

Beregnet til

Grimstad kommune / Statsforvalteren i Agder

Dokument type

Fagrapport

Dato

Desember, 2024

Resipientvurdering

Bjønneheia renseanlegg - Grimstad
kommune



Resipientvurdering

Bjønneheia renseanlegg - Grimstad kommune

Oppdragsnavn	Bjønneheia fjellrenseanlegg, detaljreguleringsplan – Miljøfase 3
Prosjekt nr.	1350053282
Mottaker	Grimstad kommune / Statsforvalteren i Agder
Dokument type	Fagrapport
Versjon	002
Dato	18.12.2024
Utført av	Hanne Vidgren, Embla Østebrot
Kontrollert av	Embla Østebrot, Kristin Møller Gabrielsen
Godkjent av	Ann-Elin Synnes, Embla Østebrot
Beskrivelse	Resipientvurdering for Bjønneheia renseanlegg, Grimstad kommune Versjon 002: Inkludert strømmålinger fra 2024 som er gjort på 60 meters dyp like ved UT-1-A, samt justert utslippkonsentrasjoner for Tot-N.

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Innholdsfortegnelse

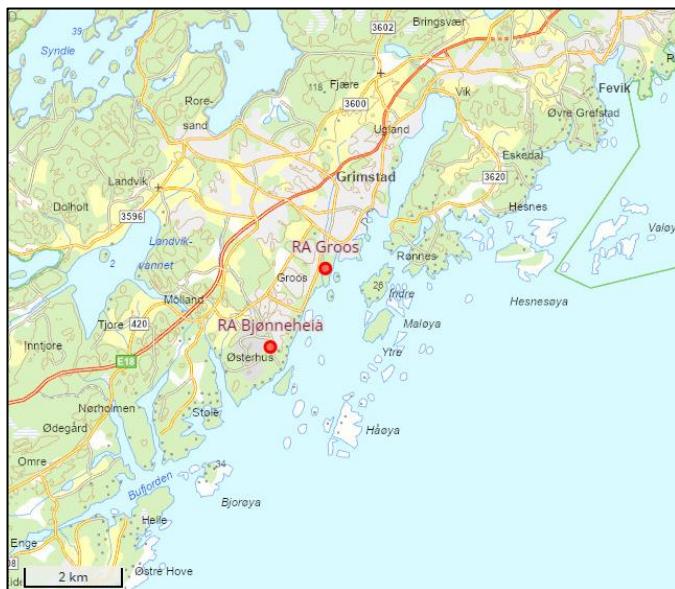
1.	Innledning	2
1.1	Om virksomheten	2
1.2	Vurderte utslippssteder	2
1.3	Vurderte renseløsninger og utslippsnivå	3
1.4	Formål med resipientvurderingen	4
2.	Resipientene	5
2.1	Kunnskapsgrunnlaget	5
2.2	Informasjon om vannforekomstene	5
2.3	Hydrografi og strømforhold	7
2.4	Marine naturtyper og fiskeriressurser	10
3.	Dagens tilførselssituasjon	12
3.1	Kilder for næringssalter og organisk materiale	12
3.2	Datagrunnlag	12
3.3	Tilførsel av næringsstoffer og organisk stoff	14
4.	Dagens miljøtilstand i resipient	15
4.1	Tilstand registrert i Vann-Nett	15
4.2	Resipientundersøkelse 2022/2023	17
4.3	Andre undersøkelser	18
4.3.1	Tidligere resipientundersøkelser	18
4.3.2	Økokyst-programmet	18
4.4	Samlet vurdering av resipientene	21
5.	Påvirkning av utslipp	22
5.1	Innlagring og fortynning	22
5.1.1	Anbefalt utslippsdyp	24
5.2	Utslippets influensområde i vann	25
5.3	Organisk belastning og oksygenforhold i vannmassene	27
5.4	Influensområde i sediment	27
5.5	Vurdering av behov for nitrogenreduksjon	28
5.5.1	Influensområdet (lokale effekter av nitrogen)	29
5.5.2	Tilførsel av nitrogen til resipienten	29
5.6	Oppsummering av påvirkninger og anbefalt utslippssted	32
6.	Referanser	33

1. Innledning

1.1 Om virksomheten

Grimstad kommune planlegger å etablere nytt renseanlegg ved Bjønneheia (heretter Bjønneheia RA) grunnet kapasitetsutfordringer ved eksisterende anlegg på Groos (heretter Groos RA), for lokasjon av renseanlegg se Figur 1. Avløpsvannet fra Groos RA skal pumpes til det nye renseanlegget. Bjønneheia RA vil dimensjoneres for å rense avløp fra totalt ca. 75 000 pe, mens Groos RA er dimensjonert for 16 000 pe.

Det arbeides med en detaljreguleringsplan for nytt renseanlegg og i den forbindelse bidrar Rambøll med vurdering av resipient. Utbygging av nytt renseanlegg gir mulighet til å lede utslippsvann fra anlegget til et bedre egnet utslippssted. Dagens utslippssted ved Grosholmen har begrenset vannutskifting og det er behov å vurdere alternativer for utslippsledningens plassering ved ombygging. For å få et grunnlag til å kunne komme med anbefaling om best egnet utslippssted for avløp, har Rambøll på oppdrag fra Grimstad kommune gjennomført strømundersøkelser og resipientundersøkelse i dagens resipient og nærliggende vannforekomster (Rambøll, 2023 og Rambøll, 2024a), samt modellberegninger for utslippsvannets spredning i resipienten (Rambøll, 2024b)



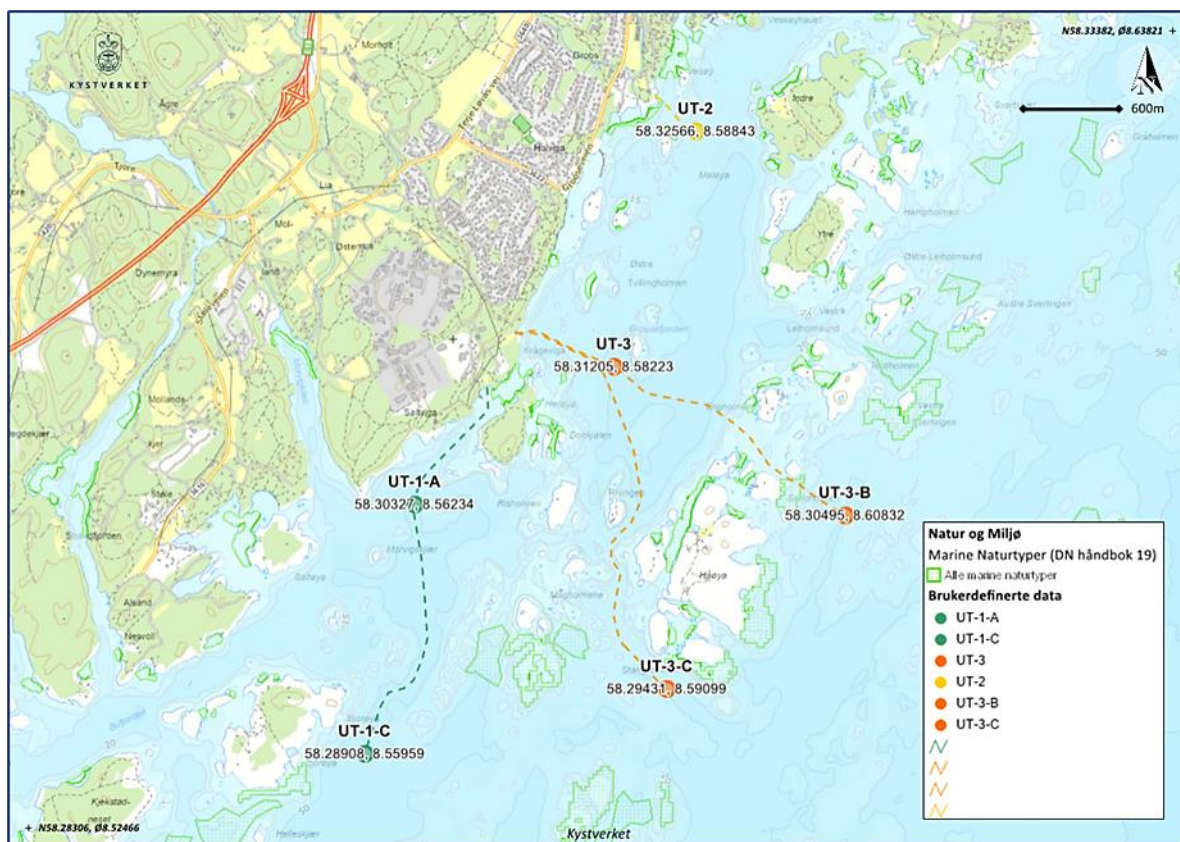
Figur 1. Oversiktskart over prosjektert nytt renseanlegg (Bjønneheia) og eksisterende renseanlegg (Groos), Grimstad kommune, Agder fylke.

1.2 Vurderte utslippssteder

Avløpsvannet fra dagens Groos RA føres i ledning ut i sjøen og slippes ut på ca. 25 m dyp øst for Grosholmen (punkt UT-2). Dagens utslippsløsning vil ikke benyttes videre og det vil etableres et nytt utslippspunkt ved Bjønneheia RA. Figur 2 viser de vurderte traseene for den nye utslippsledningen og hvor det nye utslippspunktet fra nytt Bjønneheia RA er vurdert plassert. Det er gjort innledende tekniske vurderinger der UT-3-B og UT-3-C kommer dårligst ut. Deretter er alternativet UT-3-C tatt ut fra vurderinger da dette ansees som urealistisk på grunn av tekniske

løsninger, samt at Kystverket tillater ikke plasseringen. UT-3 ble opprinnelig listet opp som alternativt utslippssted nærmest renseanlegget, men alternativet har utgått pga. plassering inn i terskelfjorden.

Utslippssteder som vurderes videre i denne rapporten er lokalisert i vannforekomstene Grosfjorden-ytre (stasjon UT-1-A) og Grimstad-ytre (stasjoner UT-1-C og UT-3-B). Vannndyp ved alternativ utslippssteder er opp til 80 m, men anbefalt utslippsdyp bestemmes basert på resultater fra modellberegninger og resipientvurdering. Derfor vil endelig utslippssted kunne justeres noe fra det som er vist i kartet.



Figur 2. Alternative utslippspunkt (UT-1-A (50 og 60 m), UT-1-C, UT-3, UT-3-B, UT-3-C) med kabeltraser samt dagens utslippspunkt (UT-2), alle utenfor Grimstad.

1.3 Vurderte renseløsninger og utslippsnivå

Informasjon om renseanlegget og utslippsmengder er hentet fra forprosjektet (Asplan Viak, 2022). Dataene er delvis revidert av Rambøll Water ifm. utslippssøknad som er under arbeid. Vurderinger i denne rapporten er utført med vannmengder og konsentrasjoner som tilsvarer omsøkt utslippsnivå, altså prognoserte vannmengder for 2060. Grunnlag for dimensjonering og utslippsnivå er nærmere beskrevet i utslippssøknaden.

Forventet renseeffekt, beregnede utslippskonsentrasjoner og utslippsmengder fra nytt Bjønneheia RA er vist i Tabell 1. For sammenligning viser tabellen også utslipp i dagens situasjon fra Groos RA, basert på data fra årene 2021-2023.

Det er vurdert prognosert situasjon i resipienten både med og uten nitrogenreduksjon. Forventet renseeffekt er tatt som utgangspunkt for vurderinger i denne rapporten. Forventet renseeffekt er høyere enn forventede rensekraft, men i vurderingene benyttes det rensekraft for de parametere som man forventes kan bli et krav (for å være konservative).

Det er ikke gjort beregninger for utslipp av termotolerante koliforme bakterier (TKB) til denne rapporten. Det forventes ikke rensekraft for bakterier for nytt renseanlegg.

Det er beregnet innlagring og fortynning ved to ulike vannmengder: dimensjonerende vannmengde (Q_{dim}) og maksimal dimensjonerende vannmengde ($Q_{maksdim}$). Q_{dim} er definert som den maksimale timetilrenningen som blir overskredet i 50 % av årets døgn (medianverdien), $Q_{dim} = 280 \text{ m}^3/\text{h}$. Dimensjonerende vannføring ($Q_{maksdim}$) som skal behandles i alle trinn i anlegget er $700 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tabell 1. Utslippstall i dagens situasjon (Groos RA) og omsøkt renseeffekt ved nytt Bjønneheia RA (%), samt beregnet utslippsmengder og konsentrasjoner av ulike parametere, prognosert situasjon i 2060. For Tot-N er det beregnet med og uten rensetrinn for nitrogenfjerning.

	Enhet	KOF	BOF	Tot-N (uten N-reduksjon)	Tot-N (med N-reduksjon)	Tot-P
Groos RA – dagens situasjon (basert på data fra 2021-2023)						
Utslipp til resipient	kg/døgn	649	415	69		8,29
Utslipp til resipient	tonn/år	237	151	25		3,03
Bjønneheia RA – prognosert situasjon i 2060 (basert på omsøkt renseeffekt)						
Rensegrad	%	75 %	70 %	25 %	70 %	90 %
Utslipp til resipient	kg/døgn	1325	661	365	146	6,0
Utslipp til resipient	tonn/år	484	241	133	53	2,2
Konsentrasjon (snitt)*	mg/l	197	98	54	21	0,9

* beregnet basert på Q_{mid}

1.4 Formål med resipientvurderingen

Generelt er det utslippsmengder (vannmengder og forurensningsinnhold), utslippsdyp og resipientkapasiteten som er avgjørende for å vurdere hvilken påvirkning utslipp har på resipienten. Avgjørende faktorer er størrelsen til resipienten, strømforhold, vannutskifting og sjiktning i vannmassene, samt dagens tilstand og øvrige påvirkninger. Som grunnlag for vurderingene er det utført spredningsberegninger for å vurdere utslippets innlagring og spredning i resipienten (Rambøll, 2024b).

Formålet med denne resipientvurderingen er å:

1. Vurdere dagens tilstand i de aktuelle resipientene basert på innhentet kunnskap
2. Vurdere hvor godt de ulike resipientene er egnet for å ta imot planlagt utslipp fra Bjønneheia RA.
3. Anbefale utslippssted og dyp basert på forholdene i resipientene
4. Vurdering av miljøfordel ved nitrogenreduksjon

Denne rapporten vil ta for seg utslipp av rensed avløp og tilførsels av næringssalter (nitrogen, fosfor) og organisk materiale, og se på følgende:

- betydning for bunnfauna og tilslamming rundt utslippspunkt,
- tilførsler av næringsstoffer og betydning for eutrofieringsparametere,
- oksygenforhold som følge av nedbrytning av organisk stoff, og
- brukerinteresser og eventuell påvirkning av disse

2. Resipientene

2.1 Kunnskapsgrunnlaget

Det er hentet informasjon fra offentlige databaser (Miljødirektoratet) for å beskrive resipientene:

- Vann-nett portal
- Vannmiljø
- Miljøstatus

For å beskrive tilstand i resipientene er det benyttet resultater fra resipientundersøkelsen i Grosfjorden og nærliggende vannforekomster i 2022-2023 utført av Rambøll for Grimstad kommune (Rambøll, 2024a). I tillegg benyttes informasjon fra offentlige databaser og tidligere undersøkelser i resipienten, blant annet fra Miljødirektoratets overvåkingsprogram Økokyst. Resultater fra undersøkelser i resipientene er nærmere diskutert i kapittel 4.

2.2 Informasjon om vannforekomstene

Utslippspunktene er plassert i ulike vannforekomster:

- Grosfjorden-indre (ID: 0121000300-1-C, dagens utslippspunkt)
- Grosfjorden-ytre (ID: 0121000300-2-C, stasjon UT-1-A)
- Grimstad-ytre (ID: 0121000030-C, stasjoner UT-1-C og UT-3-B).

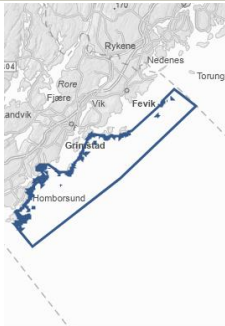
Dagens utslippspunkt ligger i 25 m dyp i en relativt beskyttet fjord, i vannforekomst Grosfjorden-indre (Figur 3). Øst for Grosfjorden er det flere øyer og holmer som avgrenser Grosfjorden fra åpent hav i Skagerrak. Vanndyp mellom holmene er lite, fra et par meter til ca. 15 m. Grimstad by ligger ved inngangen til Vikkilen som er en forlengelse av Grosfjorden nordøstlig retning. I Grosfjorden er det en dyprene på 60-70 m dyp i nord-sør retning og et mindre dypområde på 85 m. Terskeldypet mellom Grosfjorden og mot Skagerrak er på 22 m. Vanndyp i Vikkilens dypeste deler er på 30-40 m, mens terskelen til Grosfjorden ligger på 27 m.

Informasjon fra Vann-nett om vannforekomstene er oppsummert i Tabell 2. Alle vannforekomstene tilhører økoregionen Skagerak.



Figur 3. Dybdeforhold ved utslippssteder vurdert i denne rapporten (røde sirkler).

Tabell 2. Oversikt over vannforekomster og utslippsalternativer.

Navn	Grosfjorden–indre	Grosfjorden–ytre	Grimstad–ytre
Vannforekomst ID	0121000300-1-C	0121000300-2-C	012100030-C
Vannkategori	Kystvann	Kystvann	Kystvann
Areal km2	5,6	1,3	80,2
Vanntypenavn	Oksygenfattig fjord	Moderat eksponert kyst	Åpen eksponert kyst
Nasjonal vanntype	(mangler info)	(mangler info)	S1
Økoregion	Skagerak	Skagerak	Skagerak
Saltholdighet	Polyhalin (18 - 30)	Skagerak (> 25)	Skagerak (> 25)
Tidevann	Liten (< 1m)	Liten (< 1m)	Liten (< 1m)
Bølgeeksponering	Beskyttet	Beskyttet	Høy
Kart			

2.3 Hydrografi og strømforhold

Hydrografiske målinger (Rambøll, 2024a) ble utført ved flere stasjoner (4 til 6 stasjoner avhengig av tidspunkt for måling) i vannforekomstene Grosfjorden-indre, Grosfjorden-ytre og Grimstad-ytre. Målingene ble gjennomført i perioden september 2022 - juni 2023. Resultater fra hydrografimålinger viser at det generelt er tydelig lagdeling i vannmassene ved undersøkelsesområdet. Overflatevannet i Grosfjorden (dybde ca. 0-15 m) har salinitet mellom ca. 15-30 psu, avhengig av tidspunktet. I dypere vannlag øker saltholdigheten til ca. 34 psu nære bunnen. Temperaturen i overflaten er mellom ca. 15-17 °C om sommeren, og avtar deretter til ca. 7 °C ned mot bunnvannet.

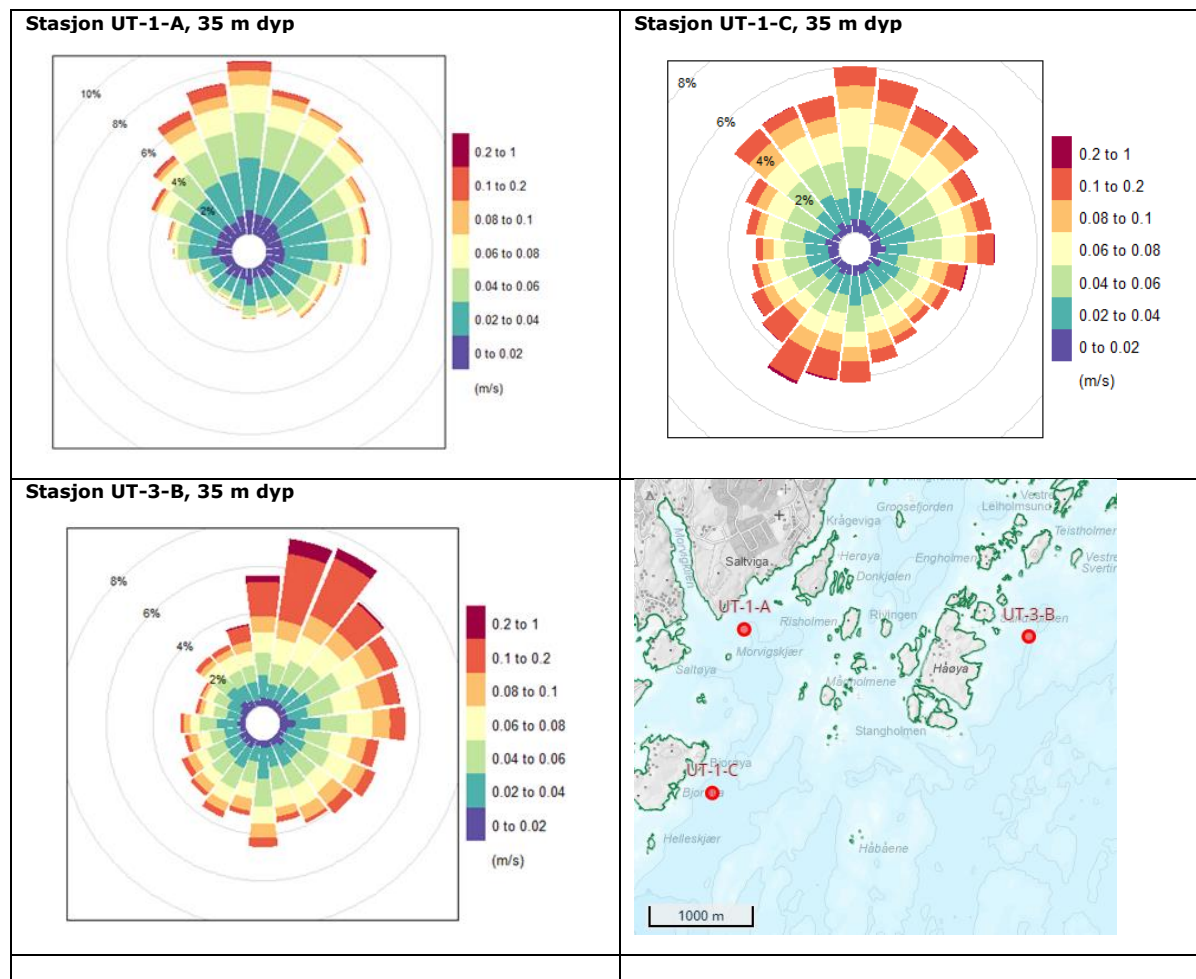
Hydrografien i Grosfjorden antas å være tydelig påvirket av kyststrømmen i Skagerrak og tilførsel av vann fra Østersjøen. Det er i tillegg ferskvannstilførsel innerst i Grosfjorden fra Sævelibekken, og noen mindre bekker, som kan påvirke saliniteten i overflatelag. Det er åpen forbindelse ned til ca. 22 m dyp mot åpent hav. Bunnvannet i Grosfjorden er mer stagnert med begrenset vannutskifting sammenlignet med overflatelag. Overflatevannet er en del av kystvannet som sirkulerer fritt. Vannforekomst Grimstad-ytre kan antas å være mer påvirket av kyststrømmen i Skagerrak, og mindre påvirket av evt. ferskvannstilførsel fra land. Likevel ble det under resipientundersøkelser kun målt svært små forskjeller i salinitet og temperatur mellom ulike målestasjoner (UT-1A, UT-1C, UT-3B) ved samme tidspunkt.

Det ble utført strømmålinger i resipienten ved stasjon UT-1-A, UT-1-C og UT-3-B. Metode og resultater for strømmålinger er presentert i rapporten Bjønneheia RA – Strømmålinger i resipienten (Rambøll, 2023). Målingene ble utført i perioden mars-september 2023, og strømretning og hastighet ble målt gjennom hele vannsøylen. Strømroser for 35 m dyp er vist i Figur 4. Innlagringsberegninger viste at utslippet innlagres på omtrent 25-40 m dyp, og resultater for 35 m dyp er derfor relevante å vise her. For fullstendige resultater, se strømrappport (Rambøll, 2023). I 2024 ble det gjort nye strømmålinger, da alternativ med utslipp på 60 meters dyp ble aktuelt. Målingene ble gjort ved UT-1-A, i retning mot sør der sjøbunnen går ned til 60 meter dyp, for å vurdere om strømforholdene her var mer egnet. Målingene ble gjort september-oktober. For fullstendige resultater, se strømrappport (Kvitsøy sjøtjenester, 2024).

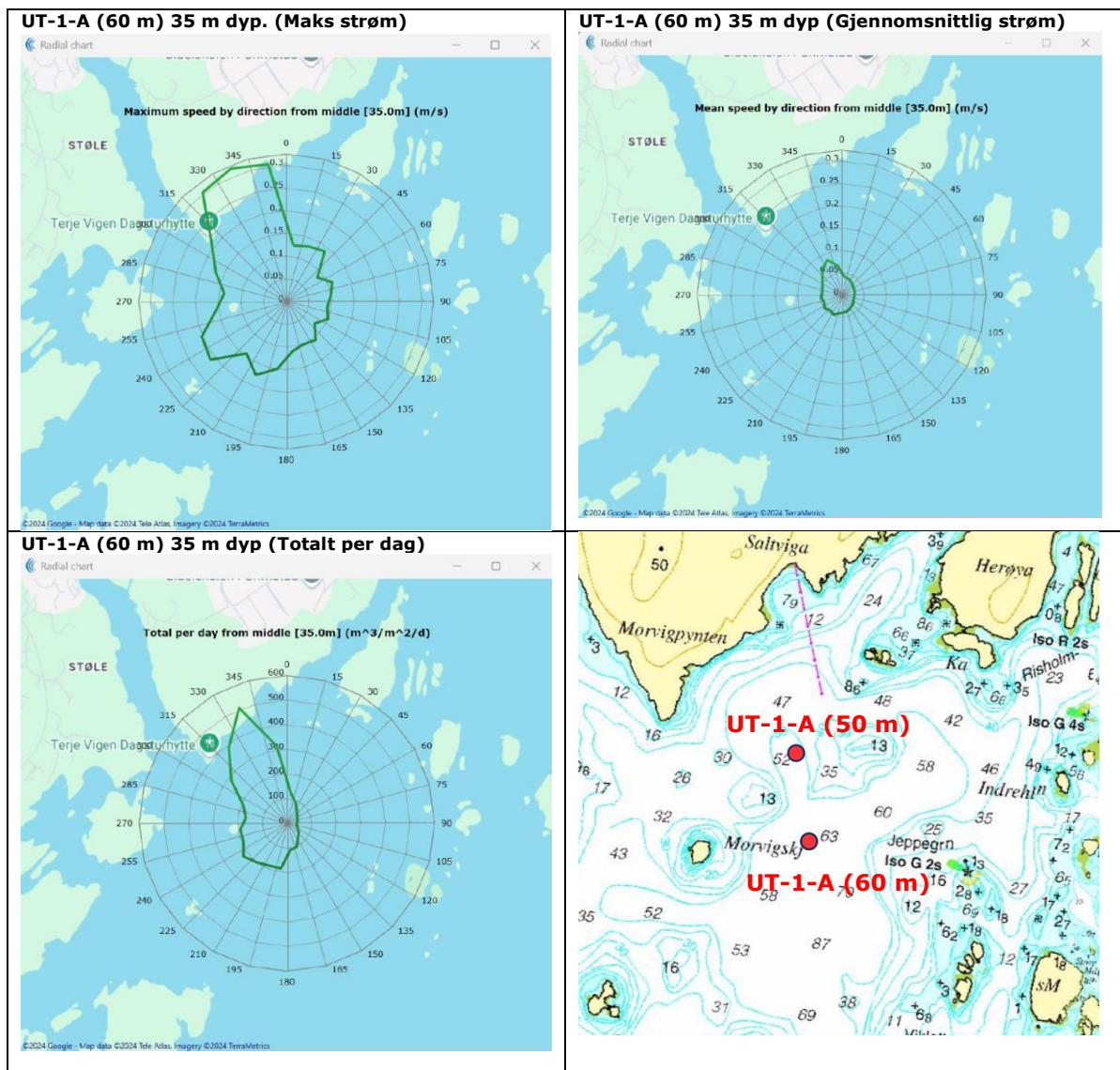
Stasjon UT-1-A ligger noe mer skjermet enn stasjonene UT-1-C og UT-3-B, og målingene viste noe roligere strømforhold ved stasjon UT-1-A. Medianhastighet (i alle retninger) ved stasjon UT-1-A var 0,039-0,047 m/s i ulike dyp, men det kom korte perioder med strøm opp mot 0,20-0,30 m/s. Målinger ved UT-1-A (60 m) viste veldig like strømforhold, med gjennomsnittlig strømhastighet på 0,05 m/s og maksmålinger på 0,32 m/s. På stasjoner UT-1-C og UT-3-B ble det målt medianhastighet hhv. mellom 0,047-0,077 m/s og 0,045-0,083 m/s. Det ble målt en del perioder med strømhastighet opp mot 0,30-0,40 m/s i den øvre delen av vannsøylen på begge stasjonene UT-1-C og UT-3-B.

Strømstyrken var høyest i øvre delen av vannsøylen ved alle stasjoner, og strømretninger i overflatelag fulgte områdets topografi i en viss grad ved alle stasjoner. I bunnvann dominerte strøm mot nordøst (og innover fjorden) på stasjoner UT-1-A (50 og 60 m) og UT-1-C, mens strømretninger i bunnvann på stasjon UT-3-B var mer jevnt fordelt.

Det kan forekomme variasjon i strømhastighet og -retning avhengig av årstider.



Figur 4. Strømroser (himmelretning og frekvens (%) av strømhastighet (m/s)) for stasjoner UT-1-A, UT-1-C og UT-3-B, 35 m dyp. For resultater fra andre vanddyb, se Rambøll (2023).



Figur 5. Strømroser (himmelretning og andel) av strømhastighet (m/s)) for stasjoner UT-1-A (60 m), 35 m dyp. For resultater fra andre vanddyp, se (Kvitsøy sjøtjenester, 2024).

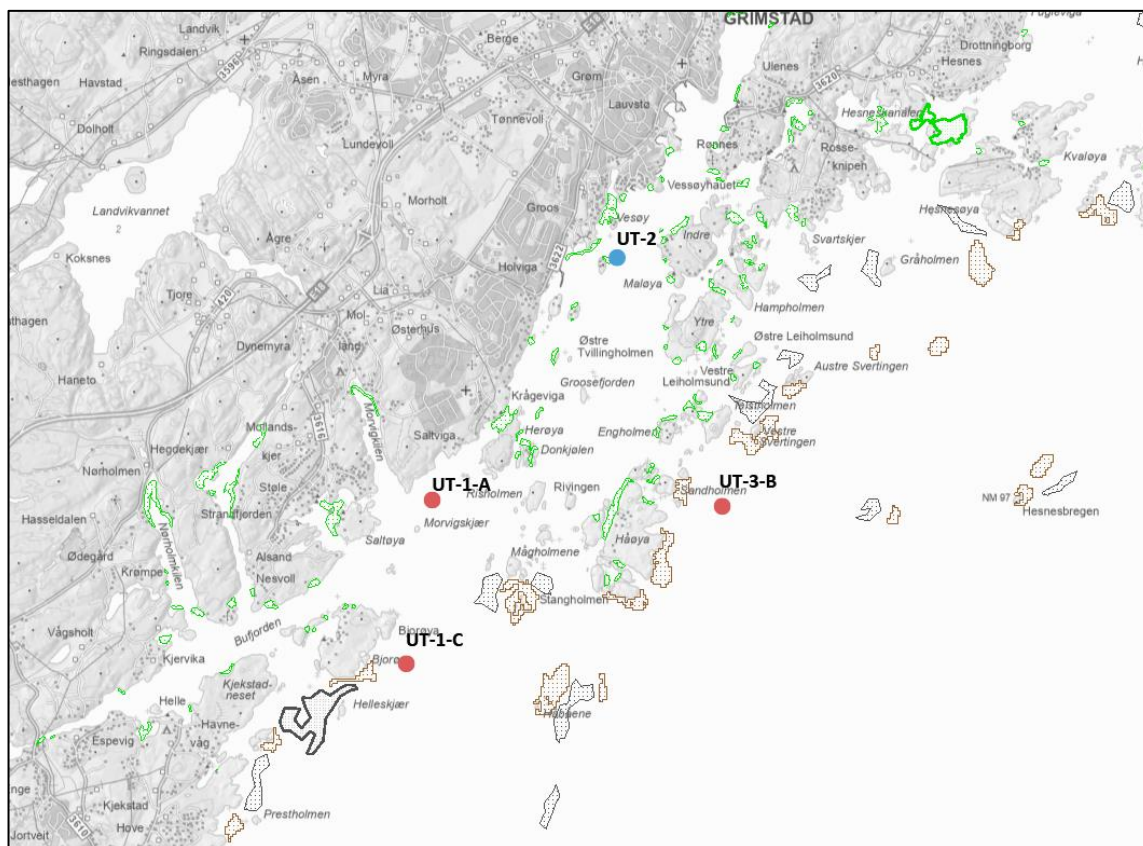
Det er ikke gjennomført strømmålinger ved dagens utslippssted, men basert på typografi og skjermet lokasjon av dagens utslippssted antas strømforholdene være noe mer rolige sammenlignet med øvrige lokasjoner. UT-2 er stasjonen som ligger lengst innerst i fjorden av stasjonene som er vurdert i denne rapporten.

2.4 Marine naturtyper og fiskeriressurser

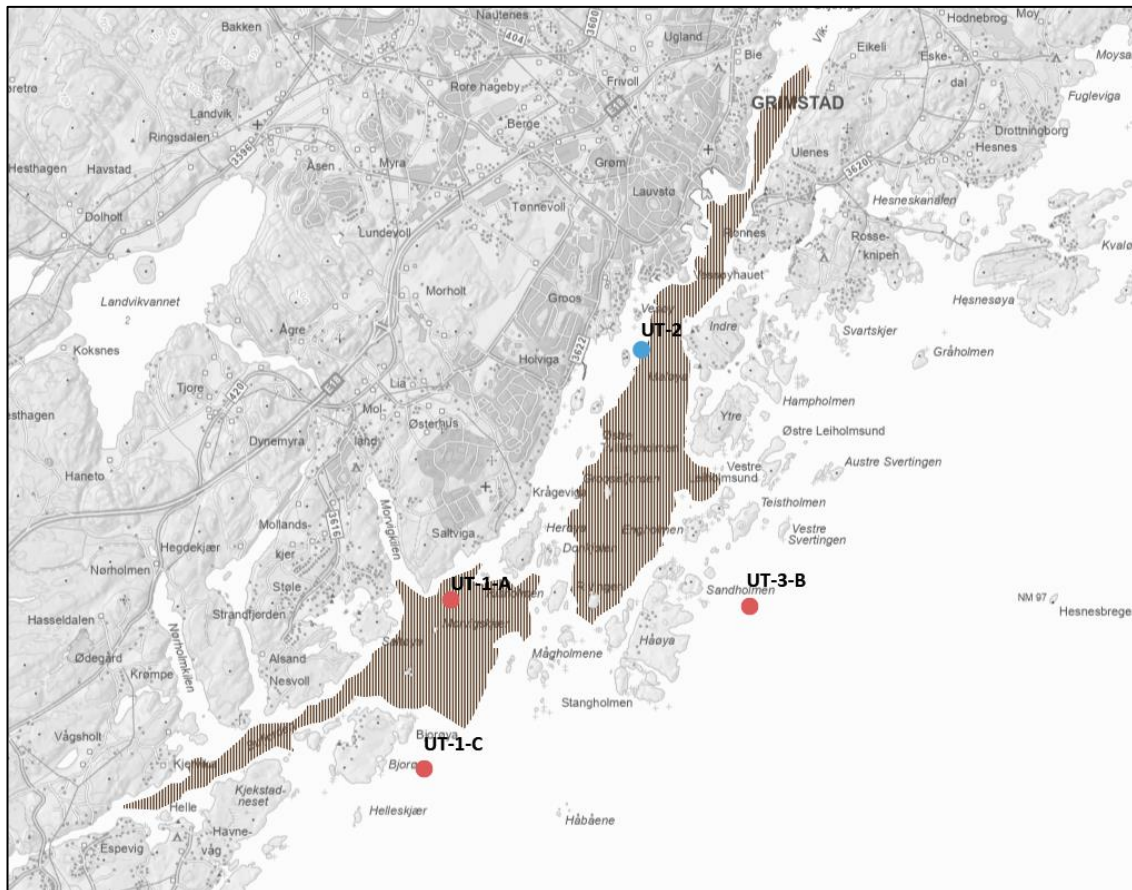
I vannforekomstene som er aktuelle å vurdere er det registrert flere forekomster med ålegras, tareskog og skjellsandområder (Figur 5). Ålegras- og tareskoglokalitetene som ligger i nærheten (< 1 km avstand til utslippssteder vurdert) er kategorisert som *viktig*. Det er registrert en svært viktig skjellsandlokalitet rett sør for stasjon UT-1-C, mens resten av lokalitetene er kategorisert som *viktig*. (Naturbase, 2024) Forekomster av ålegras og tareskog ligger i vanddyb < 15 m, mens registrerte forekomster av skjellsand ligger i vanddyb opp til ca. 40 m.

Rambøll (2022) gjennomførte i 2022 undersøkelser av ålegras i de områdene i vannforekomst Grosfjorden-indre (mellom ca. punkter UT-1-A og UT-2 i Figur 5) som kan bli berørt av ny pumpeledning. Det ble funnet en ny ålegrasforekomst ved Krågeviga som ikke tidligere var registrert i offentlige databaser. Ålegressengene som ble undersøkt hadde varierende kvalitet, men forekomsten ved Herøysund hadde best tilstand per i dag, og fremstår som vital og frisk.

Av kystnære fiskeridata er det registrert gyteområder for kysttorsk (Figur 6). Gytefeltene Bu fjorden og Vikkilen - Byfjorden er kartlagt av Havforskningsinstituttet som et hhv. lokalt og regionalt viktig gytefelt (verdi C og B). Bu fjorden er videre beskrevet med noe egg (kategori 1), stor retensjon (kategori 3). Vikkilen - Byfjorden har mye egg (kategori 3) og middels retensjon (kategori 2).



Figur 6. Marine naturtyper. Tareskogforekomster (brunt areal), skjellsandforekomster (svart areal) og ålegras (grønt areal). Naturtyper markert med tykkere streker kategorisert som svært viktige. Dagens utslippssted er markert med blå sirkel (UT-2), og alternative utslippssteder med røde sirkler.



Figur 7. Gyteområder. Gytefelt torske registrert av HI (brune areal). Dagens utslippssted er markert med blå sirkel (UT-2), og alternative utslippssteder med røde sirkler.

3. Dagens tilførselssituasjon

3.1 Kilder for næringssalter og organisk materiale

Generelt er det flere kilder for næringssalter og organisk materiale i en fjord, hvor hovedkategoriene er:

- Tilførsler fra land: industriutslipp, landbasert akvakultur, kommunalt avløp, avrenning fra jordbruk, avrenning fra skog og utmark
- Utslipp rett til vannmassene fra: akvakultur i sjø, båttrafikk osv.
- Vannutveksling med nærliggende havområder (ikke vurdert i denne rapporten)

Til denne rapporten har vi beregnet tilførselen til området rundt vurderte utslippssteder som helhet. Hensikten med tilførselsdata er å kunne vurdere hvor stort utslippet fra Bjønneheia RA er sammenlignet med andre kilder og hvordan utslippet påvirker miljøtilstanden i området.

3.2 Datagrunnlag

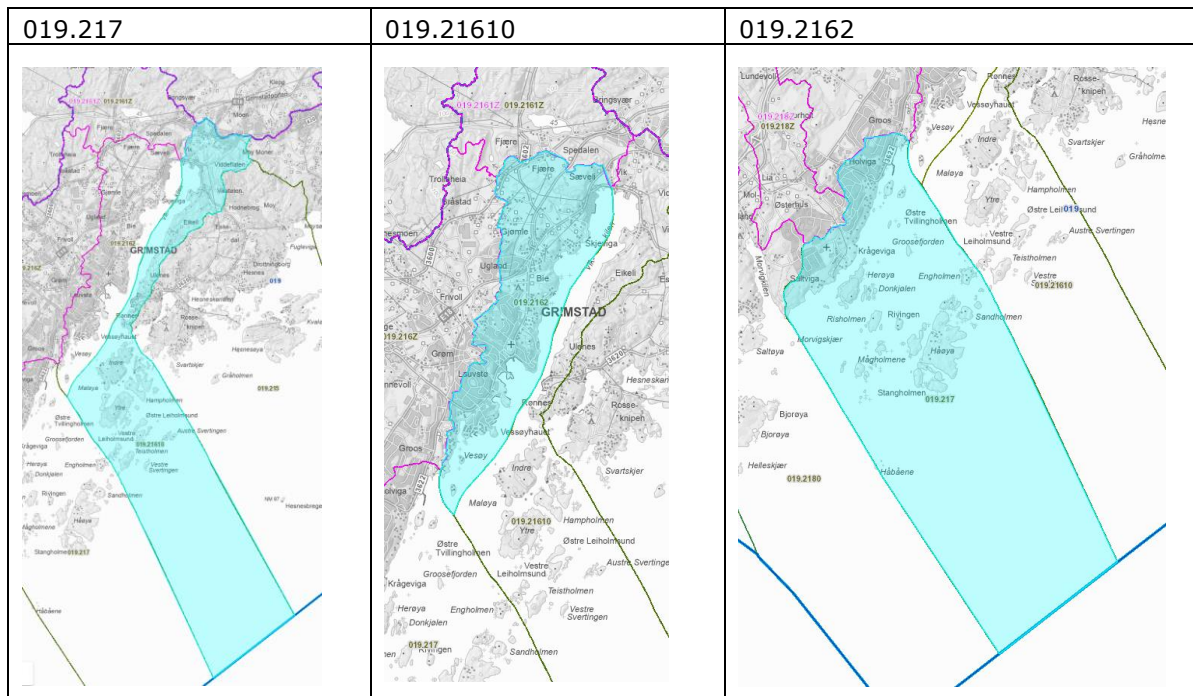
Det er hentet tall på tilførsler av næringssaltene nitrogen og fosfor fra TEOTIL-modellen som NIVA årlig rapporter fra. Den oppgir tilførsler til hvert nedbørfelt fra kildene akvakultur, avløp, jordbruk, naturlig avrenning og industri. I sin TEOTIL-modell bruker NIVA utslippsdata fra kommunal avløpssektor (tilrettelagt av SSB) for avløpsanlegg >50 pe, utslippsdata fra industribedrifter (levert av Miljødirektoratet), produksjonsdata fra fiskeoppdrett (tilrettelagt av Fiskeridirektoratet) og tapskoeffisienter (utarbeidet av NIBIO) (NIVA, 2024).

Ved å bruke TEOTIL-modellen er det i denne rapporten beregnet tilførsler av Tot-N og Tot-P fra land til Regine nedbørfeltene 019.217, 019.21610 og 019.2162. Kart som viser inndeling av Regine-enheter som tilførselsdata er rapporter for er vist i Figur 7. Det må påpekes at nedbørfeltet dekker et noe større område enn området som Bjønneheia RA har utslipp til. Hensikten er å få oversikt over kildene som belaster fjordsystemet og nærområder.

Utslippspunkter fra avløp og plassering av landbasert industri er vist i Figur 8. Det er ingen registrerte industribedrifter med utslipp til vann innenfor det vurderte området. NYMO AS ligger innerst i Grosfjorden (Vikkilen), men har kun utslipp til luft. Smaken av Grimstad ligger ca. 1 km nordvest for Bjønneheia RA, og har påslipp til kommunalt avløp. Utslippstall fra Smaken av Grimstad er derfor inkludert i utslippstall fra Groos RA / Bjønneheia RA. Det er ikke tilførsler fra akvakultur i det vurderte området.

Det er kun ett annen kommunalt renseanlegg med utslipp til sjø innenfor det vurderte området, Drottingborg renseanlegg. Drottingborg RA sine utslippstall hentet fra Norske utslipp er under 10 % av utslippstall registrert for Groos RA (gjelder både næringssalter og organisk materiale). Utslippssted ligger utenfor Grosfjorden, langt unna vurderte utslippssteder og dermed ikke videre vurdert i denne rapporten.

Det er ikke tilgjengelig data for tilførsel av organisk materiale fra jordbruk og naturlig avrenning.



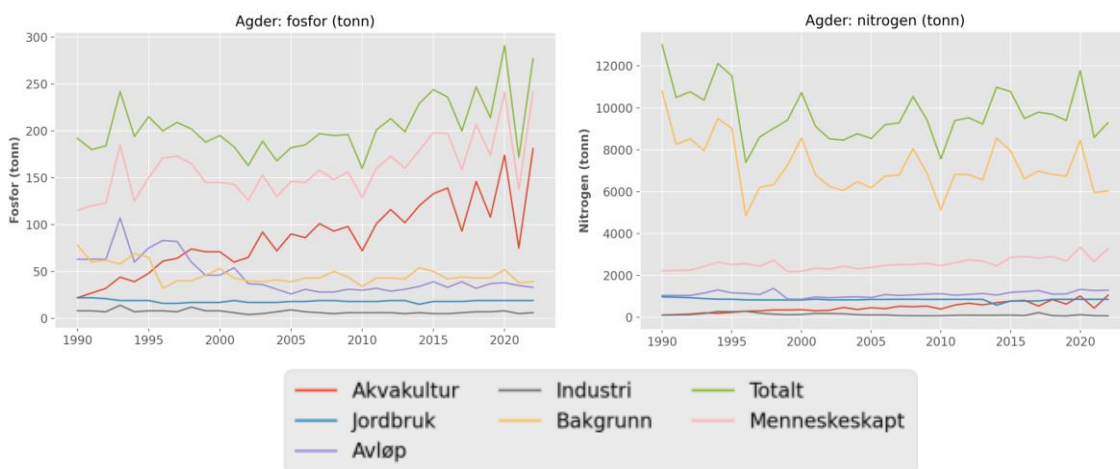
Figur 8. Kart som viser nedbørfelt (Regime 019.217, 019.21610 og 019.2162) for beregning av tilførsler at Tot-N og Tot-P til resipienten med Teotil – modellen.



Figur 9. Kart som viser punktutslipp i nærheten av Grimstad: industri (svart ikon) og avløp (grønne/brune ikoner)

3.3 Tilførsel av næringsstoffer og organisk stoff

Når det gjelder næringssalter så har tilførslene av næringssaltene fosfor og nitrogen til Agder variert noe de siste 30 årene. Totalt har nitrogen gått ned med 10%, mens fosfor har økt med 51% i perioden 1990 til 2020 (Figur 10) (NIVA, 2024). Menneskeskapte tilførsler står for omtrent 82% av den totale tilførselen av fosfor og 28% av den totale tilførselen av nitrogen i Agder. Av enkelte kilder i Agder fylke anslår NIVA (2022) at den største kilde til fosfor er akvakultur, mens bakgrunnsavrenning er den største kilde for nitrogen. Andelen kommunalt avløp av tilførsel av fosfor og nitrogen er hhv. på ca. 13 % og 12 %.



Figur 10. Tilførsler av fosfor (t.v.) og nitrogen (t.h.) i tonn i Agder i perioden 1990-2022 (NIVA, 2024).

Tabell 3 viser tilførsler av Tot-P, Tot-N og KOF fra de ulike kildene i resipientene som er vurdert til denne rapporten (betydelig mindre areal enn Agder generelt). Tallene fra Teotil er beregnet å inkludere tilførsel også fra nedbørsfeltene oppstrøms (akkumulert tilførsel).

Tall fra Teotil for de spesifikke Regime-områdene viser at naturlig avrenning er den dominerende kilden til næringssalter til området (tilsvarer ca. 49 % av tot-P og 88 % av tot-N). Kommunalt avløp har også et høyt bidrag og står totalt for 25 % og 7 % av den totale tilførselen av hhv. tot-P og tot-N. Groos RA alene står for ca. 8 % og 0,6 % av den totale tilførselen av hhv. tot-P og tot-N til området. Øvrig bidrag fra avløp beregnet med modellen kommer fra avløpsanlegg oppstrøms.

Teotil-modellen tar ikke hensyn til transport av næringsrikt vann til området fra nord med kyststrømmen. Dette er diskutert i kapittel 5.5 der behov for nitrogenreduksjon ved renseanlegget er vurdert.

Når det gjelder tilførsler av organisk stoff (BOF/KOF), foreligger det kun data for en kilde – avløp, selv om organisk stoff også tilføres fra for eksempel jordbruk og naturlig avrenning. Groos RA er betydelig større kilde til organisk forurensing enn Drottingborg RA.

Tabell 3. Tilførsler fra akvakultur, avløp, jordbruk, naturlig bakgrunn og industri for næringssaltene total fosfor (Tot-P) og totalt nitrogen (tot-N).

Enhet	Akva- kultur	Avløp (Teofil – alle anlegg)	Jordbruk	Naturlig avrenning	Industri	Urbant	Groos RA (data for 2021- 2023)	SUM (uten Groos RA)
Tot-P tonn/år	0	9,2	4,3	18,0	4,7	0,5	3,03	36,7
% av total tilførsel	0%	25%	12 %	49 %	13 %	1 %	8%	100%
Tot-N tonn/år	0	269,6	210,1	3421,7	5,7	4,8	25	3912
% av total tilførsel	0%	7 %	5 %	88 %	0,1 %	0,1 %	0,6 %	100 %

4. Dagens miljøtilstand i resipient

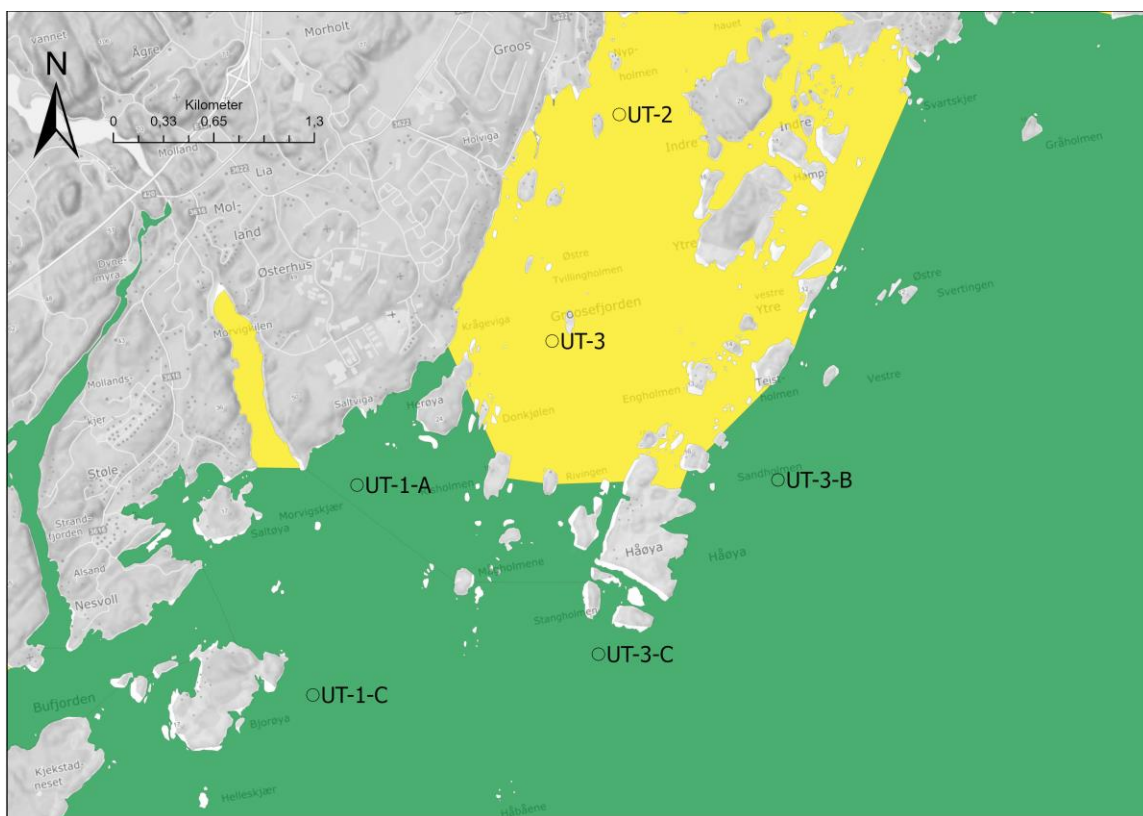
4.1 Tilstand registrert i Vann-Nett

Tabell 4 viser registrert økologisk og kjemisk tilstand i Vann-nett (hentet i mars 2024) for de vurderte vannforekomstene. Grosfjorden-indre, Grosfjorden-ytre og Grimstad-ytre er hhv. klassifisert med moderat, god og god økologisk tilstand. Kjemisk tilstand er kun definert for Grosfjorden-indre (dårlig tilstand). For øvrige vannforekomster er kjemisk tilstand udefinert. Registrert miljøtilstand i Vann-nett er basert på data fra 2015-2023 (se Tabell 4). Resultater fra resipientundersøkelsen utført av Rambøll er inkludert i disse registreringene og markert med 2023.

I Vann-nett er det registrert en noen påvirkninger i alle de omtalte vannforekomstene (Tabell 5). Groos RA er oppgitt å påvirke resipienten i middels grad. I vannforekomstene Grosfjorden-ytre og Grimstad-ytre påvirker hhv. langtransportert forurensing (SO₂/NO_x i luft) og introdusert art (japansk drivtang) resipienten i middels grad.

Tabell 4. Informasjon om vannforekomstene som er vurdert for utslipp fra renseanlegg. Hentet fra Vann-nett.no (hentet mars 2024).

Navn	Grosfjorden-indre	Grosfjorden-ytre	Grimstad-ytre
Vannforekomst ID	0121000300-1-C	0121000300-2-C	0121000030-C
	Oksygenfattig fjord	Moderat eksponert kyst	Åpen eksponert kyst
Økologisk tilstand	Moderat (høy presisjon)	God (ingen informasjon om presisjon)	God (høy presisjon)
Datagrunnlag	Makroalger (2015-2016) Bunnfauna (2015-2023) Oksygenforhold (2015) Nitrogenforhold (2023) Fosforforhold (2015-2023) Industristoffer (2015-2022) Metaller (2022)	Bunnfauna (2023) Industristoffer (2022) Metaller (2022)	Makroalger (2018-2019) Bunnfauna (2014-2023) Oksygenforhold (2018) Nitrogenforhold (2023) Fosforforhold (2023) Industristoffer (2021) Metaller (2021)
Kjemisk tilstand	Dårlig (middels presisjon)	God (ingen informasjon om presisjon)	God (ingen informasjon om presisjon)
Datagrunnlag	Industristoffer (2015-2022) Metaller (2022) Andre stoffer (2022)	Andre stoffer (2022) Metaller (2022)	Industristoffer (2021) Andre stoffer (2021) Metaller (2021)



Figur 11. Inndeling av vannforekomster med økologisk tilstand i henhold til Vann-nett (grønn= god, moderat= gul). Plassering av alternative utslippspunkt (UT-1-A (50 og 60 m), UT-1-C, UT-3, UT-3-B, UT-3-C) og dagens utslippspunkt (UT-2).

Tabell 5. Registret påvirkninger for de to vannforekomstene nært utslippspunktet. Påvirkningen er listet opp med påvirkningsgrad og effekt. Hentet fra vann-nett mars 2024.

Vannforekomst	Påvirkning	Påvirkningsgrad	Effekt
Grosfjorden-indre	Diffus avrenning fra byer/tettsteder	Middels grad	Organisk forurensning
	Punktutslipp fra renseanlegg 10000 PE	Middels grad	Kjemisk forurensning Næringsforurensning Organisk forurensning
Grosfjorden-ytre	Diffus annen langtransportert forurensning	Middels grad	- (Ikke oppgitt)
	Diffus avrenning fra annen kilde	Liten grad	Ukjent effekt
Grimstad-ytre	Diffus annen langtransportert forurensning	Liten grad	Annen betydelig effekt (Kyststrømmen. Økokyst delprogram klima. Resultater fra 2020 viser økt tilførsel av næringsstoffer over hva som kan regnes å være terrestriske kilder.)
	Introduserte art - japansk drivtang	Middels grad	Annen betydelig effekt

4.2 Resipientundersøkelse 2022/2023

Rambøll har gjennomført strømundersøkelser og resipientundersøkelse i dagens resipient (Grosfjorden-indre) og nærliggende vannforekomster (Rambøll, 2024a). Resultater er kort oppsummert under. For detaljer henvises det til overnevnte rapport.

Grosfjorden-indre

I dagens resipient (punkt UT-2) viste resultatene for bunnfauna påvirkning ved flere av stasjonene. Tilstandsklassifiseringen varierte fra god til dårlig tilstand. Stasjon GS6, som ligger nærmest dagens utslippspunkt, ble klassifisert med tilstandsklasse god, mens tilstanden var dårligere i dypere områder. Dårlige tilstand i dypere områder kan være pga. akkumulering av organisk materiale hit og/eller periodevis dårlige oksygenforhold (ikke målt i undersøkelsen). Gjennomsnittet av alle stasjonene gir tilstandsklasse moderat for bunnfauna i vannforekomsten.

Innholdet av organisk materiale (nTOC₆₃) var høyt ved samtlige stasjoner (dårlig til svært dårlig tilstand). Målte verdier av næringssalter i vannforekomsten var hovedsakelig innenfor svært god eller god tilstandsklasse, men det ble gjort én måling av ammonium som var innenfor moderat tilstand. Oksygenmetning på sjøbunnen var høy og tilsvarende svært god tilstand ved samtlige måletidspunkt.

Basert på undersøkelser utført i 2023 indikerer dette **moderat økologisk tilstand** for vannforekomsten Grosfjorden-indre, noe som samsvarer med registrert tilstand i vann-nett.

Grosfjorden ytre

Samtlige stasjoner i vannforekomsten viste bunnfaunaforhold innenfor tilstandsklasse god, og gjennomsnitt av alle stasjoner gir tilstandsklasse god for bunnfauna. Innholdet av organisk materiale (nTOC₆₃) varierte mellom stasjonene fra god til dårlig tilstand. Målte verdier av næringssalter i vannforekomsten var hovedsakelig innenfor svært god tilstand, men det ble målt nitrat+nitritt innenfor tilstandsklasse god i januar. Oksygenmetning på sjøbunnen var høy og tilsvarende svært god tilstand ved samtlige måletidspunkt.

Basert på bunnfaunaundersøkelser utført i 2023 indikerer dette **god økologisk tilstand** for vannforekomsten Grosfjorden ytre, noe som samsvarer med registrert tilstand i vann-nett.

Grimstad ytre

Resultatene for bunnfauna viste god til svært gode forhold i vannforekomsten, og gjennomsnitt av alle stasjoner gir tilstandsklasse god for bunnfauna. Innholdet av organisk materiale (nTOC₆₃) varierte mellom stasjonene, hvor stasjonene i den sørvestlige delen av vannforekomsten (nære utslippsalternativ UT-1-C) ble klassifisert til moderat tilstand, men stasjonene plassert nordøst (UT-3-B) ble klassifisert til tilstandsklasse god. Målte verdier av næringssalter i vannforekomsten var hovedsakelig innenfor svært god tilstand, men det ble målt nitrat+nitritt innenfor tilstandsklasse god i januar ved én stasjon. Oksygenmetning på sjøbunnen var innenfor bakgrunnsverdi ved samtlige måletidspunkt.

Basert på bunnfaunaundersøkelser utført i 2023 indikerer dette **god økologisk tilstand** for vannforekomsten Grosfjorden ytre, noe som samsvarer med registrert tilstand i vann-nett.

4.3 Andre undersøkelser

4.3.1 Tidligere resipientundersøkelser

Forrige resipientundersøkelse ble utført av NIVA (2015), metoder og resultater er oppsummert i NIVA rapport 6939-2015: Overvåking av sjøområdene i Grimstad. Resipientundersøkelser i Grosfjorden og Homborsundfjorden i 2015. I Grosfjorden-indre ble det gjort målinger ved to stasjoner (GS6 og Grosfjorden dyp) hvor det bla. ble undersøkt næringssalter og oksygenforhold, bunndyr og sediment (med miljøgifter). I tillegg ble det gjort undersøkelser i strandsonen og på hardbunn. Undersøkelsen ble utført for å dokumentere tilstanden i resipientene og avklare eventuelle utviklingstendenser i forhold til tidligere undersøkelser.

Undersøkelsen viste generelt god tilstand i øvre vannmasser i 2015, vist ved normale verdier for næringssalter og normalt utviklede organismer i strandsonen. I nærområdet til utslippet var sjøbunnen moderat påvirket av organisk materiale. I dypområdet av Grosfjorden-indre var tilstanden av bunnfauna noe dårligere, men NIVA konkluderte at dette er mest trolig er dette naturlig betinget (terskelfjord).

Oksygenforhold var gode ned til 50 m dyp, men på større dyp var oksygeninnholdet lavere. I dypområdet av Grosfjorden (67 m dyp) var oksygeninnholdet lavt i bunnvannet, tilsvarende tilstandsklasse V – «Meget dårlig». Sammenlignet med 1995 (Jacobsen mfl., 1997) var det litt mer oksygen i vannmassene. NIVA (2015) konkluderte at tidligere undersøkelser har imidlertid vist både høyere og lavere verdier på ettersommeren, antageligvis pga. varierende grad av vannutskiftning mellom årene.

Konsentrasjon av metaller, PCB og TBT var lav i sedimenter i Grosfjorden – indre, men forhøyde verdier for flere PAH-forbindelser. Samlet sett ble kjemisk tilstand i Grosfjorden-indre vurdert til «oppnår ikke god» (prioriterte miljøgifter), mens økologisk tilstand vurderes til «moderat» (klasse III) ved kombinasjon av biologiske kvalitetselementer (nedre voksegrense alger, bløtbunnsfauna) og ikke-prioriterte miljøgifter som støtteparametre. Nivået av miljøgifter i sedimenter er ikke blitt undersøkt etter 2015. NIVA (2015) konkluderte kun mindre endringer i tilstanden i forhold til undersøkelser i 1995 i Grosfjorden.

4.3.2 Økokyst-programmet

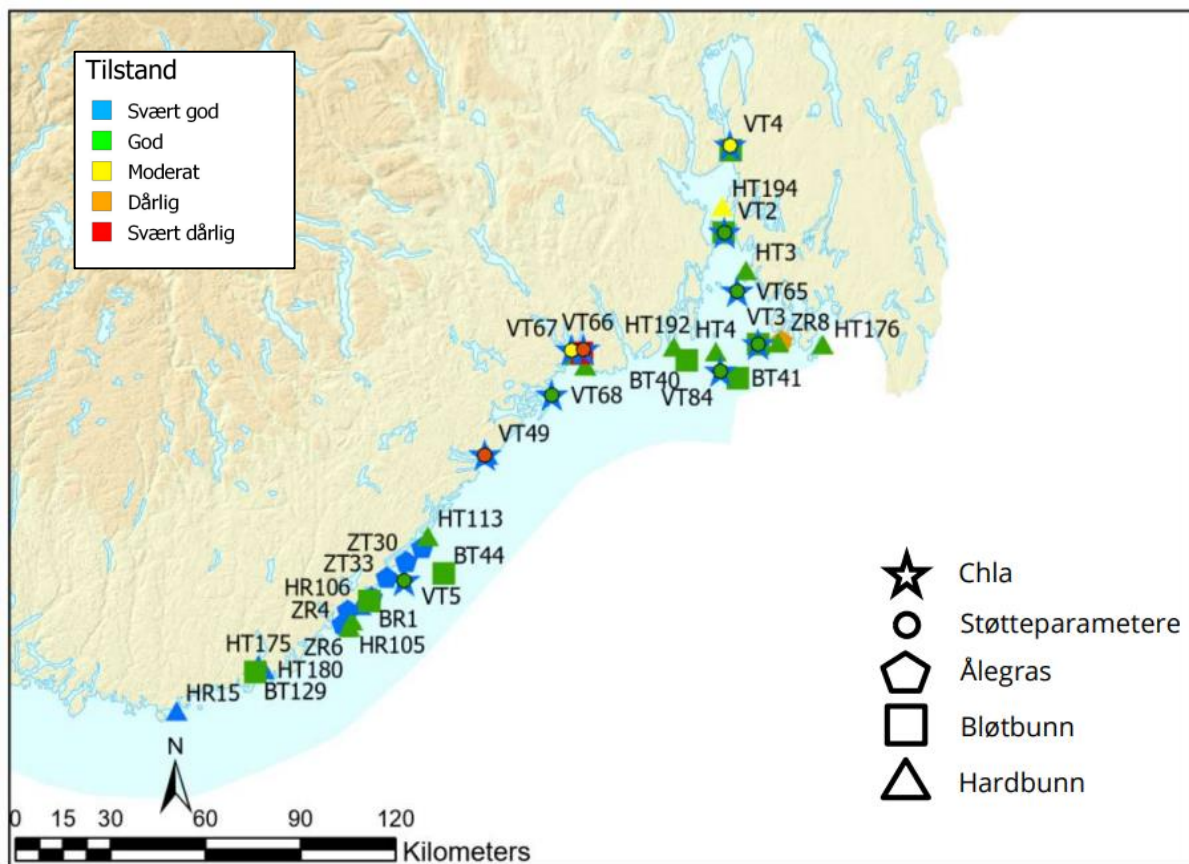
I Miljødirektoratets database Vannmiljø er det registrert flere vannlokaliteter i og i nærheten av de aktuelle resipientene. De fleste undersøkelser rapporten inn i Vannmiljø er over 15 år gamle, og dermed ikke relevant å vurdere videre i denne rapporten. Det er ikke registrert flere resultater for innholdet av næringssalter enn det som er benyttet i klassifisering av vannforekomst i Vannnett (se avsnitt 4.1).

Overvåkingsdata fra Miljødirektoratets program Økokyst ansees som mest relevant å presentere i denne rapporten. Økokyst-programmet har til hensikt å overvåke miljøtilstanden i utvalgte områder langs norskekysten i henhold til vannforskriften. Delprogram Skagerrak inkluderer 28 vannforekomster i Ytre Oslofjord, Grenlandsfjordene og Agder. Stasjonene inkludert i programmet er vist i Figur 11, i figuren er symbolene fargekodet etter tilstand av kvalitetselementer og støtteparametre. Siste årsrapport publisert er fra 2022 (Norconsult, 2023).

Nærmeste stasjon der det undersøkes næringssalter og hydrografi er VT5 Arendal, denne ligger ca. 8 km nordøst for Grosofjorden. Stasjonen er plassert i kyststrømmen (Norconsult, 2023). I tillegg undersøkes det årlig makroalger (hardbunn) og ålegras ved flere stasjoner ved Sørlandskysten. Stasjonene som ligger nærmest resipientene vurdert for Bjønneheia RA er vist i Figur 12, en stasjon for makroalger (HR106) ligger i Grosofjorden – indre.

Tabell 6 viser tilstandsklassifisering pr. vannforekomst og kvalitetselement. Det er stort sett registrert svært god / god tilstand for alle kvalitetselementer og støtteparametre i nærheten av Grimstad. Tilstanden av makroalger i Grosofjorden-indre 2022 var svært god. Generelt viste resultatene for 2022 noe bedring i tilstanden sammenlignet med 2021, men dette er trolig grunnet naturlig årsvariasjon.

Tilstanden for fastsittende alger inneholder indekser for påvirkningstypen eutrofiering. Artssammensetning og sonering varierer med bla. lysforhold og næringstilgang som nitrogen og fosfor. Resultatene fra Økokyst delprogrammet viser ingen tydelige tegn på eutrofiering i vannforekomstene Grosofjorden-indre og Grimstad-ytre, men det er ikke prøvetatt vann ifm. programmet i de vannforekomstene som er aktuelt for utslipp fra Bjønneheia RA.



Figur 12. Oversikt over alle stasjoner og parametre som inngikk i Økokyst delprogram Skagerrak i 2022. (Modifisert fra Norconsult, 2023). Stasjon HR106 ligger i Grosofjorden – indre (se Figur 12 for mer detaljert kart i vurderingsområdet).



Figur 13. Plassering av stasjoner for overvåking ifm. Miljødirektoratets Økokyst programmet (grønne symboler) i nærheten av resipientene for Bjønneheia RA. Alternativer for plassering av utslippsledning er markert med røde sirkler. Tabell 6 viser klassifisering av kvalitetselementer for disse stasjoner.

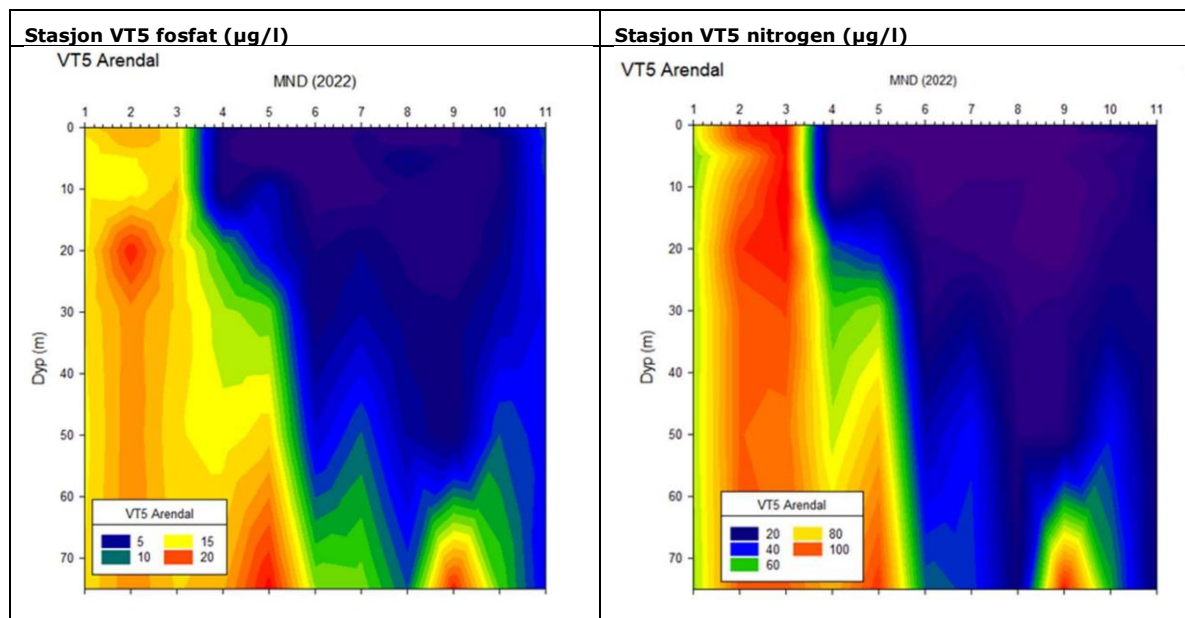
Tabell 6. Tilstand per stasjon i delprogram Skagerrak i 2022. Farge indikerer tilstandsklasse basert på kvalitetselement. Plassering av stasjoner er vist i Figur 11 og Figur 12. Klassifisering inkluderer kun data fra Økokyst programmet.

Vannforekomst	Hardbunn	Ålegress	Bløtbunnsfauna	Planteplankton (Chl a)	Støtteparameter
Grosfjorden-indre	HR106				
Grimstad-ytre	HR104 og HR105	ZR6	BR1		
Arendal-Tromøy		ZT28 (ikke vist i Figur 12)	BT44 (ikke vist i Figur 12)	VT5	VT5
Hesneskanalen-Hasseltangen		ZR1			

Konsentrasjon av planteplankton (klorofyll a), oksygenforhold og siktedyp tilsvarte svært god tilstand på stasjon VT5 (data for 2020-2022).

For klassifisering av tilstand iht. næringssalter (støtteparametre) er det benyttet data for de 3 siste årene (2020-2022) for å fastsette tilstand. På stasjon VT5 ble tilstanden klassifisert som god og svært god hhv. basert på vinter- og sommerverdier av næringssalter. Kun konsentrasjon av tot-P ble målt i klasse «god», andre næringsstoffer analysert (fosfat, nitrat, ammonium og tot-N) ble målt i klasse «svært god» (Norconsult, 2023).

I Økokyst-programmet er det også gjennomført fulle vertikale profiler av næringssalter ved stasjon VT5. Figur 13 viser variasjon i fosfat og nitrogen konsentrasjonen ($\mu\text{g/l}$) gjennom vannsøylen i 2022. Næringssalter er blandet gjennom nesten hele vannsøylen på starten av året (januar-mars). Ifm. våroppblomstringen forbrukes næringssalter og konsentrasjonen reduseres dramatisk mellom mars og april. I sommerperioden er konsentrasjoner lave i overflatevannet, og øker noe nedover i dypet der forbruk er mindre. Ved stasjon VT5 ble det målt svake innblandingsprosesser i slutten av året (okt-nov), og konsentrasjoner øker noe også i mindre dyp mot slutten av året.



Figur 14. Vertikale profiler av fosfat og nitrogen ved stasjon Arendal (VT5) i 2022. (modifisert fra Norconsult, 2023). Fargene indikerer kun konsentrasjon (ikke tilstand).

4.4 Samlet vurdering av resipientene

Samlet sett viser undersøkelsene at dagens resipient (Grosfjorden-indre) at bunnfauna er påvirket av organisk belastning (moderat tilstand). Det ble observert noe dårlige oksygenforhold på sjøbunnen innenfor Grosfjorden-indre sammenlignet med øvrige vannforekomster. Til dels kan dette være en naturlig situasjon i området, da fjorden er terskelfjord, men tilførsler av organisk materiale og næringssalter fra kommunalt avløp (Groos RA) kan ha forringet situasjonen. Undersøkelsen i 2015 har vist svært dårlig oksygentilstand i Grosfjorden-Indre. Dette ble ikke målt under undersøkelsen i 2023, trolig pga. årlige variasjoner i vannutskiftingen.

Tilstanden var bedre i de øvrige vannforekomstene undersøkt (Grosfjorden-ytre, Grimstad-ytre), der utslippsledningen vurderes plassert. Det er ikke registrert punktutslipp eller andre store påvirkningsfaktorer i øvrige resipienter i dagens situasjon. Oksygentilstand i øvrige vannforekomster var svært god, og dette tyder på god vannutskifting Grosfjorden-ytre og Grimstad-ytre. Vannforekomstene har ikke terskel som kunne begrense vannutskifting mot Skagerak.

Undersøkelser av næringssalter i vannsøylen viste ingen tydelige tegn til eutrofiering i resipientene undersøkt (gjelder alle resipienter). Også resultater fra Økokyst programmet indikerer svært god / god tilstand med tanke på næringssalter i kyststrømmen utenfor Arendal. Undersøkelser av ålegras og makroalger (Økokyst programmet) har heller ikke vist tegn til eutrofiering i området ved kysten.

Resultatene fra undersøkelsene gjennomført de siste årene tilsvarer tilstand registret i Vann-nett. Resultatene fra nylige undersøkelser indikerer ingen store endringer ift. tilstand fra forrige resipientundersøkelse gjennomført i 2015.

5. Påvirkning av utslipp

For å vurdere påvirkning av utslipp ved ulike lokaliteter er det brukt resultater fra modellering av innlagringsdyp og fortynning sammen med data om tilstand i resipienten. Påvirkninger i resipienten er vurdert for prognosert situasjon med omsøkt renseeffekt. For nitrogen er det vurdert situasjon med og uten nitrogen reduksjon.

Potensielle påvirkninger av utslipp av kommunalt avløpsvann kan deles inn i fire hovedkategorier:

1. Næringssalter og organisk materiale
 - Økt vekst av planteplankton og alger
 - Effekter ved nedbrytning av plantemateriale
 - Økt begroing og forbruk av oksygen
2. Partikulært materiale
 - Nedslamming av bunn og strender, skader bunnflora og -fauna
3. Bakteriell forurensning
 - Hygieniske problemer for eksempel ved bading og ved vannforsyning
4. Miljøgifter i kommunalt avløpsvann

Det er ikke vurdert utslipp av miljøgifter i foreliggende rapport siden det ikke gjøres målinger av miljøgifter på renseanlegget, og det forventes heller ikke rensekraft. Det er heller ikke vurdert andre mulige problemstillinger som for eksempel legemiddelrester og mikroplast.

5.1 Innlagring og fortynning

Det er utført en beregning av utslippets innlagring og fortynning i resipienten ved hjelp av modellen Visual Plumes. Resultater benyttes videre til å vurdere utslippets påvirkninger i resipienten og for å fastsette størrelsen på innblandingssone. For inngangsdata brukt i modellen og øvrige detaljer henvises det til datarapporten (Rambøll, 2024b). I denne rapporten er det kun vist grafer for utslippsdyp på 50 m, øvrige grafer er vist i modellrapporten (Rambøll, 2024b).

Innlagringsdyp og mulighet for gjennomslag er avhengig av både utslippsdyp, sjikning og strømhastighet i resipienten. Tabell 7 oppsummerer innlagringsdyp og fare for gjennomslag til overflaten ved ulike strømhastigheter (ulike utslippssteder) og utslippsdyp.

Ved 50 m utslippsdyp vil innlagring skje ved de fleste kombinasjoner brukt i modellen, med unntak av enkelte hydrografiske situasjoner når det er lite sjikning i resipienten (profiler målt i desember, januar og februar) kombinert med lav/middel strømhastighet (1 cm/s til 7 cm/s) i

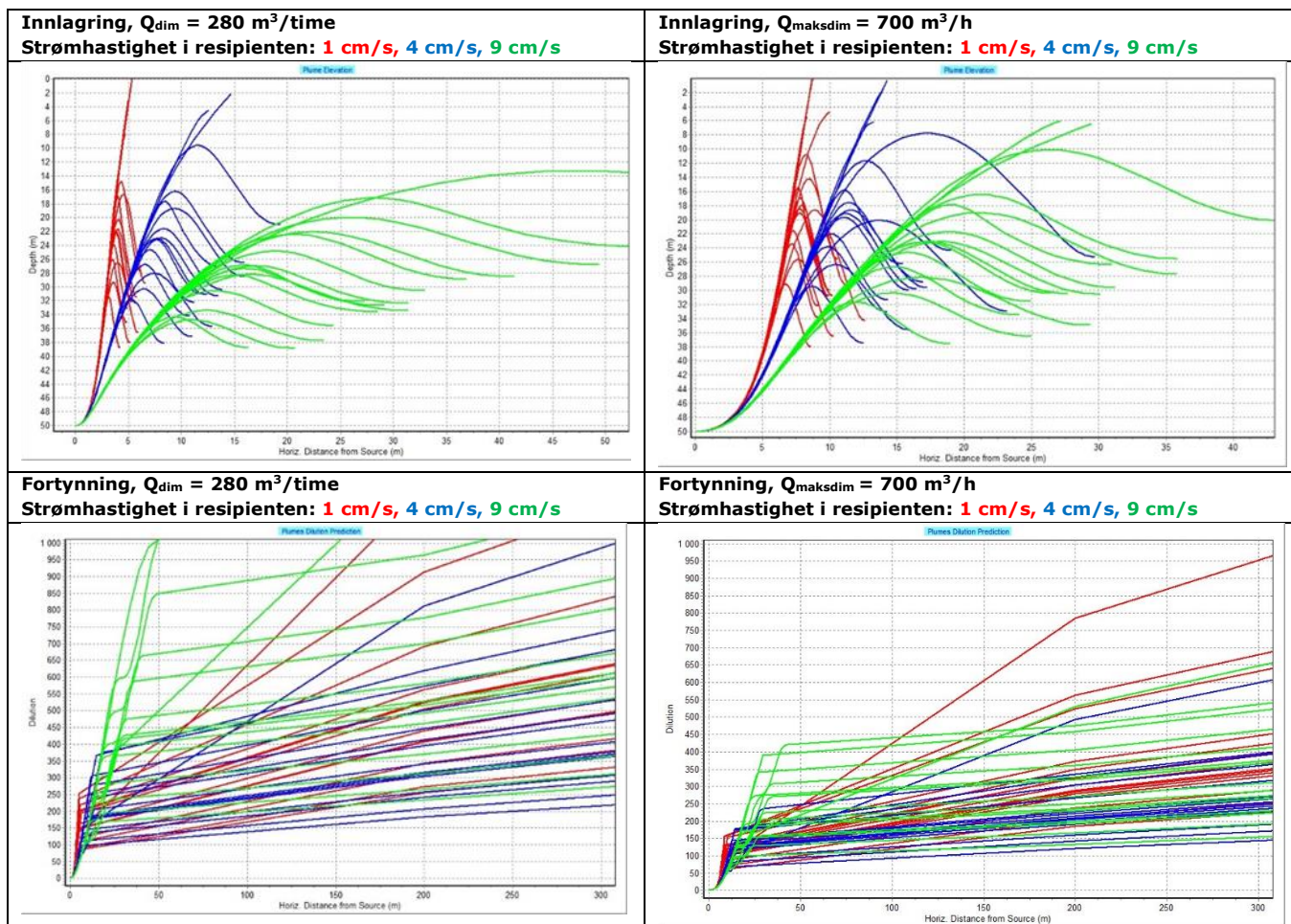
resipienten. Ved høyere strømhastighet (7 cm/s / 15 cm/s) vil utslippet innlagres ved alle hydrografiske profiler, men ved UT-1A er strømhastigheten generelt noe lavere (snitt 4 cm/s) enn ved UT-1C og UT-3B (snitt 7 cm/s). Strømhastighet i resipienten har kun liten påvirkning på endelig innlagringsdypet, men sannsynlighet for gjennomslag reduseres ved økende strømhastighet (utslippssteder UT-1C, UT-3B).

Dypere plassering av utslippsledning vil redusere fare for gjennomslag, men forskjellene er ikke veldig store. Ved gjennomslag til overflaten er utslippsvann effektiv fortynnet pga. effektiv primærblending når utslippet stiger mye i vannsøylen.

Modelleringen viser at det er liten risiko for gjennomslag til overflaten ved Q_{dim} (2060) hvis utslippsledning plasseres på 50 m dyp. Dette er på grunn av det er generelt noe lagdeling i vannmassene i resipienten. Situasjoner med svært lite / ingen sjiktning i vannsøylen i kombinasjon med lave strømhastigheter kan forårsake gjennomslag til overflata. Disse forholdene forekommer i hovedsak om vinteren. Ved $Q_{maksdim}$ er sannsynlighet for gjennomslag noe større, og endelig innlagringsdyp noen meter høyere sammenlignet med Q_{dim} (se Figur 14).

Tabell 7. Beskrivelse av innlagringsdyp ved to ulike utslippsdyp og strømhastigheter ved vannmengde tilsvarende Q_{dim} .

Strømhastighet	Innlagringsdyp (m) og antall profiler (av 16) som gir gjennomslag	
Utslippsdyp	50 m	60 m
Utslippssted UT-1-A (Figur 6)		
1 cm/s	26-38 m (3/16)	36-47 m (2/16)
4 cm/s	22-38 m (2/16)	27-45 m (0/16)
9 cm/s	18-39 m (0/16)	35-47 m (0/16)
Gjennomslag til overflata	Ja, ved lav / middel strømhastigheter	Ja, men kun ved lav strømhastighet (1 cm)
Utslippssteder UT-1-C og UT-3-B (Figur 7)		
2 cm/s	22-38 m (2/16)	27-47 m (1/16)
7 cm/s	22-38 m (1/16)	30-47 m (0/16)
15 cm/s	> 30 m (0/16)	> 40 m (0/16)
Gjennomslag til overflata	Ja, ved lav / middel strømhastigheter	Ja, men kun ved lav strømhastighet (2 cm)



Figur 15. Utslippsdyp 50m, utslippssted UT-1A (strømhastighet 1-9 cm/s). Innlagring (meter) og fortynning (antall ganger) i økende avstand fra utslippspunktet (meter; x-akse) ved utslipp av Q_{dim} (til venstre) og $Q_{maksdim}$ (til høyre). 16 ulike hydrografiske situasjoner og 3 strømhastigheter.

5.1.1 Anbefalt utslippsdyp

Ved plassering av utslippsledning er det viktig å vurdere innlagringsdyp. Dette for å unngå at utslippsskyen skal ikke stige høyt opp i vannsøylen og nærmere eufotisk sone der næringssalter tas opp av alger og kan føre til algeoppblomstring. I tillegg skal utslippsledning plasseres såpass dypt at det skal ikke være risiko at utslippsvannet transporteres i store mengder over terskelen til Grosfjorden-indre som har dårlige vannutskifting. Terskeldyp mellom Grosfjorden-ytre og Grosfjorden-indre ligger på 22 m, og dermed vil innlagring til vanddyb $> 20 \text{ m}$ minimere transport av næringssalter og organisk materiale til indre deler av fjorden.

Basert på modellberegning vurderes det som best å legge utslippsledning til minimum 50 meters dyp med tanke på innlagringsdyp og primær fortynning av utslippet. Resipienten har generelt en lagdelt vannsøyle, særlig om våren, sommeren og høsten, dette gjelder alle utslippsalternativer. Undersøkelser har vist kun svært små forskjeller i hydrografien mellom stasjonene. Det vil følgelig ikke være noe risiko for gjennombrudd til overflaten ved disse årstider hvis

utslippsledning plasseres til 50 m vanndyp. Resultatene viser at hvis utslippsledning plasseres i 60 m vanndyp vil risiko for overflaten være enda lavere, likevel er forskjellene forholdsvis små.

Resultater viser også at dypere utslipp er gunstig med tanke på utslippets fortynning i vannmassene. Strømforholdene i området UT-1A er forholdsvis rolige og særlig her vil det være viktig å designe utslippsledning sånn at primær fortynning blir effektiv (stort utslippsdyp eller for eksempel bruk av diffusor). Dette vil være gunstig også for spredning og fortynning av partikler. Mer effektiv primær fortynning gir spredning over større området og det vil følgelig være mindre sannsynlig å få lokale påvirkninger rundt utslippspunktet. Bruk av diffusor er ikke vurdert nærmere til denne rapporten.

Basert på modellberegninger og andre vurderinger er det anbefalt å legge utslippsledning på minimum 50 m vanndyp. Utslippsdyp på 60 m bør vurderes særlig hvis anlegget bygges uten nitrogenfjerning og utslippsledning plasseres ved UT-1A der strømhastighet er noe lavere enn ved UT-1C og UT-3B.

5.2 Utslippets influensområde i vann

Påvirkning i resipienten vurderes opp mot vannforskriftens mål om minst god økologisk tilstand. Utslippsvann som tilføres resipient skal ikke medføre at sjøvannet får en konsentrasjon av stoffer som overskrider grenseverdien for klasse II «god tilstand» i veileder 02:2018 (Miljødirektoratet, 2020). Utslippets influensområde er her definert som den delen av en vannforekomst i nærhet av et punktutslipp hvor grenseverdi for god tilstand overskrides (se modellrapport for detaljer). Hensikten er å vise fortynning og hva som defineres som influensområdet til utslippet basert på fortynning for å oppnå EQS verdi i de fire vannmassene.

Tabell 8 viser beregnede influensområdet for tot-P og tot-N. Influensområdet er beregnet fra fortynningsgrafene; det er lest av ved strømhastighet som gir lavest fortynning i resipienten (1 cm/s) og vannmengder tilsvarende Q_{dim} . Det bemerkes at for næringssalter gjelder grenseverdier kun for overflatevann (0-10 m vanndyp), siden overkonsentrasjoner ikke gir direkte påvirkninger i dypvannet der det er ikke tilgang til lys. Følgelig er det noe misvisende å beregne størrelsen på innblandingssoner når modelleringen viser at utslippsskyene innlagres dypere enn 20 m ved de alle fleste forhold i resipienten (når utslippsdyp er 50 m eller større), med unntak av enkelte situasjoner der det kan være gjennomslag til overflata.

Ved høyere strømhastighet er fortynningen generelt noe raskere, men forskjellene er forholdsvis små (se kap.5.1). Derfor er det kun små forskjeller i størrelsen på influensområdet mellom ulike utslippsalternativer. Rambøll vurderer at innlagringsdyp er viktigere med tanke på påvirkninger av næringssalter enn konsentrasjoner i dypt vann. Modellberegninger (Rambøll, 2023b) viser at fortynningen er lavest når utslippet innlagres i dypt vann. Lavest fortynning (og størst influensområdet) kan forventes i dypt vann. For de fleste forhold i resipienten er influensområdene betydelig mindre enn Tabell 8 viser.

Ved $Q_{maksdim}$ vil fortynningen være noe mindre effektiv, men kortvarig større influensområdet vil ikke ha betydning for tilstanden i resipienten med tanke på eutrofieringstilstand (tilstanden i resipienten klassifiseres basert på gjennomsnittsverdier i 0-10 m dyp over flere år).

Maksimale fortynningsbehov for å oppnå EQS er høyest for tot-N i sommerperioden (ca. 675 / 606 ganger uten / med nitrogenreduksjon). Om vinteren er fortynningsbehov noe lavere, men forskjellene er ikke store. Størrelsen på influensområdet for tot-N vil være > 300 m i situasjon uten nitrogenreduksjon, og maksimalt ca. 250 hhv. i situasjon med nitrogenreduksjon. Influensområdet for tot-P er maksimalt ca. 200 m.

Utslipet er fortynnet > 230 ganger ved gjennomslag til overflaten når utslippsledning plasseres på 50 m dyp. Dette betyr at det ikke forventes konsentrasjoner av tot-N eller tot-P > EQS i eufotisk sone som følge av utslipp fra Bjønneheia RA hvis renseanlegget bygges med nitrogenreduksjon. Uten nitrogenreduksjon er utslippskonsentrasjoner høyere, og følgelig er fortynningsbehovet større. Overskridelse av «god tilstand» for nitrogen kan dermed forekomme ved gjennomslag til overflaten. Maksimale størrelsen på influensområdet i dette tilfellet kan ikke detaljert beregnes med modellen Visual Plumes som er best egnet å vurdere fortynningen i nærheten av utslippspunktet (maksimalt ca. 200-300 m fra utslippspunktet).

Fortynning av utslipp på 60 meters dyp er noe mer effektivt. Utslipet er > 130 ganger fortynnet, til sammenligning er utslipp på 50 meters dyp > 100 ganger fortynnet. Ved gjennomslag til overflaten er utslipp på 60 meters dyp fortynnet > 300 ganger.

Tabell 8. Beregninger av fortynningsfaktor F for de ulike parameterne og utslippskonsentrasjoner tilsvarende forventet rensekrav i 2060, ved 50 m dyp. EQS-verdien brukt i beregningene er vist i avsnitt 3.2.5. Tallene er rundet av.

		Utslipps-konsentrasjon (mg/l)	EQS i resipienten (µg/l) *	Antall ganger over EQS	Bakgrunns-verdi (µg/l)	Fortynnings-behov for å oppnå EQS (antall ganger)	Maksimale influensområde t (m) ved Q _{dim}
Tot-N (uten nitrogenreduksjon)	sommer	54,32	330	165	250	675	> 300 m **
	vinter	54,32	380	143	291	606	> 300 m **
Tot-N (med nitrogenreduksjon)	sommer	21,73	330	66	250	267	250 m
	vinter	21,73	380	57	291	240	250 m
Tot-P	sommer	0,89	16	56	11,5	195	200 m
	vinter	0,89	25	36	20	174	200 m

* For Tot-N og Tot-P gjelder grenseverdiene for eufotisk sone, det vil si de øvre 0-10 meter av vannsøylen hvor fotosyntese i hovedsak foregår. Utslipet blir ved de fleste tilfeller innlagret i dypere vannlag.

** Modellen Visual Plumes kan ikke benyttes til å vurdere fortynning > ca. 300 m avstand fra utslippspunkt

Renset avløpsvann vil også inneholde bakterier som kan negativt påvirke brukerinteresser som badevannskvalitet. Det er ikke forventet noe rensegrad for bakterier, og foreligger heller ikke noe anslag om konsentrasjon av bakterier i utslippsvannet. Det er derfor ikke gjennomført beregninger av bakteriekonsentrasjon til denne rapporten.

Utslipp av bakteriell forurensing fra renseanlegget ansees som mindre problematiske med forutsetning av at utslippsledningen plasseres sånn at utslippet innlagres i resipienten og ikke bryter overflaten (se kap. 5.1), særlig i sommerperioden. Risikoen for gjennomslag lav, og forventes å skje kun i vinterperioden når det er mindre sjiktning i resipienten, kombinert med lav strømhastighet i resipient. Eventuelt gjennomslag til vinterstid vil i mindre grad har negativ

påvirkning på badevannskvalitet. Dette gjelder alle utslippssteder vurdert når utslippsdyp er 50 m eller større.

5.3 Organisk belastning og oksygenforhold i vannmassene

For BOF/KOF foreligger det ingen grenseverdier i saltvann og influensområdet kan ikke beregnes lik som for næringssalter. Påvirkninger av organisk materiale er mer indirekte: nedslamming og oksygenbruk.

I prognosert situasjon i 2060 vil organisk belastning fra renseanlegget økes vesentlig når dette sammenlignes med dagens utslipp fra Groos RA. Økning er på 104 % for KOF og 59 % for BOF. Samtidig vil utslippsledning plasseres til et bedre egnet sted med bedre vannutskifting enn dagens resipient.

Det er god vannutskifting i resipientene ved alle utslippssteder UT-1A, UT-1C og UT-3B og oksygennivå gjennom vannsøylen er svært god (Kapittel 4). Dermed er det lite sannsynlig at utslipp av organisk materiale fra Bjønneheia gir påvirkninger i resipienten med tanke på oksygenbruk. Utslippssted UT-1A ligger noe mer skjermet, men siden det er åpent forbindelser mot åpent hav til og med ca. 60 m vanddyb, vil det ikke være sannsynlig å få effekter i resipienten Grosfjorden – ytre når det gjelder oksygennivå. Derfor ansees utslippssted UT-1A egnet. Vannutskifting er antakeligvis enda bedre i ytre områder av vurdert området, men plassering av utslippsledning lengre bort fra kysten ansees å gi minimalt fordeler med tanke på oksygenforholdene. Det er likevel viktig å gjennomføre målinger av oksygenforhold i resipienten gjennom resipientundersøkelse.

5.4 Influensområde i sediment

Når det gjelder influensområdet i sediment, så tar ikke modellen (kap. 5.1) hensyn til sedimentasjon av partikler, men antar at finstoff transporteres videre med utslippsskyen. Det forventes likevel at tyngre organiske partikler i utslippsvannet sedimenteres i nærheten av utslippsstedet som illustrert i Figur 16. Dette kan medføre noe organisk belastning (nedslamming) ved sjøbunnen i nærheten av utslippspunktet. Dersom strøm- og topografiske forhold gjør at det organiske materiale akkumuleres på bunnen i næsonen til utslippet, kan dette, dersom tilførselen er tilstrekkelig høy, medføre bl.a. lokal endring av bunnfaunaen. Parametere som måler organisk belastning og nedslamming (som bunnfauna) er viktig å vurdere med tanke på influensområde for utslipp av BOF/KOF.

I dag er tilstanden i bunnfauna i dagens resipient (Grosfjorden-indre) moderat, men stasjonene nærmest dagens utslippspunkt (GS6 og GS5) var ikke mer påvirket enn øvrige stasjoner i samme vannforekomst (Rambøll, 2024). Nærmest stasjon undersøkt (GS6) ligger ca. 190 m avstand til dagens utslippspunkt. Dette indikerer at direkte influensområdet i sediment er under 200 m i dagens situasjon.

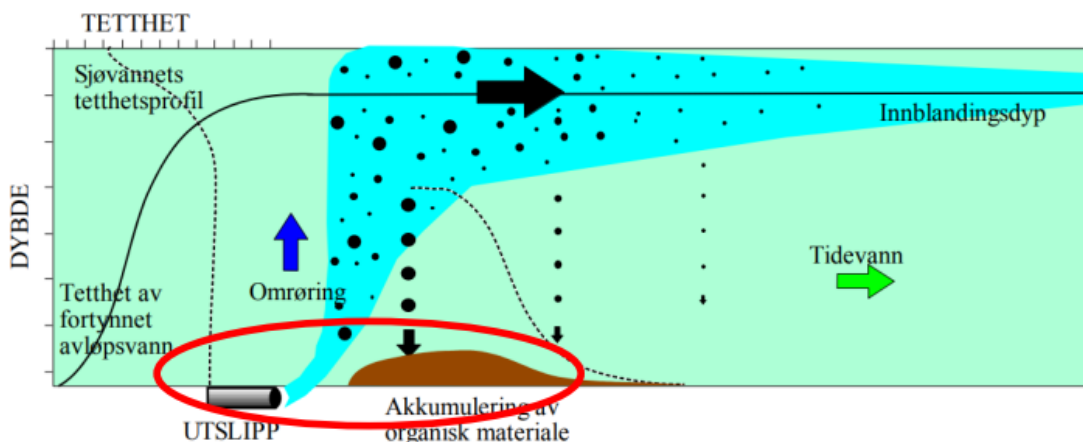
Ved utslippsalternativer UT-1A (Grosfjorden-ytre) og UT-1C og UT-3B (Grimstad-ytre) var tilstanden på bunnfauna god. Innholdet av organisk materiale varierte fra moderat (stasjoner rundt UT-1A og UT-1C) til god (stasjoner rundt UT-3B). Noe lavere strømstyrke ved stasjon UT-1A kan medføre noe høyere sedimentasjon av organisk materiale sammenlignet med øvrige lokasjoner. Kornfordelingsanalyser i sediment ved og i nærheten av begge utslippssteder UT-1A og UT-1C viser høyt innhold silt og leire og lav andelen sand (Rambøll, 2024a), og tyder på en

hovedvekt av svakere bunnstrømmer ved begge disse stasjonene. Rolige strømforhold gir mer potensial for akkumulering av partikler og organisk stoff.

Dagens avløpsrenseanlegg er et rent biologisk anlegg for fjerning av organisk materiale og nitrogen. Nytt anlegg er foreløpig prosjektert som et biologisk-kjemisk anlegg med eget filteranlegg og kjemikalietilsatt partikkelfjerning. Det forventes dermed mindre partikulært organisk materiale i utslippet når renseanlegget er ombygget. Derfor er det lite sannsynlig at influensområdet i sediment blir større enn i dagens situasjon (maksimalt 200 m), men samtidig er det svært vanskelig detaljert å estimere størrelsen på influensområdet i prognosert situasjon. Dette vil overvåkes ifm. eventuell resipientovervåking. Nærmeste stasjon for undersøkelse av bunnfauna anbefales å plasseres 50-150 m avstand fra utslippspunktet.

Ved utslippssted UT-1-A er det registrert gytefelt for kysttorsk (se kap. 2.4). Nedslamming kan påvirke en liten området rundt utslippssted (ca. 100 m rundt utslippspunktet), men totalt sett utgjør dette kun en liten andel av gytefeltets areal. Torsk er pelagiske i egg- og larvestadiet og evt. akkumulering på bunn vil ha liten direkte effekt på disse livsfasene hos torsk.

Partikulært materiale i utslippsvannet vil innlagres i dypere vannlag, og vil dermed ikke nå de kartlagte marine naturtyper med anslagsvis <15 m dyp (forekomster av ålegras og tareskog). Partikulært materiale vil sedimentere ut i sedimentasjonsområder på større dyp i fjorden. Forekomster av skjellsand ligger også i dypere vann, men avstanden til utslippsalternativer er over 600 m (se Kap. 2.4).



Figur 16. Illustrasjon av utslipp til sjøresipient (modifisert fra Rådgivende Biologer, 2010). Deler av organisk materialer avsetter seg i nærheten av utslippssted og området omkring utslippspunktet (illustrert med rød sirkel) som kan direkte bli belastet av organisk materiale

5.5 Vurdering av behov for nitrogenreduksjon

Pe belastning av anlegget er prognosert til 53 622 i 2060 (Rambøll, 2024b). Statsforvalteren har opplyst at krav for nitrogenfjerning ved nytt anlegget vil være avhengig av resipientens tåleevne og vurdering av påvirkninger i resipienten. I dette kapittelet diskuteres fordelene/ulempene på nitrogenfjerning med tanke på resipientens tåleevne.

Generelt er eutrofieringssituasjon i havet styrt av nitrogenkonsentrasjonen, dvs. at mengde tilgjengelig nitrogen styrer algeveksten. Redfieldforholdet mellom nitrogen og fosfor i havet er 16:1, dvs. optimal ratio for primærproduksjon i havet. Resultater fra resipientundersøkelsen i 2023 (Rambøll, 2024a) antyder også at nitrogen er begrensende næringsstoff i området; ettersom tot-N/tot-P forholdet i alle undersøkte lokaliteter er lavere enn 20 (Veileder 02:2018, Miljødirektoratet, 2020).

Det er to aspekter som er viktig å vurdere når det gjelder utslippsnivå av nitrogen:

- Influensområdet rundt utslippspunktet (lokale effekter av utslippet)
- Total tilførsel av nitrogen til resipienten

Eventuell nitrogenreduksjon forventes ikke å påvirke utslippsnivå av fosfor eller organisk materiale.

5.5.1 Influensområdet (lokale effekter av nitrogen)

Så lenge nitrogen regnes som begrensende, vil konsentrasjonen av nitrogen være avgjørende for at resipienten når miljømålene med tanke på eutrofieringstilstand. Som diskutert ovenfor, for vurdering av miljømålene er også innlagringsdypet viktig. Næringssalter vil ikke få samme effekt når utslippsvannet innlagres i dypvannet der primærproduksjon er begrenset pga. redusert tilgang på lys. Tilstanden i vannforekomsten vurderes ut ifra konsentrasjoner i øvre 0-10 m.

Influensområdet for nitrogen er beregnet basert på modellresultater (se kapittel 5.2). Konsentrasjon for god tilstand vil kunne overskrides maksimalt ved 250 m og >300 m avstand fra utslippspunktet (kan ikke detaljert vurderes med modellen benyttet), hhv. med og uten nitrogenfjerning. For de fleste hydrografiske situasjoner går fortynningen raskere og influensområdet er mindre enn presentert i kapittel 5.2.

Fortynningen vil gå noe saktere når strømhastighet er lavere, men forskjellene er små (se Rambøll, 2024b). Derfor vil det ikke være merkbare forskjeller i lokale påvirkninger av nitrogen mellom ulike utslippsalternativer. Viktigste med tanke på lokale effekter er at utslippet innlagres i dypt vann (> 20 m). Effekter av nitrogen lokalt forventes kun hvis det forekommer gjennomslag til overflate. Risikoen til dette er svært lav, særlig hvis utslippsledning legges ut 60 m vandedyp (se kapittel 5.1).

5.5.2 Tilførsel av nitrogen til resipienten

Som nevnt i kapittel 3 (Dagens tilførselssituasjon), er en kilde til tilførsel av næringssalter utveksling med nærliggende havområder. Dette ble ikke nærmere diskutert eller kvantifisert i kapittel 3. Strømforhold og kyststrømmen er nærmere beskrevet i strømrapporten (Rambøll, 2023). Kyststrømmen i Skagerrak er illustrert i Figur 16a.

Blant annet NIVA (2022) har konkludert at Oslofjorden er et betydelig kildeområde for nitrogentilførsel til Skagerrak. Kyststrømmen transporterer mye næringsrikt vann fra nordlige Nordsjøen, Kattegat og Oslofjord mot retning nedover Sørlandskysten. Overkonsentrasjonen av nitrat i Ytre Oslofjord, inkludert de ytre områdene, skyldes hovedsakelig lokale tilførsler. Tilførsel fra Oslofjorden blandes med vannet som tilføres sørfra oppover svenskekysten med kyststrømmen. Det betyr at mengden nitrat i kyststrømmens overflatelag vil kunne øke mens vannmassen passerer Oslofjorden. Forbruk av nitrat i overflatelaget i Ytre Oslofjorden vil

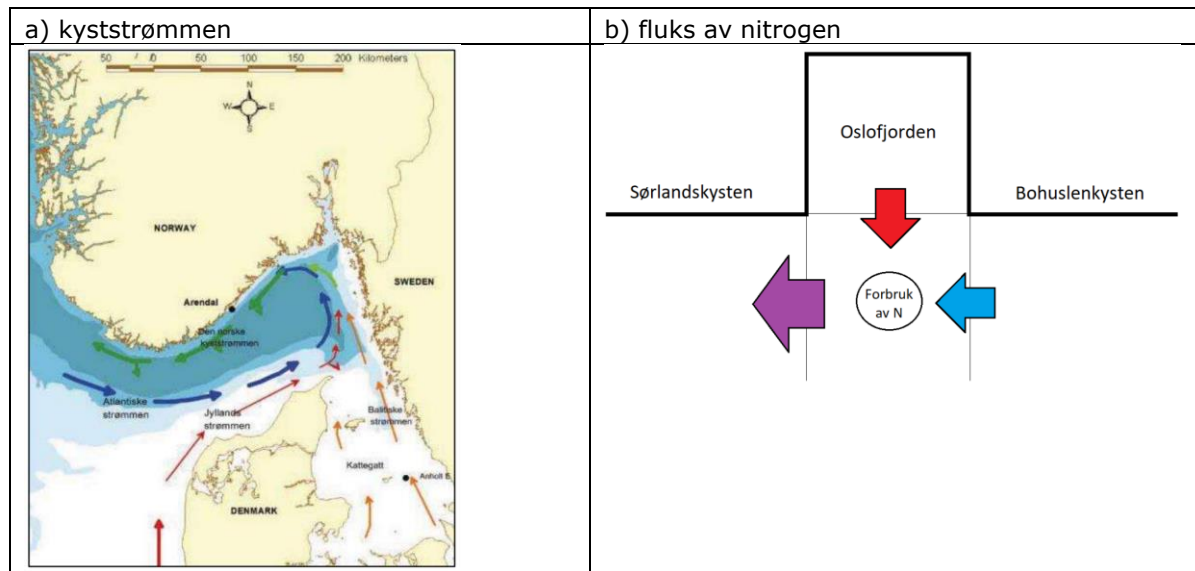
motvirke denne effekten. (Figur 16). I Ytre Oslofjord er det en tydelig trend i konsentrasjoner av nitrogenforbindelser fra kildeområdet i Oslofjorden og sørover mot nordlige deler av Skagerrak.

Tilførselssituasjon i resipientene for Bjønneheia RA er dermed påvirket både av lokalt (kapittel 3) og langtransportert tilførsel. Samtidig vil utslipp fra Bjønneheia RA videre øke tilførsel av nitrogenforbindelser til kyststrømmen og sørover i Skagerrak. Det er likevel ikke funnet frem kvantifisert data om hvor stor andel av nitrogentilførsel i resipienten skyldes kyststrømmen, men NIVA (2021) konkluderte at tilførselen av langtransporterte næringssalter til Skagerrak har minket noe siden midten av 90-tallet, som forsterker betydningen av lokale kilder for økosystemkvaliteten, spesielt i fjorder og beskyttet kyst.

Pr i dag er det satt i gang flere tiltak i nedbørsfeltet til Oslofjord for å redusere nitrogentilførsel til fjorden. Derfor antas det lite sannsynlig at mengde langtransporterte næringssalter til Skagerrak og fjordområder ved Grimstad øker i fremtiden. Økokyst overvåking har vist svært god tilstand med tanke på nitrogenforbindelser ved stasjon VT5 som er plassert i kyststrømmen ved Arendal (se kapittel 4.3).

I dagens situasjon slippes det ut ca. 25 tonn nitrogen pr år fra Groos RA. Dette er prognosert å økes til 53 og 133 tonn/år mot 2060, hhv. i situasjon med og uten nitrogenfjerning. Dette er hhv ca. 112 og 430% økning sammenlignet med dagens situasjon. I kapittel 3 ble det basert på Teofil-modellen estimert at tilførsel av nitrogen fra land til resipientene (området totalt sett ved Grimstad) er dominert av bakgrunnsavrenning. Årlig tilførsel av nitrogen til sjøområdene nærmest resipientene ble beregnet å ligge på ca. 3900 tonn (ikke tatt med transport med kyststrømmen).

I dagens situasjon tilsvarer utslipp fra Groos RA ca. 0,6 % av totale tilførselen i området. I prognosert situasjon (2060) vil andelen være noe høyere, og 1,4 % og 3,4 % hhv med og uten nitrogenfjerning. Siden andelen tilførsel er forholdsvis lav også i fremtidig situasjon, er det lite sannsynlig at økt tilførsel fra Bjønneheia RA vil medføre målbare effekter med tanke på eutrofieringstilstand i området og generelt i Skagerrak. Dette gjelder situasjon både uten og med nitrogenfjerning (og alle utslippslokaliteter vurdert).



Figur 17. a) Forenklet illustrasjon over havstrømmer i nærheten av Skagerak (hentet fra Havforskningsinstitutt, 2011) b) Skisse av fluks av nitrogen fra Oslofjorden og ut til kyststrømmen, og i selve kyststrømmen (hentet fra NIVA (2022)).

5.6 Oppsummering av påvirkninger og anbefalt utslippssted

Det er gjort undersøkelser og resipientundersøkelser i resipientene, samt utført modellberegninger for å vurdere utslippets spredning i resipienten. I tillegg er resipientenes tåleevne vurdert basert på dagens tilstand og forholdene i resipienten, samt tilførselssituasjon i området.

Resultater fra vurderingene er oppsummert i følgende:

- Det er ikke store forskjeller i den økologiske tilstanden i resipientene ved utslippsalternativer, tilstanden er god i dag.
- Det er opprinnelig tatt med flere utslippssteder i vurderinger. Basert på vurderinger gjort ansees utslippssted UT-1A egnet.
- Utslippsalternativer UT-1C og UT-3B ligger noe lengre unna kysten (mindre beskyttet) og har noe høyere strømhastighet. Følgelig kan disse være enda bedre egnet som utslippssted, men totalt sett vurderes fordelene være svært små.
- Vannutskifting vurderes å være god ved alle utslippsalternativer, økt tilførsel av organisk materiale forventes ikke å medføre forringelse i oksygenforhold.
- Det anbefales å legge utslippsledning til minimum 50 m dyp, dette gjelder alle utslippslokaliteter
 - o Da vil utslippsvannet innlagres > 25 m dyp ved de alle fleste hydrografiske forhold – dette betyr at utslippsvannet holder utenfor terskelfjorden Grosfjorden-indre (terskeldyp på 22 m)
 - o Det er liten risiko for gjennomslag til overflaten, gjennomslag kan skje når det er lite sjiktning i resipienten (vinteren) kombinert med lav strømhastighet.
 - o Hvis anlegget bygges uten nitrogenreduksjon, vil miljøpåvirkninger minimeres ved å plassere utslippsledning til 60 m vanndyp, særlig hvis utslippssted UT-1A velges. Dette vil minimere risikoen at vannkvalitet i eufotisk sone blir påvirket av utslippet
 - o Strømmålinger målt på 60 m vanndyp ved UT-1A viser tilsvarende strømforhold som målt på 50 meters vanndyp.
- Det er nitrogen som regnes som den begrensende faktor for eutrofieringen. I nærområder til Grosfjorden er nitrogentilførsel dominert av bakgrunnsavrenning
- Nitrogentilførsel fra Bjønneheia RA utgjør såpass liten andel av den totale tilførselen i området at det forventes ingen merkbare positive effekter ved å etablere nitrogenreduksjon for anlegget. Dette med tanke på tilførselssituasjon i området generelt.
- Utslippsvannet influensområdet for tot-N vil være større uten nitrogenreduksjon, men dette har mindre betydning for den økologiske tilstanden i resipienten så lenge utslippet innlagres i dypt vann
- Det er registrert gytefelt ved utslippsalternativ UT-1-A, men det vurderes at forholdsvis liten del av gytefeltet blir påvirket av mulig nedslamming rundt utslippspunktet. Utslippsvannet vil ha lite partikulært organisk materiale etter rensing.
- Øvrige registrerte naturtyper i sjø blir ikke direkte påvirket av utslippsvannet siden disse ligger i grunnere vann (ca. < 15 m dyp) eller langt unna utslippssteder.

Det forventes generelt at flytting av utslippsledning bort fra terskelfjorden kan gi en forbedring i tilstanden i dagens resipient (Grosfjorden-indre), men dette ble ikke detaljert vurdert i denne rapporten.

6. Referanser

Asplan Viak (2022). Grimstad renseanlegg – Forprosjekt. Notat Dimensjoneringsgrunnlag for renseprosess. Oppdragsnummer: 633915-01.

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

Jacobsen T, Dahl E, Oug E, Johannessen T, Moy F. (1997). Tilstanden i sjøområdene ved Grimstad før start av biologisk renseanlegg på Groos. NIVA rapport 3622-1997.

Kvitsøy Sjøtjenester AS, 2024. Strømmåling Grimstad i perioden 27.09.2024 til 29.10.2024

Miljødirektoratet, 2013. Miljødirektoratets veileder Fastsetting av innblandingssoner M-46/2013.

NIVA (2015). NIVA rapport 6939-2015. Overvåking av sjøområdene i Grimstad. Resipientundersøkelser i Groosefjorden og Homborsundfjorden i 2015.

NIVA (2021). Miljødirektoratet rapport M-1964. Økokyst – DP Skagerrak. Årsrapport 2020.

NIVA (2022). Rapport 7723-2022. Utredning av behovet for å redusere tilførslene av nitrogen til Ytre Oslofjord.

NIVA (2022). Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2020. Tabeller, figurer og kart. Rapport M-2174.

NIVA (2024). Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2022: tabeller, figurer og kart. Rapport M-2730.

Norconsult (2023). Miljødirektoratet rapport M-2579. Økokyst – delprogram Skagerrak: Årsrapport 2022.

Molvær, J., Øren, M. og Kvalvågnæs, M. (1983). Nedslamming og forsøpling av havbunnen ved utslip av kommunalt avløpsvann.

Rådgivende Biologer (2010). Kombinert MOM B- og MOM C resipientundersøkelse, strømmålinger og modellering av avløpet til Lerøy Vest AS avd. Tau, Strand kommune, vinteren 2010.

SFT (2005). Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv. TA-1890/2005.

Rambøll (2022). Undersøkelser av sediment og ålegress ifm. nytt fjellrenseanlegg ved Bjønneheia. Grimstad kommune.

Rambøll (2023). Bjønneheia renseanlegg. Strømmålinger i resipienten.

Rambøll (2024a). Bjønneheia renseanlegg. Resipientundersøkelse i tre vannforekomster i Grimstad kommune.

Rambøll (2024b). Pe-telling Groos og Homborsund RA Rev.2

Databaser og kart:

Fiskeridirektoratet: Yggdrasil - <https://www.fiskeridir.no/>

Kystverket kartløsning: www.kart.kystverket.no

Miljødirektoratet: Naturbase - <https://kart.naturbase.no/>

Miljødirektoratet: Miljøstatus - <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/>

Miljødirektoratet: Vannmiljø - <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>

Miljødirektoratet: Vann-nett - www.vann-nett.no