

Rapport

Responsible Applicant Jetty 2 and Phase 2

OPPDRAKSGIVER

Equinor ASA

EMNE

Northern Lights - Jetty 2. Søknad om tiltak i sjø

DATO / REVISJON: 28. mai 2025 / 02

DOKUMENTKODE: 10266223-01-RIGm-RAP-001



Source: [NL Phase 2 Onshore Plant EPC evaluation](#)
Aker Solutions 09.08.2024



Multiconsult



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.



Rapport

OPPDAG	Responsible Applicant Jetty 2 and Phase 2	DOKUMENTKODE	10266223-01-RIGm-RAP-001
EMNE	Northern Lights - Jetty 2. Søknad om tiltak i sjø	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Equinor ASA	OPPDRAAGSLEDER	Siv Brunnes Røtvold
KONTAKTPERSON	Laurence Pinturier	UTARBEIDET AV	M. Steinseide/S. Lone
KOORDINATER	Sone: 32V / Øst: 274784 / Nord: 6720498	ANSVARLIG ENHET	10233012 Miljørådgivning Vest
GNR./BNR./SNR.	241 / 238 / - / Øygarden		

SAMMENDRAG

Equinor er nå klar for andre fase av prosjektet Northern Lights for mottak og lagring av CO₂. Det er etablert et landanlegg for mottak og mellomlagring av CO₂ ved Energiparken, sør på Ljøsøyna i Øygarden kommune. Herfra blir det videre rørtransport av CO₂ for permanent lagring under havbunnen på kontinentalsokkelen. Fase 1 av prosjektet omfatter tomteopparbeidelse for landanlegget med bl.a. sprenging og planering på land, mudring, og utfylling med sprengstein i sjø, mens den kommende fasen av arbeidet innebærer videre opparbeiding av arealer på land, samt at det skal sprenges i sjø på østsiden av Ljøsøyna for å gi tilstrekkelig seilingsdyp ved etablering av nytt kaianlegg.

Bunntopografien er bratt i området, og planlagt tiltak i sjø omfatter undervannssprenging med deponering av sprengsteinsmassene utenfor utsprengt område, på dypere vann (inntil 16 000 fm³). Det planlegges bruk av boblegardin som avbøtende tiltak for å redusere trykkpåvirkningen for det nærmeste akvakulturanlegget (ca. 1 km unna).

Arbeidene i sjø er regulert etter forurensningsforskriftens kapittel 22, og krever tillatelse fra Statsforvalteren i Vestland. Foreliggende rapport vurderer de planlagte tiltakenes konsekvenser i forhold til forurensningsloven og naturmangfoldloven, og gir anbefalinger om avbøtende tiltak, kontroll og overvåking. Rapporten er ment som grunnlag for søknad til Statsforvalteren om tillatelse til tiltak i sjø.

02	28.05.2025	Retting av stedsnavn	S. lone		
01	28.05.2025	Oppdatert volum undervannssprenging	S. Lone		S.B.Røtvold
00	23.05.2025	Klar for utsendelse	M. Steinseide/S. Lone	S. Lone/A. Wyspianska	S. B. Røtvold
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
2	Lokalitetsbeskrivelse	5
2.1	Akvakulturanlegg.....	6
3	Planlagte arbeider	7
4	Framdriftsplan	9
5	Planstatus	10
6	Utførte grunnundersøkelser	10
7	Naturmangfold og naturressurser	11
7.1	Vannforekomst	11
7.2	Strømmålinger	11
7.3	Naturmangfold.....	15
7.4	Friluftsliv	18
7.5	Marine kulturminne	18
8	Miljø- og tiltaksmål	18
9	Risikovurdering og vurdering av behov for tiltak	19
9.1	Spredning av partikler.....	19
9.2	Spredning av forurensning	19
9.3	Spredning av nitrogen	19
9.4	Spredning av plast (skytteledninger)	19
9.5	Undervannsstøy	20
9.6	Gjennomføring av tiltak i perioden 15. mai til 15. september.....	21
10	Avbøtende tiltak	22
11	Kontroll og overvåking	22
11.1	Boblegardin.....	22
11.2	Hydrofoner.....	22
11.3	Sluttkontroll	22
12	Referanser	22

Tegninger

E234-SW-Q-XF-00025-01_F03 Sweco. Jetty 2. Situasjonsplan

E234-SW-Q-XF-00018-01_F05 Sweco. Jetty 2. Rock Excavation Plan

E234-SW-Q-XS-00013-01_F03 Sweco. Jetty 2. Main platform. Section 1 axis 2 (Prinsippsnitt kaianlegg)

Vedlegg

Vedlegg A Risikovurdering ved sprenging. Multiconsult-notat 10266223-01-RIMT-NOT-00, datert 12.05.2025.

Vedlegg B Uttalelse fra Bergen Havn



1 Innledning

Den norske regjeringen har uttalt at et demonstrasjonsprosjekt for karbonfangst og -lagring (CCS) skal stimulere nødvendig utvikling av CCS, slik at Norges og EUs langsiktige klimamål kan nås til en lavest mulig kostnad.

Gassnova SF (Gassnova), statens foretak for CO₂-håndtering, tildelte i juni 2017 konsept- og for-prosjektstudier for transport- og lagringsdelen av CCS-demonstrasjonsprosjektet til Equinor ASA. I oktober 2017 signerte Equinor en samarbeidsavtale med Shell og Total som likeverdige partnere i forprosjekteringsfasen, mens Equinor leder prosjektet. Northern Lights er navnet på samarbeidsprosjektet.

Equinor har etablert et landanlegg for mottak og mellomlagring av CO₂ ved Energiparken, sør på Ljøsøyna i Øygarden kommune. Herfra blir det videre rørtransport av CO₂ for permanent lagring under havbunnen på kontinentalsokkelen. Fase 1 av prosjektet omfattet tomteopparbeidelsen for landanlegget med bl.a. sprenging og planering på land, mudring, og utfylling med sprengstein i sjø, blant annet i Ljøsøysundet og for nytt kaianlegg i Ljøsøybukta.

Som en del av fase 2 av prosjektet skal det etableres nytt kaianlegg, kalt *Jetty 2*, mot Hjeltefjorden øst for landanlegget. Kaianlegget skal huse utstyr for å ta imot CO₂ fra skip via 3 lastearmer som er plassert ved fronten av kaien. Planleggingen av tiltaket startet i 2023, men ble satt på vent inntil ny oppstart i år og positiv investeringen fra eierne i mars 2025.

Tiltaket vil omfatte sprengning på land og i sjø, og deponering av masser fra undervannssprenging i sjø. Arbeidene i sjø er regulert etter forurensningsforskriftens kapittel 22, og krever tillatelse fra Statsforvalteren i Vestland.

Foreliggende rapport vurderer de planlagte tiltakenes konsekvenser i forhold til forurensningsloven og naturmangfoldloven, og gir anbefalinger om avbøtende tiltak, kontroll og overvåking. Rapporten er ment som grunnlag for søknad til Statsforvalteren om tillatelse til tiltak i sjø.

2 Lokalitetsbeskrivelse

Landanlegget til Northern Lights er lokalisert sør på Ljøsøyna i Øygarden kommune. Det ligger i tilknytning til industriområdet Energiparken som er lokalisert ved Ljøsøybukta på vestsiden av Hjeltefjorden, i (Gnr. 41 bnr. 180, 190, 194, 195 m.fl.). Ljøsøyna ligger på nordsiden av Ljøsøybukta. Se oversiktskart i Figur 2-1. Energiparken og landanlegget til Northern Lights ligger om lag 3 km øst for gassterminalen på Kollsnes.

Ljøsøyna er dekt med et tynt og usammenhengende vegetasjonsdekke bestående av noe jordsmonn og lyng. Bergmassen i området tilhører Øygardskomplekset som består av omdannede dyp- og overflatebergarter. Hovedbergarten er en migmatittisk gneis, tonalittisk til granodiorittisk.

Ljøsøybukta er en østvendt bukt som er opp til 100 m dyp og som er relativt åpen ut mot Hjeltefjorden. Hjeltefjorden er opp til 300 m dyp. Store deler av Ljøsøysundet på vestsiden av Ljøsøyna og er fylt igjen.



Figur 2-1: Oversiktskart som viser lokalisering av Energiparken nord i Øygarden. Tiltaksområdet er angitt med rød, stiplet sirkel. Ca. lokalisering av Blom fiskeoppdrett (Ljøsøy N) er vist med rød firkant nord for Ljøsøyna. Lokalisering av landanlegget til Mowi i Energiparken er vist med rød sirkel, mens ca. lokalisering av Mowis to sjøvannsinntak i Ljøsøybukta er vist med «x». Ved Gangstøholmane i sør ligger akvakulturanlegget Gardskråneset. Store deler av Ljøsøysundet ble fylt igjen som del av første fase av Northern Lights. Kartkilde: <https://kart.kystverket.no/>.

2.1 Akvakulturanlegg

Det finnes tre akvakulturanlegg i mulig influensområde til planlagt tiltak:

Blom fiskeoppdrett m. fl. – 14435 Ljøsøy N

Ca. 200 m nord for nordspissen av Ljøsøyna driver Blom fiskeoppdrett AS m.fl. anlegg for produksjon av matfisk (14435 Ljøsøy N), se ca. lokalisering i Figur 2-1. Avstanden fra planlagt ny kai til østspissen av anlegget er ca. 1 km.

MOWI – 11671 Ljøsnes

I Ljøsøybukta har Mowi ASA, avdeling Øygarden, et landanlegg, lokalitet Ljøsnes, lokalitetsnummer 11671. Landanlegget har to sjøvannsinntak i Ljøsøybukta, på hhv. 83 m og 128 m vanddyp, se ca. lokalisering i Figur 2-1. Ifølge opplysninger fra MOWI¹ er anlegget sårbart for stopp i inntak av sjøvann, og vannstopp kan kun vare kort tid, kanskje under en time, før dette får alvorlige konsekvenser for fisken. Avstanden fra planlagt ny kai til nærmeste sjøvannsinntak er ca. 0,5 km.

¹ Opplysninger i møte den 2. juni 2020.

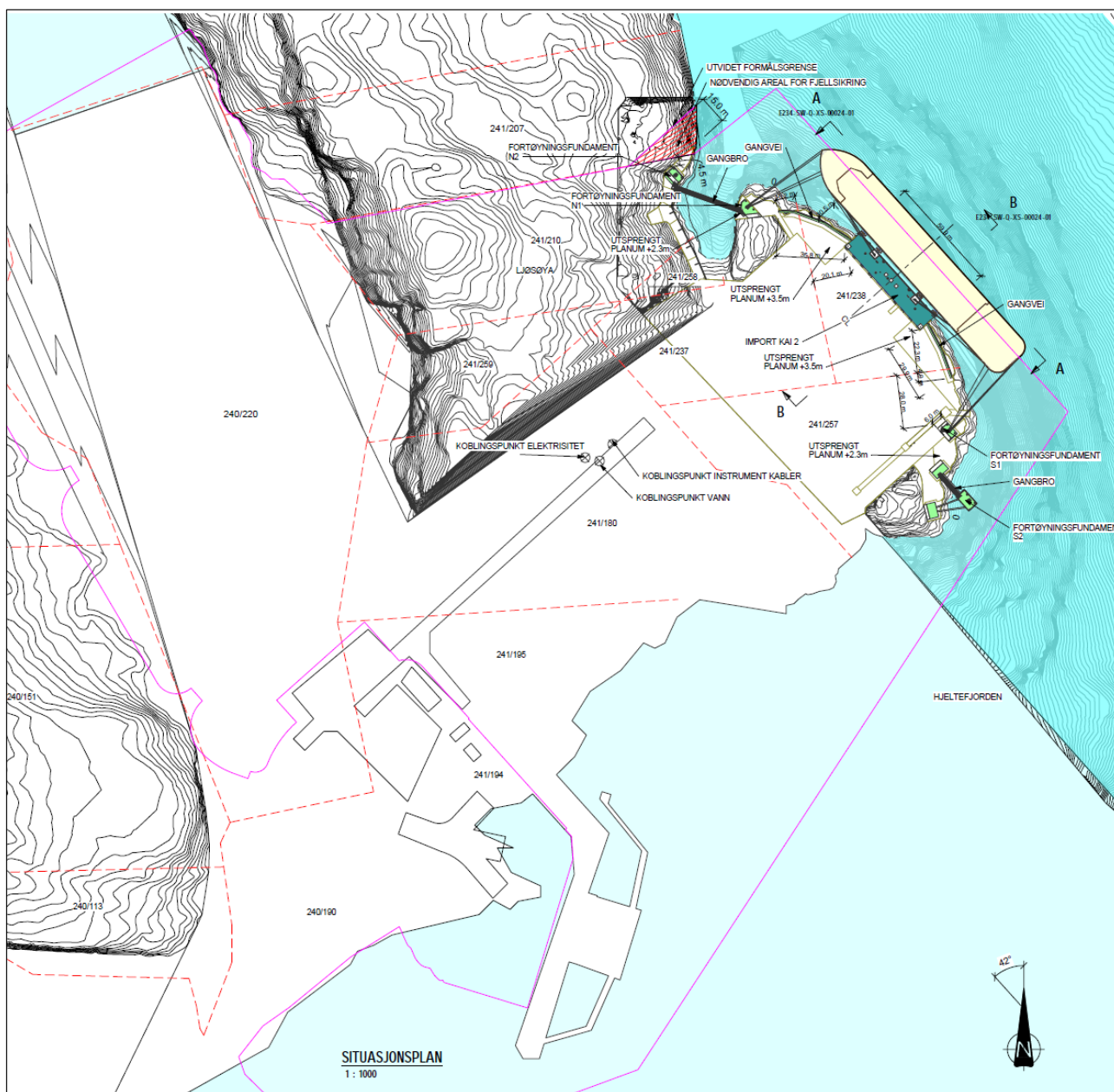


Blom fiskeoppdrett, Erko Seafood – 11667 Gardskråneset

Ca. 2 km sør for tiltaksområdet for nye kai, ved Gangstøholmane, har Blom fiskeoppdrett og Erko Seafood et anlegg for produksjon av laks, regnbueørret og ørret (11667 Gardskråneset), se ca. lokalisering i Figur 2-1.

3 Planlagte arbeider

Den planlagte kaien er lokalisert sør på Ljøsøyna, øst for den allerede etablerte delen av mottaksanlegget for CO₂, se situasjonsplanen i Figur 3-1. Kaiens lengde og bredde blir henholdsvis 62 og 10,5 meter og vil bestå av langsgående og tverrgående betongbjelker som delvis støpes mot grunnen og delvis over sjø, og kaien skal forankres i berg ved hjelp av oppspente lissestag og stålkjernerpeler. Kaiplaten i betong består av en kombinasjon av dekkelementer og plasstøpt betong.



Figur 3-1: Situasjonsplan som viser utvidelsen av landanlegget sør på Ljøsøyna og ny kai mot Hjeltefjorden. Tegningen kan sees i sin helhet i vedlagte dokument E234-SW-Q-XF-00025-01_F03.

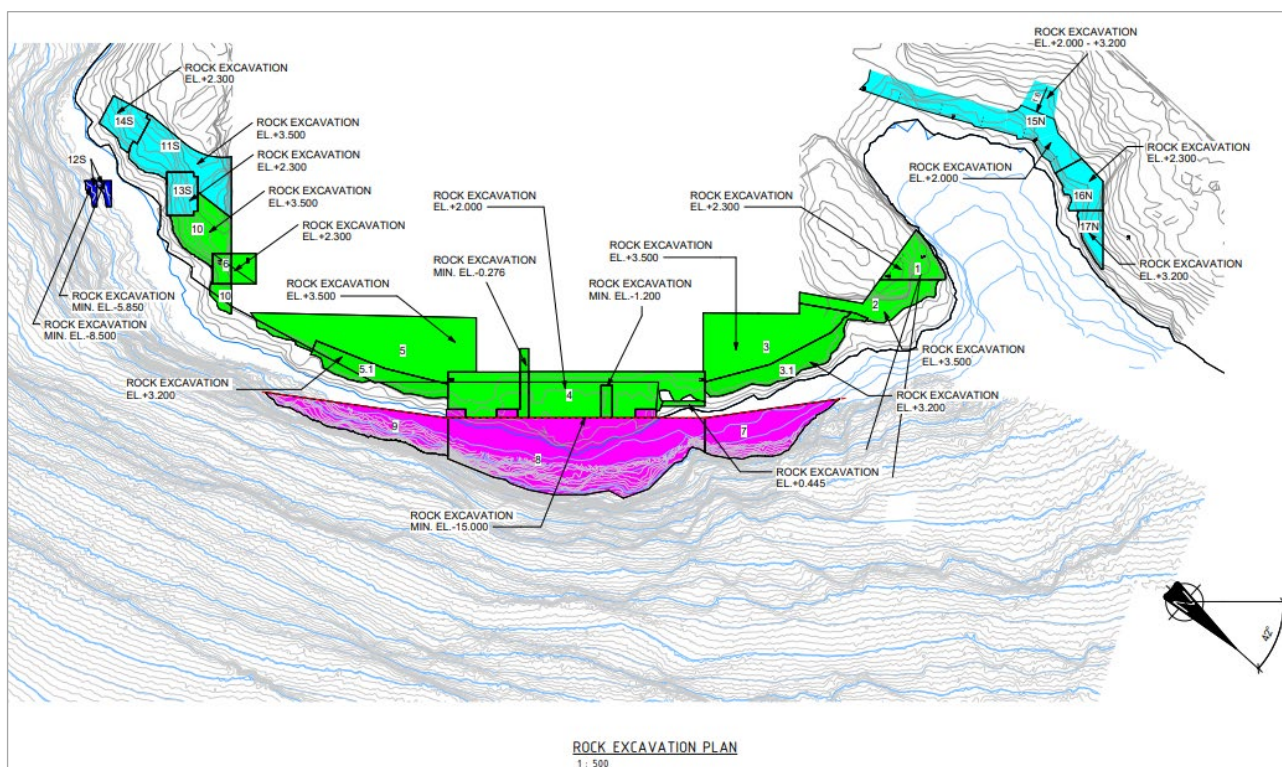


For å etablere kaien er det behov for å sprengne ut berg både på land og i sjø. På land skal to gjenværende fjellknauser sør og nord for kaien sprenges (ca. 8 500 m³), da de er vurdert å ikke være egnet for sikring ved delvis utsprengning, se Figur 3-2. Det antas at ca. 20–30 % av massene kan falle i sjøen. Under kaien skal det sprenges ut to grøfter for drenering til sjø. I sjø er det behov for å sprengne ut berg for å oppnå tilstrekkelig seilingsdyp ved kaien. Det planlegges å sage berget for å etablere en vertikal vegg under kaifronten, se Figur 3-3 og Figur 3-4. Berg- og betongarbeider for kaien er i hovedsak tenkt utført fra land, men noe arbeider fra sjø er nødvendig.

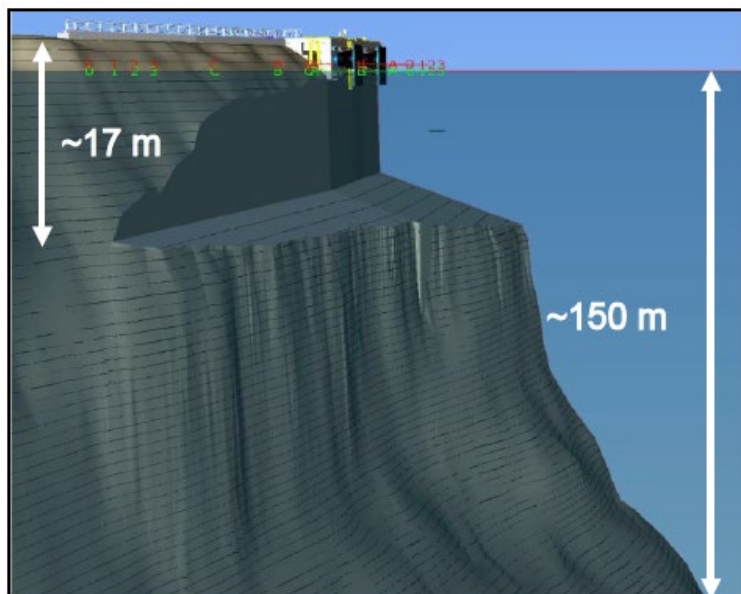
I tillegg til kaien, skal det bygges fire fortøyningsfundamenter i betong. Mellom kaien og fortøyningsfundamentene skal det etableres gangveier på utsprengt berg.

Bergvolumet som skal sprenges ut i sjø er beregnet til å være inntil 16 000 fm³. På grunn av den bratte bunntopografien vil det ikke være mulig å samle opp sprengsteinen. Den sprengsteinen som ikke selv ruller ned skråningen ved sprengning, vil derfor bli gravd/skyvd ut på dypere vann. Det planlegges prøvesalver for å ha kontroll på maksimale lademengder og rystelser.

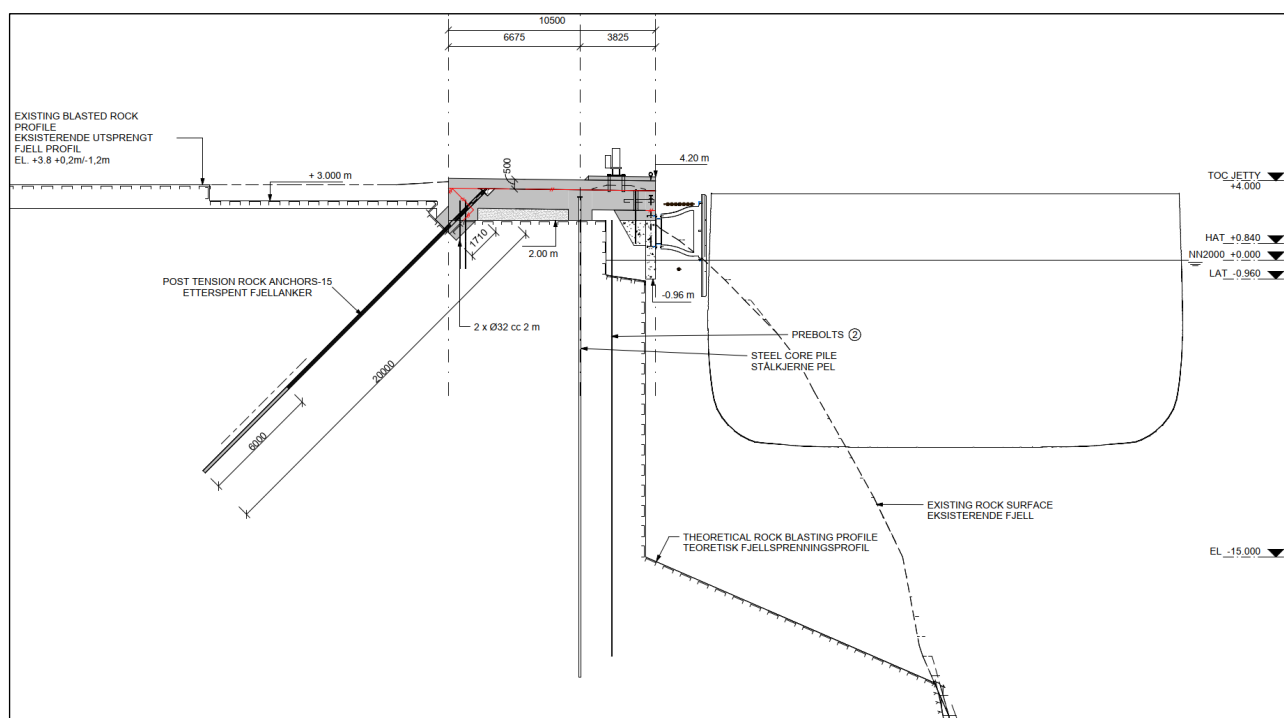
Borekaks fra boring av stålkjerner og lissestag vil bli samlet opp og avannet på land, før slammet leveres til godkjent mottak. Vann fra avanningen vil bli infiltrert i bakken.



Figur 3-2: Utsnitt av bergsprengningsplan for området på land og i sjø ved det nye kaianlegget på Ljøsøyna. Tegningen kan sees i sin helhet i vedlagte dokument E234-SW-Q-XF-00018-01_F03.



Figur 3-3: Illustrasjon som viser planlagte sprengningsarbeider i sjø. Utarbeidet av Sweco og hentet fra Swecos presentasjon på oppstartsmøte 29.04.2025.



Figur 3-4: Utsnitt av tegning som viser snitt gjennom planlagt kaianlegg på Ljøsøyna. Tegningen kan sees i sin helhet i vedlagte dokument E234-SW-Q-XS-00013-01_F03.

4 Framdriftsplan

Oppstart av grunnarbeider er planlagt i september 2025, mens arbeider med sprenging i dagsonen etter planen vil foregå i desember 2025. Arbeider relatert til sprenging i sjøen er planlagt utført i perioden medio april til medio mai 2026. I perioden medio februar til medio april 2026 er det planlagt for boring og forberedelser av hullene til undervannsprengingen.



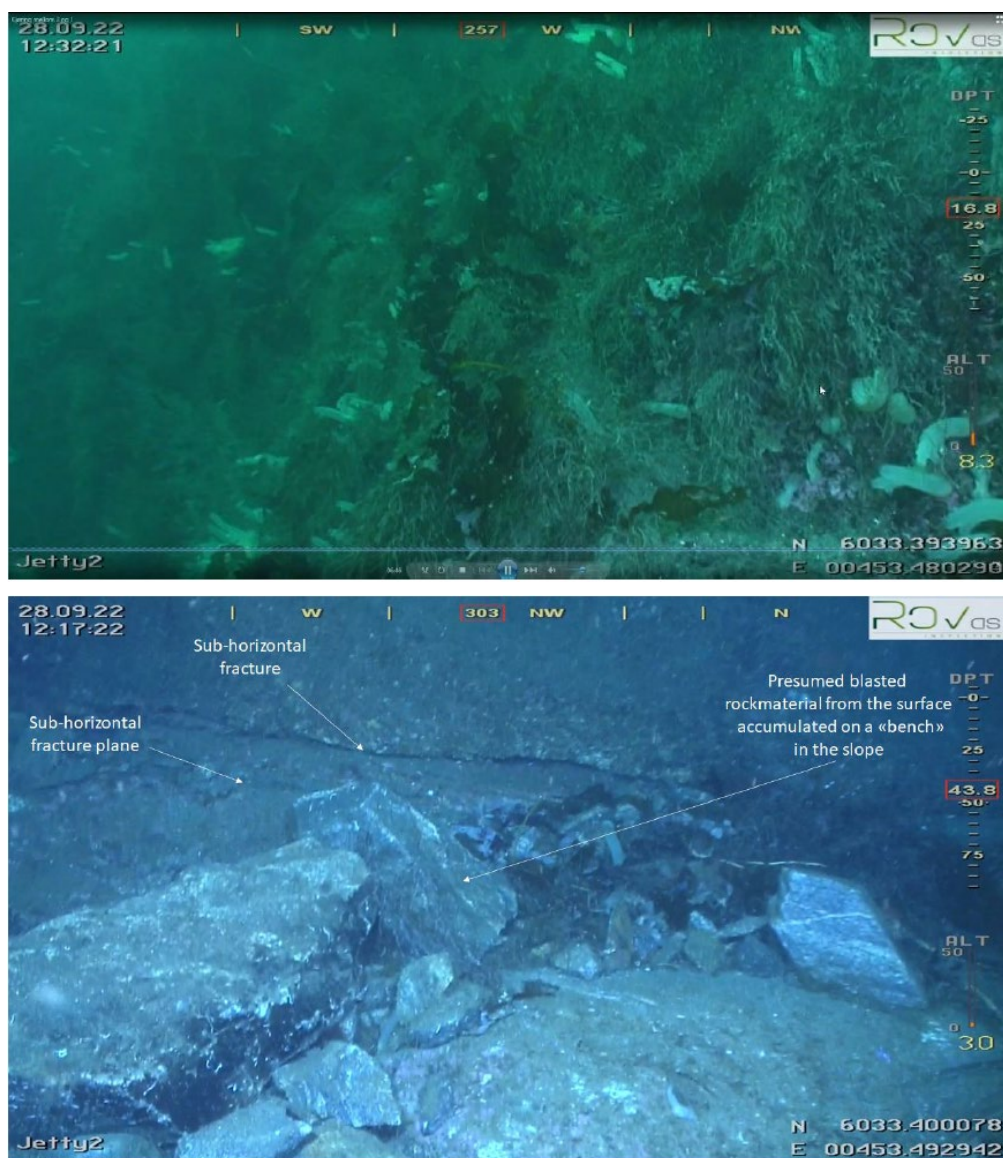
5 Planstatus

Tiltaket omfattes av planID 20210011 Northern Lights II, vedtatt 02.11.2022. Kaien skal etableres på felt BI02a på areal med regulert arealformål Industri. Tiltaket er i samsvar med, og holder seg innenfor rammene av denne reguleringsplanen.

Søknad til Bergen og Omegn Havnevesen (BOH) ble sendt i 17. april 2023, og tillatelse ble gitt i juni 2023. Tillatelsen er fortsatt gyldig for planlagt tiltak (avklart med BOH, se vedlegg B).

6 Utførte grunnundersøkelser

I forbindelse med geologiske undersøkelser utført av Sweco i november 2022 [1] ble området der det skal utføres undervannssprengning undersøkt med ROV ned til ca. 75 meters dyp. Hovedformålet med undersøkelsen var en geologisk kartlegging av bl.a. sprekker og svakhetssoner i berget. Det ble i hovedsak observert eksponert berg og lite/ingen løsmasser, se bilder fra undersøkelsen i Figur 6-1.



Figur 6-1: Det øverste bildet viser sjøbunnen ved ca. 17 m dyp [2], mens det nederste viser en hylle på sjøbunnen ved ca. 44 m dyp [1]. Sprengsteinen på nederste bilde antas å være stein som har falt på sjøen ved sprenging på land.

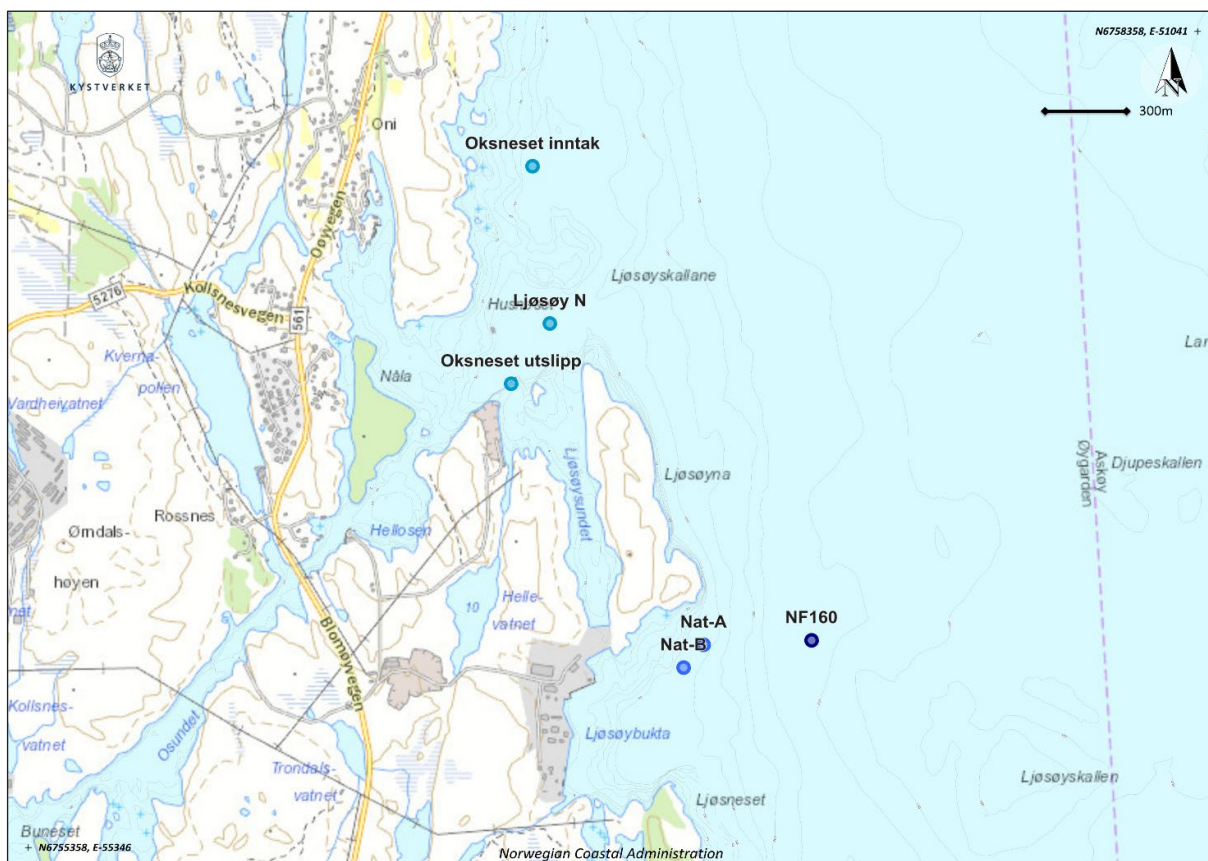
7 Naturmangfold og naturressurser

7.1 Vannforekomst

Denne delen av Hjeltefjorden, inkludert Ljøsøybukta, hører til vannforekomsten Hjeltefjorden – nordre (Vannforekomst ID 0261030201-1-C)². Vannforekomsten er stor (ca. 215 km²) og vanntypen er klassifisert som beskyttet kyst/fjord med moderat strømhastighet og moderat oppholdstid for bunnvann. Økologisk tilstand er klassifisert som moderat, mens kjemisk tilstand er klassifisert som dårlig. Informasjon fra vann-nett er tatt ut (20.05.2025). Det er ikke sjømat-advarsler i området³.

7.2 Strømmålinger

Det foreligger flere målinger av strøm og hydrografi i området, se oversikt gitt i Tabell 7-1 og Tabell 7-2. Plassering av målepunkt er vist i Figur 7-1. I forbindelse med første byggetrinn av Northern Lights ble dataene fra disse målingene brukt til å danne et bilde av strømforholdene rundt Ljøsøyna, og til validering av en tredimensjonal hydrodynamisk modell som ble etablert for å vurdere partikkel-spredning i tiltaks- og influensområdet [6]. Valideringen viste at strømmodellen beskriver strømforholdene i området i tilstrekkelig grad. Strømmålingene og modellen gir et bilde av strømhastigheter og -retninger som også er relevante for det planlagte tiltaket.



Figur 7-1: Kart over plasseringen av strømmålinger og hydrografimålinger i området. NF160 refererer til punktet fra NorFjords160 modellen som er brukt for å vurdere representativiteten av simuleringsperioden.

² <https://vann-nett.no/waterbodies/0261030201-1-C/factsheet/summary>

³ <https://www.mattilsynet.no/mat-og-drikke/forbrukere/unnga-fisk-og-skalldyr-fra-forurensede-havner-fjorder-og-innsjoer>



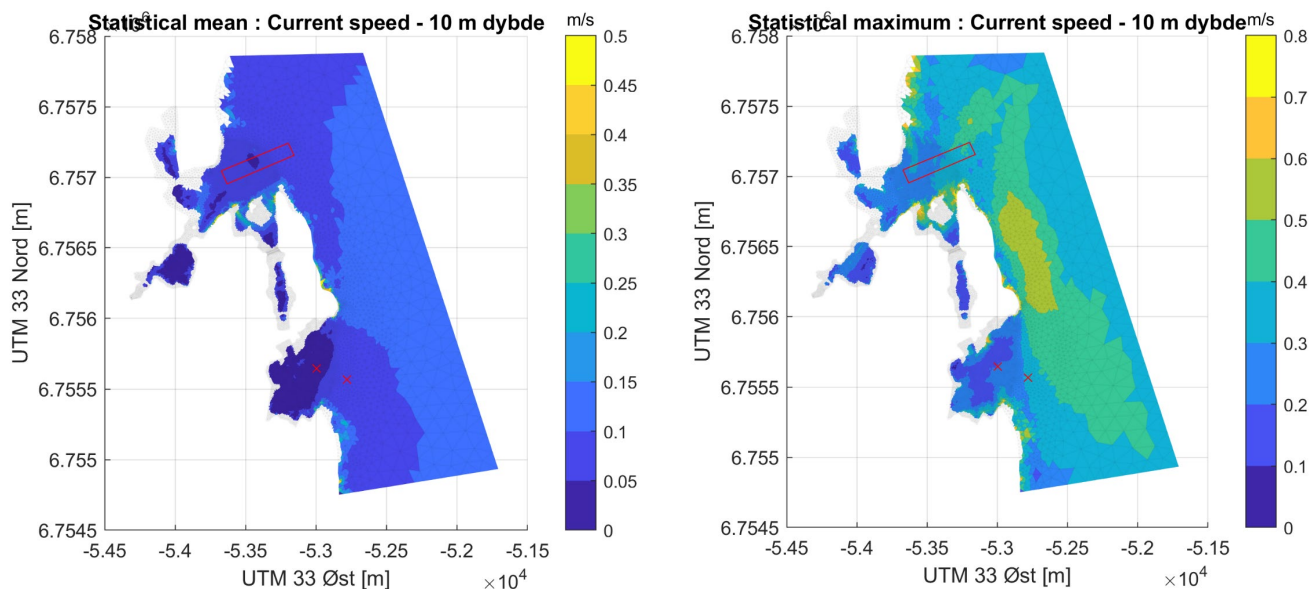
Tabell 7-1 Tilgjengelige strømmålinger i området

Målestasjon	Plassering	Måleperiode	Måledyp (m)	Vanndyp (m)	Referanse
Oksneset utslipp	60°33.757'N 4°52.583'Ø	09.04.2019- 22.05.2019	7 – 19	50	Multiconsult [3]
Oksneset inntak	60°34.187'N 4°52.534'Ø	09.04.2019- 22.05.2019	37 – 51	54	Multiconsult [3]
Nat-A	60°33.309'N 4°53.504'Ø	13.06.2018- 19.09.2019	3 - 15	75	Multiconsult [4]
Nat-B	60°33.257'N 4°53.440'N	13.06.2018- 19.09.2019	20 – 57	79	Multiconsult [4]
Ljøsøy N	60°33.887'N, 4°52.701'Ø	08.09.2005- 06.10.2005	5, 15	Ca 100	Noomas [5]

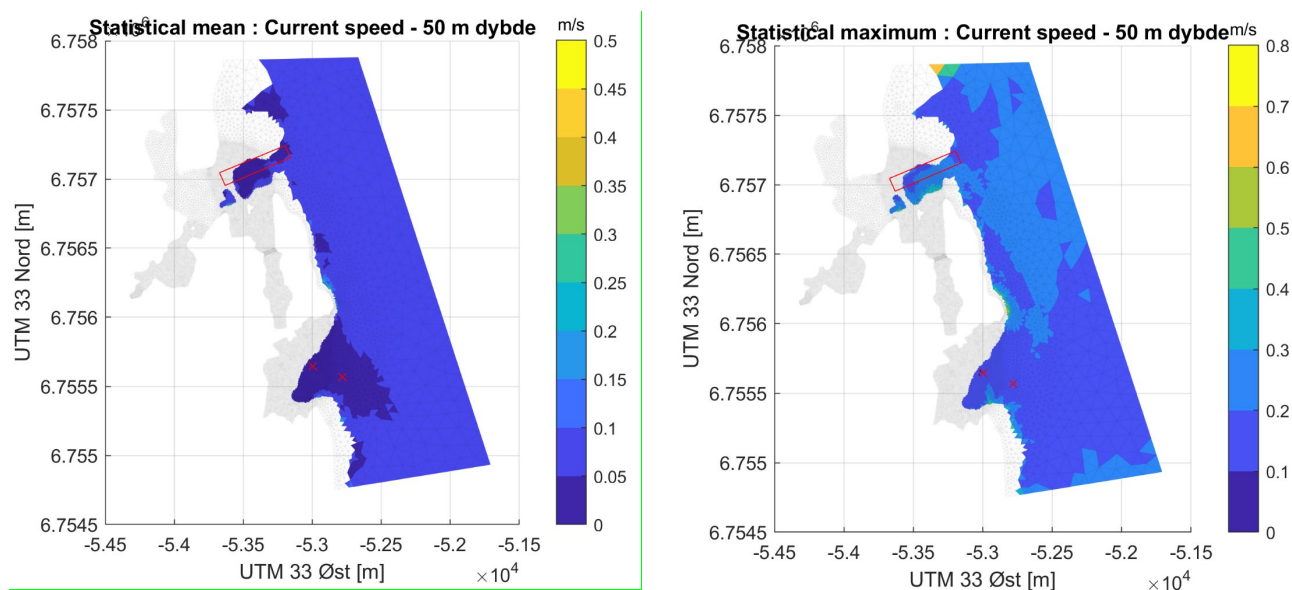
Tabell 7-2 Tilgjengelige målinger av hydrografi i området

Målestasjon	Plassering	Måletidspunkt	Måledyp (m)	Vanndyp (m)	Referanse
Nat-B	60°33.257'N 4°53.440'Ø	13.06.2018 14.09.2018 21.01.2019 08.05.2019	0-79	79	Multiconsult [4]
Nat-A	60°33.309'N 4°53.504'Ø	19.09.2019	0-75	75	Multiconsult [4]

For modellen ble det tatt utgangspunkt i måledata for perioden 03.-17.02.2019. I utvelgelsen av periode ble det lagt vekt på at perioden skulle inneholde vedvarende perioder med strøm både mot nord og mot sør i Hjeltefjorden; at det var eksempler på både relativt sterk strøm, og perioder med mindre strøm. Det var kun målingene ved Energiparken (Nat-A og Nat-B) som overlappet i tid med modelleringen som ble gjennomført. Figur 7-2 og Figur 7-3 viser gjennomsnitts- og maksimal strømhastighet i modelldomenet ved 10 m og 50 m dybde. I de øvre lagene er vanntransporten rettet mot nord, mens den fra 30 m og nedover er rettet mot sør.

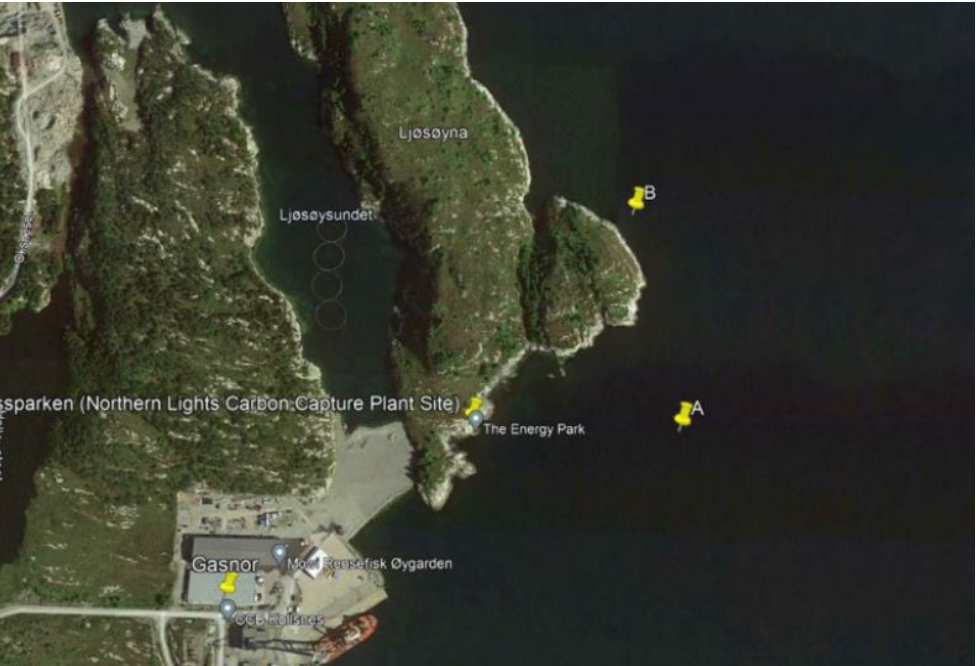


Figur 7-2: Gjennomsnitt (figur til venstre) og maksimum (figur til høyre) av strømhastighet ved 10 m dybde gjennom simuleringsperioden (03.-17.02.2019). De røde kryssene indikerer MOWIs sjøvannsinntak 1 og 2 mens den røde firkanten markerer Ljøsøy N.



Figur 7-3: Gjennomsnitt (figur til venstre) og maksimum (figur til høyre) av strømhastighet ved 50 m dybde gjennom simuleringsperioden (03.-17.02.2019). De røde kryssene indikerer MOWIs sjøvannsinntak 1 og 2 mens den røde firkanten markerer Ljøsøy N.

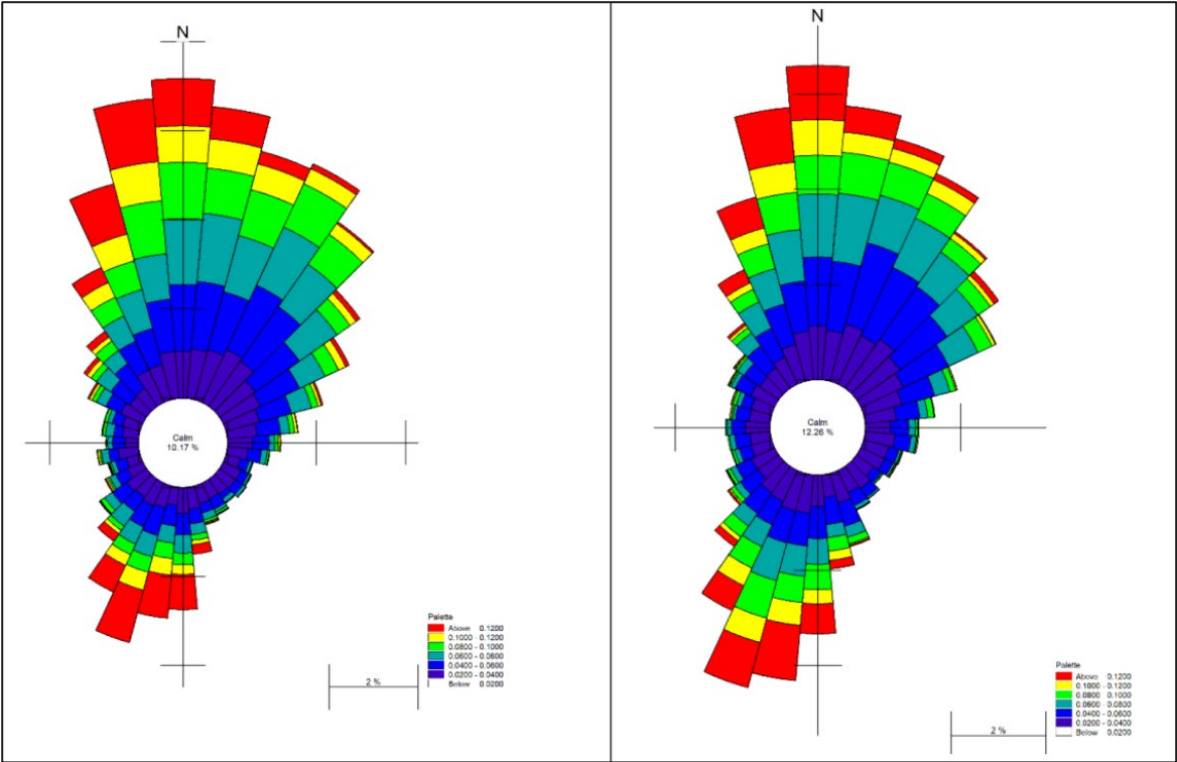
I forbindelse med prosjekteringen av Northern Lights Jetty 2 ble det utført oppdaterte strømmålinger perioden 28.07.2022–26.10.2022 [7]. Strømmålingene ble utført på to steder, lokasjon A og B, som vist i Figur 7-4. Formålet med målingene var å kunne estimere ekstremverdier som grunnlag for prosjektering av kaie, manøvreringssimuleringer og fortøyningsanalyser. Resultat av utførte målinger er vist i Tabell 7-3, og som strømrøser i Figur 7-5 (stasjon A) og Figur 7-6 (stasjon B). For nærmere beskrivelse av de utførte undersøkelsene vises det til [7] og [8].



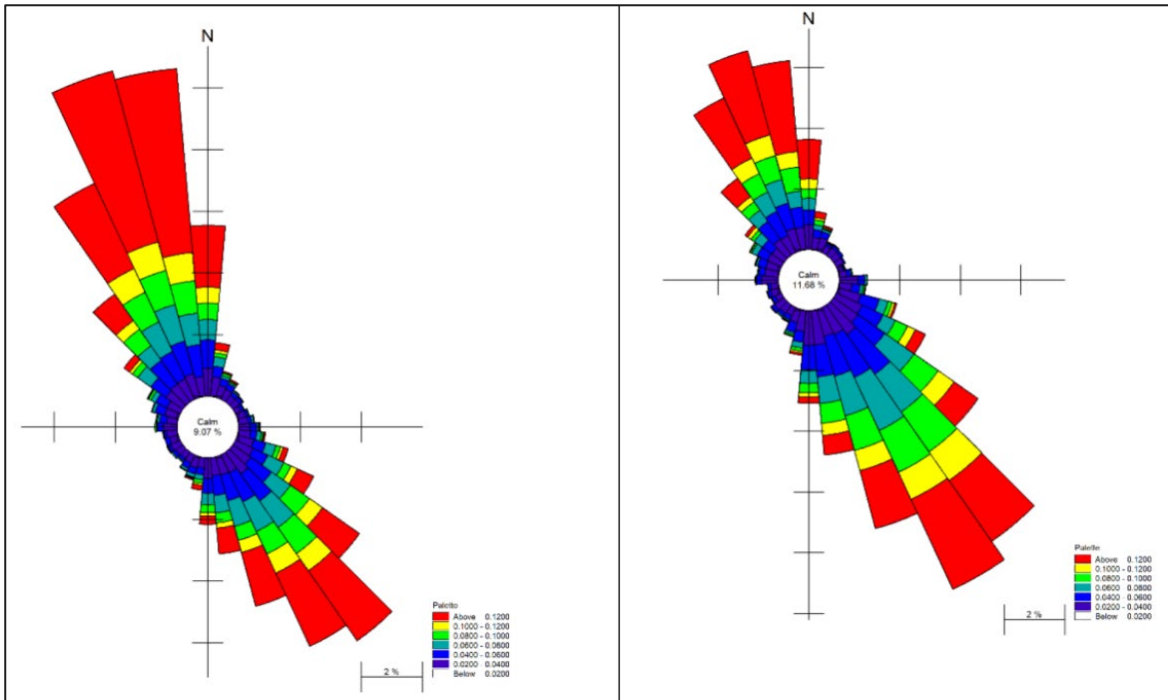
Figur 7-4: Lokalisering av stasjoner for strømmålinger i 2022. Kopi av figur 6 i [8].

Tabell 7-3: Strømstatistikk for målestasjon A og B, inkludert skaleringsfaktorer. Kopiert fra tabell 5 i [8].

Location	Max [m/s]	Min [m/s]	Mean [m/s]
Site A South – 5m depth	0.38	0.00	0.06
Site B North – 5m depth	0.64	0.00	0.10
Site A South – 10m depth	0.32	0.00	0.06
Site B North – 10m depth	0.45	0.00	0.08



Figur 7-5: Strømroser for lokalitet A (sør) ved vanndybde 5 m (venstre) og 10 m (høyre). Kopi av figur 7 i [8].



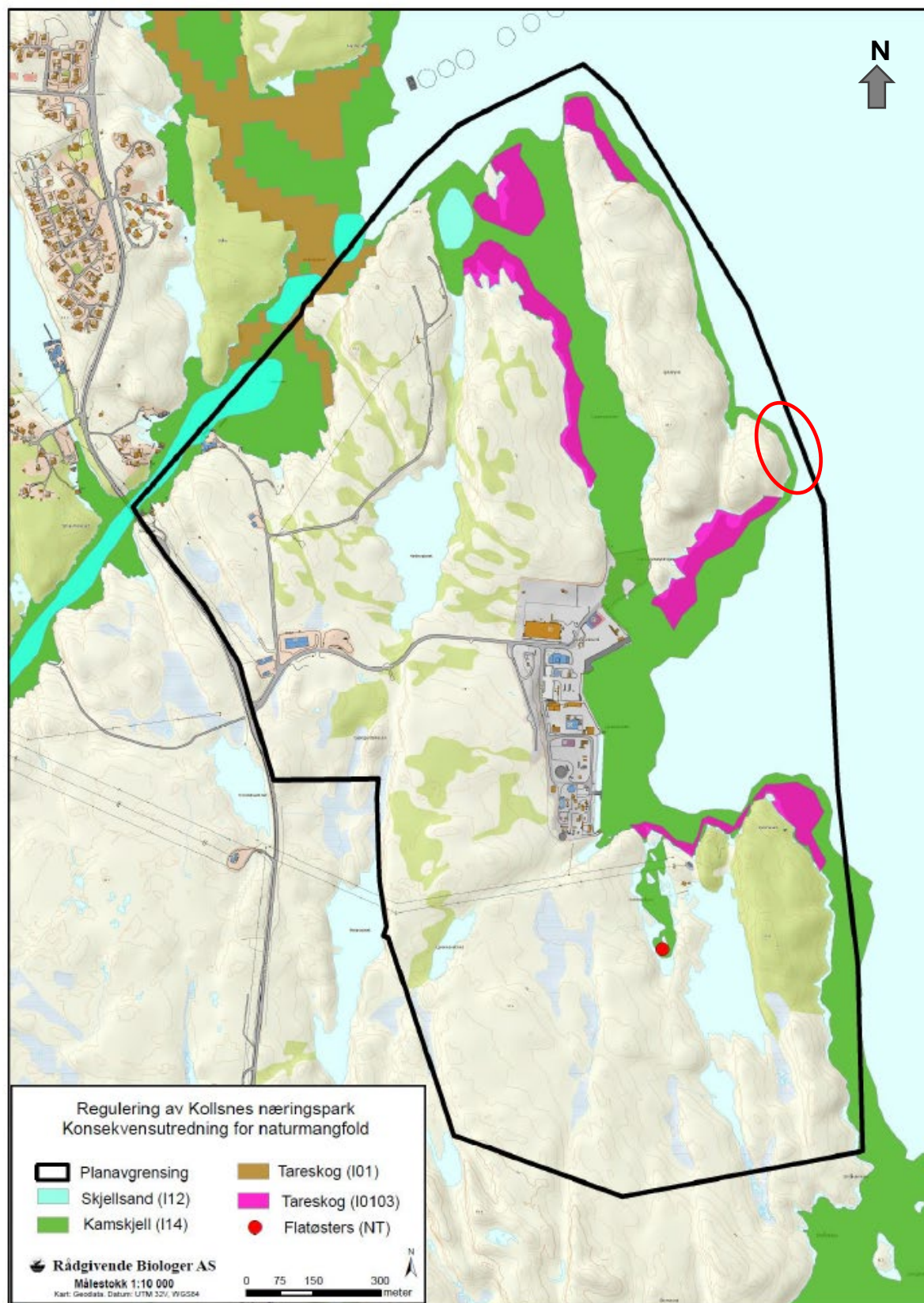
Figur 7-6: Strømroser for lokalitet B (nord) ved vanndybde 5 m (venstre) og 10 m (høyre). Kopi av figur 8 i [8].

7.3 Naturmangfold

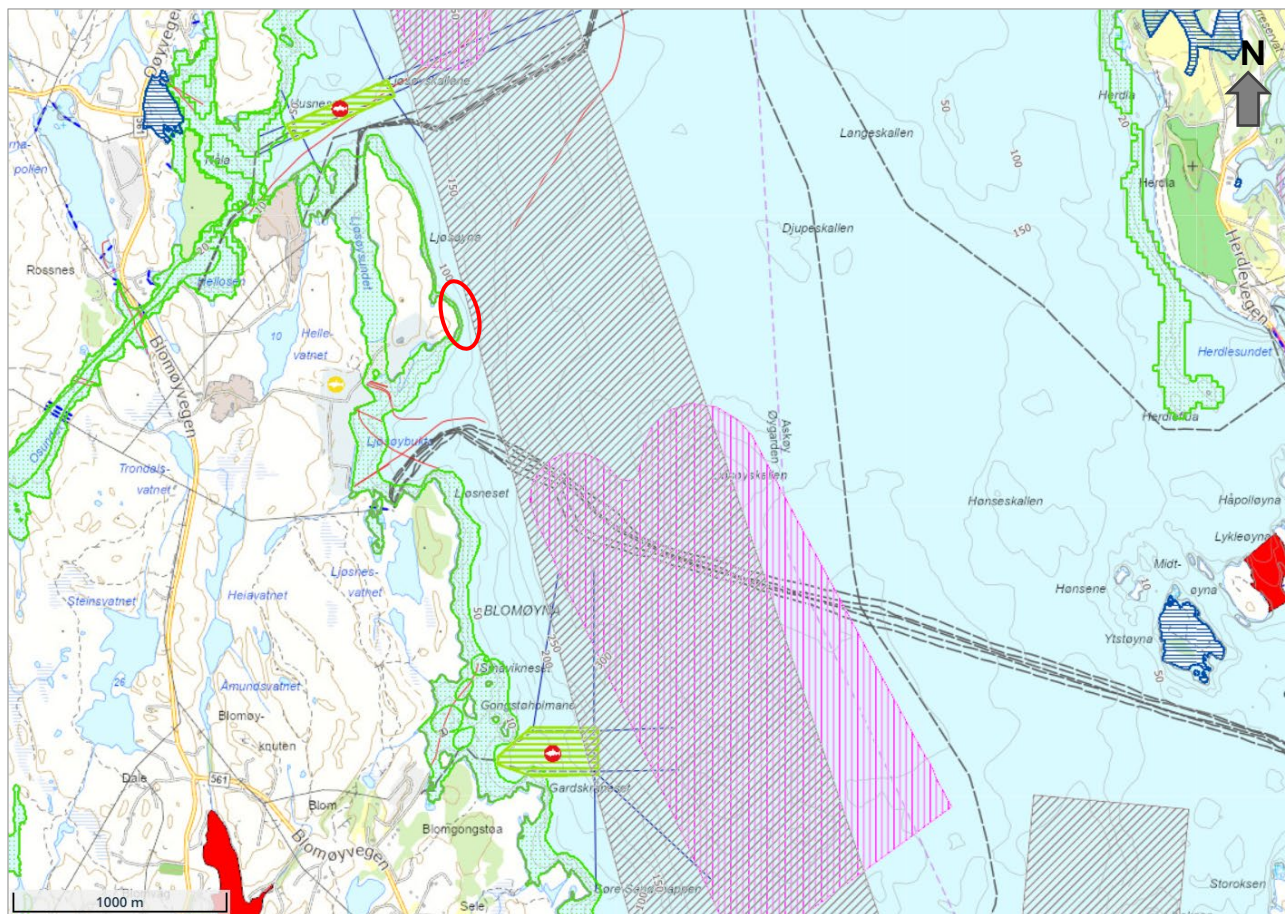
I forbindelse med konsekvensutredningen for utbygging og drift av Northern Lights, gjennomførte Rambøll i 2018 en bakgrunnsstudie for Equinor vedrørende konsekvenser for fiskeri, havbruk og marint biologisk mangfold [9]. Rapporten ble utarbeidet i samarbeid med Rådgivende Biologer AS, som var ansvarlig for kapitler om fisk, fiskeri og akvakultur. Vurderingene bygget også på en konsekvensvurdering for naturmangfold og naturressurser som Rådgivende Biologer utførte i 2017 som følge av planlagte endringer i reguleringsplanen til Energiparken [10]. Naturtyper i sjø ble vurdert å ha stor verdi, og det ble registrert flere viktige naturtyper; store kamskjellforekomster, skjellsandforekomster, og større tareskogforekomster, se Figur 7-7.

Skjellsandforekomstene finnes primært i Osundet og i vestre del av munningen av Ljøsøysundet. Denne vurderes å ikke bli påvirket av det planlagte tiltaket. Rådgivende Biologer registrerte også flekkvis større forekomster av sukkertareskog. Sukkertareskog er en rødlistet naturtype i kategori sårbar (VU). Det ble bl.a. registrert tareskog på sørenden av Ljøsøyna. I dette området har det foregått anleggsvirksomhet som følge av første utbyggingstrinn for Northern Lights.

Rådgivende Biologer beskriver videre to rekefelt og en fiskeplass for passive redskaper som er i aktiv bruk øst i Hjeltefjorden, se Figur 7-8, og som vurderes å ha middels verdi.



Figur 7-7: Naturtyper i sjø i influensområdet, pluss avgrenset forekomst av rødlistearten flatøsters (NT) (figur 12 fra Rådgivende Biologers rapport [10]). Område for planlagt ny kai er vist med rød sirkel.



Figur 7-8: Skjermdump fra <https://kart.kystverket.no/> med informasjon fra marine grunndata, naturbase, havbruksdatabasen, (25.04.2025). De grønne områdene viser registrert kamskjellforekomst av viktig verdi, rosa skravur viser områder der det fiskes med aktive redskap, brun skravur viser områder for fiske med passive redskap, rød farge viser låssettingsplasser. Like nord for Ljøsøysundet ligger det et akvakulturanlegg for produksjon av matfisk, og det samme gjør det sør ved Gangstøholmane. Blått område viser det statlig sikra friluftsområdet Ovågen.

Rambølls rapport [9] beskriver også en del sjøfugl i området, hvorav noen rødlistede⁴: «Holmen i sundet som ligger vest for nordspissen av Ljøsøyna, er hekkelokalitet for makrellterne (EN) og rødnebbterne (LC), ærfugl (VU), svartbak (LC), tjeld (NT) og rødstilk (NT). Situasjonen for flere av disse artene er p.t. kritisk regionalt (og lokalt), noe som setter ytre del av Ljøsøysundet til svært stor verdi. Hekkefunksjon for nevnte arter er fra perioden 2010 – 2017. Hekking på denne holmen er imidlertid allerede påvirket av aktivitet fra nærliggende fiskeoppdrett og båttrafikk gjennom Osundet.

Innenfor influensområdet rundt Ljøsøyna, er det registrert næringssøk for tre arter av særlig stor forvaltningsmessig interesse; svartbak (LC), krykkje (EN) og toppskarv (LC). Samt to arter av stor forvaltningsmessig interesse, svartand (VU) og ærfugl (VU) (Tabell 7-4). Det er også sannsynlig at fuglene som hekker i området gjennomfører næringssøk her.»

Holmen i sundet vest for nordspissen av Ljøsøyna vurderes å ikke bli påvirket av det planlagte tiltaket.

I Naturbase sitt kartlag over arter og artsforvaltning er det punktregistreringer av enkelte rødlistede fugler og ansvarsarter av fugl i området mellom Ljøsneset og Ljøsøyna. Disse er vist i Tabell 7-4.

⁴ Det kom ny rødliste for arter i 2021. Endrede rødlistekategorier er vist med rødt i teksten.



Tabell 7-4: Sjøfugl av forvaltningsmessig interesse som har influensområdet som funksjonsområde (næringssøk) iht. tabell 3-7 i Rambølls rapport [9]. I tillegg er tabellen oppdatert iht. ny rødliste for arter 2021, samt med registreringer i Naturbase ved Ljøsneset og Ljøsøyna (23.05.2025).

Art	Kategori	Rødlistet	Kilde
Svartand	Sårbar (VU)	Ja	Rambøll /Naturbase
Makrellterne	Sterkt truet (EN)	Ja	Rambøll
Ærfugl	Sårbar (VU)	Ja	Rambøll /Naturbase
Krykkje	Sterkt truet (EN)	Ja	Rambøll /Naturbase
Svartbak	Livskraftig (LC)	Nei (ansvarsart)	Rambøll /Naturbase
Toppskarv	Livskraftig (LC)	Nei (ansvarsart)	Rambøll /Naturbase
Storskarv	Nær truet (NT)	Ja	Naturbase
Skjærpiplerke	Livskraftig (LC)	Nei (ansvarsart)	Naturbase
Heipiplerke	Livskraftig (LC)	Nei (ansvarsart)	Naturbase
Havelle	Nær truet (NT)	Ja	Naturbase
Gråmåke	Sårbar (VU)	Ja	Naturbase
Grønnefink	Sårbar (VU)	Ja	Naturbase
Havørn	Livskraftig (LC)	Nei (ansvarsart)	Naturbase
Gråtrost	Livskraftig (LC)	Nei (ansvarsart)	Naturbase
Hønehauk	Sårbar (VU)	Ja	Naturbase

7.4 Friluftsliv

Det er ikke registrert statlig sikrede friluftsområder innenfor reguleringsplanområdet ([9] / www.naturbase.no).

Rundt Hellevatnet (vest for Ljøsøysundet) og mellom Ljøsøysundet og Helleosen er det i kystsonen planlagt område for turgåing og bading i ferskvann (Hellevatnet). Hellevatnet er også vist med fiskemuligheter. I dag er imidlertid Oksneset regulert for næring. I kommunen sin barnetråkk-registrering kommer det likevel fram at området blir brukt som nærturområde [11]. Sør for Ljøsøybukta er det registrert to områder, Kåreløypa og Ljøsneset, med friluftslivinteresser hovedsakelig knyttet til fotturer i utmarksområde (www.naturbase.no).

Sjøområdene og strandsonen fra Oen i nord, gjennom Osundet og til Blomvåg i vest, er mye brukt innenfor båtfriluftsliv, bading, fiske og turgåing [11].

7.5 Marine kulturminne

Det er ingen kjente marine kulturminner i planområdet [11]. På Ljøsøyna er det to kjente fornminner (Kulturminne ID 94829 og 94830), men disse ligger nord og nordvest på øya, og vil ikke bli berørt av landanlegget.

8 Miljø- og tiltaks mål

Miljømål for prosjektet er at tiltaksarbeidene i sjø ikke skal føre til spredning av forurensning som kan være skadelig for miljøet i resipienten eller føre til forringelse av økologisk og kjemisk tilstand.

Prosjektet skal heller ikke føre til undervannsstøy som kan være skadelig for driften til Blom fiskeoppdrett nord for Ljøsøyna.



9 Risikovurdering og vurdering av behov for tiltak

9.1 Spredning av partikler

Tiltaket innebærer sprenging fra overflaten ned til over 15 meters dyp, og dumping av sprengstein ned til betraktelig større dyp like ved. Både sprenging og dumping har potensiale for å forårsake partikkelspredning, men i dette tilfellet er det lite bunnsedimenter som kan virvles opp som følge av arbeidet. Det vil derfor først og fremst være finstoff som produseres ved sprenging og fra sprengsteinen når den dumpes, som potensielt kan spres. Omfanget av slik spredning er ventet å være lite, foregå på stort dyp, og raskt fortynnes i resipienten.

Det er ikke ventet at partikkelspredningen vil bli så omfattende at den vil få negative følger for næringsøk for fugler eller påvirke tareskog og kamskjellforekomster. Spredning av partikler vurderes heller ikke å bli så omfattende at det vil kunne påvirke vannkvaliteten ved sjøvannsinntakene til Mowi i Ljøsøybukta, eller ved oppdrettsanlegget til nord og sør for tiltaksområdet.

Det vurderes ikke som nødvendig med avbøtende tiltak av hensyn til spredning av partikler.

9.2 Spredning av forurensning

Generelt kan utfylling/dumping av masser på forurenset sjøbunn medføre oppvirvling og spredning av forurenset finstoff. I området der det skal sprenges er det hovedsakelig bart berg og derfor ikke masser som kan inneholde forurensning. Det er heller ikke mistanke om forurensning i området der massene skal dumpes. Det antas derfor at det ikke vil være fare for spredning av forurensning i forbindelse med de planlagte arbeidene.

9.3 Spredning av nitrogen

Udetonert sprengstoff vil kunne føre til tilførsel av nitrogen i resipienten. Nitrogenet er ventet å foreligge som ammonium og nitrat.

En miljøkonsekvens ved tilførsel av store mengder nitrogenforbindelser er eutrofiering. Eutrofiering fører til økt algeproduksjon som videre kan føre til endringer i det biologiske mangfoldet og reduserte oksygenforhold i resipienten. Det planlagte tiltaket har begrenset omfang, og er ikke ventet å gi tilførsel av nitrogen av betydning. Det er i dag ikke vanlig å benytte renseløsninger som fjerner nitrogen i forbindelse med sprengningsarbeider i Norge, og det vil uansett ikke være mulig å gjennomføre tiltak under vann.

Det vurderes verken som nødvendig eller mulig med tiltak for å hindre noe tilførsel av nitrogen i forbindelse med undervannssprengningen.

9.4 Spredning av plast (skytteledninger)

Bruk av skyteledninger kledd med plast kan føre til plastforsøpling av nærliggende områder. I tillegg kan sjøfugl i noen tilfeller ta feil under næringssøk og forveksle plastbiter med mat, noe som vil medføre en fare for fuglen.

Det finnes både skyteledninger som synker til bunns (elektroniske tennere), og skyteledninger som flyter (ikke-elektroniske/sjokkbølge). Plastforbruket er mindre ved bruk av elektroniske tennere. For dette tiltaket planlegges det å bruke elektroniske tennere som synker. Det vurderes derfor ikke som nødvendig med ekstra tiltak for å samle opp plasten.



9.5 Undervannsstøy

Det er gjort en egen risikovurdering av de planlagte sprengningsarbeidene, se vedlegg A.

I vurderingen er det benyttet en videreutvikling av Arons' formel for beregning av undervannssprengtrykk, med justeringer for fordemmingseffekt, refleksjonsdemping og bunnsedimenters egenskaper. Det er også inkludert oppdaterte grenseverdier for lydpåvirkning på fisk og marine pattedyr, i tråd med anbefalinger fra Havforskningsinstituttet og FFI, se Tabell 9-1. De anbefalte grenseverdiene er basert på adferdsendring hos fisken, ikke fysisk skade.

Resultatene av vurderingen viser at sprengninger med en intervallvekt på 25 kg (anslått fra entreprenør) og god fordemming (som forventes å gi en skjermingseffekt på 90 %) gir lav risiko for skade på dyreliv mer enn 2 km fra sprengstedet, se Figur 9-1.

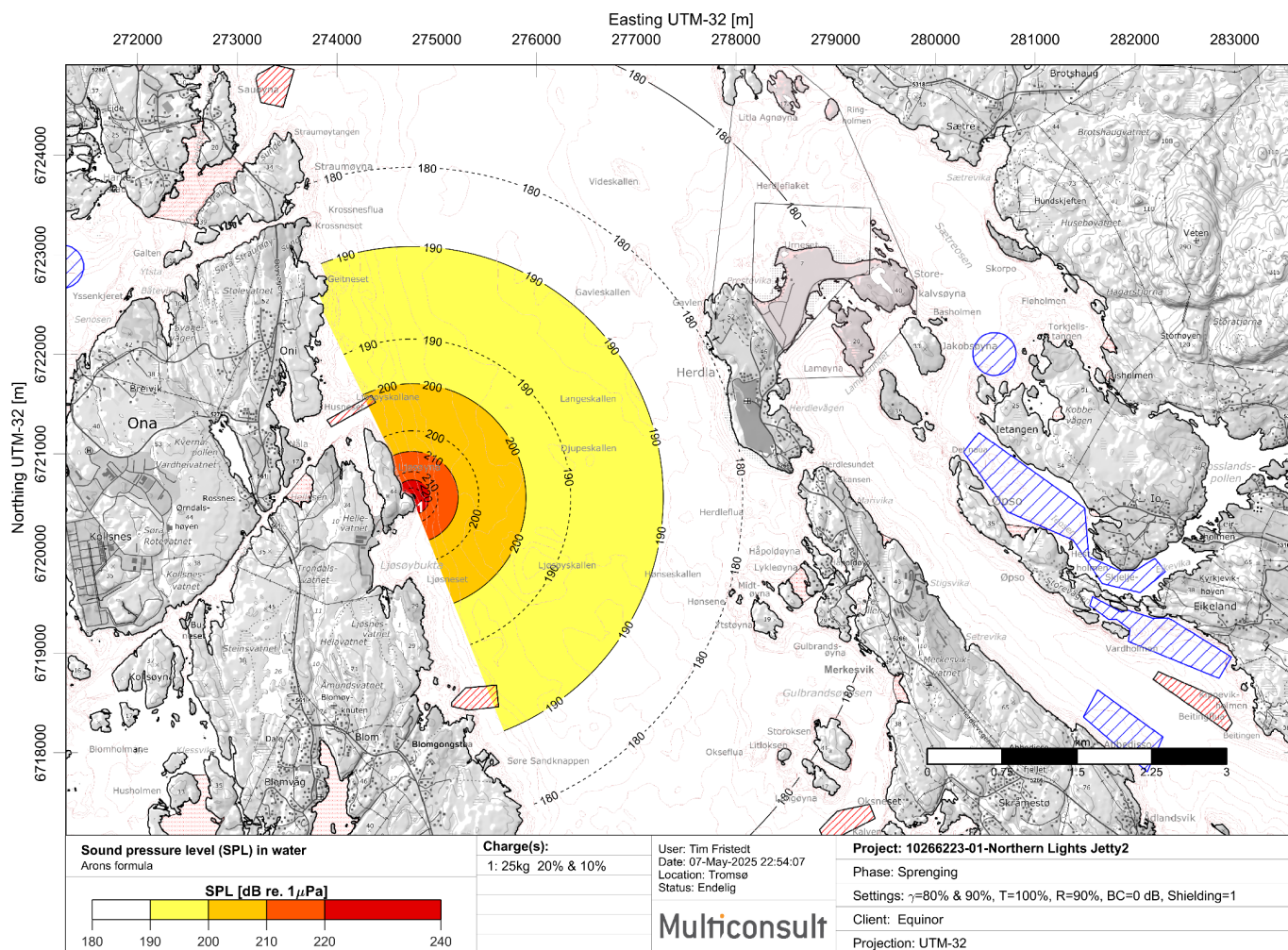
Tabell 9-1: Terskelverdier ved kort- og langvarig lydeksposering. Tabell basert på studier ved sprenging og peling [12], [13], [14], [15]. Spisstrykket, SPL er angitt i [dB re 1 µPa], og lydeksposering, SEL er angitt i [dB re 1 µPa²s]. Manglende data er oppgitt som M.D. (Tabell hentet fra vedlegg A).

Type art	BDT - Terskel for endret adferd / reaksjon		TTS – Temporær terskelforskyvning		PTS – Permanent terskelforskyvning		Barometrisk trauma / død		Partikkelbevegelse
	SPL	SEL ₁₀	SPL	SEL ₁₀	SPL	SEL ₁₀	SPL	SEL ₁₀	mm/s
Fisk i merder / Gyting	163	145	-	-	-	-	-	-	-
Fisk	190	160	206	186	207	203	229-234	210	< 6
Liten hval / Nise	152	145	196	202	207	203	229-234	-	< 6
Phocids (seldyr)	M.D.	M.D.	212	170	218	185	217-242	-	13
Andre marine rovdyr (eks. hvalross, isbjørn)	M.D.	M.D.	226	188	232	203	-	-	M.D.
Terskelverdier	150 / 163 / 190	145 / 160	200	180	210	200	220	210	6

De to nærmeste oppdrettsanleggene (14435 Ljøsøy N og 11667 Gardskråneset) kan oppleve midlertidige adferdsendringer hos fisk, men ikke varige skader, forutsatt at fordemmingen fungerer som planlagt. Ved dårligere fjellkvalitet og dermed stor sannsynlighet for slepp i fjell, som gir en redusert fordemmingseffekt, øker risikoen for skade ved det nordligste anlegget 14435 Ljøsøy N, mens 11667 Gardskråneset fortsatt er i sonen til endret adferd.

Entreprenøren vil logge fjellkvaliteten kontinuerlig under boring av sprenghullene for å sikre god gjennomføring av sprengningene. Ifølge opplysninger fra Sweco planlegges det også injisering av eventuelle sprekker i berget før sprenging, noe som vil styrke berget og bidra til at fordemmingen fungerer som forutsatt. Sprengningsarbeidene i dagsonen vil bli utført før undervannssprengningen, og entreprenøren vil også bruke erfaringer om bergkvaliteten fra denne sprengningen ved planlegging av sprengningsarbeidet under vann.

Det anbefales også bruk av boblegardin som avbøtende tiltak for å redusere trykkpåvirkningen ytterligere, samt måling av sprengtrykk under hele tiltaket. Alternativt foreslås også lokal lufting i merdene for å varsle fisk om kommende sprengninger.



Figur 9-1: Resultat av analyse av beregnet spisstrykk (SPL i dB re 1 μ Pa) fra sprengning ved Northern Lights Jetty 2 med 25 kg enhetsladning. Hele sirkler indikerer sprengning med uttettede hull/oppsprukket fjell ($\gamma=80\%$) og stiplede sirkler indikerer godt tettete hull med fungerende fordemming ($\gamma=90\%$). Blå skraverte områder markerer gytefelt for i hovedsak torsk, rød skravert polygoner er oppdrettsanlegg og røde områder med små prikker er låssetningsplasser for fisk. (Figur hentet fra vedlegg A).

9.6 Gjennomføring av tiltak i perioden 15. mai til 15. september

Med den planlagte framdriftsplanen er det ventet at det meste av anleggsarbeider utføres utenom perioden 15. mai til 15. september, jf. kapittel 3.

Det er ingen registrerte statlig sikra friluftslivsområder i eller like ved tiltaksområdet. Det er heller ingen andre friluftsområder i umiddelbar nærhet som vurderes som så viktige at anleggsarbeidet ikke kan gjennomføres. Av hensyn til friluftsliv vurderes det derfor som akseptabelt at anleggsarbeid eventuelt utføres i perioden mellom 15. mai til 15. september.

Det er registrert hekking av flere rødlistede sjøfuglarter ytterst i Ljøsøysundet, men avstanden fra tiltaket er stor og det er ikke forventet at arbeidet i denne fasen vil være betydelig negativt for sjøfugl. Av hensyn til dyre- og planteliv vurderes det derfor som akseptabelt at anleggsarbeid eventuelt kan utføres i perioden mellom 15. mai til 15. september. Generelt gjelder krav om å ta hensyn dersom det registreres hekkende fugl på anleggsområdet.



10 Avbøtende tiltak

Basert på vurderinger av undervannsstøy i forbindelse med de planlagte arbeidene, samt utført risikovurdering (vedlegg A), skal det benyttes boblegardin i forbindelse med undervannssprengningen. På grunn av den bratte bunntopografien vil boblegardinen ikke legges på bunnen, men ligge svevende i vannet. Antatt ved ca. 25 m dybde.

Det er ikke planlagt avbøtende tiltak utover kontroll og overvåkning som beskrevet i avsnittet under.

11 Kontroll og overvåking

Det må gjennomføres et overvåkingsprogram for å kontrollere at miljø- og tiltaksmål nås.

11.1 Boblegardin

Boblegardinen skal kontrolleres visuelt minimum én gang per uke, samt før hver sprengning. Kontrollen skal loggføres.

11.2 Hydrofoner

Det skal utføres trykkovervåking av undervannssprengning med hydrofoner for å dokumentere lydtrykket ifra sprengingstiltaket. Endelig plassering av målere vil bli bestemt i samarbeid med utførende entreprenør.

11.3 Sluttkontroll

Det er ikke planlagt sluttkontroll etter avsluttet tiltak.

12 Referanser

- [1] Sweco, 2022. Equinor ASA. Northern Lights Jetty 2 - Geological survey, rock mass stability and support. Document code E234-SW-Q-RA-00006, dated December 16, 2022.
- [2] Sweco, 2023. Equinor ASA. Northern Lights Jetty II. FEED. Kai 2 Northern Lights. Risikovurdering sprengningsarbeider i sjø, datert 10.05.2023
- [3] Multiconsult, 2019. Blom Fiskeoppdrett. Strømrappport Oksneset, Øygarden kommune, 09.04.2019 – 22.05.2019, Dokumentkode 10210115-01-RIAKVA-RAP-001.
- [4] Multiconsult, 2019. Equinor ASA. Northern Lights Metocean survey - Final data report, 13.06.2018 – 20.09.2019. Dokumentkode 10204485_01-RIMT-RAP-020.
- [5] Noomas, 2013. Lokalitetsrapport Ljøsøy N, LR-291013-1-OV.
- [6] Multiconsult, 2020. Equinor ASA. Northern Lights – Site preparation and marine structures. Partikkelspredning. Dokumentkode E234-MC-V-RB-10134, revisjon 01, datert 26.05.2020.
- [7] DHI, 2022 Northern Lights, current measurements. Data Report: Current measurements. Prosjektnr. 11828127. Revisjon 02. Rapport datert 25.11.2022.
- [8] Sweco, 2024. Jetty 2. Design basis civil works. Dokumentnr. E234-SW-Q-RA-00015, revisjon F02, datert 07.06.2024.
- [9] Rambøll, 2018. Equinor ASA. Northern Lights. Konsekvensvurdering med hensyn på fiskeri, havbruk og marint biologisk mangfold. Prosjektnr. 1350029893, rapportversjon 04, datert 07.12.2018.



- [10] Rådgivende Biologer AS, 2017. Regulering av Kollsnes næringspark, Øygarden kommune. Konsekvensvurdering for naturmangfold og naturressurser. Rapport nr. 2535, datert 27. oktober 2017.
- [11] Rambøll, 2018. Equinor ASA. Northern Lights. Konsekvensvurdering med hensyn på landskap, friluftsliv, kulturminner og kulturmiljø. Prosjektnr. 1350029893, rapportversjon 04, datert 04.12.2018.
- [12] Popper and Hawkins, "An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes," vol. 94, p. 692–713, 2019.
- [13] M. H. Andersson, A. Nöjd and J. Carlström, "Kunskapsunderlag om undervattens-explosioner och marina djur, Teknisk rapport FOI-R--4413--SE," Totalförsvarets forskningsinstitut FOI, 2017.
- [14] A. N. Popper, A. D. Hawkins, F. R. Richard, D. A. Mann, S. Bartol, T. J. Carlson, S. Coombs, W. T. Ellison, R. L. Gentry, M. B. Halvorsen, S. Løkkeborg, P. H. Rogers, B. L. Southall, D. G. Zeddis and W. N. Tavolga, "Sound Exposure Guidelines," Springer, Cham, 2014.
- [15] A. Fauske, "Undervannssprengning i nærheten av Oppdrettsanlegg – begrensninger og krav til gjennomføring," Orica Mining Services, Fjellsprengningsteknikk, bergmekanikk/geoteknikk, 2007.

Vann-nett, www.vann-nett.no

Miljøstatus, www.miljostatus.no

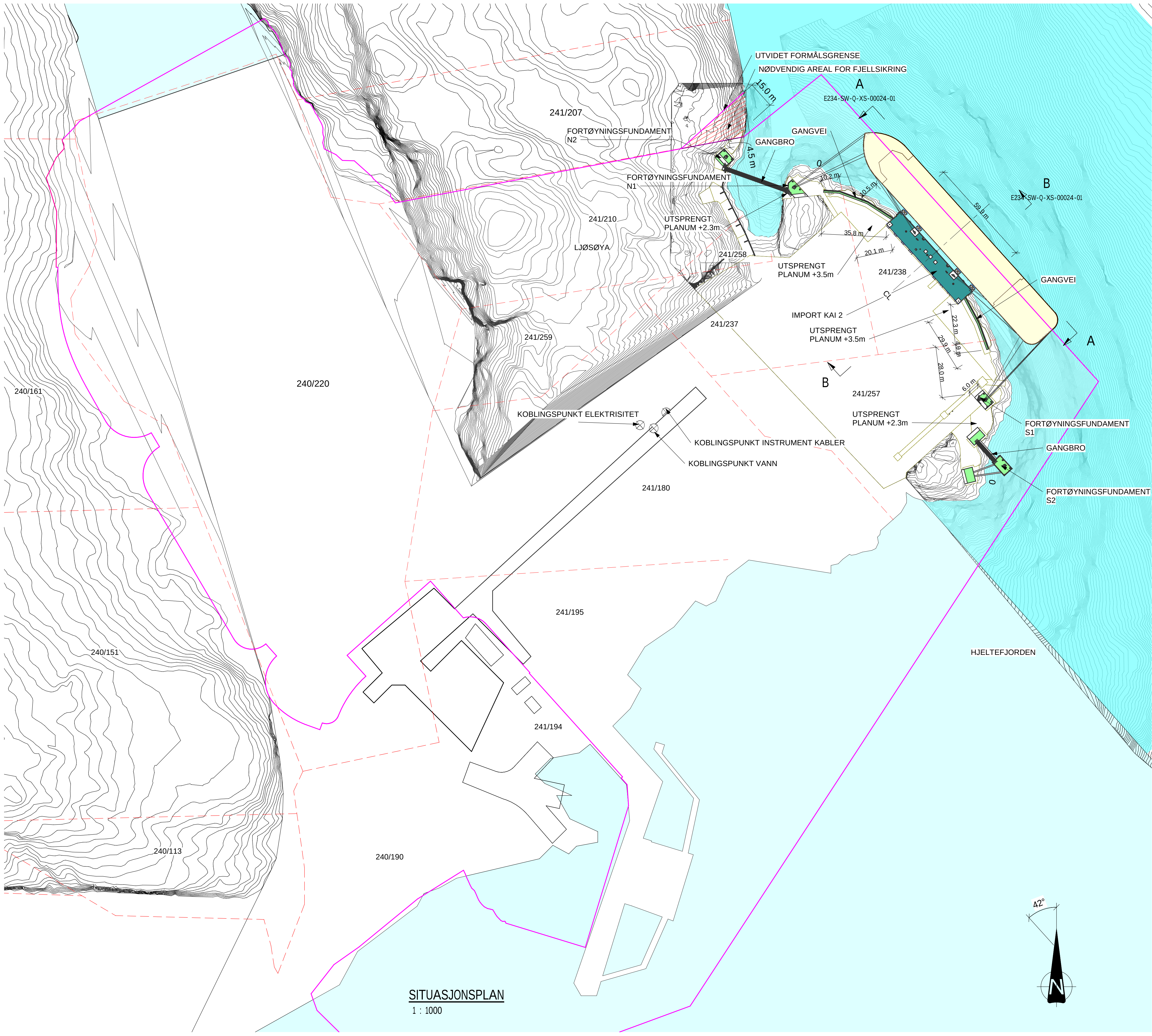
Naturbasen, <https://kart.naturbase.no/>

Artsdatabasen, <https://www.artsdatabanken.no/>

Fiskeridirektoratet, <http://kart.fiskeridir.no>

Kulturminnesøk, www.kulturminnesok.no

Kystinfo, kart.kystverket.no



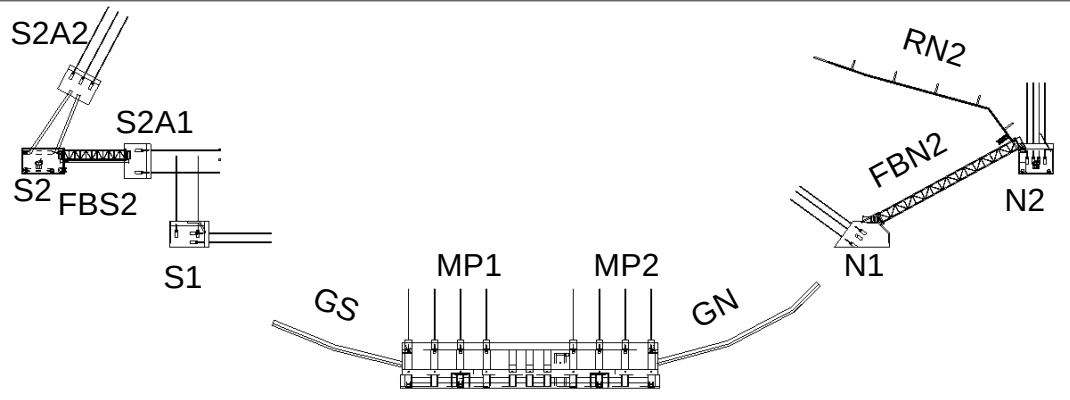
SITUASJONSPLAN
1 : 1000

ANMERKNING:

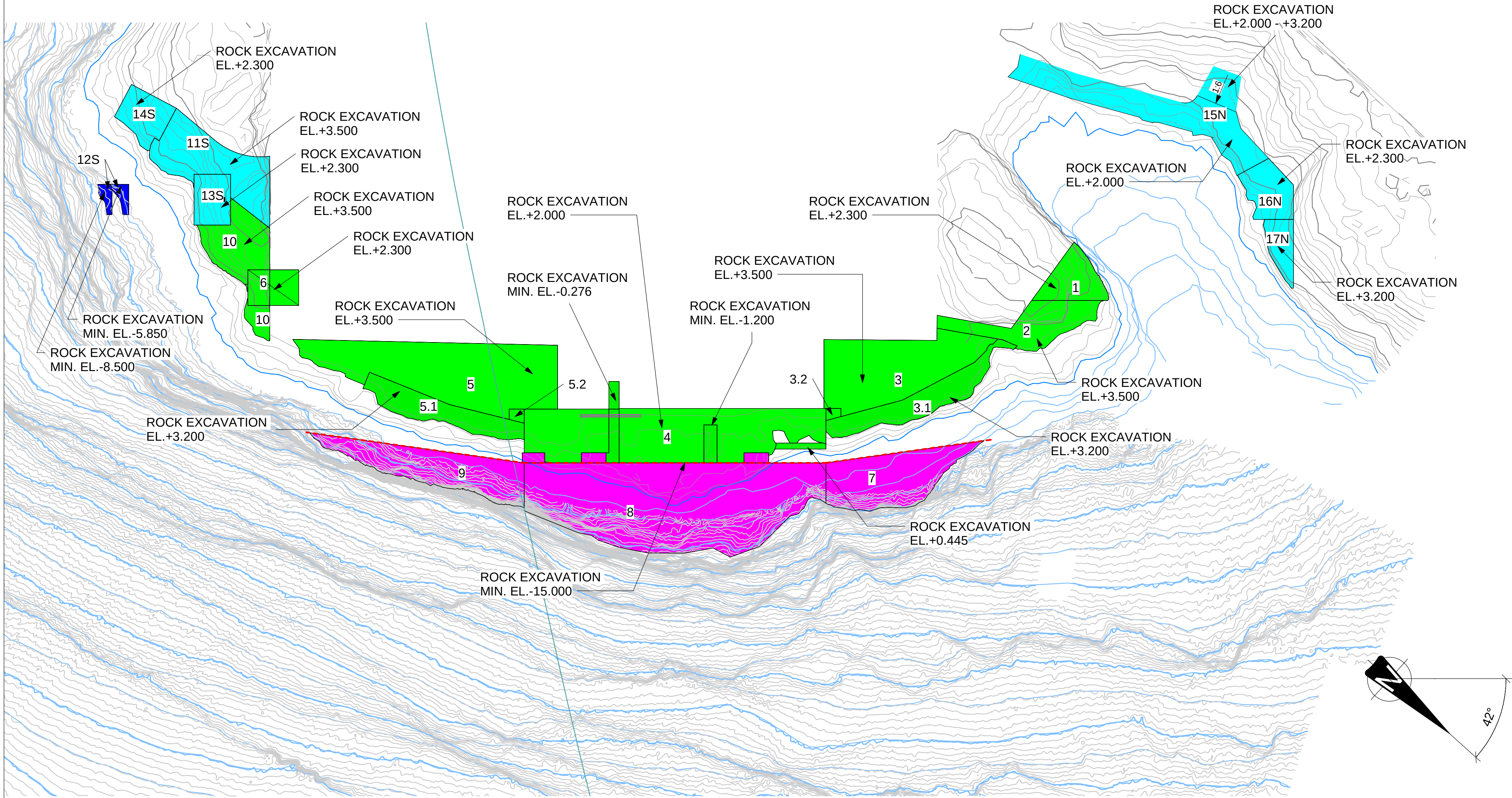
1. KOORDINATSYSTEM EUREF 89 NTM SONE 05, HØYDESYSTEM NN2000

- KAI
- SKIP
- FORTØYNINGSFUNDAMENT
GANGVEI
- FORMÅLSGRENSE
OMRÅDE FOR INDUSTRI
- EIENDOMSGRENSE

DRAWING NAME: JETTY 2 SITUASJONSPLAN	DRAWING STATUS: POST FEED
CONTRACTORS DOCUMENT ID	10231727-E234-SW-Q-XF-00025-01



F03	RE-ISSUED FOR INFORMATION	NOBENR	NOSVMM	26.11.2024
F02	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOBENR	15.08.2024
F01	UTSTEDT FOR INFORMASJON	NOBIRK	NOKAMP	22.03.2023
REV	REASON FOR ISSUE	PREPARED	CHECKED	DATE
CUSTOMER EQUINOR		 equinor	PREPARED EBIRKELAND	CHECKED AKAMPESÆTER
PROJECT NAME NORTHERN LIGHTS JETTY 2 FEED			DATE 22.03.2023	APPROVED S.Å.MOE
JETTY 2		SCALE	1:1000	
SITUASJONSPLAN		FORMAT	A1	
		PROJECT NO	10231727	
		SWECO MANAGER	SVEIN ÅDNE MOE	
 SWECO		DRAWING STATUS		
		POST FEED		
CONTRACTORS DOCUMENT ID		STATUS	REVISION	
E234-SW-Q-XF-00025-01		-	F03	



ROCK EXCAVATION PLAN
UTPREGNINGS PLAN

1 : 500

ROCK EXCAVATION BELOW SEA LEVEL		
AREA NR.	EXCAVATION VOLUM [m³]	SAW AREA [m²]
7	1700 m³	530 m²
8	9690 m³	1020 m²
9	1830 m³	720 m²
SUM.:	13210 m³	2270 m²

ROCK EXCAVATION BELOW SEA LEVEL NORTH 2 AND SOUTH 2		
AREA NR.	EXCAVATION VOLUM [m³]	SAW AREA [m²]
12S	20 m³	
	20 m³	

ROCK EXCAVATION ABOVE SEA LEVEL		
AREA NR.	EXCAVATION VOLUM [m³]	SAW AREA [m²]
1	420 m³	
2	310 m³	
3	2070 m³	
3.1	330 m³	
3.2	10 m³	
4	1090 m³	300 m²
5	2290 m³	
5.1	280 m³	
5.2	20 m³	
6	110 m³	
10	650 m³	
SUM.:	7590 m³	300 m²

ROCK EXCAVATION ABOVE SEA LEVEL NORTH 2 AND SOUTH 2		
AREA NR.	EXCAVATION VOLUM [m³]	SAW AREA [m²]
11S	1110 m³	
13S	360 m³	
14S	240 m³	
15N	950 m³	
16N	310 m³	
17N	200 m³	
SUM.:	3170 m³	

LEGEND.

- ROCK EXCAVATION AT SEA.
UTSPRENGNING UNDER VANN.
- ROCK EXCAVATION AT SEA N2 AND S2.
UTSPRENGNING UNDER VANN N2 OG S2.
- ROCK EXCAVATION AT LAND.
UTSPRENGNING PÅ LAND.
- ROCK EXCAVATION AT LAND. N2 AND S2.
UTSPRENGNING PÅ LAND. N2 OG S2.

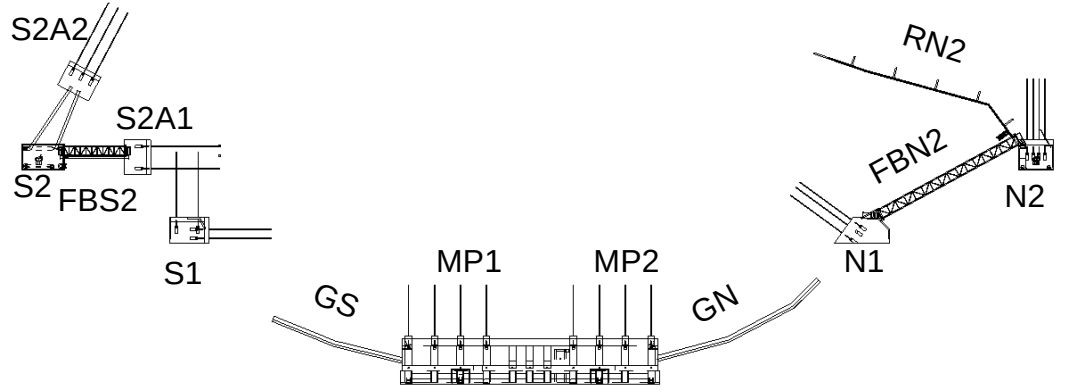
----- WIRE SAWING/ CONTOUR BLASTING.
TRÅDSAGING/ KONTURSPRENGNING.

THE DRAWING IS COLOUR CODED.
TEGNINGEN ER FARGEKODET.

REMARKS:

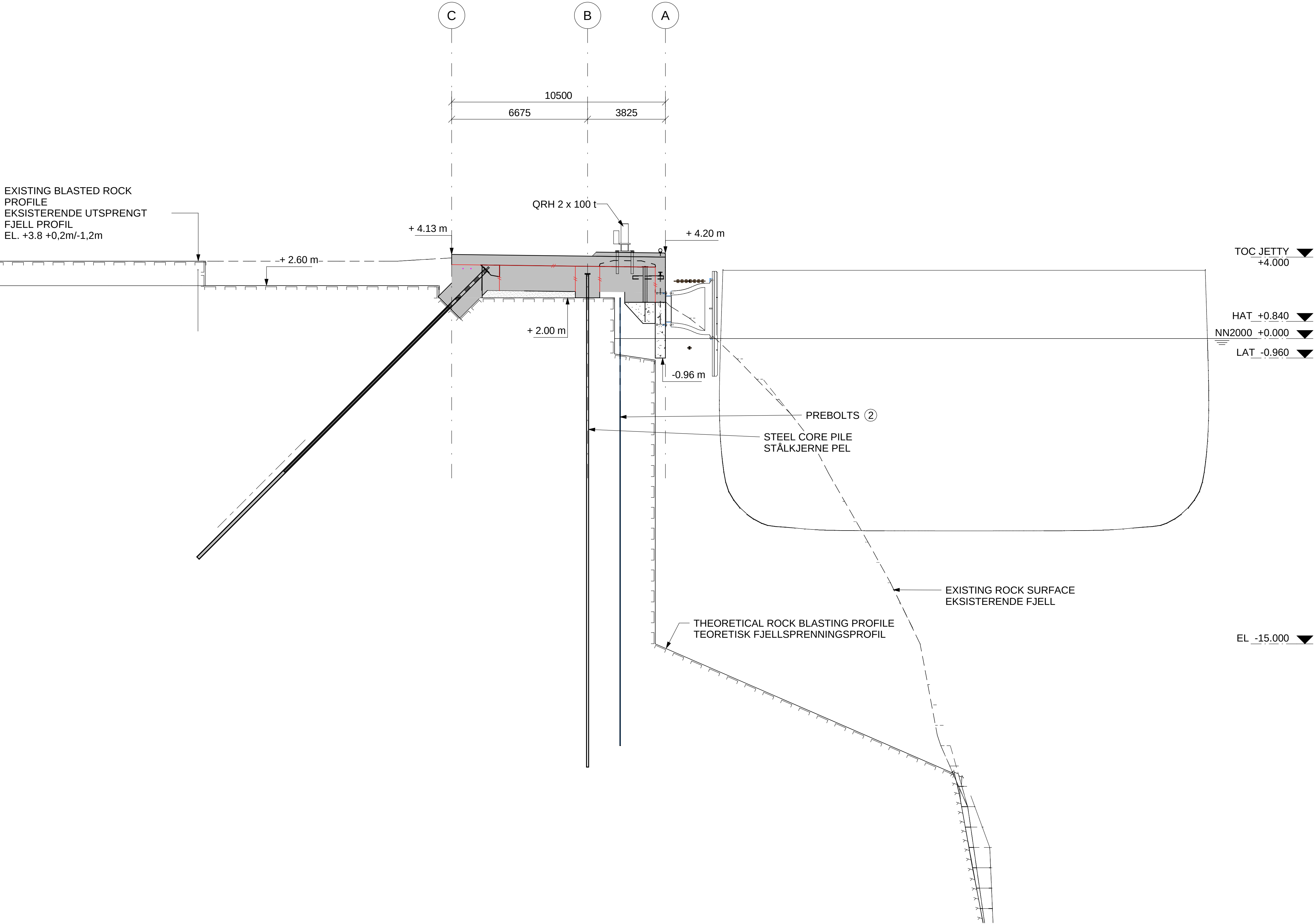
1. COORDINATES EUREF 89 NTM ZONE 05, HEIGHT SYSTEM NN2000
KOORDINATSYSTEM EUREF 89 NTM SONE 05, HØYDESYSTEM NN2000

DRAWING NAME: JETTY 2 ROCK EXCAVATION PLAN	DRAWING STATUS: POST FEED
CONTRACTORS DOCUMENT ID	E234-SW-Q-XF-00018-01



F05	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOBENR	31.01.2025
F04	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOBENR	15.08.2024
F03	ISSUED FOR REVIEW	NOBIRK	NOBENR	05.07.2024
F02	ADDED AREA FOR FUTURE MOORING FOUNDATION	NOBIRK	NOKAMP	29.03.2023
F01	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOKAMP	08.03.2023
REV	REASON FOR ISSUE	PREPARED	CHECKED	DATE
CUSTOMER EQUINOR		PREPARED E.BIRKELAND	CHECKED A.KAMPESJETER	DATE 15.08.2024
PROJECT NAME NORTHERN LIGHTS JETTY 2 FEED		APPROVED S.Å.MOE		
JETTY 2		SCALE 1:500		
ROCK EXCAVATION PLAN		FORMAT A1		
		PROJECT NO 10231727		
		SWECO MANAGER SVEIN ÅDNE MOE		
		DRAWING STATUS POST FEED		
SWECO		STATUS -		
CONTRACTORS DOCUMENT ID E234-SW-Q-XF-00018-01		REVISION F05		

CONTRACTORS CONTRACT NUMBER
4504129924



SECTION 1
SNITT 1

1 : 100

CONCRETE :

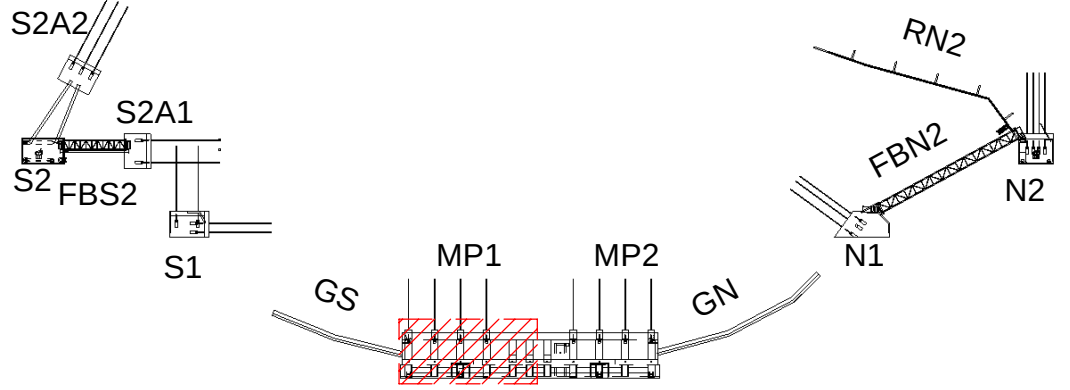
DESIGN CODE: NS-EN 1990, NS-EN 1992, NS-EN 13670,
PROSESSKODE 2
CONCRETE STRENGHT CLASS: B45 SV-STANDARD
CHLORIDE CLASS: C1 0,10
DURABILITY CLASS: MF40
RELIABILITY CLASS: RC2
CONTROL CLASS: NORMAL CONTROL
D max: 22 mm
TOLERANCE CLASS: 1
REINFORCEMENT STEEL GRADE: B 500 NC
COVER:
- GENERAL NOMINAL: 85 mm
- TO TOP LAYER SLAB FLOOR: 70 mm
- PILES : 60mm
TOLERANCE: +/-10 mm
MINIMUM ANCHORING LENGTH OF REBAR SPLICES: 50ø
VISIBLE CORNERS CHAMFERED: 50 x 50mm.

REMARKS:

1. COORDINATES EUREF 89 NTM ZONE 05, HEIGHT SYSTEM NN2000

② = POSITIONS, INCLINATIONS AND AMOUNT ARE GIVEN IN GEO DRAWINGS

DRAWING NAME: JETTY 2 MAIN PLATFORM SECTION 1 AXIS 2	DRAWING STATUS: POST FEED
CONTRACTORS DOCUMENT ID	E234-SW-Q-XS-00013-01



F03	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOBENR	31.01.2025
F02	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOBENR	15.08.2024
F01	ISSUED FOR INFORMATION	NOBIRK	NOKAMP	08.03.2023
REV	REASON FOR ISSUE	PREPARED	CHECKED	DATE
CUSTOMER		PREPARED	CHECKED	DATE
EQUINOR		E.BIRKELAND	A.KAMPESJETER	15.08.2024
PROJECT NAME		DATE	APPROVED	S.Å.MOE
NORTHERN LIGHTS JETTY 2 FEED		SCALE	1:100	
JETTY 2		FORMAT	A1	
MAIN PLATFORM		PROJECT NO	10231727	
SECTION 1 AXIS 2		SWECO MANAGER	SVEIN ÅDNE MOE	
DRAWING STATUS		POST FEED		
SWECO		STATUS	REVISION	
CONTRACTORS DOCUMENT ID		E234-SW-Q-XS-00013-01	-	F03



Notat

OPPDRAG	10266223-01-Responsible Applicant Jetty 2 and Phase 2	DOKUMENTKODE	10266223-01-RIMT-NOT-001
EMNE	Risikovurdering ved sprenging	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Equinor	OPPDRAGSLEDER	Tim Fristedt
KONTAKTPERSON	Laurence Pinturier	UTARBEIDET AV	Tim Fristedt
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235003

SAMMENDRAG

Notatet presenterer en miljørisikovurdering knyttet til undervannssprengning i forbindelse med utdyping av sjøbunnen ved bygging av kaianlegg for Northern Lights Jetty2 på Øygardens østside. Formålet er å vurdere risikoen for skade på marint dyreliv, spesielt fisk i nærliggende oppdrettsanlegg, som følge av trykkbølger fra sprengningene.

Vurderingen benytter en videreutvikling av Arons' formel for beregning av undervannssprengtrykk, med justeringer for fordemmingseffekt, refleksjonsdemping og bunnsedimenters egenskaper. Det er også inkludert oppdaterte grenseverdier for lydpåvirkning på fisk og marine pattedyr, i tråd med anbefalinger fra Havforskningsinstituttet og FFI.

Resultatene viser at sprengninger med en intervallvekt på 25 kg (anslått ifra entreprenør) og god fordemming (som forventes til å gi en skjermingseffekt på 90%) gir lav risiko for skade på dyreliv mer enn 2 km fra sprengstedet.

De to nærmeste oppdrettsanleggene (14435 Ljøsøy N og 11667 Gardskråneset) kan oppleve midlertidige adferdsendringer hos fisk, men ikke varige skader, forutsatt at fordemmingen fungerer som planlagt. Ved dårligere fjellkvalitet og dermed stor sannsynlighet for slepp i fjell som gir en redusert fordemmingseffekt øker risikoen for skade ved det nordligste anlegget 14435 Ljøsøy N, mens 11667 Gardskråneset fortsatt er i sonen til endret adferd.

Vi anbefaler at fjellkvaliteten kontinuerlig sjekkes under boring av sprenghullene, for å sikre at skjermingen fra fordemming fungerer så godt som mulig.

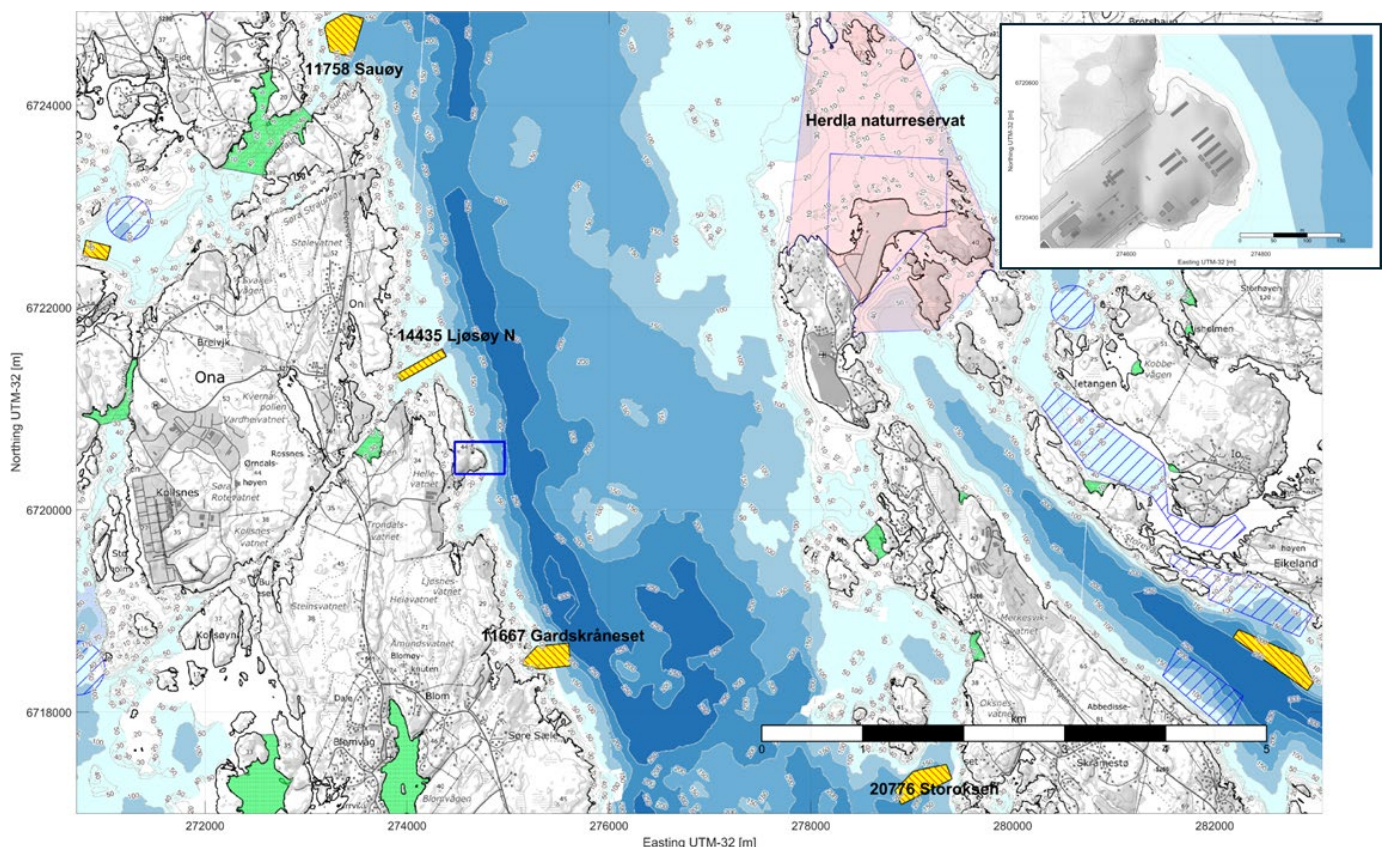
Vi anbefaler også bruk av boblegardin som avbøtende tiltak for å redusere trykkpåvirkningen ytterligere og måling av sprengtrykk under hele tiltaket. Alternativt foreslås også lokal lufting i merdene for å varsle fisk om kommende sprengninger.

00	12.05.2025	Første utgave	Tim Fristedt	Hans Kristian Djuve	Siv Brunes Røtvold
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Bakgrunn

I forbindelse med bygging av kaianlegg «Northern Lights Jetty2» skal det utdypes utenfor anlegget ned til kote -15.0 [1]. Området ligger på østsiden til Øygarden ved Ljøsøyna ved Hjeltefjorden som separerer Øygarden fra Askøy, se Figur 1. I området rett utenfor anleggsplassen er Hjeltefjorden omtrent 200-250 m dyp og skråner oppover mot Askøy. Middeldybden i området er omtrent 150-200 m og domineres av en dyp ravine som går rett utenfor østsida til Øygarden.

Primære resipienter er oppdrettsanleggene 14435 Ljøsøy N omtrent 1 km ifra anleggsplassen og 11667 Gardskråneset omtrent 2 km sør fra anleggsplassen. Det finnes også to andre oppdrettsanlegg i området (11758 Sauøy og 20776 Storaksen, hhv. 4.5 km nord og 5.3 km sørøst om anleggsplassen), men disse ligger på lengere avstand fra anleggsplassen og er kun sekundære resipienter. Det er også markert Låsettingss plass (prikkete grønne område i kart) og Herdla naturreservat og dyrelivsfredning på Askøysida som rosa område (på østsiden av Hjeltefjorden). Alle gytefelt er mer eller mindre godt skjermet og de større feltene til venstre i kartbildet, mellom Skråmestø og letangen er i hovedsak gytefelt for torsk som skal fredes mellom februar til april.



Figur 1. Oversiktskart for Hjeltefjorden i Øygarden og Askøy. Tiltaksområdet ved Northern Lights Jetty2 er markert med blå firkant og er også innfelt opppe til høyre i figuren. Dybdene er markert med dybdekoter og markert i blå fargetoner. Rosa områder er verneområder og det skraverte området i øst og sørøst indikerer gytefelt for torsk. Gule skraverte polygoner med rød skravering i er oppdrettsanlegg og prikkete grønne områder er låsettingss plasser for fisk. Kart: Multiconsult basert på data fra Geonorge.no.



2 Metodikk

Metodikken for å beregne sprengtrykk og for å vurdere risikoen for dyreliv er basert på den ofte brukte og vel validerte Arons' formel [2]. Vi har utviklet metodikken på flere punkter, da særlig i relasjon til effekten av fordemming (når borehullene tettes for å holde sprengtrykket nede i berget) og inkludering av effekten av ulike typer bunnsedimenter og ulike typer forplantingsmodeller. Vi har også lagt til oppdaterte retningslinjer for risikogrenser til fisk og dyreliv i vår prosedyre, som inkluderer de seneste risikogrensene og anbefalingene til Havforskningsinstituttet (HI) og FFI. I neste seksjon er det gjort et kort sammendrag over de ulike forbedringene i den hydroakustiske forplantingsmodellen for risikovurdering i relasjon til formuleringen av Arons' formel.

2.1 Forbedringer av forplantingsmodellen

2.1.1 Fordemming

Med base i Arons' formel, se [2] er det lagt til en eksplisitt formulering av fordemmingseffekt. For beregninger av trykkbølge for innborede ladninger brukes en skjermingsfaktor eller «fordemmingseffekt», hvilken defineres hvor stor fraksjon γ av trykket p fra en fritt hengende ladning som dempes ut gjennom knusingen av fjell. Dette gjør at det målte akustiske trykket p_m må reduseres med fraksjonen $(1 - \gamma)$,

$$p_m = (1 - \gamma)p. \quad (1)$$

I litteraturen finnes mange ulike tall på effektiviteten til fordemming. Disse varierer betydelig fra 10 % til at 40 % av sprengningsenergien tillates forplante seg til akustisk energi (hvilket tilsvarer en fordemmingsfaktor på henholdsvis $\gamma = 90 - 60$ %, [3, 4, 5, 6]. De erfaringer vi hatt til dags dato i forbindelse med utdypingsprosjekter, sprenginger av grunner for både dype (palsprengninger) og grunne (flå) sprenginger og i tillegg knusing av fjell under fylling i sjø er at fordemmingsfaktoren er noen steder mellom 80 – 90 %, dette innebærer at omtrent 10 – 20 % av energien i sprengingen går ut i sjøen som akustisk trykk [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

2.1.2 Refleksjonsdemping

Ifra våre samlede analyseresultat fra alle våre akustiske målinger kan vi konkludere at det målte trykket p_m godt kan beskrives med en dempingsterm $\alpha(d, R, H)$ som er avhengig hvordan lyd reflekteres i bunn. For hver refleksjon i bunn blir en viss fraksjon av lydenergien absorbert i bunn, der mykere sedimenter absorberer mer enn harde bunner og fjell. Metodikken er bygget på en refleksjonsformulering basert på impedansforskjeller mellom de ulike mediene. Når lyd går igjennom en grenseflate mellom medier med ulike akustisk impedans, skjer en deling av den akustiske energien. For en trykkbølge deler refleksjonskoeffisient R^2 og transmisjonskoeffisient T^2 energien slik:

$$R^2 = \frac{(Z_1 - Z_2)^2}{(Z_1 + Z_2)^2} \quad (2)$$
$$T^2 = \frac{4Z_1Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2}$$

der Z_1 er den akustiske impedansen i det opprinnelige mediet med innfallende og reflektert lydfelt og Z_2 er impedansen i mediet med det transmitterte feltet. Ifølge typiske verdier i Tabell 1, for lydhastighet og tetthet reflekteres ca. 70 % av energien og ca. 30 % forplantes ved en overgang mellom fjell og vann.



Tabell 1: Akustiske egenskaper for fjell, fylling 0/400 og sjøvann og stål, som danner grunnlag for å beregne refleksjon og transmisjon gjennom en overgang mellom medier/grenseflate. [15, 16]

Medie	Lydhastighet, c	Tetthet, ρ
Fast fjell	6000 m/s	2650–2850 kg/m ³
Fylling 0/400 (plastring, porøsitet 20% ¹)	2400–3300 m/s	2300–2500 kg/m ³
Fylling 0/400 (kompaktet, porøsitet 10%)	3300–4200 m/s	2500–2700 kg/m ³
Sjøvann	1500 m/s	1000–1030 kg/m ³
Stål	5000 m/s	7800–8000 kg/m ³

Med verdiene ifra Tabell 1 gir en overgang mellom fjell og sjøvann en transmisjonskoeffisient $T=55-60\%$ og en refleksjonskoeffisient $R=80-85\%$, se Tabell 2. Hvis fjellet er mykere, blir R mindre, samtidig som T øker. For et hardere material, eks. stål gir overgangen til vann en transmisjon $T=35-40\%$ og $R=90-95\%$.

Tabell 2: Matrise med tall i % på spennvidde i refleksjons- og transmisjonskoeffisienter, R og T , basert på egenskapene til de ulike mediene i Tabell 1. Refleksjonskoeffisientene R vises over diagonalen og transmisjonskoeffisientene T vises under diagonalen.

Medie	Vann	Fjell	0/400 (10%)	0/400 (20%)	Stål
Vann		80-85	70-80	55-70	90-95
Fjell	55-60		10-30	30-50	40-50
0/400 (10%)	60-70	90-95		10-20	50-65
0/400 (20%)	60-80	85-95	90-95		65-75
Stål	35-40	90-95	75-85	65-75	

For flere norske fjorder har vi tilpasset refleksjonskoeffisienten R fra målinger og sett at den ved flere tilfeller havner et sted mellom 60-90%, hvilket er helt i tråd med forventede verdier ifra den teoretiske beskrivelsen i ligning (2). Formuleringen for målt trykk p_m inkluderende en dempingsterm α kan derfor skrives slik,

$$p_m = (1 - \gamma) p \alpha(d, R, H) \quad (3)$$

der vi valgt å beskrive α som en enkel strålebanemodell der vi ser på hvor mange ganger en lydbølge i middeltall treffer bunn i sin veg mellom kilde og sensor. Forenklet holder det derfor å se på 45 graders «lydstråler» som beveger seg mellom grenseflatene. Dersom refleksjonen i overflaten er i prinsippet perfekt (det er lite energitap i overflaten siden impedanskontrasten mellom vann og luft høy) telles kun bunnrefleksjoner og da blir avstanden L mellom hver bunnrefleks i en fjord med middeldybde H :

$$L = 2\sqrt{2}H. \quad (4)$$

Dette betyr at, for hver distanse L , reflekteres $R\%$ av trykkbølgen og resten er tapt igjennom bunnrefleksjonene. Siden antall refleksjoner $N_r(d) = d/L$ er en funksjon av avstanden kan dempingen α derfor beskrives kontinuerlig. Dette gir dempingen $\alpha(d, R, H)$ fra bunnrefleksjoner som en funksjon av avstanden d ;

¹ Perfekt pakket «plastring» med sfæriske stein av samme dimensjon gir en porøsitet på 25.9%



$$\alpha(d, R, H) = -(1 - R)^{N_r(d)} = -(1 - R)^{\frac{d}{L}} = -(1 - R)^{d/(2\sqrt{2}H)}. \tag{5}$$

Denne formulering har vist seg meget robust og lar seg fint implementere for lydeksponeeringsberegninger.

2.2 Oppdaterte risikogrenser for lydtrykk i sjø

Sprenging gir er impulsiv trykkpuls som karakteriseres av spissstrykk (SPL) og hvis dette er høyt nok, kan trykket påføre både temporære og permanente skader på dyreliv i området. På lengere avstander blir dyrene kun forstyrret eller skremt, og kan derfor endre adferd. Ulike type dyr og ulike arter har ulike type reaksjon; noen arter flytter seg unna og andre blir ikke skremt [17]. I forestående prosjekt omhandler det primært fisk i merder i oppdrettsanleggene, men også å minimere risikoen for dyreliv generelt fra skadelige effekter fra tiltaket.

For fritt svømmende fisk som ikke er rødlistet eller skal til å gyte er grenseverdien for endret adferd (BDT) fra impulsiv trykkpåvirkning ifølge internasjonal faglitteratur [18, 19] satt til ca. 190 dB re 1 µPa, se Tabell 3. For laks i merder eller gytende fisk ønsker man lavere grensenivåer og Havforskningsinstituttet har i samarbeid med FFI publisert forskning om at eks. laks i merder viser kortvarige, men helt normale, forstyrrelser ved terskler, hhv. >163 og ca. 168 dB re 1 µPa (hhv. [20] og [9]). Vi setter derfor denne grense til den lavere verdien av disse to for å holde en konservativ tilnærming.

For kontinuerlige kilder har Havforskningsinstituttet videre etablert ytterligere to grensenivåer for lyd fra (basert på seismiske undersøkelser) og disse integrerer over hhv. 10 og 60 sekunder, og betegnes som SEL₁₀ og SEL₆₀, [21, 22]. For å unngå adferdsendring anbefaler HI at SEL₁₀ <145 dB re 1 µPa²s, alternativt at SEL₆₀ <153 dB re 1 µPa²s. (SEL₁₀ og SEL₆₀ kan brukes helt analogt siden det for en repetitiv kilde med samme styrke over tid, gir samme skalering av beregnet SEL som av grenseverdiene).

Disse nye retningslinjer har derfor resultert i en risikovurderingsmatrise, som også inkluderer risiko for små hvaler/nise, seldyr og andre marine rovdyr, se Tabell 3.

Tabell 3: Terskelverdier ved kort- og langvarig lydeksponeering. Tabell basert på studier ved sprenging og peling [23, 24, 19, 25]. Spissstrykket, SPL er angitt i [dB re 1 µPa], og lydeksponeering, SEL er angitt i [dB re 1 µPa²s]. Manglende data er oppgitt som M.D.

Type art	BDT - Terskel for endret adferd / reaksjon		TTS – Temporær terskelforskyvning		PTS – Permanent terskelforskyvning		Barometrisk trauma / død		Partikkelbevegelse
	SPL	SEL ₁₀	SPL	SEL ₁₀	SPL	SEL ₁₀	SPL	SEL ₁₀	mm/s
Fisk i merder / Gyting	163	145	-	-	-	-	-	-	-
Fisk	190	160	206	186	207	203	229-234	210	< 6
Liten hval / Nise	152	145	196	202	207	203	229-234	-	< 6
Phocids (seldyr)	M.D.	M.D.	212	170	218	185	217-242	-	13
Andre marine rovdyr (eks. hvalross, isbjørn)	M.D.	M.D.	226	188	232	203	-	-	M.D.
Terskelverdier	150 / 163 / 190	145 / 160	200	180	210	200	220	210	6



2.3 Risikovurdering

2.3.1 Områdesbeskrivelse - Northern Lights Jetty2

Området som skal dypes ut, er beskrevet i detalj i tegning [1] og geoteknisk rapport [26]. Fjellet er beskrevet som granittisk gneis av generelt av god kvalitet, men det finnes et par svakere lineament der fjellet er dårligere og er til dels oppsprukket. Bunnen utenfor anlegget er bratt skrående ned mot dybder på 200-250 m i midten av Hjeltefjorden. Omtrent 50 m ifra land er dybden allerede 100 m og det vises ifra ROV-undersøkelser at skråningen er i hovedsak en bratt fjellside med sprekker som kan spores i berget over vann. Grunnlaget om bunnforhold i resten av fjordsystemet er per i dag ikke tilgjengelig, men et anslag er at de brattere delene av batymetrien er rensket fjell uten større innslag av løsmasser eller sedimenter, mens de dypere delene av fjorden mest sannsynlig har et øvre lag av myke sedimenter.

2.3.2 Anslag fra entreprenør

Utdypingen i sjøen skal gjøres ned til kote -15.0 hvilket trenger store pallhøyder og dermed relativt store ladevekter per hull, avhengig hulldimensjon og hullfordeling. Entreprenør har anslått maksimal pallhøyde på 17 m uten underboring [27]. Videre anslår entreprenør en underboring på 1 m og bruk av 3 m fordemming. Dette skal iht. entreprenør resultere i maksimal ladevekt per intervall på 25 kg (med mulighet for to tennere per hull). I arbeidsbeskrivelsen er det gjort en vurdering av sprengtrykk ved de to oppdrettsanleggene 14435 Ljøsøy N og 11667 Gardskråneset, der entreprenøren vurderer en maksimal grense på 10 kPa (200 dB re 1 μ Pa, sammenlign med Tabell 3, der dette svarer mot temporær terskelforskyvning, TTS). I anslaget er det brukt en skjermingseffekt fra fordemming estimert til 90% (hvilket er en normal ansats hvis fjellkvaliteten er god og oppviser få sprekker eller lavfragmentering). I tillegg åpner også entreprenør opp for bruk av boblegardin som det anslås vil redusere sprengtrykket ytterligere 90%. Arbeidet relatert til sprenging er planlagt å utføres i perioden medio april til starten av mai. I perioden medio februar til medio april er det planlagt for boring og forberedelser av hullene til undervannsprengingen.

2.3.3 Modellparameter – Northern Lights Jetty2

Med den nye metodikken som har blitt utviklet kan vi lage en risikovurdering som tar hensyn til flere parametere enn tidligere og eksplisitt knytte anslåtte modellparametere til faktiske forhold.

Kildestyrke: Vi bruker primært entreprenørens anslag av en sprengvekt på 25 kg per intervall. Dette ser muligens ut til å være i minste laget siden pallhøyden er bedømt til maksimalt (17 +1) m inkluderende underboring, men for nå bruker vi denne anslåtte intervallvekt.

Fordemming: For at fordemming skal få tiltenkt effekt må berget ikke være altfor oppsprukket eller være av altfor lav kvalitet [12]. I dette tilfellet er det observert at fjellet er av god kvalitet, men at det området som skal sprenges oppviser flere soner med berg som har en større grad fraksjonering. Hadde fjellet kun vært av god kvalitet i hele området kan man brukt en skjermingsfaktor $\gamma=90\%$, men i lyset av at kvaliteten på fjellet på noen steder ikke er særlig god, bør man for å sikre en konservativ tilnærming bruke en generell skjermingseffekt på $\gamma=80\%$. Et annet argument for den lavere skjermingseffekten er at i hver risikovurdering bør man holde en konservativ tilnærming.

Forplantning: For beregninger av spredning og forplantning av sprengtrykk gjør vi ikke noen endringer i forplantningsegenskapene til lydfeltet og bruker standardmessing lydforplantningen iht. Arons' formel.



Refleksjonsdemping: I norske fjorder har Multiconsult ved flere tilfeller målt data som viser at mellom 60-90% av den innfallende energien er reflektert i bunn [10, 12, 13, 11, 14]. For hard bunn gjelder den høyere refleksjonsverdien mens den lavere verdien er mer karakteristisk for myk bunn. Vi gjør et konservativt anslag og setter $R=90\%$, dvs. vi tillater at 90% av lyden er reflektert ved hver bunnrefleksjon og 10 % er absorbert i bunn.

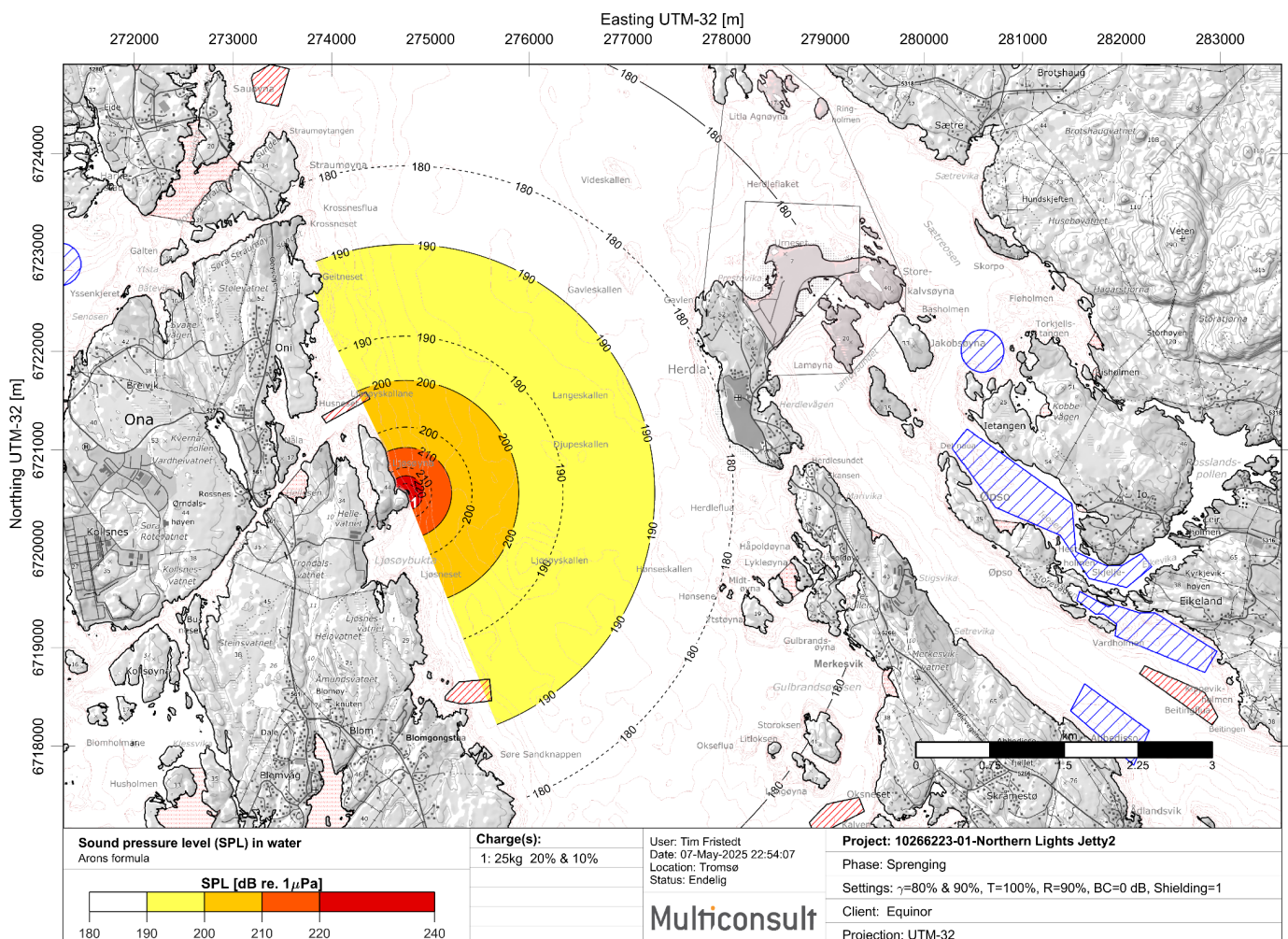
SPL-risiko: Utenfor gytetida for fritt svømmende fisk er grenseverdiene for temporære skader (TTS) på fisk akkurat hva entreprenøren beskrevet i sin beregning ($SPL < 200$ dB re 1 μ Pa). Med en litt mer forsiktig tilnærming kan man primært prøve å ikke overstige $SPL < 190$ dB re 1 μ Pa og dermed unngå signifikant adferdsendring. For fisk i anleggene bør man prøve og overholde Havforskningsinstituttets seneste grenseverdier for fisk i merder, og da bør spissttrykket ved merdene ikke overstige 163 dB re 1 μ Pa [22]. Ved dette nivået er reaksjon til fisk bedømt som «normale», og denne nivå er altså en grense for null påvirkning. I Herdla naturreservat og dyrelivsfredning anslår vi en grenseverdi på $SPL < 200$ dB re 1 μ Pa siden det ikke finnes noe definerte verneverdier eller følsomme tidsperioder. Naturreservatet er også i hovedsak et marint gruntvannsområde/våtmark der en sjokkbølge fra sprenging dempes ut relativt kjapt. Området er også i stor grad skjermet fra den direkte sjokkbølgen.

2.4 Resultater

2.4.1 Resultater - Northern Lights Jetty2

Beregningsresultatene vises i Figur 2 med de innstillinger som er redegjort for i seksjon 2.3.3. Risikosonene vises i tilsvarende farge som er beskrevet i både legenden og i Tabell 3.

Hvis fordemmingen oppnår forventet effektivitet (stiplede sirkler) med 90% reduksjon i sprengtrykk havner begge de nærmeste oppdrettsanleggene i sonen for adferdsendring (BDT). Det nordlige (14435 Ljøsøy N) blir eksponert med et spissttrykk på omtrent 195 dB re 1 μ Pa, mens det sørlige (11667 Gardskråneset) får en trykkpåkjenning som er omtrent 10 dB lavere. Fra et normalt perspektiv skal det altså ikke være noe problem med denne typen sprengning, men hvis det blir slepp i fjellet og fordemmingen ikke holder sprengkraften inne i fjellet, kommer det nordlige anlegget (14435) til å eksponeres for spissttrykk like over 200 dB re 1 μ Pa (heltrukne sirkler), mens det sørlige (11667) opplever en liten økning til omtrent 192 dB re 1 μ Pa, og er altså fortsatt i sonen til BDT. Med den kvaliteten på fjell som er presentert i geoteknisk rapport [26] foreligger det altså en liten risiko for skade på fisk ved det nordlige anlegget i tilfelle fordemmingen ikke virker som forventet.



Figur 2: Resultat av analyse av beregning av spissttrykk (SPL i dB re 1 μ Pa) fra sprengning i ved Northern Lights Jetty2 med 25 kg enhetsladning. Hele sirkler indikerer sprengning med utettede hull/oppsprukket fjell ($\gamma=80\%$) og stiplede sirkler indikerer godt tettede hull med fungerende fordemming ($\gamma=90\%$). Blå skraverte områder markerer gytefelt for i hovedsak torsk, rød skravert polygoner er oppdrettsanlegg og røde områder med små prikker er låssetningsplasser for fisk.



For låssettingsplassen Lykleøyna/Håpoldøyna på andre siden Hjeltefjorden, og for de andre oppdretts-anleggene (11758 Sauøy og 20776 Storoksen) som ligger lengere unna anleggsplassen, er spisstrykkene lave nok til å ikke forårsake noen problemer for fisk uansett effekten til fordemming. Spisstrykket ved 11758 Sauøy (ca 4.5 km nord om anleggsplassen) er under 180 dB re 1 μ Pa for både sprenginger med god og med dårlig fordemmingseffektivitet og for den sørlige 20776 Storoksen (5.3 km sørøst om anleggsplassen) er nivåene i begge tilfellene godt under 180 dB re 1 μ Pa.

Både Herdla dyrelivsfredning og naturreservat blir eksponert av spisstrykk godt under 190 dB re 1 μ Pa og vi forventer derfor ikke noen større endringer i adferd hos dyreliv som er i dette området.

3 Sammenfatning og Konklusjon

Resultatene i Figur 2, viser at med 25 kg sprengvekt per intervall, foreligger det meget liten risiko for skade på dyreliv på avstander lengere enn 2 km fra sprengplassen. Det er lite eller ingen effekt ved låssettingsplassene og i Herdla naturreservat/dyrelivsfredningsområder og SPL-nivåene ved oppdrettsanleggene 11758 Sauøy og 20776 Storoksen er begge bedømt å ikke kunne forårsake skade på fisk i anleggene. Det kan bli en mindre reaksjon ved disse anleggene. Det er observert, ved flere tilfeller, en reaksjon til fisk i oppdrettsanlegg ved at de svømmer ned mot bunn når de blir eksponert av sjokkbølgen, men like etterpå (noen få sekunder) er de tilbake til det normale [9]. For de andre to oppdrettsanleggene (14435 Ljøsøy N og 11667 Gardskråneset) som befinner seg innenfor 2 km fra anleggsplassen, kommer sprengingene med større sannsynlighet (selv om det er godt fordemmet) til å forårsake omtrent samme type reaksjon, der fisk først blir skremt og trekker ned mot bunn i merdene og kommer tilbake opp mot overflaten etter noen sekunder. Det bør noteres at hvis det blir slepp i fjellet ved sprenginger, øker risikoen til temporære skader for fisk i det nærmeste (nordlige) anlegget 14435 Ljøsøy N. Sannsynligheten for dette er vanskelig å bedømme, men man pleier normalt å få indikasjoner om kvaliteten på fjellet under boreoperasjon når man borer for sprenghullene.

Til tross for god fordemming og en beskjedne intervallvekt på 25 kg, ser det ikke ut til at man klarer å overholde Havforskningsinstituttets anbefaling om å begrense spisstrykket ved merdene til maksimalt 163 dB re 1 μ Pa for alle anleggene. For de to nærmeste anleggene er det absolutt best å sprengre uten fisk i merdene, men hvis dette ikke er mulig kan man ta i bruk avbøtende tiltak. Uansett fisk eller ikke i merdene bør fjellkvaliteten kontinuerlig sjekkes under boring av sprenghullene, for å sikre at skjermingen fra fordemming fungerer så godt som mulig.

Det foreslås derfor bruk av boblegardin som avbøtende tiltak, hvilket på en god måte er beskrevet av entreprenør i arbeidsbeskrivelse i tilbudsdokument [27]. Med en normal boblegardin plassert på bunn (som dermed dekker hele vannsøylen) pleier man å få en reduksjon mellom 10-20 dB i frekvensbåndet som dominerer undervannssprenginger [28]. Hvis boblegardin blir godt implementert så reduseres risikoen betydelig ved begge oppdrettsanleggene og det er en god sannsynlighet at nivåene ved 14435 Ljøsøy N blir redusert ned til 175 dB re 1 μ Pa. Selv om dette ikke når ned til HI sine strenge grenseverdier for null påvirkning, gjør vi bedømmingen at et slikt nivå kommer til å resultere i en meget liten grad av påvirkning under den korte tidsperioden der tiltaket er planlagt til å utføres.

Uansett bruk av boblegardin eller ikke, bør man monitorere lydtrykket ifra sprengingstiltaket siden det foreligger en del vanskeligheter med den bratte skråningen som krever en svevende boblegardin i vannsøylen på 25 m dybde 50-70 m ifra sprengplassen der dybden er mellom 100-150 m. Dette levner et hull under boblegardinen som kommer til å gi en mulig forplantingsveg for sjokkbølgen og det kan være slik at dempingen derfor ikke når designverdiene. Ellers er entreprenørens beskrivelse av slanglengde, hulldimensjon, hullseparasjon og krav til lufttilførsel helt i tråd med en korrekt designet boblegardin. Hvis man klarer å montere en svevende boblegardin unnviker man også risikoen for at



boblegardinen blir begravd av nedrasende steinmasser direkte etter sprenging, som i noen tilfeller årsaket store problemer for forankring av både boblegardin og andre typer målebøyer.

Det finnes evt. andre måter å beskytte fisken i oppdrettsmerdene. I tilfeller der det er vanskelig å få til en korrekt montering av boblegardin kan man gjøre det omvendte, og beskytte stedet der fisken er. Dette ble prøvd under sprenginger for tunneldriving i sentrale Göteborg². En SMS-styrt boblegardin ble plassert i Universeum sine akvarier for å dempe trykkpåkjenning på fisk fra sprengingene. I tillegg til å dempe trykkbølgen, mente personal på Universeum at boblegardinen ga en beroligende effekt på fisken, siden den ble varslet sjokkbølgen da boblene begynte stige igjennom akvariet. Vi har ved et annet tilfelle rådet oppdrettsselskap til å samkjøre sin egen lufting (oksygenering) av merdene med sprengingene, for å oppnå samme effekt som i Universeum sine akvarier for å legge til rette for den beroligende effekten på fisken. Ofte har anleggene allerede slanger og kompressorer utlagt i merdene så dette tiltak er meget enkelt å gjennomføre og bidrar også til økte kontaktflater mellom entreprenør og oppdrettsselskap, som er viktig for å etablere en god dialog før og under tiltaket.

² <https://www.byggnadsarbetaren.se/har-varnas-fiskar-infor-byggets-sprangningar-gor-sig-beredda/>



Referanser

- [1] Sweco, "Norther Lights Jetty2 - Rock Excavation plan," Equinor, 2023.
- [2] A. Arons, "Underwater explosion chock wave parameters at large distances from the charge," *J. Acoust. Soc. Am.* 26(3), p. 343–346, 1954.
- [3] R. A. Gilmanov, "Effect of shock waves during underwater borehole blasting," *Translated from Gidrotekhnicheskoe Stroitel'stvo*, vol. 5, pp. 22-25, 1984.
- [4] M. V. Hall, "Underwater signals from confined explosions in very shallow water," in *Proceedings of 20th International Congress on Acoustics*, Sydney,, 2010.
- [5] G. L. Hempen, T. M. Keevin and T. Jordan, "Underwater blast pressures from a confined rock removal during the Miami harbor deepening project," *International Society of Explosives Engineers*, vol. 1, p. 12, 2007.
- [6] T. Thandavamoorthy, "A Study of Blast Pressure from Underwater Borehole Blasting," in *Second International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics*, St. Louis, 1991.
- [7] T. Fristedt and O. Steinestø, "10224965-01 Innseiling Grenland - trykkmålinger Midtfjordbåen," Multiconsult, 2021.
- [8] Multiconsult, "(U) 100868-E02-C02858-G-R-102-02D_Undervannsstøy," Forsvarsbygg, Bergen, 2023.
- [9] Multiconsult, "10221687-01-TVF-NOT-003 - Propagation of sediments and noise from activities at Landfall in the OLP3 project," Multiconsult, 2022.
- [10] Multiconsult, "10245428-01-Trykkmåling Innseiling Kragerø - trykkmålinger Knubbehausen," Multiconsult/Norwegian Coastal Administration, 2022.
- [11] Multiconsult, "Sprengning under fylling i sjø – Fv500, Musskjerneset," Multiconsult, Musskjerneset, 2022.
- [12] Multiconsult, "10250434-02 Mortingbåen og Innseiling Florø -Effekten av fordemming ved undervannssprenging," Multiconsult, Tromsø, 2024.
- [13] Multiconsult, "OPS-MUC-V-RA-90710 - Yggdrasil PfS, Underwater noise from blasting at Årskog and Ospeviki," Multiconsult, Tromsø, 2024.
- [14] Multiconsult, "Vitjet - Effekten av boblegardin ved undervannssprenging," Multiconsult, Tromsø, 2024.
- [15] E. Yasar and Y. Erdogan, "Correlating sound velocity with the density, compressive strength and Young's modulus of carbonate rocks," *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 41, pp. 871-875, 2004.
- [16] A. Emdal, Introduksjon til Geoteknikk, Trondheim: NTNU, 2014.
- [17] J. G. Davidsen, S. H. Eldøy, J. Museth, R. R. Lange, A. D. Sjursen, G. Kjærstad, M. Daverin and K. Hårsaker, "Atferd til abbor, sik, harr og vederbuk under prøvepeling i Mjøsa," NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2024-5: 1-27, Trondheim, 2024.



- [18] A. G. Soloway and P. H. Dahl, "Noise source level and propagation measurement of underwater detonation training at the Silver Strand training complex, Naval Base Coronade, Coronade, CA," Prepared for Commander, U.S. Pacific Fleet. Submitted to Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), Southwest, San Diego, Seattle, 2015.
- [19] Popper and Hawkins, "An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes," vol. 94, p. 692–713, 2019.
- [20] P. Kvadsheim, A. Adelsten-Søvik, E. Rokke, M. Lanzky-Kolstrup, T. Nesse Forland, G. Pedersen, E. Grimsbø, O. B. Dale, Y. Cao, A. Stene and M. Smedsrud, "Risiko for skade på laksefisk i omkringliggende oppdrettsanlegg ved etablering av undervannsskytefelt på Korsnes Fort," Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), 2022.
- [21] Havforskningsinstituttet, "Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet," Rapport fra Havforskningen nr. 2023-63, 2024.
- [22] Havforskningsinstituttet, "Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet," Rapport fra Havforskningen nr. 2025-1, 2025.
- [23] M. H. Andersson, A. Nöjd and J. Carlström, "Kunskapsunderlag om undervattens-explosioner och marina djur, Teknisk rapport FOI-R--4413--SE," *Totalförsvarets forskningsinstitut FOI*, 2017.
- [24] A. N. Popper, A. D. Hawkins, F. R. Richard, D. A. Mann, S. Bartol, T. J. Carlson, S. Coombs, W. T. Ellison, R. L. Gentry, M. B. Halvorsen, S. Løkkeborg, P. H. Rogers, B. L. Southall, D. G. Zeddies and W. N. Tavalga, "Sound Exposure Guidelines," Springer, Cham, 2014.
- [25] A. Fauske, "Undervannssprengning i nærheten av Oppdrettsanlegg – begrensninger og krav til gjennomføring," Orica Mining Services, Fjellsprengningsteknikk, bergmekanikk/geoteknikk, 2007.
- [26] Sweco, "Norther Lights Jetty 2 - Geological survey, rock mass stability and support," Equinor, 2022.
- [27] Skanska, "Northern Lights prosjektet - Enq468457 – Jetty 2 contract - Bygging av kai 2 for CO2 mottaksanlegg i Øygarden. Tilbudsbilag 8 – metode for utførelse av arbeidet inkludert underentreprenør(er)," Skanska.
- [28] AquaplanNIVA, "Støymålinger Aspevågen - APN-61285 -1," AkvaplanNIVA, Tromsø, 2019.

From: [Hanne Gunnarskog](#)
To: [Røtvold, Siv Brunes](#)
Cc: [Michal Jerzy Lisowski](#); [Laurence Pinturier](#)
Subject: 21/00132-37 - Northern lights. Ny importkai. Saksnr. 21/00132
Date: onsdag 7. mai 2025 12:50:14
Attachments: [image002.png](#)
[Vedtak - Tillatelse til bygging av importkai - gnr-bnr 241-238, Ljosøybukta, Øygarden kommune.pdf](#)
[Godkient kartutsnitt.pdf](#)
[D1_Situasjonsplan E234-SW-O-XF-00025-01_F03 \(1\).pdf](#)

Hei Siv,

Viser til melding om endring av bygging av importkai på gnr-bnr 241-238 i Ljosøybukta, Øygarden kommune.

Bergen Havn Farvannsforvaltning IKS (BHF IKS) har tidligere gitt tillatelse til bygging av en importkai på ca. 59,9 x 10,5 meter i sjø i vedtak av 25.mai 2023.

Det følger av havne- og farvannsloven (hfl.) at vi skal ivareta hensynet til trygg og sikker ferdsel i farvannet, jf. § 1. BHF IKS vurderer kun de tiltak som berører kommunens sjøområde, som i dette tilfellet er mindre endring av tillatelse gitt i vedtak av 25.mai 2023 (vår ref. 21/00132), jf. hfl. § 14. Ut i fra mottatt informasjon planlegges det nå to nye fortøyningspunkter med gangbaner fra kai til disse. Fortøyningspunktene er kalt S2 og N2 og er vist på vedlagte reviderte D1 Situasjonsplan. Endringen gir mulighet til å ta imot skip av noe større lengde enn opprinnelig planlagt. Selve kaikonstruksjonen er uendret. Det opplyses at tiltaket vil utføres i perioden Q3 2025 til Q1 2027.

Vår vurdering er at endringen ikke vil påvirke trygg og sikker ferdsel i sjø utover det som allerede er vurdert i tillatelsen for tiltaket. På bakgrunn av dette kan ikke BHF IKS se at tiltaket vil være problematisk etter havne- og farvannsloven.

Etter en nærmere vurdering av henvendelsen, er det ikke nødvendig med en ny tillatelse fra BHF IKS i dette tilfellet. Vi gjør oppmerksom på at det er vurdert konkret ut i fra mottatte dokumenter, og at ytterligere endringer kan være søknadspliktig. Vi opplyser samtidig om at denne vurderingen er foretatt utelukkende etter havne- og farvannsloven, og ikke annet regelverk.

Vi minner om vilkår i tillatelsen hvor det fremkommer at kart der arbeidet er nøyaktig inntegnet må sendes Statens Kartverk Sjø, Postboks 60, 4001 Stavanger, så snart arbeidet er utført. Dere må også sende oss oppdatert situasjonskart når arbeidet er utført.

Ta gjerne kontakt ved spørsmål.

Ønsker deg en fin dag.

Vennlig hilsen

Hanne Gunnarskog

Farvannsforvaltning ansvarlig / Personvernombud

Telefon : **98 08 45 28**

E-post : hanne.gunnarskog@bergenhavn.no

Internett : www.bergenhavn.no

Logo_farger



Fra: Røtvold, Siv Brunes <siv.brunes.roetvold@multiconsult.no>

Sendt: onsdag 9. april 2025 08:01

Til: Bergen Havn <Bergen.Havn@bergenhavn.no>; Hanne Gunnarskog
<Hanne.Gunnarskog@bergenhavn.no>

Kopi: Laurence Pinturier <lpint@equinor.com>; Michal Jerzy Lisowski <MILI@equinor.com>

Emne: Northern lights. Ny importkai. Saksnr. 21/00132

Hei

Vi viser til mottatt tillatelse til bygging av ny importkai, vedlagt, og ønsker med dette å melde om en mindre endring i utførelse. Se vedlagte brev og situasjonsplan.

Vennlig hilsen

SIV BRUNES RØTVOLD

Rådgiver Myndighetskontakt

(+47) 41 44 53 68 | siv.brunes.roetvold@multiconsult.no

www.multiconsult.no

