

Oppdragsgiver: **Rekefjord Stone**

Oppdragsnr: **52404671** Dokumentnr.: **RIM01 Versjon B03**

Til: Rekefjord Stone v. Helga Lassen Bue

Fra: Norconsult v. Hilde C. Trannum, Stig B. Dalsøren og Inga Greipsland

Dato 2025-01-29

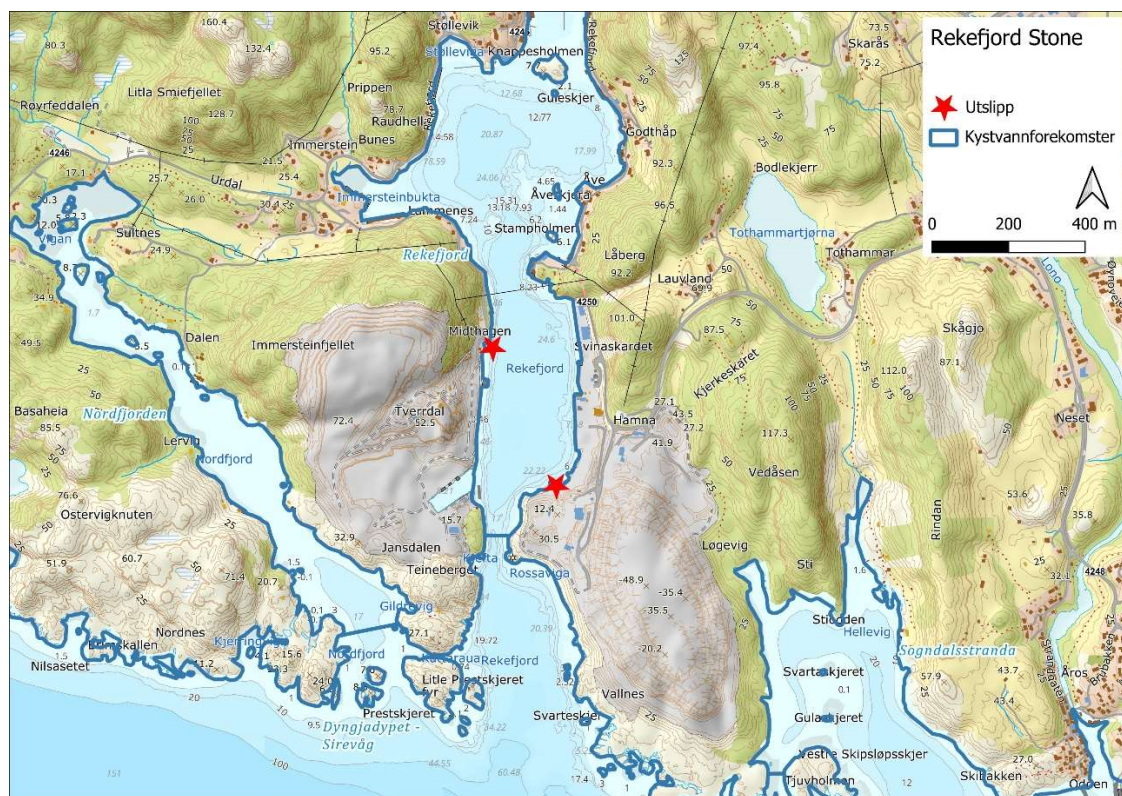
► Vurdering mht. renseanlegg; utslippspunkt og tålegrense

Innholdsfortegnelse

Bakgrunn og formål	2
Informasjon om utslippet	3
Vannforekomster og naturverdier	5
Rekefjorden	5
Dyngjadypet-Sirevåg	5
Naturverdier	6
Trinn I - Vurderinger av spredning og effekt	9
Spredning og fortynning av utslippet i Rekefjorden	9
Spredning og fortynning av utslippet i Dyngjadypet-Sirevåg.	11
Effekter av utslippet i og utenfor fjorden	12
Samlet vurdering Trinn I	14
Trinn II - Modellering	15
Overordnet om effekter på vannforekomstnivå	15
Oppfølging av resipienten	16
Anbefaling og konklusjon	16
Referanser	17

Bakgrunn og formål

Rekefjord Stone AS er et pukkverk i Sokndal kommune i Rogaland. Pukkverket har i dag både direkteutslipp og diffus avrenning av partikler til Rekefjorden, både i fjordens vestlige og østlige del. Dagens utslippspunkter er vist i Figur 1.



Figur 1. Kart over plassering av Rekefjord Stone AS, samt utslippspunkt vest og øst, og nærliggende vannforekomster.

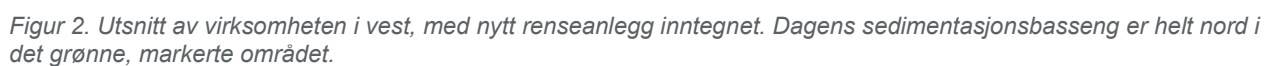
Norconsult er engasjert for å foreta vurderinger i forbindelse med etablering av nytt renseanlegg i den vestlige delen av virksomheten. Dagens utslippspunkt vil bli flyttet syddover, og større andel av utslippsmengden vil føres til renseanlegg slik at det blir mindre diffust utslipp. Det er behov for en vurdering av plasseringen til utslippspunktet samt en vurdering av tåle- og utslippsgrense til resipienten.

Det ble lagt opp til en trinnvis tilnærming til oppgaven. I trinn 1 ble det gjort en innledende teoretisk vurdering uten strøm- og spredningsmodellering. Fordi vurderingen ble svært overordnet og konservativ, ble trinn II igangsatt som inkluderte modellering av strømforhold og partikkelspredning. Foreliggende notat beskriver både trinn I og II. Vi har også tatt med data for overvåking utført i 2024 (Trannum m.fl., in prep).

Noe av teksten i notatet (generell informasjon mm) er hentet fra Trannum m.fl. (2022).

Informasjon om utslippet

Utslippsgrensen fra renseanleggene på både østlig og vestlig side er i utgangspunktet på 50 mg/l iht. utslippstillatelsen fra 2025. For den østlige siden representerer dette ingen endring, mens på den vestlige siden utgjør dette en vesentlig reduksjon i tillatt utslipp. Det nye utslippskravet er en medvirkende årsak til at bedriften nå skal anlegge et nytt renseanlegg (sedimentasjonsbasseng) for prosessvannet i vest. Det er pr. i dag et sedimentasjonsbasseng for deler av anlegget ved virksomhetens nordligste del på vestlig side, men det har begrenset og varierende renseeffekt, med utslipp i sjø fra 450 til 1 600 mg/l. Plasseringen av det nye renseanlegget er lenger sør, vist i Figur 2. Det legges opp til gjenbruk av oppsamlet vann til vanning i størst mulig grad. Utslippet vil foregå intervallmessig. Renseevnen vil bli vesentlig bedre enn ved dagens utslippsløsning.



Vannforekomster og naturverdier

Pukkverket har pr. i dag Rekefjord (vannforekomst-ID 0240000400-C) som hovedresipient, men diffus påvirkning kan også forekomme til vannforekomst Dyngjadypet – Sirevåg (vannforekomst-ID 0240000030-C). De to vannforekomstene er inntegnet i Figur 3. Det nye renseanlegget skal plasseres sør i vannforekomst Rekefjorden, men det er en mulighet for at utslippspunktet til renseanlegget kan føres direkte ut til vannforekomst Dyngjadypet – Sirevåg.

Rekefjorden

Vannforekomst Rekefjorden (ID 0240000400-C) ligger er på innsiden av innsnevringen ved Alterodden og innover. Lenger inn i fjorden er det en ny innsnevring rett sør for Stampholmen. Rekefjorden er grunn, med maksdyp på ca. 33 m i det ytterste bassenget og maksdyp på 22 m i det innerste bassenget. Rekefjorden tilhører vanntype N3-beskyttet kyst/fjord. Det er lite tidevannsforskjell (< 1 m) og liten grad av eksponering. Vannforekomsten er angitt som euhalin (salinitet > 30 PSU). Både økologisk og kjemisk tilstand er i dag satt til «god». Påvirkning registrert i vannforekomsten er avrenning fra industri (slam fra pukkverket), men det er angitt at påvirkningen har liten effekt.

Dyngjadypet-Sirevåg

Vannforekomst Dyngjadypet-Sirevåg (0240000030-C) tilhører vanntype åpen, eksponert kyst (N2). Vannforekomsten er på hele 144 km², og den strekker seg fra Åna Sira til Sirevåg. Økologisk tilstand til vannforekomsten er oppført som «svært god», mens kjemisk tilstand er «dårlig» pga. forhøyet nivå av antracen og TBT. Det er miljøgiftene antracen og tributyltinn i sedimenter som trekker tilstanden ned. Disse har ikke sitt opphav fra pukkverket. Igjen er det punktutslipp fra renseanlegg som er ført opp som påvirkning pr. i dag i Vann-nett, men med liten grad av påvirkning.



Figur 3. Kart som viser vannforekomst Rekefjord og den utenforliggende vannforekomsten Dyngjadypet-Sirevåg.

Naturverdier

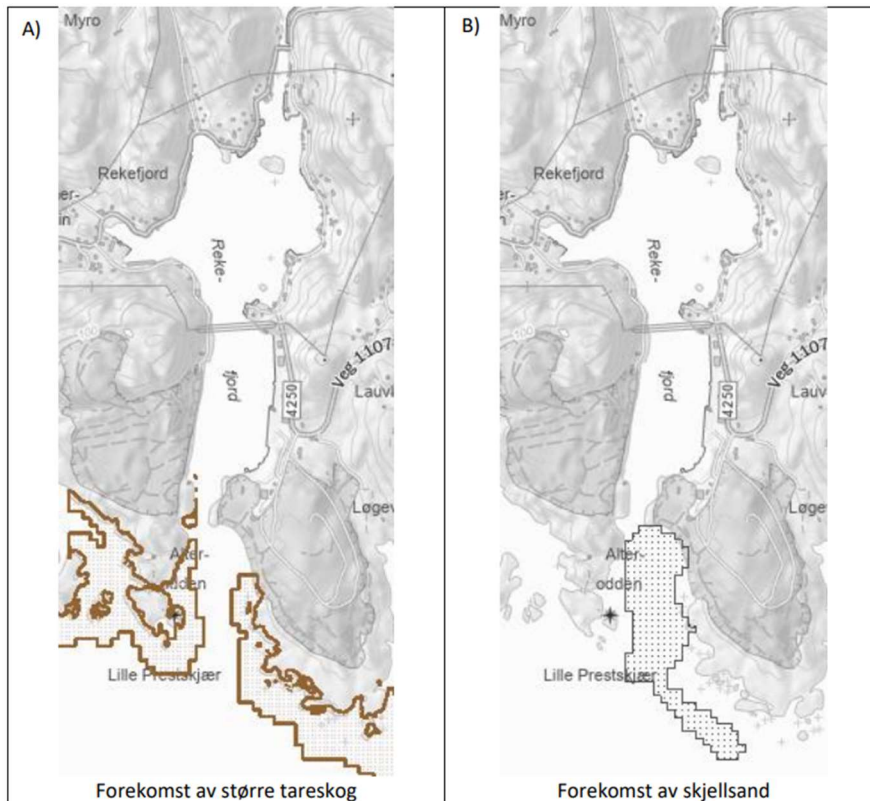
Databasen Naturbase ([Naturbase kart \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no)) er benyttet til å hente ut informasjon om naturverdier i området. Utenfor fjorden er det registrert en større forekomst av tareskog (ID: BM00102260) (Figur 4 A). Forekomsten inngår i en stor sammenhengende tareskogforekomst, fra Egersund i nord til Berefjord i sør. Den har fått verdi «svært viktig». Forekomsten ligger nær et gyteområde for torsk, som øker verdien ytterligere.

I Naturbase ligger det også inne forekomst av skjellsand på bunnen utenfor Rekefjorden, i vannforekomst Dyngjadypet-Sirevåg (Figur 4 B). Forekomsten er i kategorien «større enn 100 000 kvm, men mindre enn 200 000 kvm», og inneholder skjellsand med modellert skjellinnhold større enn 50%. Forekomsten er modellert, men ikke verifisert i felt. NIVAs prøvetaking i 2022 (stasjon Rek4) viste at sedimentet her var svært grovkornet, og hadde innslag av skjellrester, som samsvarte med den modellerte forekomsten i Naturbase. Skjellsand er dannet av delvis nedbrutte kalkskall fra marine organismer. Habitatet er gjerne rikt på bløtbunnsfauna, og fungerer som gyte- og oppvekstområder for flere arter av fisk (DN Håndbok 19-2001.). Skjellsand regnes som en ikke fornybar ressurs innenfor overskuelige tidsrammer.

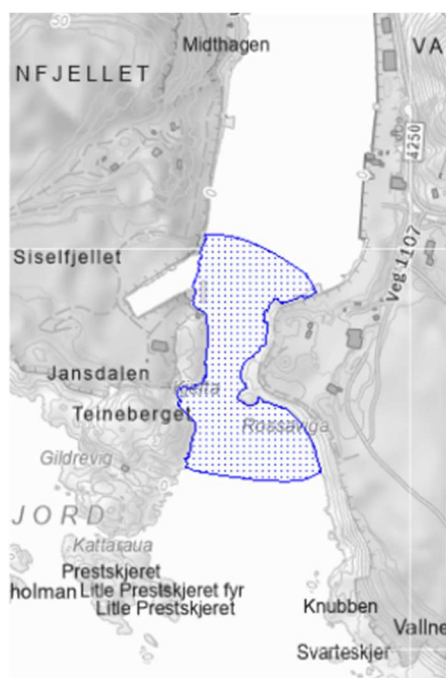
I Naturbase er det også registrert «sterk tidevannsstrøm» i det aktuelle området (Figur 5), selv om det angitt at det er usikkert om dette er et område av interesse, og at datasettet ikke er oppdatert og fullstendig ([Naturbase faktaark](#)). Ved passasje av trange sund slik som i munningen til Rekefjorden vil hastigheten i vannmassene øke. Effekten av tidevannspådriv forsterkes men tidevannsforskjellene er små på Sør-Vestlandet så karakteristikken sterk tidevannsstrøm er muligens noe upresis. Sterk strøm rett utenfor og innenfor munningen til Rekefjorden skyldes nok summen fra alle pådriv (ferskvannsavrenning, vind, tidevann, trykkgradienter kyst-fjord, etc.) pluss innsnevring horisontalt og vertikalt (terskel). Områder med sterke strømmer er ofte isfrie om vinteren, og kan være gunstig som overvintringsområder for enkelte fuglearter (<https://www.hi.no/hi/radgivning/marine-naturverdier-og-tiltak-i-kystsonen/marint-biologisk-mangfold/sterke-tidevannsstrømmer>).

Det er ikke registrert område for anadrome laksefisk eller gyteområde for fisk inne i fjorden eller rett utenfor. Nærmeste gyteområde er Siragrunnen. Imidlertid er det observert laks i Rekefjord i følge Artskart, men siste observasjon er tilbake til 1997. Laks er oppført som nært truet i Rødlisten (Hesthagen m.fl., 2021). Utover laks er det ikke gjort andre observasjoner av truede arter som er registrert i Artskart. Imidlertid antas at hummer finnes gitt at det finner sted hummerfiske, se Trannum m.fl. (2022). Hummer er oppført som sårbart i Rødlisten (Tandberg m.fl., 2021).

Det er heller ikke observasjoner av fremmede arter i fjorden, basert på Artskart.



Figur 4. Registrerte forekomster av tareskog (A) og skjellsand (B) i området ved Rekefjord, hentet fra Naturbase (figuren er hentet fra Trannum m.fl., 2022).



Figur 5. Inntegning av tidevannsstrøm i Rekefjord, hentet fra Naturbase.

Trinn I - Vurderinger av spredning og effekt

Det er i oppdragets trinn I gjennomført overordnede vurderinger av spredning, fortynning ved utslipp og mulige økologiske effekter i vannforekomstene Rekefjorden og Dyngjadypet-Sirevåg.

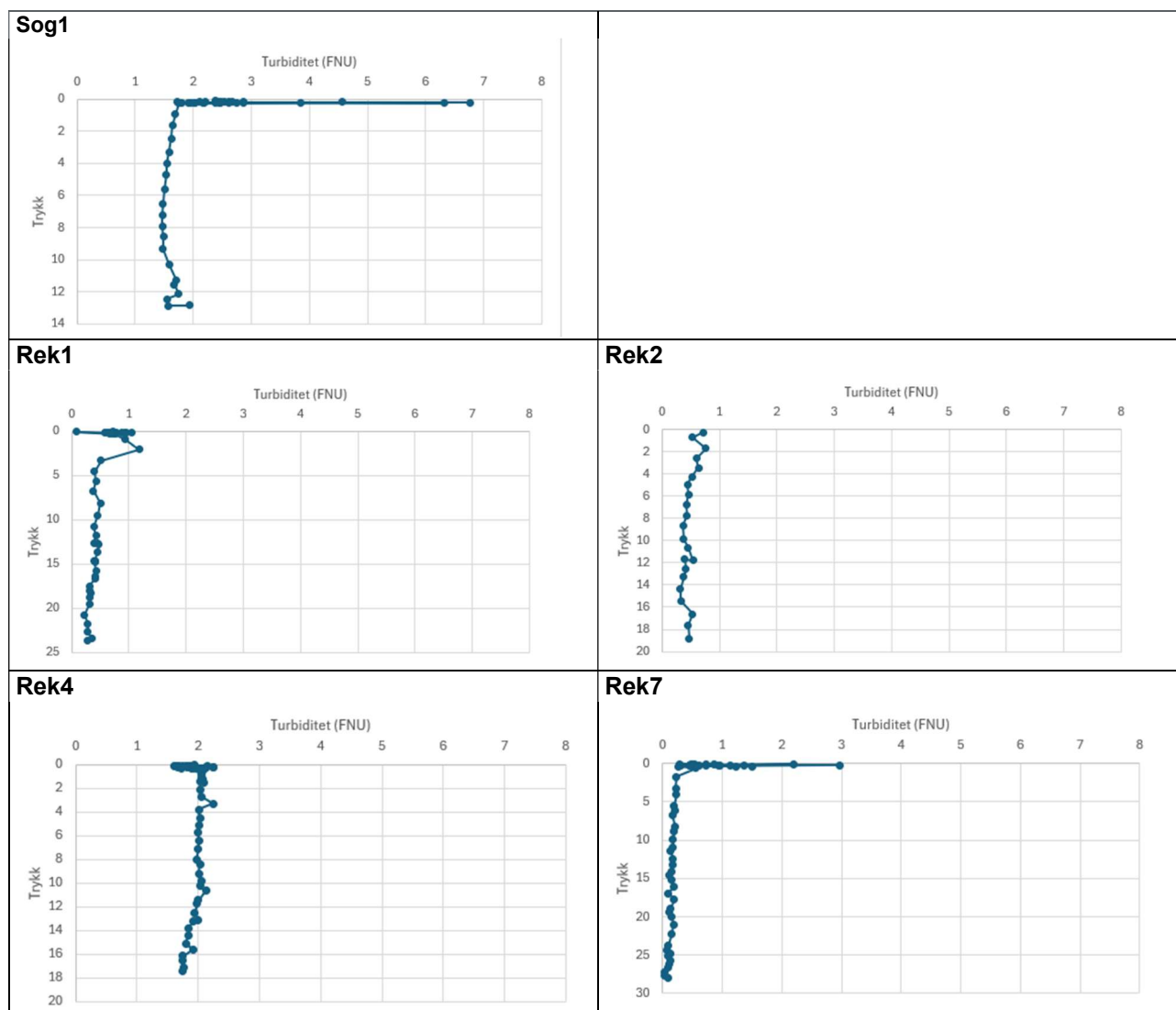
Spredning og fortynning av utslippet i Rekefjorden

Historisk utslipp fra dagens sedimentasjonsbasseng til sjø i vest har vært på mellom 450 til 1600 mg/l suspendert stoff. I juni 2024 ble det utført turbiditetsmålinger på flere stasjoner i Rekefjorden, samt på en stasjon i Sogndalsstrand. Kart er vist i Figur 6, og et utvalg av målingene er vist i Figur 7. Stasjonen ved Sogndalsstrand viste den høyeste turbiditeten, med maksimal turbiditet på 6,8 FTU i overflaten. Den høye verdien i Sogndalsstrand antas å henge sammen med ferskvannsavrenning fra elven Sogna, da det også var den stasjonen som viste lavest saltholdighet i overflaten (ca. 20 PSU). Stasjon Rek1 nærmest utslippet i Rekefjorden hadde en maksimal turbiditet på 1,2 FNU, mens Rek1 innerst i Rekefjorden hadde en maksimalverdi på 0,8. Målingene inkluderte også punkter utenfor fjorden. Punktet som tilsvarer mulig nytt utslippspunkt (Rek7) hadde en turbiditet på maks 3,0 FTU, mens Rek4 nærmere munningen hadde maks 2,3 FTU.

Enkelte av stasjonene i Rekefjorden ble også undersøkt av NIVA i 2022, hvor partikkelmengden da bl.a. ble målt i mg/l. Her var verdiene opp til 2,5 mg/l på Rek1 og opp til 2,7 på Rek2. Ofte er det ved lav turbiditet om lag 1:1-forhold mellom disse enhetene (NGI, 2011), som indikerer en større mengde partikler i vannet i november 2022 enn ved denne undersøkelsen. Ulikheten henger trolig sammen med at NIVAs måling fant sted rett etter en stor nedbørsepisode, og med antatt stort utslipp av partikler fra pukkverket. Det var mindre nedbør forut for målingen i juni 2024, ut fra måledata fra Jøssingfjorden ([Observasjoner og værstatistikk - Seklima](#)). NIVA fant også høyere nivåer av partikler på Rek2 enn Rek1, hvor det ble antatt at partiklene ble fraktet innover i fjorden.



Figur 6. Kart som viser stasjoner hvor det er utført turbiditetsmåling. Rødt punkt ved Rek7 viser tiltenkt nytt utslippspunkt.



Figur 7. Turbiditetsprofiler målt i Rekefjorden og Sogndalstrand, juni 2024. Turbiditeten på x-aksen er vist i samme skala, som FNU. y-aksen er trykk.

Spredning og fortynning av utslippet i Dyngjadypet-Sirevåg.

Vannforekomst Dyngjadypet-Sirevåg er en åpen og eksponert kyst, slik at et utslipp vil fortynnes i langt større grad enn inne i Rekefjorden. Å ha utslippet i denne vannforekomsten anses derfor i utgangspunktet å være best, så lenge en kan unngå tilbakestrømming av partikler inn i Rekefjorden. Det finnes ikke undersøkelser av nåværende nivåer av turbiditet i denne ytterste vannforekomsten, men det antas å være lavt.

Effekter av utslippet i og utenfor fjorden

Det er tidligere foretatt en vurdering av påvirkningen fra dagens utslipp i vannmassene og på bunnen (Tranum m.fl., 2022). Vurderingene foretatt i dette arbeidet, baserer seg i stor grad på dette arbeidet. Vi gjentar heller ikke vurderingene som ble foretatt for enkeltarter da. Det er utført en resipientundersøkelse nå i 2024, og resultatene er under utarbeidelse. Kun bløtbunnsfauna inngikk i resipientundersøkelsen ettersom bløtbunnsfauna er det eneste biologiske kvalitetselementet som benyttes mht. sedimentasjon. Vi har kunnet benytte sedimentdata og turbiditetsmålinger fra 2024 i vurderingen.

Vannmasser

Mengden totalt suspenderte partikler er normalt < 1 mg/l i fjorder uten noen spesifikk påvirkning, men kan overstige dette ved mye elveavrenning. I vannmassene kan partikler påvirke plankton og fisk ved fortykning av næring, redusert lysgjennomstrømning og direkte fysisk påvirkning. Utover direkte påvirkning, kan fisk vise en adferdsrespons ved å unngå turbid vann. Det vil være stor variasjon i hvilke konsentrasjoner som gir effekter i en resipient ut fra blant annet eksponeringstid, partikkelkarakteristikk, bakgrunns-konsentrasjoner og vannmassenes fysiske forhold. Basert på tidligere studier (DNV GL, 2021; NGI, 2022; Norconsult, 2019; Norconsult, 2023c) vil typiske grenseverdier for partikkel-konsentrasjoner være:

- 3 mg/l: Nedre grense for påvirkning over lengre perioder for effekter på egg og larver, og atferdsmessig respons på fisk
- 5 mg/l: Subletale effekter på egg, larver og delvis unnvikelse voksen fisk (>48 timers påvirkning trolig nødvendig for egg og larver)
- 8 mg/l: Total unnvikelse voksen fisk. Irreversible effekter/påbegynnende letale effekter på egg og larver (>24 timers påvirkning trolig nødvendig for egg og larver)

For å forhindre negativ effekt på vannforekomsten bør konsentrasjon i vannsøylen hovedsakelig ikke overstige 3 mg/l. Etter vår vurdering bør det kunne aksepteres at et mindre areal inntil land tidvis har nivåer på 3 mg/l, og også noe over dette. Selv om fisken da vil unngå nettopp dette området, kan den svømme forbi og innover i fjorden. Og som nevnt ovenfor er det først ved påvirkning over en lengre periode man kan ha effekt på egg og larver ved dette nivået. Til sammenlikning er det i flere tilfeller gitt utslippstillatelse for partikler på 400 mg/l til sjøvann for kortere tidsperioder med anleggsvirksomhet.

Mengden totalt suspenderte partikler i Rekefjorden var som nevnt ovenfor maksimalt 2,7 mg/l ved målingene høsten 2022. Dette er akkurat under nivået på 3 mg/l i grenseverdier som vist over. NIVA vurderte i 2022 for Rekefjord at «*det er en viss mulighet for at man har en atferdsmessig respons hos fisk assosiert med nedbørsepisodene*» (Tranum m.fl., 2022). Målt siktdyp i Rekefjorden underbygger målinger fra NIVA: Siktedyp ble målt i Dalane vannområde i mai 2021, bl.a. i Rekefjorden, på stasjon Rek1 nærmest utslippet. Rekefjorden hadde da et siktdyp tilsvarende «svært god» tilstand (7,5 m), og den nest største verdien av åtte stasjonene. I Nordfjorden, som er rett ved siden av Rekefjorden, var siktedypet enda høyere (10 m).

Laks var ikke omtalt av NIVA i 2022, og det anses som usikkert om det er laks tilstede nå, ettersom observasjonene i Artskart var gamle. Det har heller ikke blitt forelagt opplysninger om nåværende observasjoner. Likevel gis en kort vurdering av risiko for effekt på laks spesielt. Unnvikelsesrespons til laks (dvs. fisken svømmer vekk) er rapportert ved doser tilsvarende <20 mg/l i 3 min, mens økt dødelighet og alvorlige skader først er rapportert ved doser tilsvarende ca. 500 mg/L i 9 timer (Courtice et al., 2021). Det har vært knyttet større bekymring til «anleggspartikler», som har vært ansett som mer skarpkantede enn naturlig partikler. Her har nylig Forsman (2022) i eksponeringsforsøk vist 100% overlevelse for juvenil laks eksponert for konsentrasjoner av sprengsteinspartikler på opptil hele 2600 mg/L i 192 timer (Forsman, 2022). Ved de partikkelnivåene som vil være aktuelle i Rekefjorden, anses det ikke å være risiko for effekt på laks, dersom den skulle komme tilbake igjen.

Hardbunn/tareskog

Faunaen på hardbunn kan bli påvirket av nedslamming, men av NIVA ble det vurdert at en slik respons ikke var sannsynlig mht. dagens utslipp i Rekefjorden (Tranum m.fl., 2022). Floraen på hardbunn, dvs. tang og tare, kan bli påvirket både gjennom nedslamming og ved redusert lysgjennomstrømning i vannet. Fordi makroalger ikke inngår som et kvalitetselement for sedimentasjon, er det ikke så mye data på forholdet mellom mengden partikler og effekt. Makroalger har ikke blitt undersøkt i Rekefjord. Generelt anses alger å være sensitive ovenfor stor grad av nedslamming, og et utslipp utenfor munningen, til et langt mer eksponert område, anses i utgangspunktet å være mest gunstig. Samtidig er det utenfor terskelen som nevnt en større forekomst av tareskog (Figur 4 A), med verdi «svært viktig». Det er viktig å unngå negative effekter på denne forekomsten, som slik sett kan tale mot et utslipp utenfor terskelen. Evt. sedimentering på tareskog vil kunne belyses av modellering.

Sedimentbunn

Bunnmiljøet på bløtbunn vil kunne påvirkes av sedimentasjon av partikler. Både nedslamming som sådan og fortynning av næring kan påvirke bunnfaunaen. Sedimentasjonsrater har ikke blitt målt, men mengden næring måles som standard i bunnfaunaundersøkelser. Som resipientundersøkelsen og tidligere undersøkelser har vist, synes det å være en fortynning av næring på stasjon Rek1 nærmest utslippet. Imidlertid tilsvarer nå innholdet av normalisert, organisk karbon «god» tilstand (Tabell 1), som vi tolker som at det ikke er en kritisk grad av fortynning. Det ble i felt observert innslag av mineralske partikler i sedimentet, men dette var flekkvis nede i sedimentet, og det var et tydelig lag med organisk materiale på toppen. Faunaresultatene for 2024 viste «moderat» tilstand, men helt på grensen til «god» (Norconsult, 2025a). Det ble konkludert med at partikkeltilførselen ikke medfører et kritisk lavt næringsinnhold siden bunnfaunaen hadde en høy individtetthet og ikke kritisk lavt artsantall.

Ved å flytte utslippet ut av fjorden, forventes mindre påvirkning på området ved Rek1, men en mulig større effekt utenfor terskelen. Selve utslippspunktet har ikke vært gjenstand for faunaaanalyse, men stasjon Rek4 lenger inn mot munningen er undersøkt. Utenfor terskelen er det registrert skjellsand. Mht. skjellsand er det uttak av sand og endring av strømforholdene som er regnet som de største truslene (DN Håndbok 19-2001). I dette tilfellet vil en evt. påvirkning være at substratet endres, slik at det opprinnelige substratet fortynnes. Dette anses imidlertid ikke å være sannsynlig, heller ikke ved et neddykket utslipp. Skjellsandforekomstene finnes oftest der det er mye strøm i vannet, og hvor fine partikler ikke vil sedimentere, i tråd med at lokaliteten ligger i vanntype åpen, eksponert kyst. Det ble ikke registrert mineralske partikler visuelt i felt utenfor terskelen verken i 2022 eller i 2024, selv om det da synes sannsynlig at partikler fra utslippet hadde blitt fraktet ut over terskelen. Mengden finstoff ($< 0,0063$ mm) var på kun 5,2% på stasjon Rek4 målt i 2024 (Tabell 1). Det er en viss mulighet for at de groveste partiklene fra utslippet vil kunne sedimentere, men innslaget av disse anses å være minimalt, da de trolig vil sedimentere ut i sedimentasjonsbassenget.

Tabell 1. Innhold av finstoff ($\% < 63 \mu\text{m}$), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), normalisert organisk karbon (nTOC) (mg/g). Rekefjord, september 2024. Mengden nTOC og oksygen er klassifisert iht. Veileder 02:2018. For Rek1 og Rek4 er også tidligere resultatene inkludert. Det presiseres at klassifiseringen er utarbeidet mht. eutrofi, og ikke godt gjenspeiler effekter av sedimentasjon av uorganisk materiale.

Stasjon	År	Finstoff	TOC	nTOC	TN	C/N-forhold	
Rek1	2024	56,7	11,1	22,5	1,3	8,5	SVÆRT GOD
	2022	59,5	11,3	18,6	1,2	9,5	
	2021	53,5	10,8	19,2	1,1	9,7	GOD
Rek4	2024	5,2	1,3	9,1	<0,5	-	MODERAT
	2022	3,6	2,0	19,3	0,2	11,6	DÅRLIG
Sog1	2024	36,4	17,9	35,0	1,7	10,5	SVÆRT DÅRLIG

Samlet vurdering Trinn I

Tidligere gjennomgang av NIVA (Tranum m.fl., 2022) viste at utslippet ikke har hatt nevneverdige negative effekter i resipient. Ny utslippsgrense på vestlig side er satt til 50 mg/l. I trinn 1 er det vurdert at nåværende utslipp på > 10x av den nye utslippsgrensen ikke medfører vesentlige negative effekter inne i Rekefjorden. Tålegrensen til begge vannforekomstene antas derfor å være langt over utslippsgrensen.

Videre er det vurdert som mest gunstig å legge utslippet utenfor terskelen, ettersom denne resipienten (vannforekomst Dyngadypet-Sirevåg) er langt mer åpen og eksponert enn den innerste resipienten (vannforekomst Rekefjord). Inne i fjorden har vannet lengre oppholdstid, mens utenfor terskelen vil utslippet fortynnes og spres svært raskt. Selv om det utenfor terskelen er registrert naturtyper som bør hensyntas, antas fortynningen å være så stor at negativ påvirkning ikke vil inntreffe.

Et utslipp utenfor fjordmunningen bør fortrinnsvis plasseres dypt nok til at utslippet kan innlagres godt under terskeldyp for å minimere evt. tilbakestrømning av partikler til Rekefjorden. Dersom utslippet besluttes plassert inne i fjorden, anbefales et neddykket utslipp for å beskytte tang og tare spesielt. Da er det samtidig viktig å unngå økt sedimentasjon på bunnen, hvor det pr. i dag er indikasjoner på forstyrrelser, selv om tilstanden til bunnfaunaen er «god».

Et mer omfattende måleprogram vil kunne rettferdiggjøre en høyere utslippsgrense enn anbefalt i trinn 1 siden man da har god kontroll over effekter i resipienten. Grensen kan så justeres ved evt. overskridelser av predefinerte akseptkriterier.

Trinn 1 anbefaler gjennomføring av en modellering av spredning av partikler. I en modellering kan innlagringsdyp, spredning, fortynning, sedimentering og sedimentasjonsrater beregnes mer nøyaktig. Basert på modellresultater veid opp mot tålegrenser kan det eventuelt legges til grunn en mindre konservativ tilnærming. Modellering er anbefalt både mht. et evt. utslipp inne i fjorden, og også dersom man ønsker en mindre konservativ og mer nøyaktig kvantitativ anbefaling av utslippsgrense utenfor fjordmunningen.

Trinn II - Modelling

I dette trinnet er det utført strøm- og spredningsmodellering for å estimere partikkelnivåer i vannmassene og på bunnen for et utslipp utenfor terskelen. Modelleringsresultatene er beskrevet i en egen rapport (Norconsult, 2025b; rapport 52401202-RIM01). Basert på modelleringen er anbefalt utslippspunkt på 50 m dyp (vist i Figur 5) og partikkel-konsentrasjon i utslippsvannet er 400 mg/l. 400 mg/l tilsvarer typisk nivå i midlertidige utslippstillatelser for anleggsvirksomhet, f.eks. utslipp av tunnelvann i sjø.

Foruten at modelleringen estimerer partikkelspredning i vannmassene, beregnes sedimentering, noe som gir informasjon om hvordan aktuelle bunnsystemer kan påvirkes, dvs. tareskog og bløtbunn.

Med unntak av i utslippets nærområde (nærmeste titalls meter) er middelkonsentrasjoner av suspenderte partikler i vannsøylen mindre enn 0,05 mg/l. Nivået er godt under foreslått grenseverdi på 3 mg/l for påvirkning på fisk (se ovenfor, i Trinn I).

Mht. tareskog vil noe av randsonen kunne bli gjenstand for økte partikkelkonsentrasjoner. Mengden partikler anses likevel lav; middel-konsentrasjon i vannsøylen i området i utvalgt simuleringsperiode med svært mye nedbør (25 okt.-30 nov. 2021) og derfor langvarige kontinuerlige utslipp er kun om lag 0,02 mg/l (Figur 16, 52401202-RIM01). Partikkelmengden vil neppe kunne redusere lysgjennomstrømmingen i den grad at det gir negativ effekt på fotosyntesen. Nedslamming kan i teorien også dekke til tarebladene med partikler, som vil være skadelig. I Naturbase er det angitt at tareskogforekomsten befinner seg på et «svært bølgeeksponert til middels bølgeeksponert område», og at den aktuelle vannforekomsten tilhører «åpen, eksponert kyst». Strømodelleringen viser også moderat til høy strømfart i området. Vi antar at det derfor ikke er sannsynlig at partikler vil bli liggende oppå bladene. Generelt er tettheten av tare maksimal på 5 - 10 m dyp, mens den så avtar raskt videre nedover på dypet (Christie m.fl., 2014). Med utslippspunkt på 50 m dyp viser modelleringen svært begrensede økninger i partikkelkonsentrasjoner såpass høyt i vannsøylen. Vi er ikke kjent med at det finnes noen terskelverdi for effekt av partikler på stortare.

Mht. sedimentbunnen viste modelleringen en lav sedimentasjonsrate, kun maksimalt om lag 0,1 mm tykt partikkellag etter en drøy måned med kontinuerlige utslipp (Figur 18 i 52401202-RIM01). Dette er langt under PNEC-verdien for nedgraving på 6,5 mm sediment (Smit m.fl., 2008). Det nevnes at PNEC-verdien ikke har noen rate, men er basert på «akutt» nedgraving, slik at det ligger en sikkerhetsmargin også her. Variasjoner i strøm og hydrografi på en så åpen lokalitet gjør også at sedimentasjonen forflytter seg over tid. Den er for det meste altså en hundredel av terskelverdien for effekter. Ut fra den lave sedimentasjonen forventes heller ikke noen fortykning av næringen utenfor terskelen. Her er det naturlige næringsinnholdet svært lavt (Tabell 1), og faunaen er altså tilpasset lite næring. Konklusjonen om at det ikke anses å bli effekter på bløtbunn, er også i tråd med ovennevnte diskusjon i Trinn I om effekter på bunnsamfunnet inkl. skjellsand.

Overordnet om effekter på vannforekomstnivå

I Miljøveilederen for pukkverk (M-1136) heter det «Utslipet skal heller ikke påvirke vannkvaliteten i primærresipient slik at tilstandsklassen for resipienten endres. Den veileder for tilstandsklassifisering av vann som til enhver tid gjelder skal benyttes ved vurdering av tilstandsklasser». Her påpekes det at tilstandsklassifiseringen først og fremst er utarbeidet mht. eutrofi og organisk belastning, selv om bløtbunnsfauna kan inngå som et kvalitetselement også for påvirkningsfaktoren sedimentasjon. Utslipp av mineralske partikler gir snarere en fortykning av næring. Som nevnt ovenfor, var tilstanden for bløtbunn i 2021 «god», selv om det var enkelte indikasjoner på forstyrrelser. Videre tilsvarer siktypet i Rekefjorden som nevnt «svært god» tilstand, selv om dette kun var basert på en enkeltmåling. En nedgradering av tilstanden ville først inntruffet ved et enda høyere utslipp enn i dag inne i fjorden, som ikke er et alternativ.

Ved et utslipp utenfor terskelen, i vannforekomst Dyngjadypet-Sirevåg, har modelleringen vist at utslippet vil være gjenstand for svært stor fortynning. Naturtypene det er mest bekymring knyttet til, taeskog og skjellsand, inngår ikke som egne biologiske kvalitetselement i vannforskriften, selv om skjellsand er en form for bløtbunn. Her er det vurdert at evt. påvirkning kun vil være helt marginal. I vannmassene anses det heller ikke å være sannsynlig at man får noen negative effekter siden området er så eksponert, og utslippet er gjenstand for svært stor fortynning. Det antas altså ikke å være risiko for nedgradering av tilstanden til denne vannforekomsten ved en utslippsløsning tilsvarende det som er modellert.

Selv om et utslipp i den ytterste resipienten vil fortynnes og spres i svært stor grad, må et utslipp også her begrenses. Samlet påvirkning må tas i betraktning. Det har vært utenfor denne oppgaven å sette utslippet i sammenheng med andre utslipp, men det nevnes at det er utslipp av suspendert stoff fra Jøssingfjorden, og at det er planer om mineralutvinning i Egersund. Videre vil klimaendringer medføre økt og mer intens nedbør (Hanssen-Bauer m.fl. 2015), som kan gi økt erosjon og partikkeltransport i vassdrag (Kaste m.fl., 2024). I kystvannet ser vi at mengden suspendert materiale har vist en økning over tid (Frigstad m.fl., 2023). Dette er også et generelt argument for å legge inn sikkerhetsfaktorer i en utslippsgrense.

Oppfølging av resipienten

Bedriften må følge programmet for tiltaksrettet overvåking. Det er bløtbunnsfauna som inngår som eneste kvalitetselement for sedimentasjon. I det mest påvirkede område er det mest skjellsand, som har hardt sediment og egentlig ikke så godt egnet for bløtbunnsprøvetaking. Det er likevel mulig å få tatt godkjennbare prøver med grabb egnet for harde substrat. Vi anbefaler derfor å videreføre stasjon Rek4 i en oppfølgende overvåking, i tråd med overvåkingsprogrammet av februar 2024 (Norconsult, 2024). Øvrige stasjoner kan vurderes når utslippspunktet er helt fastsatt. Det anbefales også å følge opp stasjon Rek1 inne i fjorden siden den har vist indikasjoner på påvirkning.

Det anbefales å måle turbiditeten i vannmassene som så kan sammenholdes mot modellen. Det er ulike enheter i målinger og modellering, men man kan likevel foreta en omtrentlig sammenlikning. Målingen bør som et minimum gjøres med en sonde under prøvetakingen av bløtbunnsfaunaen. Videre anbefales å bruke et droppkamera eller undervannsdrone for å se på tarens beskaffenhet mht. nedslamming spesielt.

Anbefaling og konklusjon

Det er vurdert som mest gunstig å legge utslippet utenfor terskelen for å få mest mulig fortynning av partiklene. Dersom det er teknisk mulig, og innenfor akseptable økonomiske rammer, anbefales et utslipp på 50 m dyp. Da vil det sjelden bli noen påvirkning inne i fjorden, men noe innstrømming av partikler kan forekomme i episoder med sterk oppvelling av kystvann og påfølgende dypvannsutskiftning i fjorden. Begroing på utslippsrøret er et aspekt som bør tas i betraktning for valg av design og utslippsdyp. Ved å legge utslippsrøret såpass dypt, vil begroing av alger reduseres. Det antas også å bli mindre begroing av en rekke dyr, slik som rur, selv om enkelte arter vil kunne feste seg.

Et utslipp på 400 mg/l suspendert stoff utenfor terskelen vil etter all sannsynlighet være akseptabelt på angitt lokalitet, og anses ikke å kunne nedgradere tilstanden på vannforekomstnivå. Sårbare naturtyper anses heller ikke å bli negativt påvirket.

Utslippet bør være neddykket og under den eufotiske sonen for å:

- forhindre begroing på utslippsrør

- gi effektiv fortynning i oppstigende utslippsplume, og derav minimere skyggeeffekter på tare og påvirkning på fisk i tiknytning til tareskog
- begrense innstrømning av partikler tilbake i Rekefjorden

Resipienten bør følges opp iht. ordinært program for tiltaksrettet overvåking. Vi anbefaler at det i forbindelse med den overvåkingen, også måles turbiditet i vannmassene, samt at nedslamming på tareplanter undersøkes visuelt.

Referanser

Aure, J., Danielssen, D.S., 2011. Miljøundersøkelser i norske fjorder; Grenlandsfjordene 2000-2009. Fisken og Havet nr 3/2011.

Christie, H., Gundersen, H., Rinde, E., Bekkby, T., 2014. Stortareskog som indikator i «Naturindeks for Norge». NIVA-rapport 3309-2013. 37 s

Courtice, B., Bauer, B., Cahill, C., Naser, G., Andrew, P., (2021). A categorical assessment of dose-response dynamics for managing suspended sediment effects on salmonids. Science of The Total Environment. 807. 10.1016/j.scitotenv.2021.150844.

DN Håndbok 19-2001. Direktoratet for naturforvaltning, 2007. Kartlegging av marint biologisk mangfold. Revidert 2007. 51 s.

DNV GL, 2021. Borg havn utbedring av farled: Dokumentasjon på påvirkning i gyteperiode på kystorsk, samt utredning av vannutskiftning, Høvik: DNV GL.

Forsman, E., 2022. Effekter av sprengstein på fisk. Presentasjon på Miljøringen 16.03.2022

Frigstad, H., Andersen, G. S., Trannum, H. C., McGovern, M., Naustvoll, L. J., Kaste, Ø., Deininger, A. & Hjermann, D. Ø. (2023). Three decades of change in the Skagerrak coastal ecosystem, shaped by eutrophication and coastal darkening. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 283, 108193.
<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108193>

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E., Sandven, S., Sandø, A., Sorteberg, A., Ådlandsvik, B.. 2015. Klima i Norge 2100 - Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. Norsk klimaservicesenter (NKSS) Rapport 2/2015. 204 s.

Hesthagen, T., Wienerroither, R., Bjelland, O., Byrkjedal, I., Fiske, P., Lynghammar, A., Nedreaas, K., Straube, N., 2021. Fisker: Vurdering av laks *Salmo salar* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/8149>. Nedlastet 07.11.2024

Kaste, Ø., Skarbøvik, E., Vogt, R.D., 2023. Utredning om parametere for suspendert stoff og organisk materiale kan inkluderes i klassifiseringssystemet for vann. NIVA-rapport 7860-2023, 58 s + vedlegg.

M-1136|2018. Miljøveileder for pukkverk. Miljødirektoratet. 29 s.

NGI, 2011. Kvantifisering av miljøgiftsspredning ved hjelp av on-line overvåking. Sluttrapport. Rapport 10 494.

NGI, 2022. Innseiling Borg havn. Naturmiljø risiko, Oslo: NGI.

Norconsult, 2019. Rv. 13 Sande og Nesvik nye ferjekaier, Hjelmeland. Vurdering av spredning av finstoff fra utfyllingsmasser, Sandvika: Norconsult.

Norconsult, 2023. Vurdering av spredning av mineralpartikler i sjø ved mudring og utfylling i SHA4 og SHA5 i Havneavsnitt Nord. Dok. nr.: 52110063-RIM07.

Norconsult, 2024. Rekefjord stone AS. Overvåkningsprogram. Dok. nr. 52401202-RM01.

Norconsult, 2025a. Resipientundersøkelse for Rekefjord Stone AS, 2024. Dok. Nr. 52404670-RIM01. 27 s.

Norconsult, 2025b. Spredningsmodellering utslipp fra nytt renseanlegg. Rekefjord Stone. 33 s + vedlegg

Næss, R., Trannum, H.C., Borgersen, G., 2021. Marin problemkartlegging i Dalane vannområde i 2021. NIVA-rapport 7664-2021. 38 s + vedlegg.

Smit, M.G.D., Holthaus, K.I.E., Trannum, H.C., Neff, J.M., Kjeilen-Eilertsen, G., Jak, R.G., Singaas, I., Huijbregts, M.A.J., Hendriks, A.J., 2008. Species sensitivity distributions for suspended clays, burial and grain size change in the marine environment. Environ. Toxicol. Chem. 27: 1006–1012

Tandberg, A.H.S., Djursvoll, P., Falkenhaug, T., Glenner, H., Meland, K., Walseng, B., 2021. Krepsdyr: Vurdering av hummer *Homarus gammarus* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/14133>. Nedlastet 07.11.2024

Trannum, H. C., Crespo, B. G., Deininger, A., Fernandes, P., Håland, F. G., Næss, R., Skogsberg, E., Steigum, E. & Ødegaard, Ø. T., 2022. Vurderinger vedrørende utslipp av suspendert stoff fra Rekefjord Stone. NIVA-rapport 7791-2022.

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. 220 s. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften.

J02	2025-01-29	Endelig versjon	hiltran	hiltran	hiltran
B03	2025-01-16	Til kunde	hiltran		hiltran
J01	2025-01-14	Fagkontrollert	hiltran	Bebre	
b02	2025-01-10	Oppdatert etter modellering (Trinn II)	hiltran		
b01	2024-06-25	Til gjennomlesing av oppdragsgiver	hiltran		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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