre) sammenlignet med belastningen i 2019 (til høyre).

Økte utslippsvolumer fra renseanleggene gir større belastning på fosfor og nitrogen (Figur 18). Endringen i fosforbelastning øker fra 2,7 til 3,3% og fra 8,7 til 12,6% for nitrogen. Nitrogen er parameteren der renseanleggene har størst relativ andel av totalbelastningen.



**Figur 18.** Total fosfor og total nitrogen (tonn/år) til Drammensfjorden med 50 % økning av belastningen (150% kapasitet) fra renseanleggene (til venstre) sammenlignet med belastningen i 2018-2019 (til høyre).

### 6.3 Påvirkning sett i forhold til naturlig variasjon

Generelt kan det fastslås at renseanleggenes relative andel av totalbelastningen til Drammensfjorden er liten slik situasjonen ser ut i dag. Bare for nitrogen er det en noe høyere påvirkningsgrad fra renseanleggene med 8,7% av den totale nitrogentransporten til Drammensfjorden. Selv i scenarier med redusert eller økt belastning fra renseanleggene, er dominansen av transport fra vassdragene klar.

Den naturlige variasjonen i belastningen fra vassdragene er en ytterligere faktor som er viktig for hvordan renseanleggene kan antas å påvirke fjorden som helhet. Både Drammenselva og Lierelva viser variasjon i transport til fjorden fra år til år. Tabell 18 viser elvenes totale vanntransport til fjorden i perioden 2014-2019 sammenlignet med renseanleggens tilførsel for tilsvarende år. Tabellen viser at de årlige endringene i vannføring fra elvene er langt større enn renseanleggenes bidrag til fjorden.

**Tabell 18.** Vannføring i vassdragene (Drammenselva og Lierelva) og utslippsvolumer fra renseanleggene i perioden 2014-2019.

År	Vassdragene			Renseanleggene
	Vannføring	Forandring mot foregående år		Vannføring
	Mm3/år	Mm3/år	%	Mm3/år
2014	12 356	-	-	-
2017	12 021	-335	-3	18
2018	11 289	-732	-6	15
2019	12 412	1 123	+9	22

Tilsvarende er det også variasjoner i transport av fosfor og nitrogen til fjorden. Hvis man setter disse naturlige variasjonene i forhold til endringene i scenario 1 og 2, får man et inntrykk av hvordan endringer i belastningen fra renseanleggene kan måles i Drammensfjorden. Tabell 19 og 20 viser belastningen fra vassdragene for fosfor og nitrogen i 2014, 2018 og 2019 og endringer i belastningen på renseanlegg i henhold til scenario 1 og 2.

**Tabell 19.** Total fosfor fra vassdragene (Drammenselva og Lierelva) og fra renseanleggene i perioden 2014-2019.

År	Vassdragene			Renseanleggene	
	Tot-P	Forandring mot foregående år		Scenario 1	Scenario 2
	tonn/år	tonn/år	%	tonn/år	tonn/år
2014	80	-	-	-	-
2018	82	2	3,0	-	-
2019	92	9	11,3	-1,2	1,2

**Tabell 20.** Total nitrogen fra vassdragene (Drammenselva og Lierelva) og fra renseanleggene i perioden 2014-2019.

År	Vassdragene			Renseanleggene	
	Tot-N	Forandring mot foregående år		Scenario 1	Scenario 2
	tonn/år	tonn/år	%	tonn/år	tonn/år
2014	5 278	-	-	-	-
2018	4 428	-850	-16,1	-	-
2019	5 297	868	19,6	-230	230

De beregnede endringene i fosfor og nitrogen fra renseanleggene er, spesielt for nitrogen, betydelig mindre enn de observerte variasjonene mellom forskjellige år i tilførsel fra vassdragene. Dette viser at årsvariasjonene i den naturlige belastningen av fosfor og nitrogen overskygger endringene som scenario 1 og 2 innebærer når det gjelder renseanleggens belastning.

Ettersom renseanleggenes bidrag til Drammensfjorden er veldig lite i forhold til den kraftige avrenningen fra elvene, er det tvilsomt om det vil kunne detekteres endringer i belastning fra renseanleggene i henhold til scenario 1 eller 2. Bare lokale påvirkninger fra de enkelte renseanlegg vil trolig kunne påvises i Drammensfjorden.

## 7 Konklusjoner

- Drammensfjorden er en terskelfjord med svært begrenset vannutveksling til det omkringliggende kystvannet. Fjorden er preget av et kraftig landavrenning fra elver som munner ut i fjorden, og som skaper to distinkte vannmasser - et tynt overflatevannsjikt med relativt kort omsetningstid i fjorden og et underliggende saltvannsjikt med lang omsetningstid. Fjorden har naturlig lave oksygennivåer i dypvannet på grunn av morfologien.
- Den samlede statusen (nEQR) for Indre Drammensfjord er tidligere vurdert til "moderat" basert på fysisk-kjemiske parametere (total fosfor, synlighetsdybde og oksygenivå). Oksygenivåene gav opphav til statusklassifiseringen "veldig dårlig" status. Total fosfor, total nitrogen, metaller, TBT og siktedybde ble klassifisert som "moderat" status eller bedre. Unntak var nitratnivåer i fjorden og sinkinnholdet utenfor renseanlegget på Linnes, som ga "dårlig" status.
- Vanntilførselen fra vassdragene er høy med Drammenselva (ca. 10.000 Mm<sup>3</sup>/år) som dominerende kilde. Lierelva er et lite vassdrag med en tilførsel på ca. 200 Mm<sup>3</sup> / år. Renseanleggenes utslippsvolum var i gjennomsnitt omtrent 18 Mm<sup>3</sup> / år (2017-2019), som utgjør omtrent 0,2% av den totale tilførselen.
- Lasten av fosfor, KOF, BOF og metaller fra renseanleggene sett i forhold til vassdragene var liten og generelt mindre enn 2%. Nitrogen viste en noe høyere andel (8,7%), og det samme gjelder til en viss grad fosfor (2,7%), av totalbelastningen til fjorden. Nikkel utpekte seg også med en noe høyere andel (3,2%) av lasten til fjorden.
- Det er indikasjoner på forhøyede nitrogennivåer og bakterietettheter i tilknytning til renseanleggenes utslippspunkter.
- Ingen åpenbar kobling til dårligere oksygenforhold eller forhøyede nivåer av metaller og organiske forurensninger i vann og sediment som et resultat av renseanleggenes utslipp kan vises.
- Nivåene av metaller og organiske stoffer i renseanleggets utgående avløpsvann er i noen tilfeller over grenseverdien for akseptabelt innhold i resipienten (miljøkvalitetsstandard) for de aktuelle metaller/stoffer. Overskridelsene er maksimalt ca. 10 ganger i avløpsvannet, og det er derfor sannsynlig at grenseverdiene ikke overskrides i resipienten (ved utslippspunktene) som et resultat av fortynningen som finner sted for avløpsvannet i resipienten.
- Scenarier med 50% økning/reduksjon i renseanleggets tilførsel til fjorden viste små endringer i total belastning på fjorden. Den årlige variasjonen i belastning fra vassdrag var betydelig større enn belastningsendringene forårsaket av renseanleggene.

## 8 Anbefalinger

- For å kunne gjennomføre utslippsreducerende tiltak som kan måles i Drammensfjorden, må det iverksettes regionalt koordinerte endringer. Man bør da inkludere hele nedslagsfeltet til vassdragene og deres belastende kilder, inkludert renseanlegg, jordbruk og industri. Ved å redusere belastningen fra de mange mindre kildene i systemet, bør det være mulig å oppnå målbare endringer i resipienten. Selv om den generelle tilførselen til Drammensfjorden reduseres, vil det ta lang tid før dette virker inn på alle vannmassene i fjorden. Det bør imidlertid også tas i betraktning at morfologien i fjorden betyr at selv ved lave næringsbelastninger vil det naturlig være situasjoner med lave oksygennivåer i fjordens bunnvann.
- Ulike måleprogrammer (målinger av avløpsvann og resipientovervåkningsprogrammet) bør tilpasses slik at de samme parameterne er inkludert, noe som muliggjør sammenligning av alle undersøkte påvirkningsfaktorer.
- Modellering av avløpsvannets fordeling og fortynning i resipienten bør gjøres ettersom det gir et bedre verktøy for å vurdere påvirkningen på en mer detaljert måte.
- Gode sammenligninger med ytre Drammensfjord bør gjøres mulig slik at endringer i indre Drammensfjord kan relateres til kystvann generelt.



## 9 Referanser

EU, 2006, EU-direktiv 2006/7/EC.

European Chemicals Bureau, 2003, Technical guidance document on Risk assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Part II. EUR 20418 EN/2.

Miljødirektoratet 2016 (rev 2020), Veileder M-608, Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020.

Miljødirektoratet, 2018, Veileder 02:2018, Klassifisering av miljøtilstand i vann.

NIRAS, 2020a, Resipientovervåkning i Drammensfjorden 2019.

NIRAS, 2020b, Ren Drammensfjord sedimentundersøkelse 2019.

NIVA, 2015, Riverine Inputs and Direct Discharges to Norwegian Coastal Waters – 2014, ISBN: 978-82-577-6664-1.

Norconsult, 2017. Miljøovervåkning av Indre Drammenfjord. Slurrapport for overvåkingen i 2014-2015 og oppsummering av prosjektet «Ren Drammensfjord 2015». Oppdragsnr:5142611. 2017-03-24.

Norconsult 2018, Resipientovervåkning i Drammensfjorden 2018.

nve.no

Rambøll, 2018a, VIVA IKS, Røyken. Foreløpig årsrapport Lahell renseanlegg 2017.

Rambøll, 2018b, Drammen kommune. Årsrapport renseanlegg 2017.

Rambøll, 2018c, VIVA IKS, Lier. Årsrapport Sjøåstad renseanlegg 2017.

Rambøll, 2018d, Lier kommune. Årsrapport Linnes renseanlegg 2017.

Rambøll, 2019a, Drammen kommune. Årsrapport renseanlegg 2018.

Rambøll, 2019b, VIVA IKS, Lier. Årsrapport Linnes renseanlegg 2018.

Rambøll, 2019c, Drammen kommune. Årsrapport Sjøåstad renseanlegg 2018.

Rambøll, 2020a, Tidligere VIVA IKS, Røyken. Årsrapport 2019 Lahell renseanlegg.

Rambøll, 2020b, Tidligere VIVA IKS, Lier. Årsrapport Sjøåstad renseanlegg 2019.

Rambøll, 2020c, Tidligere VIVA IKS, Lier. Årsrapport Linnes renseanlegg 2019.

SGU 2020, Fosfor och andra grundämnen i kust- och utsjösediment. SGU-rapport 2020:05. Författare: Sarah Josefsson, Olof Larsson och Oscar Törnqvist.

SFT 1997, Veiledning 97:03, TA-1467/1997 Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

SFT 1997, Veiledning 97:04, TA-1468/1997 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.

Vann-nett.no, Vann-Nett eies av miljøforvaltningen og Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE).

[vannmiljo.miljodirektoratet.no](http://vannmiljo.miljodirektoratet.no)







