



FELLESPROSJEKTET ARNA – STANGHELLE, FORBEREDENDE ARBEIDER

VURDERING AV MILJØPÅVERKNAD VED BORING OG SPRENGING UNDER VATN

01B	Andre versjon	23.11.2023	TOVE	PCOL	MAPM	
00A	Første versjon	05.10.2023	TOVE	PCOL	MAPM	
Rev.	Delleveranse Langhelleneset, oppretting etter kommentarer frå FAS	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av	
Tittel: VURDERING AV MILJØPÅVERKNAD VED BORING OG SPRENGING UNDER VATN		Ant. sider	Fritekst 1d			
		21	Fritekst 2d			
			Fritekst 3d			
			Produsent	COWI		
		Prod. dok. nr.				
		Erstatning for				
Erstattet av						
Prosjekt: Fellesprosjektet Arna – Stanghelle, forberedende arbeider Parsell: 01		Dokument nr. FAS-01-A-00064			Rev. 01B	
  Statens vegvesen		Dokument nr.			Rev.	

1	SAMANDRAG	3
2	INNLEIING	4
3	SKILDING AV TILTAKET	6
3.1	ANLEGG OG DEPONI	6
3.2	BEREKNINGAR AV STØY VED SPRENGING	8
3.3	BEREKNINGAR AV STØY VED BORING	9
3.4	STØY VED DEPONERING	10
4	OMSYN PÅ MARINT LIV	11
4.1	GENERELT	11
4.2	STADBUNDNE FISKEVERDIAR	12
4.2.1	<i>Terskelverdiar for fisk</i>	<i>13</i>
4.3	MARINE PATTEDYR	15
4.3.1	<i>Terskelverdiar for marine pattedyr</i>	<i>15</i>
4.4	AVBØTANDE TILTAK	16
4.4.1	<i>Avgrensa tider for sprenging</i>	<i>16</i>
4.4.2	<i>Støydemping</i>	<i>17</i>
4.4.3	<i>Forvarsel</i>	<i>17</i>
4.4.4	<i>Overvaking</i>	<i>18</i>
4.4.5	<i>Oppsummering</i>	<i>18</i>
4.5	AKSEPTABEL RISIKO	19
5	REFERANSER	20

1 SAMANDRAG

Fellesprosjektet Arna-Stanghelle (FAS) genererer store mengder overskotsmassar, og mykje av dette skal deponerast i Sørfjorden. Massane skal først i tre bergsjakter med utsleppspunkt under havnivå, på kote -25 meter eller lågare. Dette er mellom anna med omsyn på fiskeverdiene i fjorden. Deponeringa har fått løyve frå Statsforvaltaren i Vestland, men søknaden omfatta ikkje anleggsarbeid med sprenging under vatn (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a).

Med nåverande plan for etablering av bergsjaktene, er det naudsynt å bora og sprenga under vatn for alle tre sjaktene. Arbeidet ved kvar lokalitet vil vera avgrensa til ein eller eit fåtal salver, men vil generera støy som påverkar livet i havet. Statsforvaltaren har varsla at undervass-støy frå arbeidet må avgrensast så mykje at risiko for skade på livet i havet er på eit akseptabelt nivå (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a).

Dette notatet vurderer korleis undervass-støy frå anleggsarbeidet kan påverka oppdrettsfisk, anadrom fisk, gytefelt for torsk og sjøpattedyr. Den bygger på teoretiske estimat av støy (Multiconsult, 2022), og tidlegare utgreiing av naturmangfald i prosjektområdet (Rådgivende biologer, 2017). COWI forventar at støy frå boring og deponering vil halda seg under skadelege nivå, mens sprenging alltid medfører risiko for skade. For å minimera dei negative effektane, bør prosjektet avgrensa tider for sprenging, og dempa støynivået.

Det bør ikkje sprengast i gyteperioden for torsk frå februar til april, og dei påfølgande egg- og larvestadia fram til midten av juni. Bergsjakta ved Naustvika bør fortrinnsvis etablerast når oppdrettsanlegget på Blom ligger brakk. Sprengsalvene bør delast opp i så små einingsladningar som mogleg, slik at støy over 200 dB spisstrykk (SPL) blir avgrensa til eit minst mogleg område. Boblegardin bør nyttast for å dempa støynivåa ved sprenging.

Det er naudsynt å underbygga støystemata frå dette notatet med faktiske støymålingar i anleggsfasen, som skissert i løyvet for deponering (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a). Støymålingane kan nyttast til å justera avbøtande tiltak ved anleggsgjennomføringa. COWI vurderer at desse tiltaka vil få ned risikoen for skade på livet i havet frå undervass-støy til eit akseptabelt nivå.

Framdrifta i FAS er utfordrande å planlegga i detalj grunna eit stort antall avhengigheiter, inklusiv råda dette notatet gir om å unngå sprenging i sårbare periodar for torsk og periodar med oppdrettsfisk på Blom. Fersk forvaltningspraksis gir noko rom for tilpassing basert på omfang av tiltak, kost/nytte-vurderingar og bruk av støydempende tiltak (Statsforvaltaren i Vestland, 2023b). Sprengingsarbeida i sjø som Statsforvaltaren ga løyve til i Solund kommune er av mindre, men samanliknbart omfang til sprenginga FAS planlegg i Sørfjorden.

2 INNLEIING

I Fellesprosjektet Arna - Stanghelle (FAS) skal Statens vegvesen og Bane NOR bygge ny veg og jernbane mellom Arna i Bergen kommune og Stanghelle i Vaksdal kommune. Den statlege reguleringsplanen for FAS blei godkjent i april 2022. Ny jernbane og veg skal gå i tunnel med ein kort dagsone på Vaksdal. Ny E16 har i tillegg ein kort dagsone på Trengereid. Forberedande arbeide har planlagt oppstart i 2024 og skal etter planen vera gjennomført første halvår 2026. Heile prosjektet har ei forventa anleggsperiode på 10 år.

Prosjektet skal deponera overskotsmassar frå tunneldriving under sprangsjiktet i Sørfjorden, for å minimera påverknaden på livet i fjordane. Tre bergsjakter skal føra overskotsmassane ut i sjøen ved ca. kote -25 meter eller djupare, sjå Figur 2-1. Sjaktene blir anlagt ved boring og sprenging under vatn, sjå kapittel 3.1. Støy og trykkbølger frå dette anleggsarbeidet vil påverka livet i fjorden.

I løyvet til deponering av massar (ref. 2019/20103), sette Statsforvaltaren i Vestland følgjande vilkår for undervass-støy (sitat kapittel 5.4.6 *Undervass-støy*):

Statsforvalteren setter vilkår om at fare for skade på anadrom fisk, oppdrettsfisk og gytefelt for torsk knytt til undervass-støy frå deponering av tunnelmassar i sjødeponi og frå eventuell sprenging under vatn (antropogen støy) skal dokumenterast. Dette skal utførast av akustisk kompetent firma, enten som faktiske støymålingar i testperioden ved driving av første anleggstverrslag, eller ved berekning/modellering. Det skal gjerast ei risikovurdering av resultatane knytt til dei ulike fiskeslagane og eventuelle nødvendige avbøtande tiltak for å redusere risiko for skade / negativ påverknad til eit akseptabelt nivå skal beskrivast og tas inn i rutinar for arbeidsgjennomføring. Metode for berekning og grenseverdier for skade mm skal baserast på appendiks A til E i Kystverkets rapport datert 25. mars 2022 og Havforskningsinstituttets rapport 2023-2. Dersom dokumentasjon vert gjort med faktiske støymålingar skal desse som minimum gjerast i to ulike avstandar frå utsleppspunktet. Minst ein av målingane skal vere i nærleik av oppdrettsanlegg i drift der ein også kan observere adferd hjå fisken.

Dersom dokumentasjon vert gjort som teoretisk berekning/modellering skal eksponering for lyd bereknast med to ulike metodar:

- For arbeid som skjer over lang tid, som deponering av stein, skal lyd bereknast som lydeksponering, sound exposure level (SEL).
- Dersom det skal sprengast under vatn skal lyd bereknast som spisstøy, sound pressure level, SPL.

Dokumentasjon av undervass-støy skal sendast til Statsforvalteren, Fiskeridirektoratet og aktuelle oppdrettarar i god tid før deponering av massar frå hovudtunnelane startar opp. (Statsforvaltaren i Vestland, 2023, s. 21).

Vidare sette Statsforvaltaren vilkår om overvaking (sitat kapittel 5.4.7 *Vilkår om overordna overvaking i Sør- og Veafjorden*):

Statsforvaltaren har i vilkår 9.1 – 9.3 i løyvet stilt krav om å utarbeide eit overvakingssystem som er i samsvar med krava i vassforskrifta og så iverksette overvaking før, under og etter gjennomføringa av tiltaket. Det skal også

utarbeidast plan for ivaretaking av anadrom fisk i anleggsperioden som så skal godkjennast av Statsforvaltaren og iverksettast. Samt overvaking av korleis ulike fiskeartar, i tillegg til anadrom laksefisk, reagerer på turbiditet og undervass-støy frå prosjektet.

Overvakinga skal baserast på innhenting av data før anleggsarbeida startar (førmålingar) og tilsvarande datainnsamling undervegs i anleggsperioden. Slik kan informasjonen kan eventuelt nyttast til korrigering av anleggsgjennomføringa. (Statsforvaltaren i Vestland, 2023, s. 22).

Dette notatet gjer ei teoretisk berekning av undervass-støy, jf. løyvet til deponering av massar (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a). Vidare gjer notatet greie for dyrelivet i influensområdet, terskelverdiar for kor mykje støy dyrelivet kan eksponerast for utan risiko for skade og avbøtande tiltak som tar omsyn til dyra. Berekingar av støy, terskelverdiar for skade og avbøtande tiltak er basert på kjeldene Statsforvaltaren oppgav i løyvet; appendiks A til E i Kystverket sin rapport *Undervannsstøy i forbindelse med sprenging Stad skipstunnel* (Multiconsult, 2022) og rapporten *Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet; kunnskapsgrunnlag, vurderinger og råd for 2023* (Havforskningsinstituttet, 2023).



Figur 2-1. Jernbane- og vegtraseen frå Arna til Stanghelle som er vedtatt i reguleringsplanen. Illustrasjon: SVV. Lokalisering av bergsjakter for deponering av steinmassar er vist med raud sirkel (Naustvika, Langhelleneset og Gamle Fossen).

3 SKILDRING AV TILTAKET

3.1 Anlegg og deponi

Det skal etablerast tre bergsjakter i forberedande entrepriser, der to blir bora frå ein fjellhall (Langhelleneset og Naustvika) mens ein blir bora frå eit utsprengt område rett ved sjø (Gamle Fossen). Sjaktene skal seinare nyttast til å deponera steinmassar i sjø. Arbeida inneber både boring og sprenging under vatn. Diameter på ferdig anlagt bergsjakt blir omtrent 3,5 meter, sjå illustrasjonar i Figur 3-1 og Figur 3-2.

Etter at område/fjellhall kor sjaktene skal borast frå er etablert, kan arbeidet med sjaktene starta. Dette føregår i hovudsak i tre steg:

- Boring og sprenging av ein plan anleggsflate for opprømmingskrone under vatn (pilothei i senter)
- Boring av pilothei frå fjellhall/område ved sjø og ut under vatn til anleggsflata
- Opprømming av pilothei frå anleggsflate under vatn til fjellhall/område ved sjø

Anleggsflaten for opprømmingskrona kan etablerast før pilotheiet, dersom det kan sikrast at pilotheiet ikkje bommer på anleggsflaten ved avvik under boringa. I så fall vil det vera mogleg å gjennomføra sprenging fortløpande, noko som kan gjera framdrifta i prosjektet meir fleksibel.

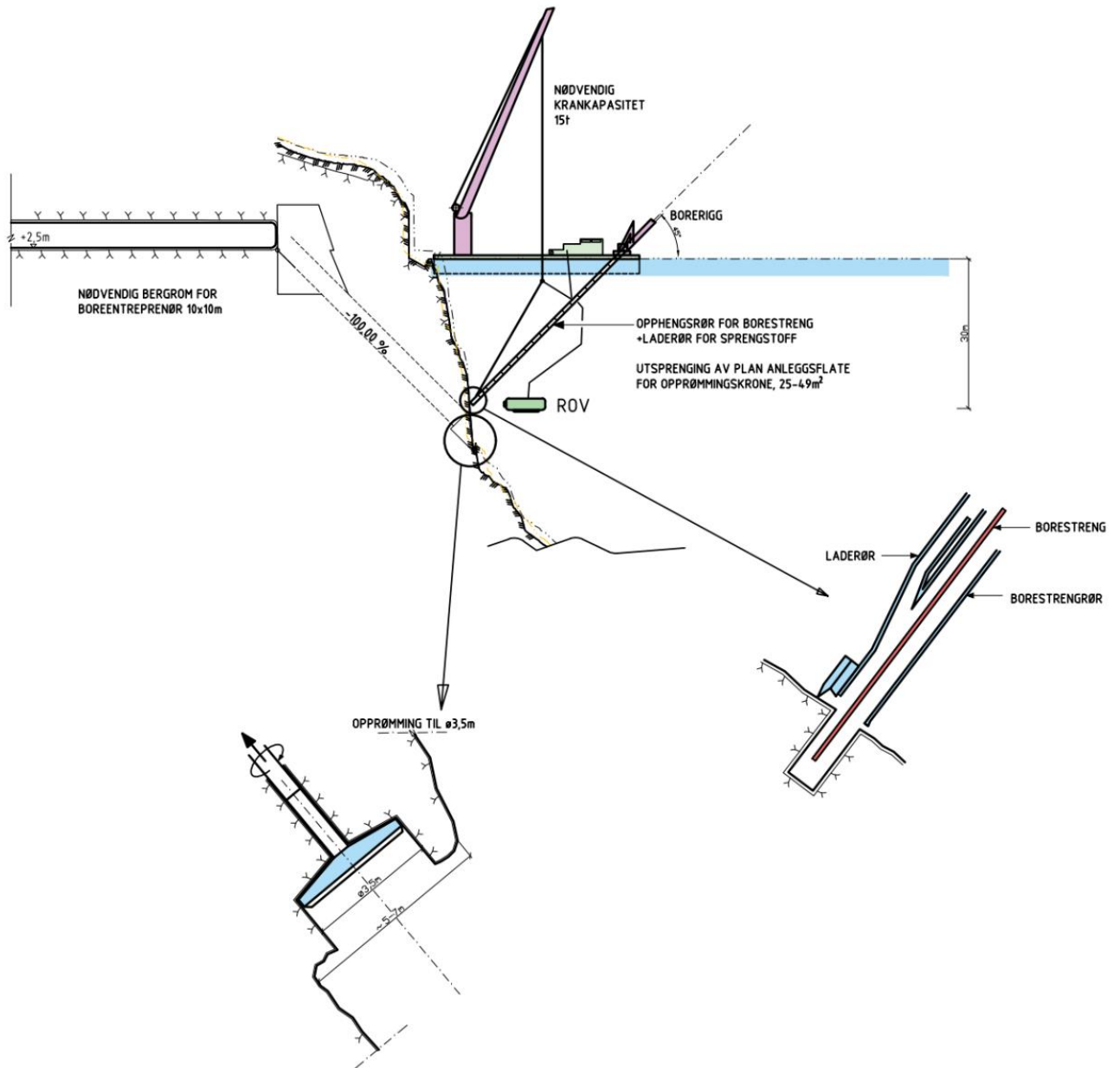
Sprengladninga blir plassert i innbora heil i berget. Boring for utsprenging av anleggsflaten kan til dømes føregå frå lekter med ein borerigg, eller ved at det blir heist ned eit boretårn til rett djupne. For begge metodar må det nyttast dykkarar for posisjonering og ansett av bor. COWI antar at heile salven blir bora ferdig, før den blir lada og sprengt.

Boring av pilotheiet blir utført med same borerigg som seinare utfører opprømminga, men med ei mindre krone. Pilotheiet blir bora frå fjellhall/område ved sjø og ned til der anleggsflaten for opprømmingskrona skal etablerast. Antatt inndrift for pilotboring er 10-15 meter per dag, antatt tidsforbruk per lokalitet er vist i Tabell 3-1.

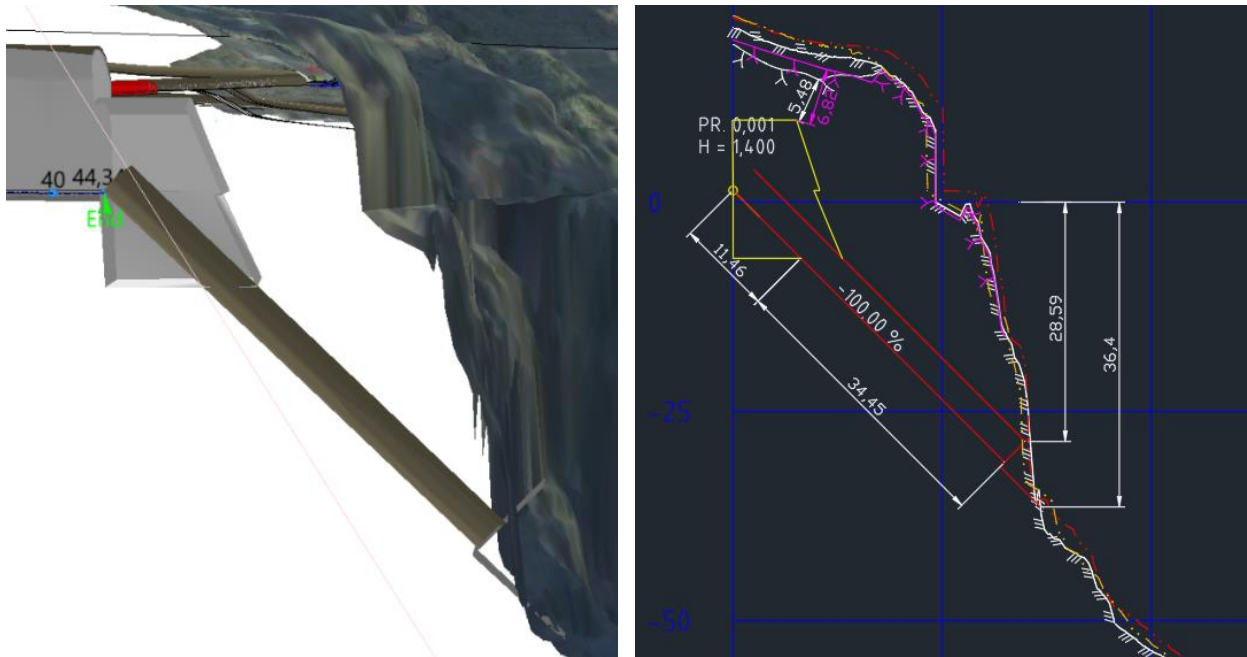
Når anleggsflaten er ferdig utsprengt og pilotheiet er klart, blir opprømmingskrona montert saman på lekter og gjort klar for å heisast ned under vatn. Borestreng blir ført ned gjennom pilotheiet og opprømmingskrona blir heist ned og kopla på borestrengen. Boreriggen begynner så å rømme opp pilotheiet nedanfrå og opp til fjellhall/område ved sjø. Inndrifta på opprømminga er estimert til å ligga på 2-4 meter per dag, antatt tidsforbruk per lokalitet vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1. Antatt tidsforbruk på dei forskjellige operasjonane, med 10-12 timer arbeidsdagar. Inkluderer ikkje opp- og nedrigg. Sjaktlengda kan variera avhengig av kor stor anleggsflaten blir.

Sted	Boring/sprenging anleggsflate	Pilotboring	Opprømming	Lengde sjakt
Gamle Fossen	1,5-2 uker	3-5 dager	10-21 dager	41 meter
Langhelleneset	1,5-2 uker	5-9 dager	20-41 dager	82 meter
Naustvika	1,5-2 uker	3-5 dager	11-23 dager	45 meter



Figur 3-1. Prinsippskisse over opprømming av bergsjakt. Pilotboring skjer frå fjellhall over havnivå, ut til utsleppspunktet for bergsjakta. Deretter blir ei opprømmingskone heist opp frå anleggsflaten under vatn. Opprømmingskrona treng ein plan og vinkelrett anleggsflate for montering (vist nedst i skissa), og denne skal sprengast ut. Sprengladninga blir plassert i innbora høl i berget ved bruk av eit rør med borestreng og laderør.



Figur 3-2. Til venstre; modell av planlagt bergsjakt ved Naustvika. Til høgre; tilsvarende skisse med høgdekoter i blått rutenett.

3.2 Beregningar av støy ved sprenging

COWI har utført indikasjonsberegningar for støy ved sprenging. For berekning av teoretisk trykk som funksjon av avstand frå sprengområdet under vann er følgende formel nytta:

$$P = 5,25 \times 10^7 \left(\frac{W^{\frac{1}{3}}}{r} \right)^{1,13}$$

Der, P er trykket i Pascal (Pa) for frittliggende ladning
 W er ladning pr. intervall (i kg)
 r er avstand i meter

Denne formelen gir ein samanheng mellom ladning per intervall og storleik på trykk, som ein funksjon av avstand. Formelen er forenkla basert på tilnærmingar og anbefalingar som anvist i appendiks A – E i Kystverket sin rapport (Multiconsult, 2022).

Formelen tar utgangspunkt i ladning som blir detonert fritt i vann. Ein ladning som er inneslutta i eit borehøl i fjellet blir anslått å gi eit trykk som er ca. 10% av en frittliggende ladning (Multiconsult, 2022). Det er viktig å fordemma borehølet til ladninga før sprenging for å oppnå god dempende effekt.

Storleik på anleggsflatene er endå ikkje detaljplanlagt, men COWI forventar eit maksimalt behov for å sprenga ut 350 fastkubikkmeter (fm³) per bergsjakt. Grovt estimert trengst det då totalt 350 kg TNT per anleggsflate, som blir delt opp i fleire

einingsladningar. Einingsladningane er forventa å vera mellom 10 – 30 kg, og dei blir detonert med tidsforskyving, for å avgrensa maksimalt spisstrykk.

Statsforvaltaren i Vestland opplyste i september 2023 at dei setter ein grenseverdi for spisstrykk på 190 – 200 dB re 1 μ Pa SPL ved enkeltsprenjing (Statens vegvesen, 2023). Ei grense på 200 dB SPL er under permanent skadeleg nivå for alle artane som opptre i Sørfjorden, sjå terskelverdiar i avsnitt 4.2.1 og 4.3.1. I oppdrettsmerdar med fisk bør trykknivået ikkje overstiga 170 dB re 1 μ Pa (Kvadsheim, et al., 2022).

Tabell 3-2 viser kor langt skadelege støynivå er forventa å spreia seg utifrå storleiken på einingsladningane, og om det nyttast boblegardin som støydempingstiltak eller ikkje, sjå kap. 4.3.2 Støydemping. Modelleringa demonstrerer at bruk av boblegardin kan avgrensa utbreiinga av skadeleg støy effektivt. Det vil likevel vera umogleg å gjera sprengingsarbeida skadefrie nærast sprengstaden. Det vil heller ikkje vera mogleg å halda seg under 170 dB SPL rundt oppdrettsmerdane som ligg 1100 meter frå bergsjakta som skal etablerast ved Naustvika. Dei modellerte avstandane bør underbyggast av faktiske støymålingar i anleggsfasen.

Tabell 3-2. Forventa utbreiing av skadelege støynivå ved detonering av einingsladningar på 10, 20, 30 og 40 kg, med og utan bruk av boblegardin. COWI gjer merksam på at dei modellerte avstandane ikkje har blitt verifisert med faktiske støymålingar frå planområdet.

Einingsladning (kg/intervall)	Støyradius utan boblegardin			Radius støy med boblegardin		
	>206 dB	>200 dB	>170 dB	>206 dB	>200 dB	>170 dB
10 kg	~300 m	~500 m	~11 700 m	~70 m	~110 m	~2 500 m
20 kg	~375 m	~630 m	~14 700 m	~80 m	~140 m	~3 200 m
30 kg	~430 m	~720 m	~16 900 m	~90 m	~160 m	~3 700 m
40 kg	~475 m	~800 m	~18 500 m	~100 m	~180 m	~4 000 m

3.3 Berekingar av støy ved boring

COWI har utført indikasjonsberekningar for lydeksponering ved anleggsdrift under vatn. Lydeksponering, som angitt av SEL (sound exposure level), vil angi summen av støy som dyrelivet under vatn blir eksponert for i løpet av en arbeidssyklus (i dette tilfellet døgnsyklus). Denne eksponeringa vil i hovudsak skje i fasar, der første fase er innboring av sprengingshøl, etterfølgd av sprenging, og til slutt boring av bergsjakt med opprømming.

Tilsvarande som for berekingar av spisstrykk ved sprenging, vil SEL-nivået vera en funksjon av avstand mellom kjelde og mottakar. For å unngå skade på fisk i Sørfjorden, bør SEL vera mindre enn 173 dB re 1 μ Pa² (Multiconsult, 2022). Ved Naustvika bør SEL vera mindre enn 160 dB re 1 μ Pa² (Havforskningsinstituttet, 2023), for å unngå skadeleg påverknad på oppdrettsfisken i merdane på Blom. COWI tek utgangspunkt i lydeksponering 1000 meter frå lydkjelda, som for fisk i oppdrettsanlegga, sjå kapittel 4.2.

Med døgnkontinuerleg drift (100 % drift), er det berekna at lydeksponeringa kan overskrida skadeleg nivå for fisk, på 173 dB SEL, dei første 300-400 meterane. For

Naustvika, med ei anbefalt grense på 160 dB SEL ved 1000 meter avstand til merd, er det berekna at ein kan ha følgende drift per dag:

- Boring 50 % av døgnet til plassering av sprengsalver (tilsvarande operativ boring i 12 timer pr 24 timer).
- Boring 50 % av døgnet for opprøpping av bergsjakt (tilsvarande operativ boring i 12 timer pr 24 timer). Dette er derimot avhengig av rotasjonsfart på drillen.

Desse berekningane tar utgangspunkt i halvsfærisk spreiding av lydenergi frå sprengområdet, og at borearbeidet har en lydeffekt på inntil $L_{AW} = 116 \text{ dB}_{re 1\mu W(luft)}$, som grovt sett tilsvarar et lydtrykk på $L_{pA re 1m} \approx 170 \text{ dB}_{re 1\mu Pa}$ i vann, i høve til konvertering skildra i (Multiconsult, 2022).

COWI forventar at prosjektet held seg under oppgitt grenseverdi, gitt at boringa går føre seg i opptil 12 timer per døgn. Faktiske støymålingar kan eventuelt nyttast til å justera anleggsgjennomføringa.

3.4 Støy ved deponering

Deponering av massar under vatn er ikkje forventa å generera nemneverdig støy. Generelt vil støy frå massar som faller og treffer botn bli overdøyd av bakgrunnsstøy på relativ kort distanse – få meter eller eit titals meter. Dette medfører at støy generert frå deponerte massar i vatn som søkk mot botnen vil vera neglisjerbar, og det er forventa at det ikkje fører til negative støymessige konsekvensar for miljøet, (Kongsberg Maritime Ltd, 2015). Dersom hellinga i fjellet medfører at massane støytar mot berg på veg mot sjøbotnen, er det forventa noko høgare lydnivå.

COWI antar at støy frå tunnelmassar som støyter mot fjell ikkje vil føra til skadeleg støybelastning, men dette bør undersøkast gjennom støymålingar. Støynivået bør ikkje overskrida ei lydeksponering (SEL) på 160 dB (grense for endra åtferd) i gytesesong for torsk, og 173 dB gjennom resten av året (grense for midlertidig skade på fisk, sjå Tabell 4-2).

4 OMSYN PÅ MARINT LIV

I løyvet til deponering av overskotsmassar i Sør fjorden, sette Statsforvaltaren spesifikt vilkår for dokumentering av støy som kan påverka dei stadbunde fiskeverdiane; oppdrettsfisk, anadrom fisk og gytefelt for torsk (sjå Figur 4-1 og Figur 4-2). Målet med vilkåra deira er mellom anna at fare for negativ påverknad på fisk og anna marint biologisk liv blir redusert til akseptabel risiko (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a).

September 2023 opplyste Statsforvaltaren i Vestland at dei setter ein grenseverdi for spisstrykk på 190 – 200 dB re 1µPa spisstrykk (SPL) ved enkeltsprenging (Statens vegvesen, 2023). Dette samsvarar med grensa Multiconsult (2022) kallar «sannsynleg skade» (> 200 dB SPL). Støy over 200 dB SPL kan spreia seg omtrent 100 – 800 meter frå dei ulike bergsjaktene, sjå Tabell 3-2.

4.1 Generelt

Det er fleire fiskeslag i Sør fjorden, inkludert tre raudlista fiskeartar: pigghå (sårbar), blålange (sterkt trua) og ål (sårbar) (Rådgivende biologer, 2017). Det blir antatt at desse artane er i heile fjordbassenget, men det finnes foreløpig lite kunnskap om dei kan vera meir stadbundne i visse periodar av året. Pigghåen går drektig i opp mot 22 månader og føder levande ungar hovudsakeleg i tidsperioden november-februar (NORCE, 2023). Drektige pigghå har blitt registrert i Sør fjorden, men det er førebels lite kunnskap om kvar fødeområda er og kor fleksible dei er ved påverknad i fødeperioden. NORCE undersøker for tiden dette, og kan mellom anna få data på korleis drektige pigghå reagerer på det planlagde anleggsarbeidet i Sør fjorden (NORCE, 2023).

Utover dette er det registrert fleire sjøpattedyr i Sør fjorden, som mink (framand art), oter og steinkobbe (Artskart, 2023), samt sporadiske førekomstar av steinkobbe, havert (sårbar), nise, kvitskjeving og kvitnos (Rambøll & Sweco, 2021).

Både fisk og sjøpattedyr har ei velutvikla høyrlesans som er sentral for dyra sine evner til å orientera seg og kommunisera. Fisk oppfattar partikkelrørsla frå lyden, mens sjøpattedyr oppfattar lydtrykket, slik som hos menneskjer (Havforskningsinstituttet, 2023). Begge grupper kan få midlertidig svekking av høyrsla, men hos sjøpattedyr er det også påvist kronisk høyrleskade.

Skadane kan både oppstå ved for høgt spisstrykk (SPL) og ved for høg lydeksponering (SEL). Den største skaden frå støy er direkte traume på indre organ frå store trykkforskjeller, som igjen kan leda til permanente skader eller død (Multiconsult, 2022). Gassfylde organ er særleg utsette, og fysiologiske forskjellar mellom dyr gjer at dei har ulike tolegrensar for støypåverknad. Undervass-støy kan også føra til fryktrespons og andre åtferdsendingar hos dyra.

Det er vanskeleg å predikera trykkbølger frå sprenging, og derfor vanskeleg å gi eit eintydig svar på grenseverdiar og sikker avstand (Havforskningsinstituttet, 2023). Likevel finst det målingar av skadeeffektar frå støy på enkelte artsgrupper, og estimat for andre artsgrupper (Havforskningsinstituttet, 2023). Basert på desse data er det samla terskelverdiar for ulike artsgrupper, presentert som midlertidig høyrleskade

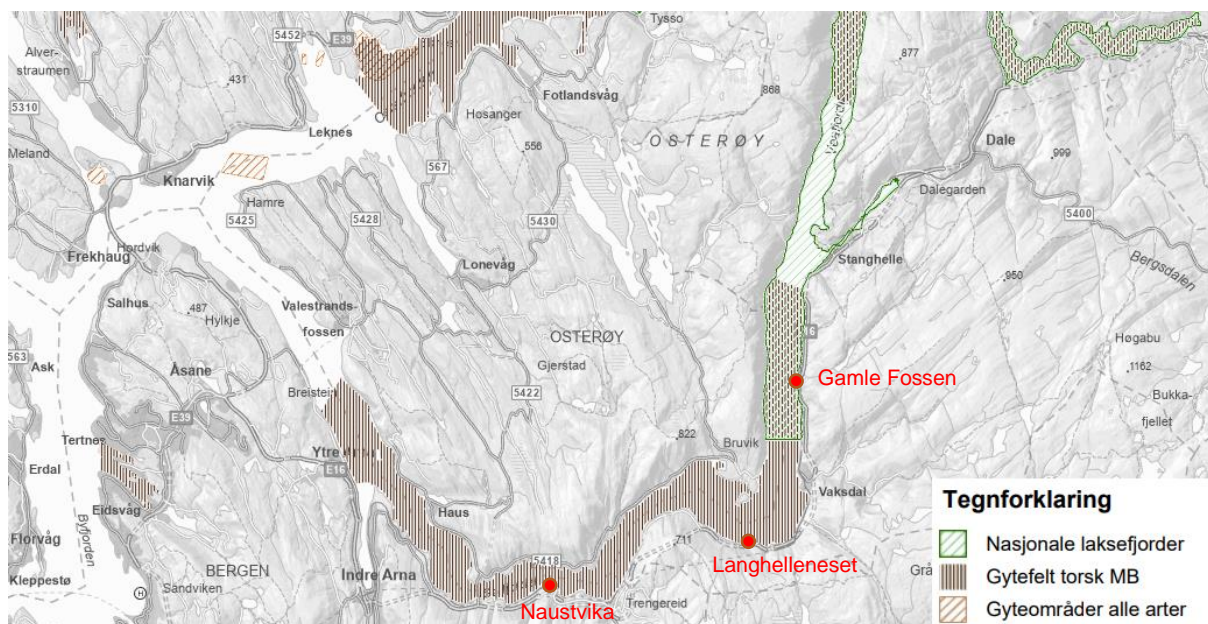
(TTS; temporært terskelskifte) og kronisk hørsleskade (PTS; permanent terskelskifte).

4.2 Stadbundne fiskeverdiar

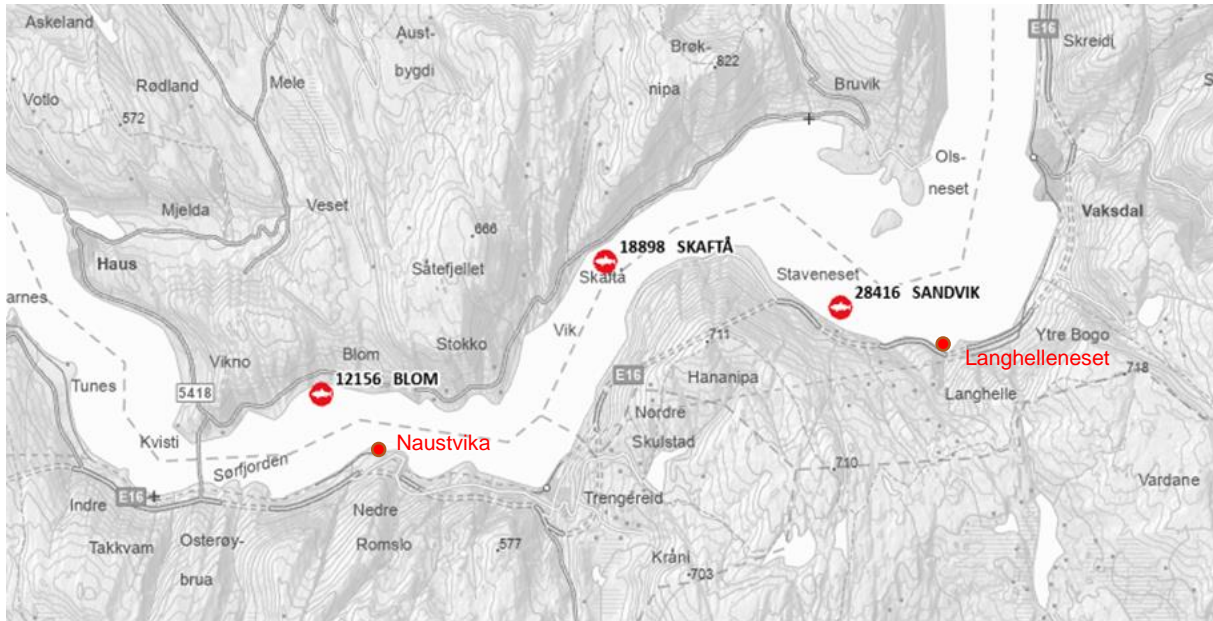
Nasjonal laksefjord overlappar med den nordlegaste bergsjakta, som blir etablert ved Gamle Fossen. Anadrom laksefisk vandrar og beiter i hovudsak høgt i vassøyla (Davidsen, 2008 og Plantalech, 2009, referert i Statsforvaltaren i Vestland, 2023). Lakse-smolt frå elvene vil passera sjødeponia på veg ut i fjordsystemet i april-juli, mens gyteklar laks vil passera dei på veg inn i elvene april/mai - september/oktober, i hovudsak over sprangsjiktet (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a).

Gytefeltet for torsk overlappar med alle bergsjaktene (sjå Figur 2-1 og Figur 4-1). Torsken gyter ofte ved utstikkande bergnabbar i fjorden, og egga held seg stort sett flytande i sprangsjiktet av sjøen, før dei klekker etter 2-3 veker (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a; Rådgivende biologer, 2017). Under larvestadiet (8-10 veker) søkjer yngelen seg mot grunne område langs land på 0 – 20 meter djup (Rådgivende biologer, 2017). Torsken er ekstra sårbar i gyteperioden frå februar til april, og dei påfølgande egg- og larvestadia fram til midten av juni (Havforskningsinstituttet, 2023).

Dei tre fiskeoppdrettsanlegga ligger i Sørfjorden og har konsesjon for produksjon av aure, regnbogeaure og laks (Rådgivende biologer, 2017). Dei overlappar med gytefeltet for torsk, og ligger i nærleik til dei to sørlegaste sjødeponia ved Naustvika og Langhelleneset (sjå Figur 2-1 og Figur 4-2). I følgje Lerøy Sjøtroll er det næraste anlegget, Sandvik (lengst aust), tomt og produksjonen der er planlagt flytta over til anlegga på Skaftå og Blom (Statens vegvesen, 2023). Skaftå ligger mellom dei to sørlegaste sjødeponia, med 4,3 km i luftlinje til næraste deponi, Langhelleneset. Blom ligger 1100 meter frå sjødeponiet på Naustvika, og er det einaste anlegget som ligger an til å bli påverka av sprengingsarbeidet.



Figur 4-1. Avgrensing for gytefelt torsk og nasjonale laksefjorder. Arealene overlapper mellom Vaksdal og Stanghelle. Figur frå kart.naturbase.no (Miljødirektoratet, 2023).



Figur 4-2. Lokaltetar med konsesjon for oppdrett i Sør fjorden. Kart henta frå fiskeridirektoratets kartverktøy Yggdrasil (Fiskeridirektoratet, 2023). Anlegget ved Sandvik står tomt, og er planlagt avvikla (Statens vegvesen, 2023).

4.2.1 Terskelverdiar for fisk

I rapporten Kystverket bestilte om undervass-støy (Multiconsult, 2022), presenterer dei tabellar med finmaska grenseverdiar for ulike fiskeslag (sjå Tabell 4-1 og Tabell 4-2). Dei understrekar likevel at det framleis finst mange feilkjelder og at resultatane frå utrekningar av støy er avhengige av kvalitet i grunnlagsdata.

Utanom permanente skadar og død kan undervass-støy også føra til fryktrespons og andre åtferdsendingar hos fisken. Oppdrettsfisk er fanga og får ikkje flykta. Då vil stresset auka og dei kan få sekundære skadar. Om ein ikkje kan gjennomføra sprenging på tidspunkt utan fisk i oppdrettsmerdar, tilrår Havforskningsinstituttet (2023) at lydnivåa ved merdane ikkje overstig spisstrykk (SPL) på 169 dB re 1µPa og lydeksponering (SEL) på 152 dB re 1µPa innanfor laks sitt høyrslområde (20-500 Hz). Kvadsheim et al. (2022) anbefalar tilsvarende ei grense på 170 dB SPL.

Laksesmolt og gyteklar laks vil passera sjødeponia frå april til september/oktober. Laksefisk har open svømmeblære, og mindre sensitiv høyrslé enn torsk (Multiconsult, 2022). Sjølv om høg undervass-støy kan skremma laks og sjøaure frå å passera punktet for sprenging, vil dei vera motiverte til å gjenoppta vandra (Teixeira da Silva, Solberg, & Uglem, 2017). Dei vandrar meir på nattetid og når det floar (Teixeira da Silva, Solberg, & Uglem, 2017).

Torsk (Multiconsult, 2022). Arealet registrert som gytefelt for torsk i Sør fjorden er omtrent 40 km². Sjølv ved bruk av boblegardin under sprenging, kan støy over 170 dB SPL spreia seg 5 – 12 km² frå dei ulike lokalitetane, utifrå kor store einingsladningar som blir brukt, og kor mykje skjerming omgivnadane i fjorden gir (støyradius vist i Tabell 3-2). Det tilsvarar 12 – 30 % av det totale volumet registrert som gytefelt for torsk i

Sørfjorden. Støyen frå sprenging vil likevel vera avgrensa til ein eller eit fåtal salver ved kvar lokalitet.

Vedvarande støy kan også maskera andre lydkjelder fisk nyttar til orientering og kommunikasjon (Havforskningsinstituttet, 2023). Til dømes lager hanntorsken gryntelydar ved gyting for å hevda seg. Lyden er lågfrekvent, med ei kjeldestyrke på 120-133 dB re 1 μ Pa, og lydeksponering over tid frå boring eller deponering av stein, kan overdøya den.

I følgje Multiconsult (2022) er det er framleis lite kjennskap til effektane støy har på fiskebestandar. Havforskningsinstituttet (2023) meiner det viktigaste avbøtande tiltaket for torskefisk er å eliminera stressfaktorar i gyteperioden deira frå februar til april, og dei påfølgande egg- og larvestadia fram til midten av juni.

Tabell 4-1. Terskelverdiar for deteksjon av lyd i form av trykk, partikkelbevegelse og partikkelakselerasjon hos fisk. Bruskfisk, som pigghå, har ikkje svømmeblære. Henta frå appendiks E i Multiconsult (2022). «-» tyder manglande kunnskap.

Artsgruppe	Svømmeblære	Trykk dB re 1 μ Pa	Partikkelrørsle dB re 1 μ m s ⁻¹	Partikkelakselerasjon dB re 1 μ m ² s ⁻⁴
Bruskfisk (Pleuronectiformes, Chondrichthyes)	Nei	90–130 dB 100–1000Hz	30–70 dB (~ 1 mm/s) 0.1–200 Hz	30–100 dB (~ 40 μ m/s ²) 0.1–200 Hz
Laks (Salmonidae)	Open	95–130 dB 30–400 Hz	30–70 dB (~ 1 mm/s) 30–300 Hz	50–100 dB (~ 20 μ m/s ²) 30–300 Hz
Hestmakrell (Carangidae)	Lukka	90–110 dB 300–2000Hz	-	-
Torsk (Gadidae)	Lukka	75–100 dB 30–500 Hz	10–40 dB (~ 0.01 mm/s) 0.1–400 Hz	30–65 dB (~ 4 μ m/s ²) 0.1–400 Hz
Sild (Clupeidae)	Open, samt gassfylde organ ved øyrene	70–75 dB 30–5000 Hz	10–20 dB (~ 0.01 mm/s) 30–5000 Hz	30–65 dB (~ 2 μ m/s ²) 30–5000 Hz

Tabell 4-2. Terskelverdiar for reaksjon, midlertidig skade (TTS), reversibel skade og død hos fisk. Tabellen er basert på studiar ved sprenging og peling (Fauske, 2007; Popper et al., 2014; Andersson et al., 2017; Popper & Hawkins, 2019 referert i Multiconsult, 2022). Spisstrykket (SPL) er angitt i dB re 1 μ Pa, og lydeksponering (SEL) er angitt i dB re 1 μ Pa2s. Henta frå appendiks E i Multiconsult (2022). «-» tyder manglande kunnskap.

Funksjonell høyrslé- gruppe	Endra åtferd / reaksjon		TTS – Terskelverdi		Reversibel skade		Død		Partikkel- rørsle mm/s
	SPL	SEL	SPL	SEL	SPL	SEL	SPL	SEL	
Utan svømmeblære	153/ 192	-	206	186	213	216	223- 234	219	~ 6
Med svømme- blære, ikkje del av høyrsléorgan	153/ 192	-	206	186	207	203	229- 234	210	< 6
Med svømme- blære, som del av høyrsléorgan	153/ 189	160	206	173	207	203	229- 234	207	< 6
Fiskelarver / egg	-	-	-	-	-	-	217- 242	-	13

4.3 Marine pattedyr

Marine pattedyr famnar om fleire forskjellige taksonomiske grupper, med stor variasjon i eigenskapar. Southall et al. (2019) deler dei marine pattedyra inn i seks ulike kategoriar basert på slektskap og høyrsløeigenskapar, der fem av dei er relevante for norske farvatn (sjå Tabell 4-3).

- Lågfrekvente kvalar
 - Bardekvalar, som høyrer lågfrekvent lyd.
 - Til dømes vågekval, knølkval, finnkval
- Høgfrekvente kvalar
 - Tannkvalar, som høyrer høgare frekvensar
 - Til dømes spermkval, nebbkval og spekkhoggar
- Veldig høgfrekvente kvalar
 - delfinarter og niser som høyrer veldig høgfrekvent lyd (> 100 kHz)
- Selar, inkluderer alle ekte selar
- Andre marine pattedyr
 - samlegruppe bestående av kvalross, mårstyr (t.d. oter) og isbjørn

Av sjøpattedyr er det i Sørfjorden registrert mink (framand art), oter og steinkobbe (Artskart, 2023), samt sporadiske førekomstlar av steinkobbe, havert (sårbar), nise, kvitskjeving og kvitnos (Rambøll & Sweco, 2021). Av desse artane er det berre mink og oter som er stadbundne til området, og begge desse artane lever amfibiske liv og oppheld seg primært på land (Rueness, 2023). Oter var tidlegare vurdert som sårbar i Norsk raudliste for artar, men er nå vurdert som livskraftig (Artsdatabanken, 2021). Utover dei nemnte artane er det potensiale for at fleire artar dukkar sporadisk opp i fjordane, sjølv om dei ikkje har blitt registrert tidlegare.

4.3.1 Terskelverdiar for marine pattedyr

Oter og mink har relativt høge terskelverdiar for høyrsleskadar, sjå Tabell 4-3. Veldig høgfrekvente kvalar (som niser) har dei lågaste terskelverdiane av dyr som opptre i Sørfjorden. Terskelverdien deira for permanent skade er 202 dB SPL, som er 4 dB lågare enn verdien for midlertidig skade av fisk. COWI presiserer likevel at sjøpattedyr berre opptre sporadisk i Sørfjorden, og at dei derfor ikkje naudsynlegvis vil bli påverka, i motsetning til dei stadbundne fiskene. Vidare er bruk av forvarsel (som fenghetter, sjå 4.4.2 Støydemping) eit relativt effektivt tiltak for å redusera skade hos sjøpattedyr, særleg for sensitive artar som niser (Havforskningsinstituttet, 2023).

Tabell 4-3. Estimerte terskelverdiar for midlertidige (TTS) og permanente (PTS) høyrsleskadar. Tersklar for SEL er gitt i dB re 1 $\mu\text{Pa}^2\cdot\text{s}$ og tersklar for spissttrykk SPL er gitt i dB re 1 μPa . Det er berre tatt med verdiar for grupper av sjøpattedyr som finst i norske farvatn. Tabellen er henta frå Havforskningsinstituttet (2023) som igjen har henta den frå Southall et al. (2019).

Funksjonell høyrslgruppe	TTS Terskelverdi		PTS Terskelverdi	
	SEL	SPL	SEL	SPL
Lågfrekvente kvalar	168	213	183	219
Høgfrekvente kvalar	170	224	185	230
Veldig høgfrekvente kvalar	140	196	155	202
Selar	170	212	185	218
Andre marine pattedyr	188	226	203	232

4.4 Avbøtande tiltak

Støy frå deponering av tunnelmassar vil skje over lang tid, men er ikkje forventa å påverka dyrelivet i Sørfjorden. Støy frå boring og sprenging under vatn er midlertidig, og dei negative effektane kan minimerast ved bruk av enkelte avbøtande tiltak. Det er likevel umogleg å gjera sprengingsarbeida skadefrie nærast sprengstaden. Dei viktigaste avbøtande tiltaka er avgrensing av tider for sprenging, og støydemping slik at skadeleg støy avgrensast til eit minst mogleg område.

4.4.1 Avgrensa tider for sprenging

Det bør verken sprengast eller borast i gyteperioden for torsk frå februar til april, og dei påfølgande egg- og larvestadia fram til midten av juni. Alle sjødeponia i prosjektet ligg i gytefelt for torsk. Havforskningsinstituttet (2022) meiner det viktigaste avbøtande tiltaket med omsyn på torsken, er å eliminera stressfaktorar i nemnde periodar. FAS bør planlegga støyande arbeid utanfor desse periodane, så langt det lar seg gjere.

Dersom det kan sikrast at pilothølet ikkje bommer på anleggsflaten ved avvik under boringa, kan anleggsflaten sprengast ut før etablering av pilothøl, sjå kapittel 3.1 *Anlegg og deponi*. I så fall kan all undervass-sprenging potensielt gjerast fortløpande, noko som vil gjera det enklare å unngå sårbar periode for torsk, og periodar med fisk i oppdrettsanlegget på Blom. Tabell 3-2 viser at sprenging kan gi støy over 170 dB SPL i fleire kilometer radius, som tilsvarar 12 – 30% av det totale gytearealet. Det er særleg viktig å unngå støy som kan påverka åtferda til torsken under sjølve gyteperioden (februar til april). Effektane av støy på egg og larvar er det mindre kjennskap til, forutan død ved særleg høgt spisstrykk (sjå Tabell 4-2).

Langhelleneset er den første bergsjakta som skal etablerast. Sprenging her bør skje utanfor sårbar periode for torsk (1. februar – 15. juni). Det er førebels uvisst kor langt fram i tid dei resterande sjaktene blir etablert, og om sprengingsarbeidet kan gjennomførast fortløpande for alle tre sjaktene, sjå 3.1 Anlegg og deponi.

Gamle Fossen er truleg den andre bergsjakta som skal etablerast, og den ligger i nasjonal laksefjord i tillegg til gytefelt for torsk. Om mogleg bør sprenginga føregå etter gytevandringa for laks (september/oktober), men før gytasesongen for torsk (februar).

Naustvika er truleg den siste av bergsjaktene som skal etablerast. Om mogleg bør sprenging på Naustvika utførast når det er tomt for fisk i oppdrettsmerdane på Blom, som ligger 1100 meter i frå. Blom er planlagt tom for fisk frå november/desember 2023 til juli 2024. Neste fiskefrie periode er truleg desember 2025 til juli 2026, men det er enno litt usikkert. FAS bør i samråd med Lerøy Sjøtroll, planlegga gjennomføring av sprenging og brakklegging av oppdrettsmerdane på Blom til å samanfalla utanfor den sårbare perioden for torsk (1. februar – 15. juni).

Som omtalt i kapittel 3.3 *Berekingar av støy ved boring*, kan døgnkontinuerleg boring overstiga ei lydeksponering på 160 dB SEL i oppdrettsmerdane på Blom, og 173 dB SEL i ein radius på 300-400 meter. Støymålingar frå overvåkingsprogrammet avgjer om det er behov for restriksjonar på arbeidstida. Undervassboring kan også

maskera kommunikasjonslyder mellom torsk i den sårbare gytetida (februar til 15. april), og ein bør derfor unngå boring i denne perioden.

Det bør ikkje sprengast ved stille vatn, då blank vassflate reflekterer trykkbølgene tilbake (Multiconsult, 2022).

4.4.2 Støydemping

For å redusera trykknivået frå sprengingsarbeidet bør einingsladningane (ladning per intervall) vera så avgrensa som mogleg, slik at arealet som overstig 200 dB spissstrykk blir så lite som mogleg (grense for sannsynleg skade, sjå Tabell 3-2). Utbreiinga av skadelege støynivå frå sprengingsarbeidet kan reduserast med støydempande tiltak som til dømes storleiken på einingsladningar (kg/intervall) og boblegardin. Fordemming av sprengladningane i berg bidrar med ei dempande effekt av trykkbølgene.

I andre deler av verden blir boblegardin nærmast brukt som standard støydemping, for å avgrensa skade på marint liv, men tiltaket er lite brukt i Noreg (Havforskningsinstituttet, 2023). Boblegardin er ei aktiv form for demping av trykkbølger i sjøen og blir laga ved at eit røyr med perforerte høl slepper ut luft frå ein kompressor. Luftboblene vil danna ein barriere i sjøen som fangar og bryter opp trykkbølgene. Den vil også kunne fanga opp eventuelle plastlunter frå sprengladningane (Athanasios Gkanasos et al., 2021; Zhang, 2022).

Ein nyare norsk studie har vist at boblegardiner effektivt dempar lyden frå sprenging med 12-20 dB (re 1 μ Pa) spissstrykk (Kvadsheim, et al., 2022). Likevel råder Havforskningsinstituttet (2023) mot bruk av boblegardin under den sårbare perioden for torsk (1. februar - 15. juni), då den kan skada fiskelarvar. Ved sprenging i dette prosjektet er likevel bruken så kortvarig at boblegardina berre vil påverka fiskelarvar som uansett blir skada av sprenginga.

COWI har kommunisert med leverandørar av boblegardin og entreprenør med erfaring frå sprengingsarbeid i sjø. Alle er samde i at boblegardin er eit gjennomførleg tiltak for djupa som er skildra ved dei ulike lokalitetane. Sprengstaden er avgrensa nok til at eit relativt kort røyr kan omslutta sprengstaden. Median straumfart på Langhelleneset er 2 cm/s (COWI, 2023), og dermed låg nok til at boblegardina held seg stabil. Røyret bør plasserast på 40 meters djupne, slik at det kjem tilstrekkeleg langt under sprengstaden ved sjaktopeningane, som vil vera på kote -25 meter eller lågare. Det er ein risiko for at gardina blir øydelagd ved sprenging.

Støy med «sannsynleg skade» (>200 dB SPL) er modellert til spreia seg nesten 800 meter gitt 40 kg/intervall utan boblegardin, mens tiltak som 10 kg/intervall og boblegardin potensielt kan avgrensa det til 110 meter (sjå Tabell 3-2).

4.4.3 Forvarsel

For å unngå skader på sjøpattedyr, bør dei skremmast bort før sprenging med detonering av ei fenghette. Sjøpattedyr ser ut til å reagere på forvarsel (primært testa med ramp-up ved seismikk) i større grad dess meir lydsensitive dei er (Havforskningsinstituttet, 2023). Derimot er det ikkje påvist nokon effekt av ramp-up på

fisk, forutan at fisken kan bli meir passiv etter kvart, i følge to studiar referert av Havforskningsinstituttet (2023).

Sidan sjøpattedyr berre opptre sporadisk i fjorden, vurderer COWI at ei fenghette er tilstrekkeleg for å senka risikoen for skade. Ei enkel fenghette vil truleg heller ikkje verka nemneverdig negativt inn på fisk. Fenghetta må fyrast av utanfor ei eventuell boblegardin. Om boblegardina berre er aktiv ved sprenging kan den verka som eit ytterlegare forvarsel til sjøpattedyra.

4.4.4 Overvaking

Lydnivåa bør dokumenterast for å verifisera dei modellerte støynivåa, og fastslå kva som er naturleg bakgrunnstøy i fjorden. I løyvet frå Statsforvaltaren står det at eventuelle støymålingar skal gjerast i minimum to ulike avstandar frå utsleppspunktet.

Bergsjakta på Langhelleneset er den første som blir etablert, og overvaking gjort der vil leggja grunnlaget for etableringa av dei resterande sjaktene. Støymålingane bør gjerast nært anleggsområdet og i 1100 meters avstand, tilnærma avstanden mellom Naustvika og oppdrettsanlegget på Blom. Støyen bør overvakast på begge punkta gjennom heile sjaktetableringa på Langhelleneset, samt under deponering av massar. Støymålingane kan nyttast til å korrigera avbøtande tiltak i anleggsgjennomføringa og ved dei andre lokalitetane.

COWI forventar verken at støy frå boring eller deponering av tunnelmassar vil ha ei negativ påverknad på dyrelivet i Sørfjorden, men tilrår å dokumentera faktiske lydnivå med støymålingar. Om anleggsarbeidet overskrider ei lydeksponering (SEL) på 160 dB (grense for endra åtferd, sjå Tabell 4-2), bør det iverksettast tiltak for å avgrensa lydeksponeringa i gytetida for torsk (februar – april). Om deponeringa overskrider SEL på 173 dB (grense for midlertidig skade på fisk, sjå Tabell 4-2), bør det iverksettast tiltak for å avgrensa lydeksponeringa heile året. Det enklaste tiltaket vil vera å avgrensa tidsvindauge for boring og deponering per døgn. Av artane som er registrert i Sørfjorden, har niser dei lågaste terskelverdiane for midlertidig og permanent skade (140 dB og 155 dB SEL). Sidan niser berre opptre sporadisk er det lite sannsynleg at dei vil bli utsett for ei så høg eksponering.

Dersom sjaktetableringa på Naustvika skjer når det er fisk i oppdrettsanlegget på Blom, må det gjerast tilsvarende støymålingar som på Langhelleneset. Minst ein av målingane skal vera i nærleik til oppdrettsanlegg, der ein også kan observera fisken si åtferd (Statsforvaltaren i Vestland, 2023a). Dette medfører at det bør nyttast kameraovervaking i tillegg til hydrofonar.

4.4.5 Oppsummering

- Sprenging bør skje utanfor gyteperiode for torsk, mellom februar og april, samt påfølgande egg- og larvestadium fram til 15. juni. Det bør heller ikkje borast i gyteperioden.
- Spisstrykket bør dempast så mykje som mogleg, ved å dela opp sprengsalvene i minst moglege einingsladningar, og bruk av boblegardin. Fordemming av sprengladningane i berg bidrar med ei dempende effekt av trykkbølgene.

- Sjøpattedyr bør skremmast vekk frå sprengstaden ved detonasjon av ei fenghette. Ved å starta boblegardina like før sprenging kan ein oppnå ytterlegare effekt. Slike forvarsel er effektive på pattedyr, men ikkje på fisk.
- Støyen bør dokumenterast med støymåling ved to ulike avstandar for å verifisera modellerte støynivå for sprenging (spisstrykk), boring og deponering av stein (lydeksponering). COWI forventar at lydeksponeringa frå boring og deponering vil halde seg under skadelege nivå. Støymålingane vil avdekka eventuelle behov for å justera avbøtande tiltak ved anleggsgjennomføringa.
- Sprenging ved sjaktetablering på Naustvika bør skje i brakkleggingsperioden for oppdrettsanlegget på Blom. Viss det ikkje er mogleg, bør støymåling vera ved sprengstad og oppdrettsanlegg, og fisken bør observerast / filmast for å sjå etter reaksjonar på støyen.

4.5 Akseptabel risiko

FAS bør planlegga etablering av bergsjaktar utanfor sårbare periodar for torsk og periodar med oppdrettsfisk på Blom nær Naustvika. Det gjeld særleg for etablering av bergsjakta ved Langhelleneset, der det er planlagt målingar for å verifisera modellert støy. Når det er sagt, er framdrifta i FAS utfordrande å planlegga i detalj grunna eit stort antal avhengigheiter, inklusiv råda dette notatet gir om å unngå sprenging i sårbare periodar for torsk og periodar med oppdrettsfisk på Blom. Fersk forvaltningspraksis gir likevel noko rom for tilpassing basert på omfang av tiltak, kost/nytte-vurderingar og bruk av støydempande tiltak.

Statsforvaltaren i Vestland (2023b) ga nyleg Vestland fylkeskommune løyve til undervass-sprenging ved gyte- og oppvekstområde for torskefisk, for etablering av Ytre Steinsund bru i Solund kommune. Nemnte sprengearbeid er mindre i omfang (tre salver på 60 – 100 fm³) enn i FAS (forventa tre salver på 250 – 450 fm³), einingsladningane er mindre (maks 5 kg/intervall), og framdrifta er sikrare planlagt grunna færre avhengigheiter.

Dei tre sprengingane i Ytre Steinsund er modellert til å generera støy på 3,1 og 3,7 kPa (190 – 192 dB SPL) i oppdrettsmerdar som ligg 1100 – 1300 meter frå sprengstadane. Statsforvaltaren vurderte at dei tre sprengingane «ikkje representerer fare for skade på oppdrettsfisken» (Statsforvaltaren i Vestland, 2023b, s. 7).

Hovudsaltene i Ytre Steinsund skal sprengast i januar 2024, men ved utfordrande vêrforhold kan inntil tre mindre salvar bli utsett til starten av februar, som er i gytetida for torsk. Arbeidet skal då føregå med bruk av boblegardin. Vestland fylkeskommune opplyste ikkje om estimert utbreiing av skadeleg støy som arbeida kan medføra i dei nærliggande gyteområda. Statsforvaltaren sette ingen tidsavgrensing då dei ga løyve til omtalte prosjekt. Dei vurderte at sprengingsarbeida ikkje er omfattande i tid og omfang, og at nytten ved tidsavgrensing er for liten opp mot kostnaden av å bremsa framdrifta i opptil fem månader (Statsforvaltaren i Vestland, 2023b).

Dette etablerer ein viss presedens for kva Statsforvaltaren i Vestland vurderer som akseptabel risiko for skade på marint biologisk liv. Sprengingsarbeida i sjø som Statsforvaltaren ga løyve til i Solund kommune er av mindre, men samanliknbart omfang til sprenginga FAS planlegg i Sørfjorden.

5 REFERANSER

- Artskart. (2023, 09 06). Artskart.artsdatabanken.no. Funndata frå: Norsk zoologisk forening, Norsk institutt for naturforskning, Naturhistorisk Museum - UiO, BioFokus. Nedlasta frå Artskart.
- Athanasios Gkanasos et al. (2021). Stopping Macroplastic and Microplastic Pollution at Source by Installing Novel Technologies in River Estuaries and Waste Water Treatment Plants: The CLAIM Project. *Front. Mar. Sci.*, 24 December 2021.
- COWI. (2023). *Fellesprosjektet Arna - Stanghelle, forberedende arbeider. Innlagrings- og spredningsmodellering av ferskvannsutslipp til sjø.*
- Eldegard, K., Holand, Ø., Rolandsen, C., & van der Kooij, J. (2023). Pattedyr: Vurdering av mink Neovison vison for Fastlands-Norge med havområder. Fremmedartslista 2023. Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/lister/fremmedartslista/2023/589>
- Eldegard, K., Syvertsen, P., Bjørge, A., Kovacs, K., Støen, O.-G., & van der Kooij, J. (2021, 11 24). Pattedyr: Vurdering av oter *Lutra lutra* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken. Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/3729>
- Fiskeridirektoratet. (2023, September 26). *Yggdrasil*. Hentet fra <https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=ea6c536f760548fe9f56e6edcc4825d8>
- Havforskningsinstituttet. (2023). *Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet, Kunnskapsgrunnlag, vurderinger og råd for 2023.*
- Havforskningsinstituttet. (2022). *Svar på høring om tillatelse til utslipp fra foreløpig anleggsvirksomhet samt mudring, dumping og utfylling i forbindelse med bygging av Stad skipstunnel.*
- Kongsberg Maritime Ltd. (2015). *Underwater noise impact study for aberdeen Harbour Expansion Project: Impact of konstruksjon noise*. Aberdeen: Fugro EMU Ltd, Report ref: 35283-0004-V5.
- Kuizenga, B. v. (2022). Will it Float? Rising and Settling Velocities of Common Macroplastic. *ACS EST Water*, 975-981.
- Kvadsheim, P., Søvik, A., Rokke, E., Kolstrup, M. L., Forland, T. N., Pedersen, G., . . . Smedsrud, M. (2022). *Risiko for skade på laksefisk i omkringliggende oppdrettsanlegg ved etablering av undervannsskytefelt på Korsnes Fort*. Forsvarets forskningsinstitutt.
- Miljødirektoratet. (2023). *Naturbase kart*. Hentet fra <http://kart.naturbase.no/>
- Multiconsult. (2022). *Undervannstøy i forbindelse med sprengning og mudring Stad skipstunnel.*
- NORCE. (2023). Dahlmo, personleg kommunikasjon.
- Rambøll & Sweco. (2021). *Konsekvensutredning av massedeponering i Sørfjorden – med hensyn til marint biologisk mangfold.*
- Rueness, E. K. (2023). Oter i Store norske leksikon på snl.no. Hentet 6. september 2023 fra <https://snl.no/oter>.
- Rådgivende biologer. (2017). *Kartlegging av marint naturmangfold og naturressurser med verdivurdering.*
- Southall, B. L., Finneran, J. J., Reichmuth, C., Nachtigall, P. E., Ketten, D. R., Bowles, A. E., . . . Tyack, P. L. (2019). *Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects*. Aquatic Mammals. doi:10.1578/AM.45.2.2019.125
- Statens vegvesen. (2023). Idar Reistad, personleg kommunikasjon .

Statsforvaltaren i Vestland. (2023a). *Løyve etter forureiningslova til deponering av overskotsmassar i Sørfjorden og Veafjorden frå bygging av Fellesprosjektet Arna-Stanghelle (FAS) for Statens vegvesen og Bane NOR. Bergen og Vaksdal kommunar.*

Statsforvaltaren i Vestland. (2023b). *Løyve til undervasssprenging mm etter forureiningslova for etablering av Ytre Steinsund bru i Solund kommune, for Vestland fylkeskommune.* Bergen. Hentet fra <https://www.statsforvalteren.no/nb/vestland/miljo-og-klima/kunngjering-etter-forureiningslova/kunngjering-loyve-anleggsarbeid-i-sjo---bygging-av-ytre-steinsund-bru-i-solund-kommune/>

Teixeira da Silva, A., Solberg, I., & Uglem, I. (2017). *Effects of pile driving on fish in Nidelva.* Norsk institutt for naturforskning. NINA.

Zhang, E. S. (2022). Performance assessment of bubbles barriers for microplastic remediation. *Science of The Total Environment*, Volume 844.