

Fra: Marte Kjelby[Marte.Kjelby@norconsult.com]

Sendt: 06.11.2023 10:00:31

Til: Postmottak SFVL;Nesse, Magne[sfvlpost@statsforvalteren.no;magne.nesse@statsforvalteren.no]

Kopi: Staube, Øyvind[oyvind.staube@vassbakk.no];Gunvar Mjølhus[Gunvar.Mjolhus@norconsult.com];

Tittel: 2021/17640 - søknad om endring av tillatelse - Langevåg, Bømlo

---

Hei!

På vegne av Vassbakk & Stol AS oversendes søknad om undervannssprengning på Langevåg, Bømlo. Søknaden gjelder endring av tillatelse til utfylling, mudring og dumping, jf. deres ref. 2021/17640

Mvh

**Marte Kjelby**

Seniorrådgiver

Akvakultur & Miljø

Mob: +47 91176845

[marte.kjelby@norconsult.com](mailto:marte.kjelby@norconsult.com)

**Norconsult AS**

Voss-Norheimsund

Sandvenvegen 43, 5600 Norheimsund

[www.norconsult.no](http://www.norconsult.no)

**Hver dag forbedrer vi hverdagen**

*CONFIDENTIALITY AND DISCLAIMER NOTICE: This message is for the sole use of the intended recipients and may contain confidential information. If you are not an intended recipient, you are requested to notify the sender by reply e-mail and destroy all copies of the original message. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. While the sender has taken reasonable precautions to minimize the risk of viruses, we cannot warrant the absence of, or accept liability for, any such viruses in this message or any attachment.*

*CONFIDENTIALITY AND DISCLAIMER NOTICE: This message is for the sole use of the intended recipients and may contain confidential information. If you are not an intended recipient, you are requested to notify the sender by reply e-mail and destroy all copies of the original message. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. While the sender has taken reasonable precautions to minimize the risk of viruses, we cannot warrant the absence of, or accept liability for, any such viruses in this message or any attachment.*

Vassbakk & Stol AS

# ► Søknad om endring av tillatelse til utfylling og mudring - Langevåg, Bømlo

Behov for undervannsprengning

Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr.: RIM-R03 Versjon: J02 Dato: 2023-11-03



**Oppdragsgiver:** Vassbakk & Stol AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Øyvind Staupe  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Sandvenvegen 43, 5600 Norheimsund,  
**Oppdragsleder:** Gunvar Mjølhus  
**Fagansvarlig:** Anita Whitlock Nybakk  
**Andre nøkkelpersoner:** Marte Kjelby, Inge Hommedal

*Forsidefoto: Mudringsområdet ved Langevåg, Bømlo 22. august 2022, Norconsult ved Marte Kjelby*

J02	2023-11-03	Revidert etter kommentarer fra oppdragsgiver - endringer i sprengningsopplegg og avbøtende tiltak	MAKJEL, INHOM	ANINYB	GUMJO
J01	2023-10-11	Revidert etter kommentarer fra oppdragsgiver	MAKJEL, INHOM	ANINYB	GUMJO
B01	2023-09-07	Utkast til endringssøknad - for gjennomgang av oppdragsgiver	MAKJEL, INHOM	ANINYB	GUMJO
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

## ► Sammendrag

Vassbakk & Stol AS har startet med mudringsarbeider i forbindelse med etablering av Bømlo fiskerihavn, ved Langevåg. Det er gitt tillatelse etter forurensningsloven til utfylling, mudring og dumping i sjø. Utfyllingsarbeidene startet opp i mai 2022, og mudringsarbeidene startet opp i januar 2023.

Etter mudringsarbeidene startet opp viste det seg at det ble behov for undervannsprengning, noe det ikke er søkt om tidligere. Det søkes derfor med dette om undervannsprengning av ca. 8 100 fm<sup>3</sup> sjøbunn. Det ses på muligheter for å benytte sprengsteinsmasser fra undervannsprengningen lokalt på Langevåg.

I nærheten av tiltaksområdet ligger Hardanger Seafood AS sitt ventemerdanlegg (lokalitet Langevåg). I mai 2023 ble det gjennomført en prøvesprengning i sjø, og resultatene er brukt til vurdering av avbøtende tiltak knyttet til fisken ved denne lokaliteten. Det er også utført konservative beregninger av teoretisk estimert avstand til spisstrykkgrense for fisk og marine pattedyr. Estimert avstand fra sprengningsstedet til spisstrykkgrense på 32 kPa er konservativt beregnet til 0,9 km. Nærmeste matfiskanlegg, Hattasteinen, er lokalisert ca. 1,5 km unna sprengningsstedet, og nærmeste gytefelt for torsk er lokalisert 10-11 km unna.

Oppsummert søker Vassbakk & Stol AS om å gjennomføre sprengningsarbeidene basert på følgende avbøtende tiltak mht. undervannsstøy:

- Undervannsprengning skal kun pågå i perioder når det ikke er fisk i ventemerdene til Hardanger Seafood AS.
- Oppdrettsfiskens reaksjoner i andre anlegg skal overvåkes ved undervannskamera, spesielt ved Hattasteinen matfiskanlegg.
- Autorisert fiskehelsepersonell vurderer fisken før, under og etter sprengningene. Dette gjøres ved lokalitet Hattasteinen.
- Boblegardin skal benyttes ved sprengningsstedet for å dempe undervannsstøy.
- Undervannsstøyen skal måles vha. hydrofon ved lokalitet Hattasteinen ved oppstarten av sprengningsarbeidet. Resultatene fra målingene vil sammen med observasjoner av fisken, brukes til å vurdere behov for andre avbøtende tiltak, som eksempelvis redusere ladningsstørrelse.

Sprengningsarbeidet er planlagt gjennomført før hekkeperioden for sjøfugl starter, i tillegg skal evt. partikkelspredning fra sprengnings- og mudrearbeidet overvåkes vha. turbiditetsmålere, jf. dagens overvåkingsplan. Entreprenør ønsker at evt. andre avbøtende tiltak vurderes fortløpende, underveis i sprengningsarbeidet, dersom oppdrettere vurderer det nødvendig mht. fiskehelse.



## ► Innhold

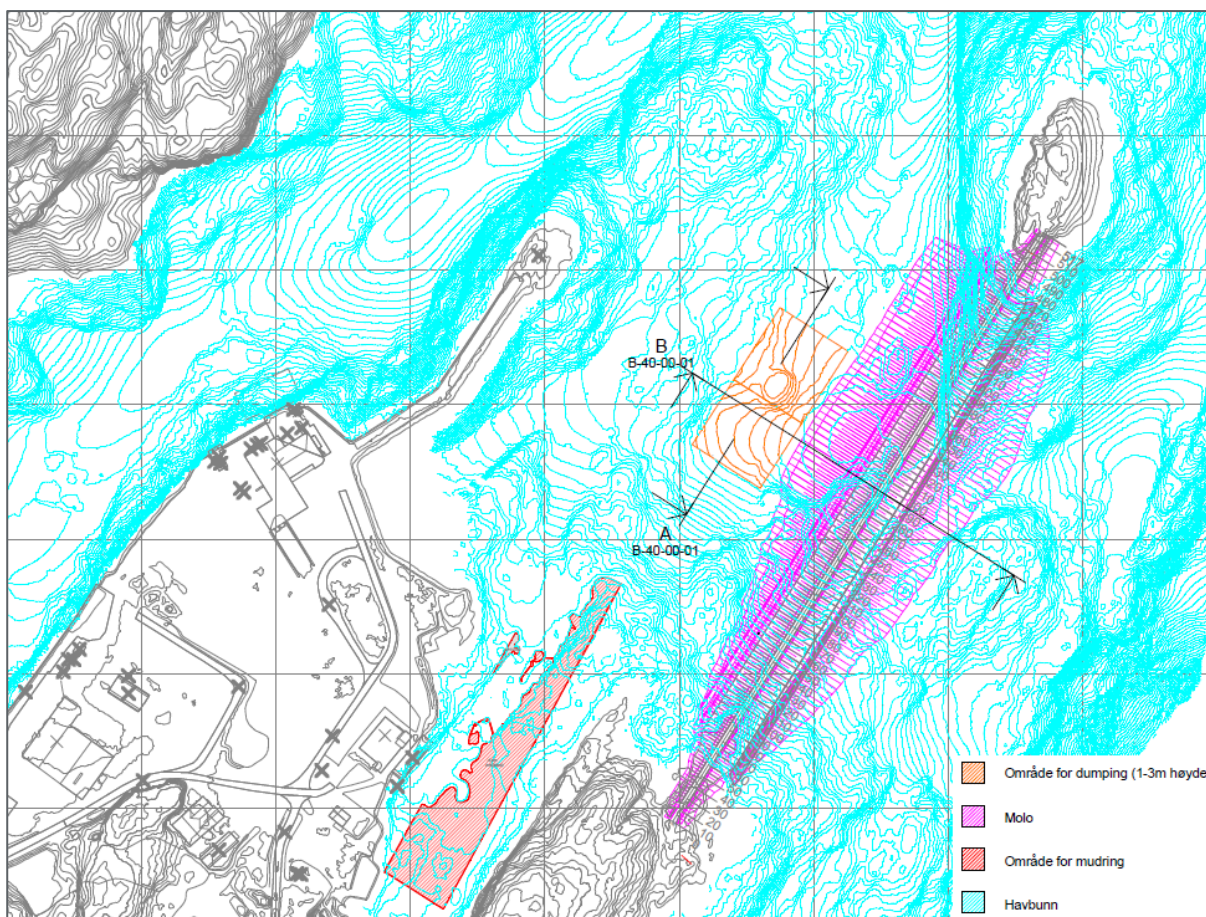
<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>5</b>
1.1	Pågående anleggsarbeid	5
1.2	Ventemerder og overvåking av turbiditet	6
1.3	Sedimentene i tiltaksområdet	8
<b>2</b>	<b>Tiltaket</b>	<b>8</b>
2.1	Hva endringen omfatter	8
<b>3</b>	<b>Akvakulturlokaliteter</b>	<b>9</b>
3.1	Akvakulturanlegg i nærheten	9
3.2	Grenseverdier for påvirkning av undervannsstøy på fisk	10
3.3	Beregninger av undervannsstøy fra sprengningsarbeidet	12
3.4	Ventemerder - Langevågen	12
3.4.1	<i>Prøvesprengning</i>	12
3.4.2	<i>Lokalitet Hattasteinen</i>	14
<b>4</b>	<b>Naturverdier</b>	<b>14</b>
4.1	Gytefelt	14
4.2	Sjøfugl	14
4.3	Fisk og marine pattedyr	15
<b>5</b>	<b>Vurdering av avbøtende tiltak under sprengningsarbeidet</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>18</b>

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Pågående anleggsarbeid

Vestland fylkeskommune er i gang med å etablere Bømlo fiskerihavn i samsvar med godkjent reguleringsplan<sup>1</sup>. Utfyllingsarbeidene er ferdige, men det gjenstår noe plastring på innside av molo. Pelearbeidene ble ferdigstilt i august 2023.

Det er tidligere søkt om og gitt tillatelse til mudring av ca. 14 500 fm<sup>3</sup> sjøbunnsedimenter og plassering av disse på sjøbunnen (Statsforvaltaren i Vestland, 2022). Figur 1 viser tiltaksområdet med mudringsområde, dumpeområde og utfylling for etablering av molo. Mudringsarbeidet pågikk fra 20.1.2023 – 31.1.2023, og det er til nå mudret ca. 2 000 m<sup>3</sup> sjøbunnsedimenter. Etter mudringsarbeidet startet opp viste det seg at det er behov for undervannsprengning av ca. 8 100 fm<sup>3</sup> over et areal på 3 600 m<sup>2</sup> (figur 5).

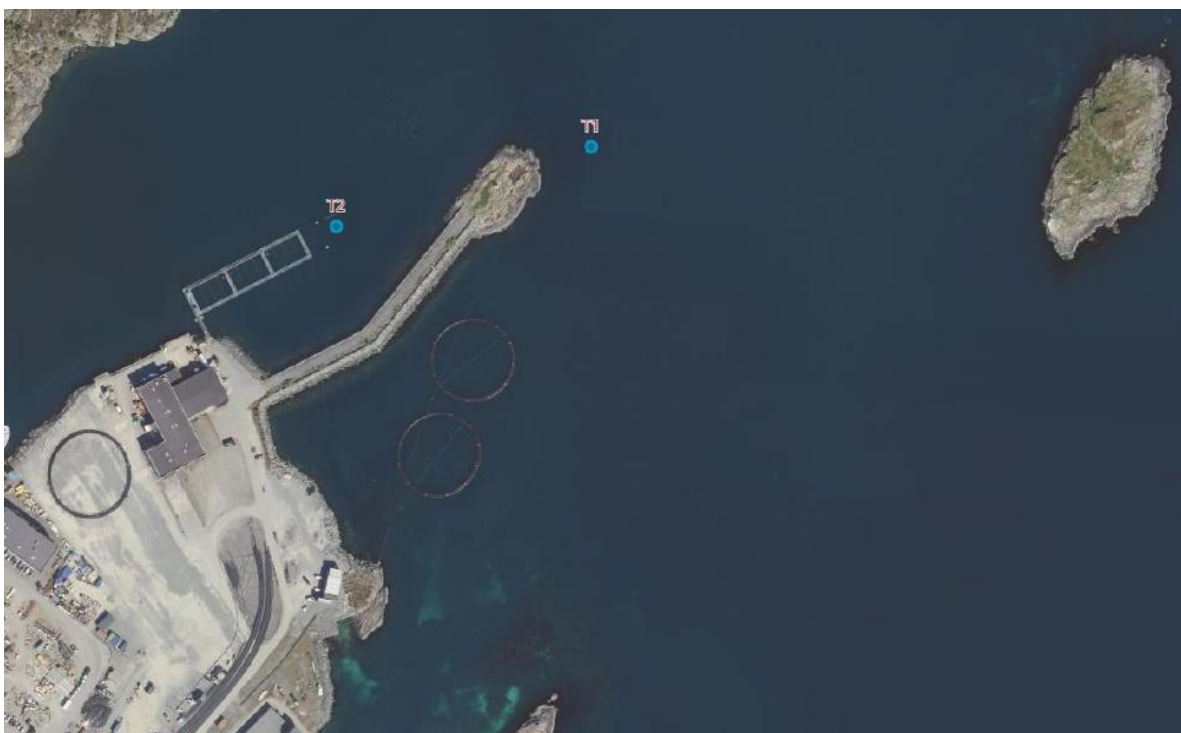


Figur 1. Utklipp fra situasjonskart over hele tiltaksområdet, hentet fra endringsøknad av 3.11.2022. Området hvor det nå er behov for undervannsprengning er vist i rødt, men dette området er nå besluttet redusert og vist i figur 5.

<sup>1</sup> Reguleringsplan for Bømlo fiskerihavn. Hovlandshagen, 53/53 m.fl. Planid: 201307.

## 1.2 Ventemerder og overvåking av turbiditet

Som et resultat av vilkår i tillatelse til utfylling og mudring i sjø, har Norconsult tidligere gjennomført kartlegging av partikkelspredning i forbindelse med tiltaket og laget en overvåkingsplan<sup>2</sup> for turbiditet. Formålet er å overvåke partikkelspredning i retning av fisken i Hardanger Seafood AS sitt<sup>3</sup> ventemerdanlegg. Slakteriet har vært under ombygging og skulle etter planen starte opp høsten 2022. Figur 2 viser omtrentlig plassering av turbiditetsmålere. Det vises ellers til informasjon i overvåkingsplan av 7.10.2022 og endringssøknad<sup>4</sup> av 3.11.2022.



Figur 2. Utklipp fra overvåkingsplan viser omtrentlig plassering av turbiditetsmålere.

Turbiditetsmålere ble montert den 23.11.2022. På den tiden var det planlagt oppstart av det ombygde slakteriet 1.12.22. Oppstart ble ytterligere forsinket, og den første fisken ankom ventemerdene 4.3.2023<sup>5</sup>. Figur 3 viser foto av bøylene for turbiditetsmålerne.

<sup>2</sup> 52200668-RIM-R01 - Overvåkingsplan for turbiditet – Langevåg, Bømlo. Datert 7.10.2022.

<sup>3</sup> Tidligere navn: Hardanger Fiskeforedling (HAFI)

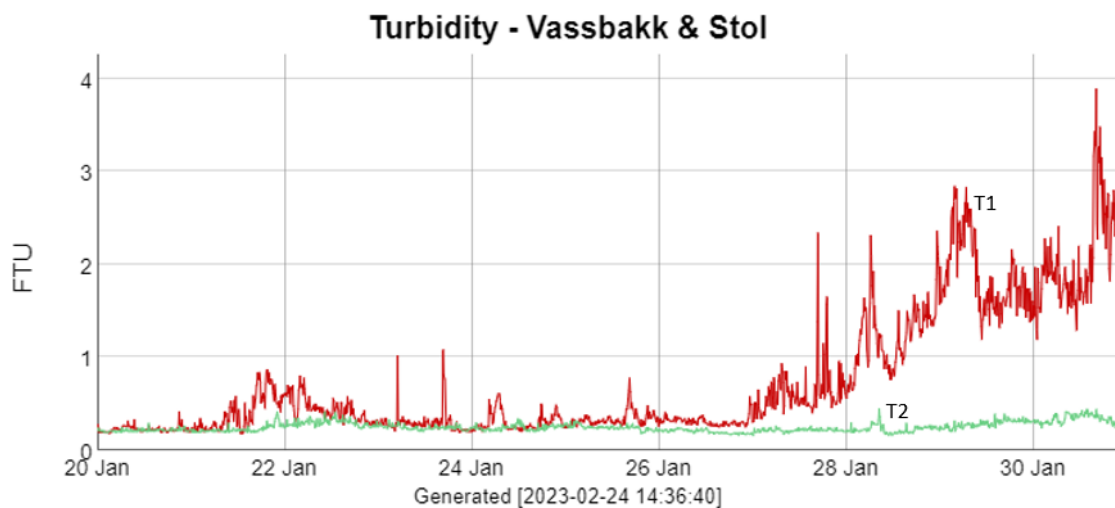
<sup>4</sup> 52200668-RIM-R02 – Søknad om endring av tillatelse – Langevåg, Bømlo. Datert 03.11.2022

<sup>5</sup> Jf. samtale med daglig leder, Knut Roger Sivertsen den 6.3.2023



Figur 3. Turbiditetsmålere. **Høyre:** T1, **venstre:** T2. (foto: Kjeller Vindteknikk/Norconsult, 23.11.2022).

I perioden hvor det foregikk mudring/dumping har det ikke blitt målt turbiditet over grenseverdien på 10 FTU ved ventemerder (T2) (figur 4). Det er mulig at økningen i turbiditet ved T1 i slutten av mudreperioden skyldes begroing, ettersom rengjøring av sensorer kun ble utført like før oppstart (18.01.23), men økningen i turbiditet er uansett ikke over alarmgrensen.



Figur 4. Turbiditetsmålinger i mudre- og dumpeperioden 20.01.23 – 31.01.2023. Rød linje er målinger fra T1 og grønn linje er målinger fra T2 (ventemerder).



### 1.3 Sedimentene i tiltaksområdet

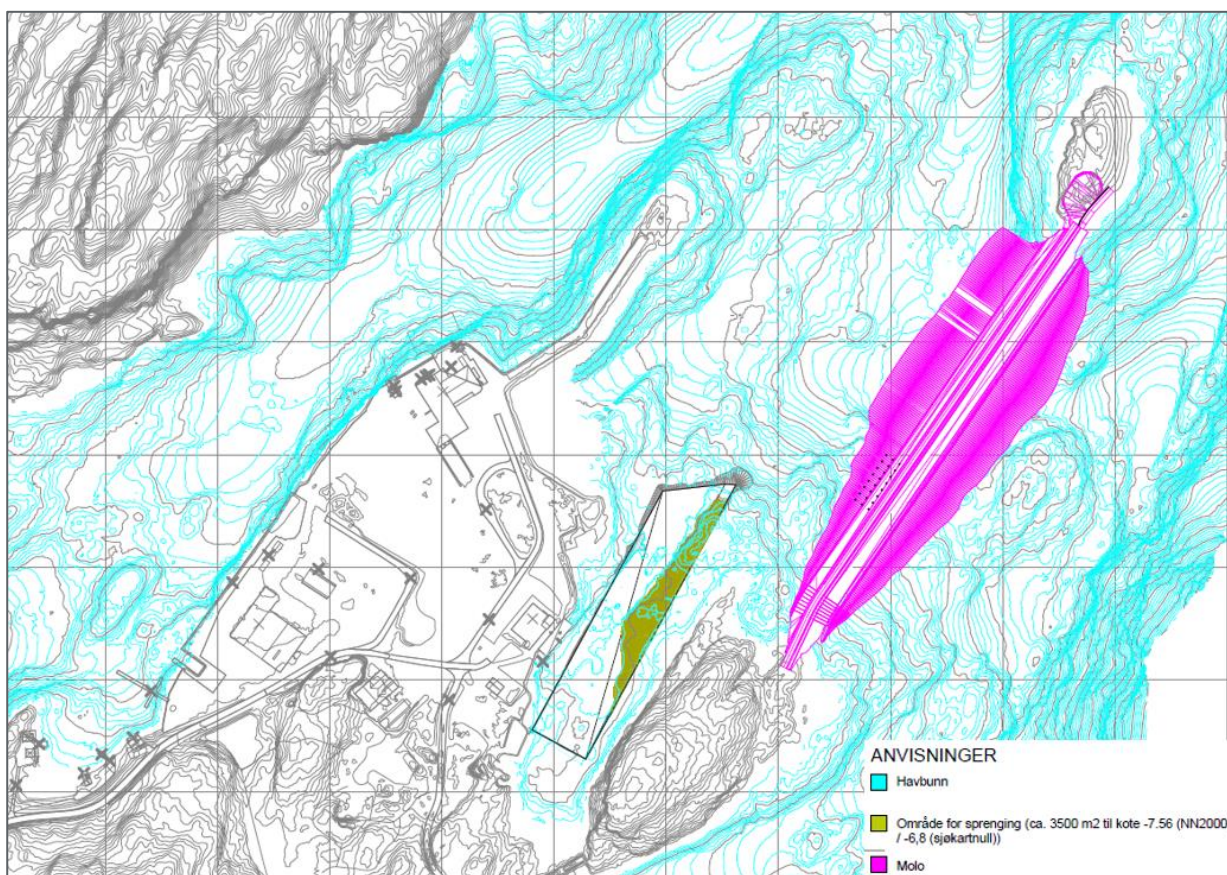
Sedimentene rundt sprengningsområdet er i tillatelsen, datert 23.11.2022, vurdert av Statsforvalteren som rene; «Muddermassane er prøveteken, er utan miljøgifter og inneheld svært lite finstoff».

Det vurderes derfor ikke som nødvendig med avbøtende tiltak for å hindre evt. spredning av sediment fra området rundt sprengningsområdet. Partikkelspredning i retning ventemerdene vil uansett bli ivaretatt av overvåkingsplan for turbiditet.

## 2 Tiltaket

### 2.1 Hva endringen omfatter

Endringen omfatter metode for utdyping, i samme område som tidligere omsøkt. Det er behov for sprengning av ca. 8 100 fm<sup>3</sup> (ca. 10 500 am<sup>3</sup>) over et areal på ca. 3 600 m<sup>2</sup>. Det er ønskelig at massene skal benyttes til samfunnsnyttige formål i nærområdet, og det undersøkes muligheter for bruk av massene til utfylling i sjø lokalt. Området hvor det er behov for undervannsprengning er vist i figur 5. Planlagt oppstart av sprengningsarbeidet er så snart som mulig etter tillatelse foreligger. Arbeidene er pt. estimert til å vare ca. fire uker.



Figur 5. Oversikt over utdypingsområdet. Grønt område er fjell som må sprenges. Originalkart med bedre oppløsning er gitt i vedlegg 1.

### 3 Akvakulturlokaliteter

#### 3.1 Akvakulturanlegg i nærheten

I følge Fiskeridirektoratets kartportal er det registrert fire akvakulturlokaliteter i nærheten av tiltaksområdet (figur 6). Tabell 1 gir en oversikt over anleggene og omtrentlig avstand fra tiltaksområdet (målt i luftlinje).



Figur 6. Oversikt over akvakulturanlegg i nærheten av Langevåg (Fiskeridirektoratet, 2023). Tiltaksområdet er illustrert med rød stjerne.

Tabell 1. Oversikt over lokaliteter og omtrentlig avstand fra sprengningsområdet. Informasjon hentet fra Fiskeridirektoratets kartportal (Fiskeridirektoratet, 2023). Omtrentlig avstand er hentet fra kystinfo.no.

Lokalitet	Innehaver	Formål	Produksjonsform	Arter	Omtrentlig avstand fra sprengningsområdet i luftlinje [km]
11513 Andal	Lingalaks AS, Tombre Fjordfarm AS, Varde Fiskeoppdrett AS	Kommersiell	Matfisk	Laks, Regnbueørret, ørret	2,7
11511 Hattasteinen	Bremnes Seashore AS, Fremskridt Laks AS	Forskning, kommersiell	Matfisk	Laks, Regnbueørret, ørret	1,5
16497 Langevågen	Hardanger Seafood AS	Slaktermerd	Matfisk	Laks, Regnbueørret, ørret	0,25
10300 Hillersvik	Erko Seafood AS	Kommersiell	Matfisk	Laks, Regnbueørret, ørret	3,4



### 3.2 Grenseverdier for påvirkning av undervannsstøy på fisk

#### Generelt

Det er vanskelig å gi en allmenn grense for skadelig spissttrykk for fisk. Ved vurdering av effekt av spissttrykk kan det skilles mellom fysiske skadeeffekter (*direkte skader* i fiske-vevet, osv.), og atferdsmessige skadeeffekter (*indirekte skader*). Noen ganger flyter disse effektene sammen, da atferdsmessige effekter kan gi indirekte ikke-dødelige effekter som kan medføre dårligere fiskehelse og sykdom med økt dødelighet over tid.

Lydbølgens effekt på fisk er avhengig av mange faktorer, bl.a. fiskeart, størrelse på fisken og livsfase til fisken. Dødelighet og potensiell skade på fiskeegg, fiskelarver og yngel er større enn for voksen fisk. Den direkte effekten på fiskeadferden kan være akutt stressrespons. Stressresponsen kan medføre unnvikelse og flukt, ukontrollert hopping, akutt økning i respirasjons- & hjerterytme og akutt tømning av tarm. Fysiske skader kan omfatte tap av hørsel, blødning i svømmeblære, samt riveskader og blødninger i milt og lever, effekter som først oppstår ved høye spissttrykk. Uavhengig av art, er fiskens svømmeblære det mest sårbare organet med hensyn til skader forårsaket av sprengning. Trykkvariasjoner vil kunne endre volumet av frie gasser, som har mest omfang i fiskens svømmeblære. Trykkvariasjon kan føre til bobledannelse eller absorpsjon av oppløste gasser i blod og kroppsvev, som igjen kan føre til dødelige skader. Fisk med lukket svømmeblære (physocliste som f.eks. torsk) er mye mer utsatt enn fisk med åpen svømmeblære (physostome) som f.eks. laksefisk (ørret og laks) og sild (*Clupea harengus*).

Sprengninger gjentatt over tid kan medføre kronisk stress, og derved føre til bl.a. redusert immunforsvar med påfølgende mottakelighet for sykdom. Sistnevnte gjelder spesielt i forhold til fisk som er lukket inne og er avskåret fra naturlig fluktrespons, som i fiskeoppdrett eller i avgrensede oppvekstområder.

Tabell 2 gir en oppsummering av ulike spisslydtrykk og observert effekt på fisk (informasjon hentet fra vedlegg 2 – 52200668-RIaku-N01). På bakgrunn av en rekke ulike studier oppsummerte i Kjellsby (1993) er forventet sammenheng mellom spisslydtrykk og tilhørende effekter fra sprengninger på fisk vist.

Tabell 2. Oversikt over skadeeffekter på fisk (torsk og laks) relatert til lydtrykk (modifisert etter Kjellsby, 1993). Fargekodingen angir skadepotensiale. (Kjellsby E., 1993)

Spisslydtrykk	Effekter på fisk
10 MPa til 1 MPa	Stor risiko for spontan død etter en enkel sprengning. Fisk med lukket svømmeblære (f.eks. torsk) vil være mer utsatt enn fisk med åpen svømmeblære (f.eks. laksefisk).
1 MPa til 100 kPa	Indre skader med usikker utgang. Risiko for død ved gjentatte sprengninger. Sterke atferdsendringer.
100 kPa til 1 kPa	Mindre eller ingen fysiske skader, men stress-belastning ved gjentatte sprengninger. Middels sterke atferdsendringer.
1 kPa til 100 Pa	Voksen fisk venner seg til støybelastningen ved gjentatte sprengninger, men dette kan være annerledes for larver/ynge.
100 Pa til 1 Pa	Fisk hører sprengingen, men reagerer ikke.
< 1 Pa	Fisk hører ikke sprengninger.

### Nyere kunnskapsgrunnlag

Våren 2023 oppdaterte HI sin årlige rapport *Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i Havet* (Havforskningsinstituttet, 2023). I rapporten vises det bl.a. til Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) sitt sprengningsforsøk i 2021 ifm. etablering av permanent øvingsområde i Korsfjorden (Forsvarets forskningsinstitutt, 2022).

I rapporten til HI står bl.a. følgende (sitat): «Når det gjelder sprengninger i nærheten av oppdrettsanlegg, er det en fordel å planlegge sprengningsarbeidet slik at det gjennomføres på et tidspunkt der anlegget er tømt for fisk eller ikke overstige lydnivåene Kvadsheim et al. (2022) observerte. For enkeltskudd betyr dette 169 dB re 1µPa spissstrykk og 152 dB re 1µPa<sup>2</sup>s SEL innenfor laks hørselsområde (20-500 Hz). For gjentatte sprengninger 160 dB re 1µPa spissstrykk og 145 dB re 1µPa<sup>2</sup>s SEL innenfor laks hørselsområde (20-500 Hz), men det må vurderes ut ifra hvor ofte og hvor mange eksponeringer fisken utsettes for.»

I rapporten går det også frem at for å redusere mulige skadevirkninger som følge av sprengning i sjø anbefaler HI at det bl.a. benyttes boblegardin og oppdeling av salvene i mindre ladninger.

I juli 2023 hadde Norconsult et møte med FFI for å diskutere problemstillingen. På direkte spørsmål anbefalte representanten fra FFI at det i dette tilfellet (undervannsprengning ved Langevåg, Bømlo) blir brukt en grenseverdi på 100 Pa for spissstrykk (svarende til et lydtryknivå på 160 dB rel. 1 µPa), se vedlegg 4.

### 3.3 Beregninger av undervannstøy fra sprengningsarbeidet

Ifølge konservative beregninger av undervannstøy fra sprengningsarbeidet er den estimerte avstanden til spisstrykkgrensen på 32 kPa 0,9 km ved enkeltladning på 165 kg (tabell 3). Nærmeste akvakulturanlegg med kommersiell matfisk ligger ca. 1,5 km unna tiltaksområdet (tabell 1). Se ellers vedlegg 2 for mer informasjon om sprengningsopplegg og beregningene angående undervannstøy.

Tabell 3. Resultater av beregninger av direktelyd i sjøen fra undervannsprengning ved Langevåg. Tabellen viser teoretisk estimert avstand til spisstrykkgrense til fisk og marine pattedyr (kilde: vedlegg 2) i åpen sjø uten påvirkning fra terreng, sjøbunn, sjøoverflate og lyd hastighetsforskjeller grunnet romlige variasjoner i temperatur og saltinnhold i sjøvannet.

Gruppe	Spisstrykkgrense [kPa]	Estimert avstand fra sprengningsstedet til spisstrykkgrense [km]	
		Enkeltladning 25 kg	Enkeltladning 165 kg
Niser	13	1,1	2,1
Fisk, direkte skade	32	0,5	0,9
Ekte sel	79	0,2	0,4
Bardehvaler	89	0,2	0,4
Delfiner, nebb- og spermhvaler	316	0,06	0,12

### 3.4 Ventemerder - Langevågen

På grunn av naturlig skjerming av undervannsterrenget og moloen er det ikke forventet at fisk i ventemerdene vil få direkte skade av trykkbølger som brer seg direkte i vann fra bergsprengningene, jf. vurderinger i vedlegg 2. Det finnes derimot en usikkerhet knyttet til den mekaniske bølgeenergien fra sprengstoffet som vil gå inn i berget ved salven og spre seg i berget videre frem til overgangen mellom berg og sjø (ved ventemerdene). I denne overgangen vil deler av den mekaniske bølgeenergien bli reflektert inn igjen i berget, mens andre deler vil stråle ut i sjøen og lage trykkbølger der. Spredning av lyden og styrken på den vil avhenge av geologien i berget, først og fremst om det er sprekker i berget eller ikke. I tillegg kommer det an på hvor stor del av grunnen som er av berg og hvor stor del som utgjøres av fylling. Fisken i ventemerdanlegget vil utsettes for trykkbølger som sprer seg på denne måten, fra berg til sjøvannet. Med bakgrunn i denne usikkerheten ble det gjennomført en prøvesprengning for å måle trykk/støy ved ventemerdene.

#### 3.4.1 Prøvesprengning

Det ble den 26.5.2023 gjennomført en prøvesprengning med 24 kg dynamitt i et område mellom omsøkt sprengningsområde og ventemerdene<sup>6</sup> (figur 7). Prøvesprengningen ble godkjent av Statsforvalteren i Vestland og Bømlo kommune den 29.3.2023.

Det ble satt ut en hydrofon ved ventemerdene for å måle spisstrykket fra sprengningen. Hydrofonen ble plassert på 5 m dyp, i god avstand fra synlige objekter i sjøen. Prøvesprengningen ble koordinert med slakteriet slik at det ble gjennomført på et tidspunkt da det ikke var fisk i ventemerdene. Spisstrykket fra prøvesprengningen ble målt til ca. 3,4 kPa (vedlegg 3 – 52200668-RiAku-N03), som altså er betydelig lavere enn grenseverdi på 32 kPa for direkte skader, men betydelig høyere enn grenseverdien på 100 Pa for indirekte skader/stressreaksjoner (se vurderinger av grenseverdi i vedlegg 2).

<sup>6</sup> Det ble fyrt av to ladninger innenfor 3-4 ms tidsrom med samlet ladningsmasse 12 kg + 12 kg = 24 kg dynamitt. Det bemerkes at det på dette tidspunktet ikke var kjent at sprengningsopplegget skulle endres - fra største enkeltladning; 24 kg til største enkeltladning 165 kg dynamitt.



Figur 7. Området hvor det ble gjennomført prøvesprengning er illustrert med rød ellipse. Hydrofonens plassering er vist med rød sirkel. Avstanden i luftlinje er ca. 210 m.

#### Vurderinger av skadepotensiale og diskusjon om usikkerheter

Prøvesprengningen ble gjort i mindre avstand fra ventemerdene enn det som er opplyst å bli aktuelt ved det omsøkte sprengningsområdet, noe som gir en liten sikkerhetsmargin. Bergsprengerer opplyste på stedet at de er godt kjent med berget i området, bl.a. fra tidligere sprengninger. Videre vurderte han bergkvaliteten til å være god, og at de kjenner den lokale bergkonstanten (dvs. hvor mye sprengstoff som skal til for å oppnå ønsket knusing av berget). Så framt berget er sammenhengende uten store slepper, sprekker eller hulrom mellom sprengningssted og ventemerdene, gir prøvesprengningen et godt inntrykk av hva høyeste spisstrykk en kan forvente ved ventemerdene fra sprengninger i det omsøkte sprengningsområdet.

Det er knyttet usikkerhet til hva gjentatte sprengninger (som vil være tilfellet ved de ordinære sprengningene) vil ha å si for eventuelle skade-/stresseffekter på fisken. Siden den planlagte aktiviteten bryter med ventemerdenes intensjon om at fisken skal stresses ned før slakting, skal sprengningsarbeidene gjennomføres på tidspunkter når ventemerdene er tomme for fisk.

### 3.4.2 Lokalitet Hattasteinen

Siden det planlegges å koordinere sprengningsarbeidet med når ventemerdene er tomme for fisk, har entreprenør/byggherre endret sprengningsopplegget for å kunne ferdigstille arbeidene raskere. For det nye sprengningsopplegget er den største enkeltladningen planlagt til maksimalt 165 kg sprengstoff.

Beregningene til spisstrykkgrense på 32 kPa er vist i tabell 3. Se ellers vedlegg 2 for forutsetninger for disse beregningene. Lokalitet Hattasteinen ligger ca. 1,5 km unna sprengningsstedet (målt i luftlinje) og beregnet avstand til spisstrykkgrensen ved bruk av 165 kg sprengstoff er 0,9 km. Beregningene er konservative siden det ikke er tatt høyde for bunntopografi, boblegardin, m.m. *Av føre-var-hensyn vil entreprenør/byggherre bruke boblegardin for å begrense undervannsstøy fra sprengningsarbeidet. I tillegg skal undervannsstøyen måles vha. hydrofon på Hattasteinen ved oppstarten av sprengningsarbeidet.*

## 4 Naturverdier

Det vises til informasjon om naturverdier i tidligere endringsøknad om mudring datert 3.11.22. En kort oppsummering fra tidligere søknad er at det er registrert korall-, kamskjell- og skjellsandforekomster ved Langevåg. Nedenfor gjøres i tillegg vurderinger av sprengningsarbeidets påvirkning på gytefelt, sjøfugl, fisk og marine dyr.

### 4.1 Gytefelt

Ifølge Fiskeridirektoratets kartportal<sup>7</sup> ligger tiltaksområdet ikke i, eller i nærheten av et gytefelt for torsk. Nærmeste gytefelt for torsk er lokalisert i Førdespollen og Børøyfjorden ca. 10 - 11 km unna. Basert på beregningene i tabell 3 vurderes det derfor ikke som nødvendig å legge sprengningsarbeidene utenom gyteperioden. Det er uansett ønskelig at sprengningsarbeidet er ferdig før gyteperioden starter.

### 4.2 Sjøfugl

Ifølge artskart<sup>8</sup> er det registrert en rekke rødlistede fugler i området:

- Ærfugl (*Somateria mollissima*) – Sårbar (VU)
- Gråmåke (*Larus argentatus*) – Sårbar (VU)
- Storskarv (*Phalacrocorax carbo*) – Nær truet (NT)
- Tjeld (*Haematopus ostralegus*) – Nær truet (NT) (registrering i naturbase)

Andre registreringer:

- Havørn (*Haliaeetus albicilla*) – Livskraftig (LC)
- Grågås (*Anser anser*) – Livskraftig (LC)

Figur 8 viser utklipp fra artskart med registreringer av rødlistede arter i, og i nærheten av tiltaksområdet. Lenger inne på land på Langevåg er det også registrert flere rødlistede fuglearter.

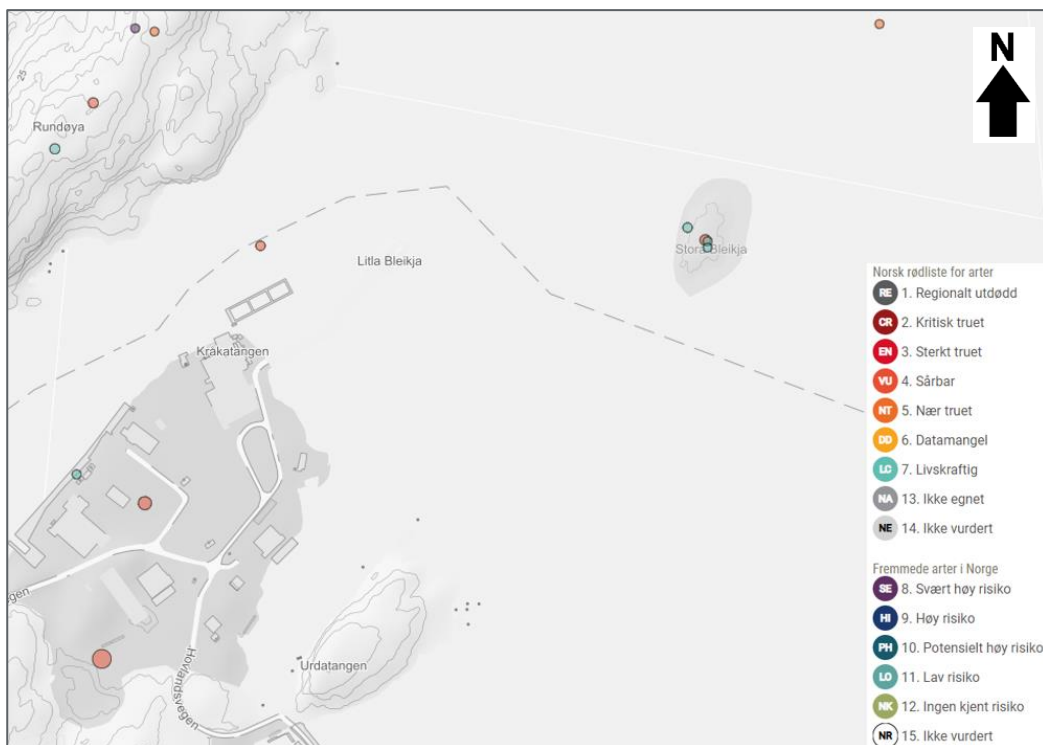
Anleggsarbeidet har foregått over lengre tid, siden mai 2022, uten avbøtende tiltak ift. sjøfugl. Det legges også til grunn at det er begrenset med sjøfugl som oppholder seg i direkte nærhet til anleggsområdet. Det er uansett ønskelig å gjennomføre arbeidene så snart som mulig ilt høst 2023/vinter 2024 slik at sprengningsarbeidene er ferdigstilt før hekkeperioden<sup>9</sup> for sjøfugl starter.

<sup>7</sup> [Fiskeri \(fiskeridir.no\)](https://fiskeridirektoratet.no/)

<sup>8</sup> [Vis utvalg i kart | Artskart 2 \(artsdatabanken.no\)](https://artsdatabanken.no/)

<sup>9</sup> 15. april – 15. juli





Figur 8. Utklipp fra artskart som viser registreringer over rødlistede arter i området (Artskart, 2023)

### 4.3 Fisk og marine pattedyr

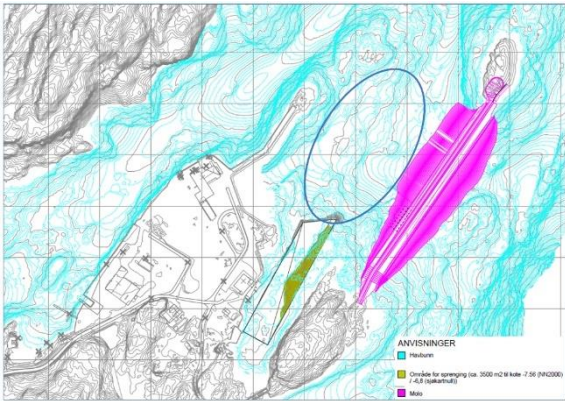
Det antas at det er minimalt med villfisk og marine pattedyr som vil oppholde seg i direkte nærhet til sprengningsområdet ettersom det vil foregå en del tilretteleggingsarbeider i forkant og gravearbeid underveis (etter/før hver salve). Det vises ellers til beregninger i tabell 3, som bl.a. viser at estimert spisstrykkgrense på 32 kPa til fisk går ved ca. 0,9 km avstand ut fra sprengningsstedet. Det er også estimert avstand til spisstrykkgrense til niser og noen hvalarter. Det er ikke mulig å gi fornuftige overslag for hvor langt unna sprengningsarbeidet en må for at spisstrykket fra sprengningene skal falle under 100 Pa, se vurderinger i vedlegg 2. *Det legges til grunn at bruk av boblegardin vil gi en demping av undervannstøyen og derfor redusere risikoen for skader på villfisk og marine pattedyr.*



## 5 Vurdering av avbøtende tiltak under sprengningsarbeidet

Tabell 4 gir en kort beskrivelse/vurdering av aktuelle avbøtende tiltak ifm. sprengningsarbeid i sjø ved Langevåg.

Tabell 4. Kort beskrivelse av aktuelle avbøtende tiltak ifm. sprengningsarbeid i sjø ved Langevåg.

Avbøtende tiltak	Beskriving
Sprengningsteknisk utførelse	<p>For å redusere støy og trykkbølger skal følgende legges til grunn for utførelsen av sprengningsarbeidet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det skal sprenges i grunnen/berget, ikke åpent i vannmassene</li> <li>• Det skal sprenges med forsinkelse (typisk 20-30 ms) mellom hver enkeltladning i salvene. Forsinkelser vil kunne dempe spissstrykkutslagene.</li> <li>• Borehullene skal fordemmes fullstendig før sprengning.</li> <li>• Det skal ikke sprenges med enkeltladninger over 165 kg.</li> <li>• Det skal sikres at det ikke forekommer «flash-over» mellom borehullene.</li> </ul>
Koordinere sprengningsarbeid med Hardanger Seafood AS sin produksjon, overvåke fisk i andre oppdrettsanlegg	<p>Undervannsprengningen koordineres med Hardanger Seafood AS slik at det <i>ikke foregår undervannsprengning når det er fisk i ventemerdene</i>. Entreprenør planlegger å bore hullene når det er fisk i ventemerdene, hullene lades deretter med dykker, og sprengningsarbeidene er så klare til å gjennomføres når det ikke er fisk i ventemerdene. På denne måten kan det sprenges flere salver på kort tid. Flere salver over kort tid kan øke potensialet for vedvarende forhøyet stressnivå hos oppdrettsfisk i omkringliggende oppdrettsanlegg. Samtidig er det kjent at fisk kan venne seg til lyder, se f.eks. Neo et.al. 2018. Under sprengningsarbeidene overvåkes fisk i omkringliggende oppdrettsanlegg vha. undervannskamera og hydrofon (Hattasteinen).</p>
Skyteledninger og plast	<p>Det tilstrebes å minimere mengde plast som benyttes. Det skal utføres daglig visuell inspeksjon innenfor og like utenfor tiltaksområdet, og eventuelle skyteledninger som flyter opp skal samles opp.</p>
Boblegardin	<p>For å dempe undervannsstøen skal entreprenør montere boblegardin på det mest optimale stedet innenfor blå sirkel i figur 9.</p>  <p>Figur 9. Boblegardin vil bli plassert på det mest optimale stedet innenfor blå sirkel</p>
Turbiditetsovervåking	<p>Turbiditetsovervåking pågår iht. til overvåkingsplan. Evt. partikkelspredning fra sprengningsområdet vil bli overvåket.</p>
Fiskevelferdsmessig vurdering	<p>Det foreslås at autorisert fiskehelsepersonell foretar en velferdsmessig vurdering av fisken ved Hattasteinen i oppstarten av anleggsarbeidet. Fiskehelsepersonell vurderer da fiskens reaksjoner før, under, og etter sprengning. Oppdretter vurderer behov for andre eller flere undersøkelser underveis i sprengningsarbeidet. Det skal opprettes dialog med representanter for Hattasteinen oppdrettsanlegg.</p>
Kamera	<p>Fisken overvåkes med undervannskamera, spesielt ved Hattasteinen oppdrettsanlegg. Det antas at alle matfiskanleggene har undervannskamera.</p>
Hydrofon	<p>Undervannsstøy måles vha. hydrofon ved Hattasteinen i oppstarten av sprengningsarbeidet. Resultatene brukes sammen med observasjoner av fisken til å vurdere behov for flere avbøtende tiltak.</p>

## 6 Oppsummering

Entreprenør, Vassbakk & Stol AS (i samråd med byggherre, Vestland fylkeskommune) søker om undervannsprengning ved Langevåg på Bømlo.

Oppsummert søker Vassbakk & Stol AS om å gjennomføre sprengningsarbeidene basert på følgende avbøtende tiltak mht. undervannsstøy:

- Undervannsprengning skal kun pågå i perioder når det ikke er fisk i ventemerdene til Hardanger Seafood AS.
- Oppdrettsfiskens reaksjoner i andre anlegg skal overvåkes ved undervannskamera, spesielt ved Hattasteinen matfiskanlegg.
- Autorisert fiskehelsepersonell vurderer fisken før, under og etter sprengningene. Dette gjøres ved lokalitet Hattasteinen.
- Boblegardin skal benyttes ved sprengningsstedet for å dempe undervannsstøy.
- Undervannsstøyen skal måles vha. hydrofon ved lokalitet Hattasteinen ved oppstarten av sprengningsarbeidet. Resultatene fra målingene vil sammen med observasjoner av fisken, brukes til å vurdere behov for andre avbøtende tiltak, som eksempelvis redusere ladningsstørrelse.

Sprengningsarbeidet er planlagt gjennomført før hekkeperioden for sjøfugl starter, i tillegg skal evt. partikkelspredning fra sprengnings- og mudrearbeidet overvåkes vha. turbiditetsmålere, jf. dagens overvåkingsplan. Entreprenør ønsker at evt. andre avbøtende tiltak vurderes fortløpende, underveis i sprengningsarbeidet, dersom oppdrettere vurderer det nødvendig mht. fiskehelse.

## 7 Referanser

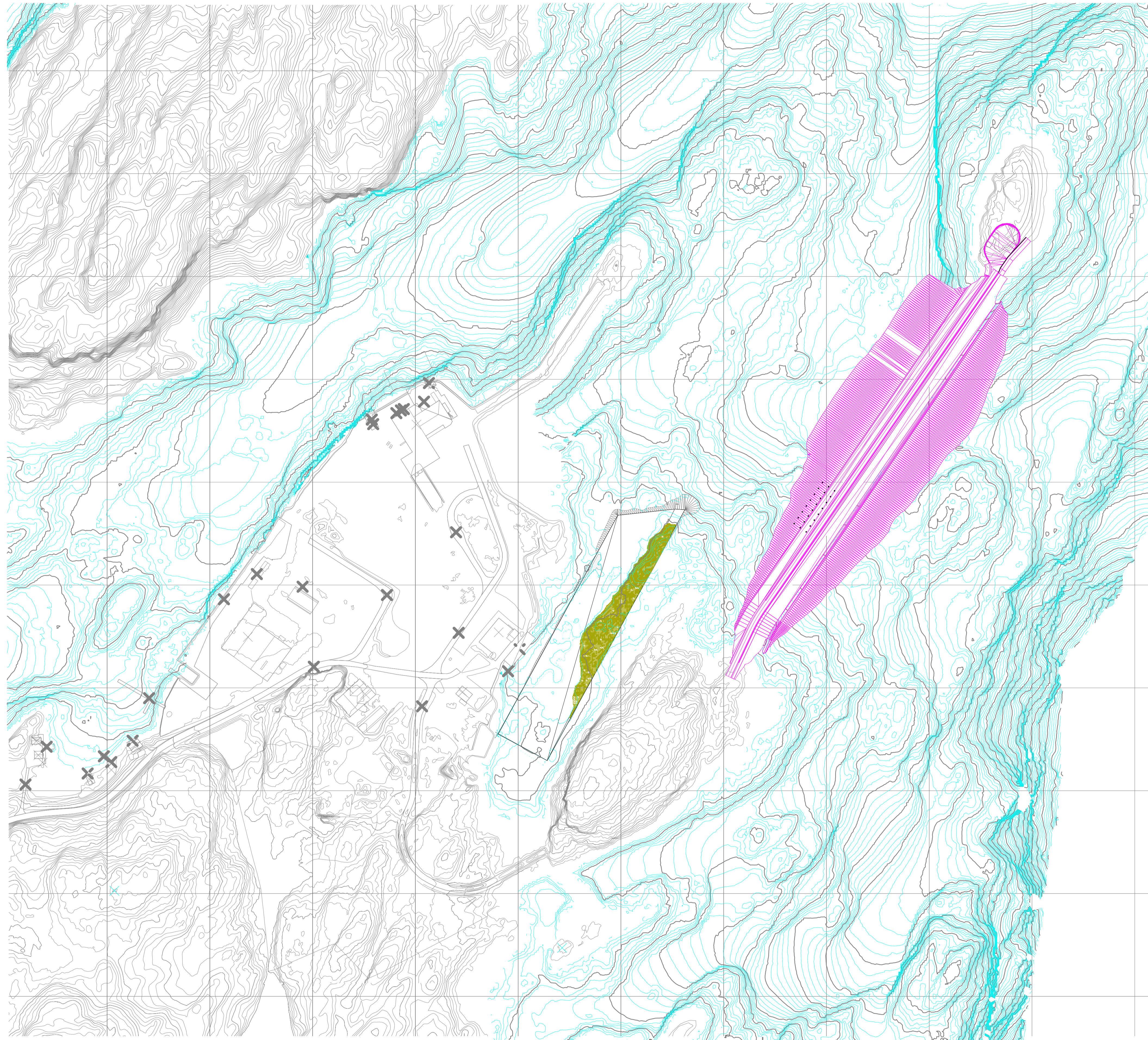
- Artskart. (2023, Mars 02). *Artsdatabanken*. Hentet fra [https://artskart.artsdatabanken.no/app/#map/-48677,6648705/14/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B2%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B2%5D%2C%22BoundingBox%22%3A%22POLYGON%20\(\(-49706.36817577611%206648158.488381869%2](https://artskart.artsdatabanken.no/app/#map/-48677,6648705/14/background/greyMap/filter/%7B%22IncludeSubTaxonIds%22%3Atrue%2C%22Found%22%3A%5B2%5D%2C%22NotRecovered%22%3A%5B2%5D%2C%22BoundingBox%22%3A%22POLYGON%20((-49706.36817577611%206648158.488381869%2)
- Fiskeridirektoratet. (2023, Februar 23). *Akvakultur*. Hentet fra <https://portal.fiskeridir.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=87d862c458774397a8466b148e3dd147>
- Forsvarets forskningsinstitutt. (2022). *Risiko for skade på laksefisk i omkringliggende oppdrettsanlegg ved etablering av undervanns- skytefelt på Korsnes Fort. FFI-Rapport 22/00814*.
- Havforskningsinstituttet. (2023). *Havforskningsinstituttets rådgivning for menneskeskapt støy i havet. Kunnskapsgrunnlag, vurderinger og råd for 2023. Rapport fra Havforskningen Nr. 2023-2*.
- Kjellsby E. (1993). *Akustisk eksponering av fisk ved undervasssprenginger, Forsvarets forskningsinstitutt, FFI/rapport-93/2004*.
- Neo, Y.Y., Hubert J., Bolle L.J., Winter H.V., Slabbekoorn, H. (2018). European seabass respond more strongly to noise exposure at night and habituate over repeated trials of sound exposure. *Environmental Pollution*, 239, 367-374.
- Statsforvaltaren i Vestland. (2022). *Endra løyve - forureiningslova - mudring og utfylling i sjø - Bømlo Fiskerihavn - Hovlandshagen - Vestlands fylkeskommune. Datert 23.11.2022. Tillatelsesnr.: 2022.0257.T*.

## 8 Vedlegg

1. Vedlegg 1 - Oppdatert kartgrunnlag
2. Vedlegg 2 - 52200668-RIaku-N01
3. Vedlegg 3 - 52200668-RIaku-N03
4. Referat fra møte 13.7.2023 mellom FFI og Norconsult

## Vedlegg 1





**ANVISNINGER**

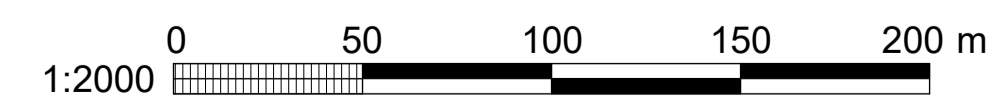
- Havbunn
- Område for sprengning (ca. 3500 m2 til kote -7.56 (NN2000) / -6,8 (sjøkartnull))
- Molo

B02	2023-05-03	Mudring og dumping erstattet av sprengning	KriKil	IngDav	GuMjo
B01	2022-10-17	For informasjon	KriKil	GuMjo	GuMjo
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

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

Vestland fylkeskommune Målestokk (gjelder A1)  
1:2000

**Molo Langevåg  
Situasjonsplan**



<b>Norconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	52200668	B-10-00-02	B02



## Vedlegg 2



Oppdragsgjevar: **Vassbakk & Stol AS**

Oppdragsnr.: **52200668** Dokumentnr.: **52200668-RiAku-N01**

**Til:** Øyvind Staupe  
**Frå:** Inge Hommedal  
**Dato** 2023-11-03

## ► Fiskerihamn Hovlandshagen: Undervasstøy frå bergsprengingar til marint liv

### Bakgrunn

Som del av mudringsarbeidet under etablering av Fiskerihamn Hovlandshagen 53/53, m. fl. (prosjektet Bømlo fiskerihavn) i Hovlandsvågen på Langevåg på Bømlo, må ein sprenga  $\approx 8.100 \text{ fm}^3$  berg under havyta. Opphavelag var det føresett lausmassemudring, men under arbeidet vart det avdekka meir berg enn føresett, noko som medfører mudring i form av sprenging om ein skal halda fast ved prosjektert seglingsdjupn. Samla mudringsvolum er i tråd med dagens løyve  $\approx 14.500 \text{ fm}^3$ , frå dagens kote  $\approx -4$  til  $-6,8$  m. I tiltaket inngår òg ein  $\approx 460$  m lang ny molo.

Tiltakshavar er Vestland fylkeskommune, og prosjektet vert utført som ein totalentreprise, med Vassbakk & Stol AS som totalentreprenør. Norconsult Norge AS er engasjert som underleverandør til Vassbakk & Stol AS.

Tiltaket inngår i reguleringsplanen «Fiskerihamn Hovlandshagen 53/53 m.fl.», med plan-ID: 201307, vedteken i kommunestyret 28.9.2015.

### Føremål

I dette notatet er det skissert ein mogleg måte for å redusera risikoen for skadeverknader på marint liv frå undervasstøy laga av bergsprengingar under havyta. Undervasstøy frå innbora og fordemma bergsprengingar er eit fagfelt der det enno trengst meir kunnskap for at ein skal kunne gje gode råd. Mange aktørar er ikkje klar over at bergsprengingar under og over vatn kan føra til undervasstøy med skadepotensiale for akvatisk fauna. Notatet inngår i grunnlaget for revidering av søknad til Statsforvaltaren i Vestland, for å kunne inkludera undervasssprengingar i søknad om mudring.

### Avgrensingar

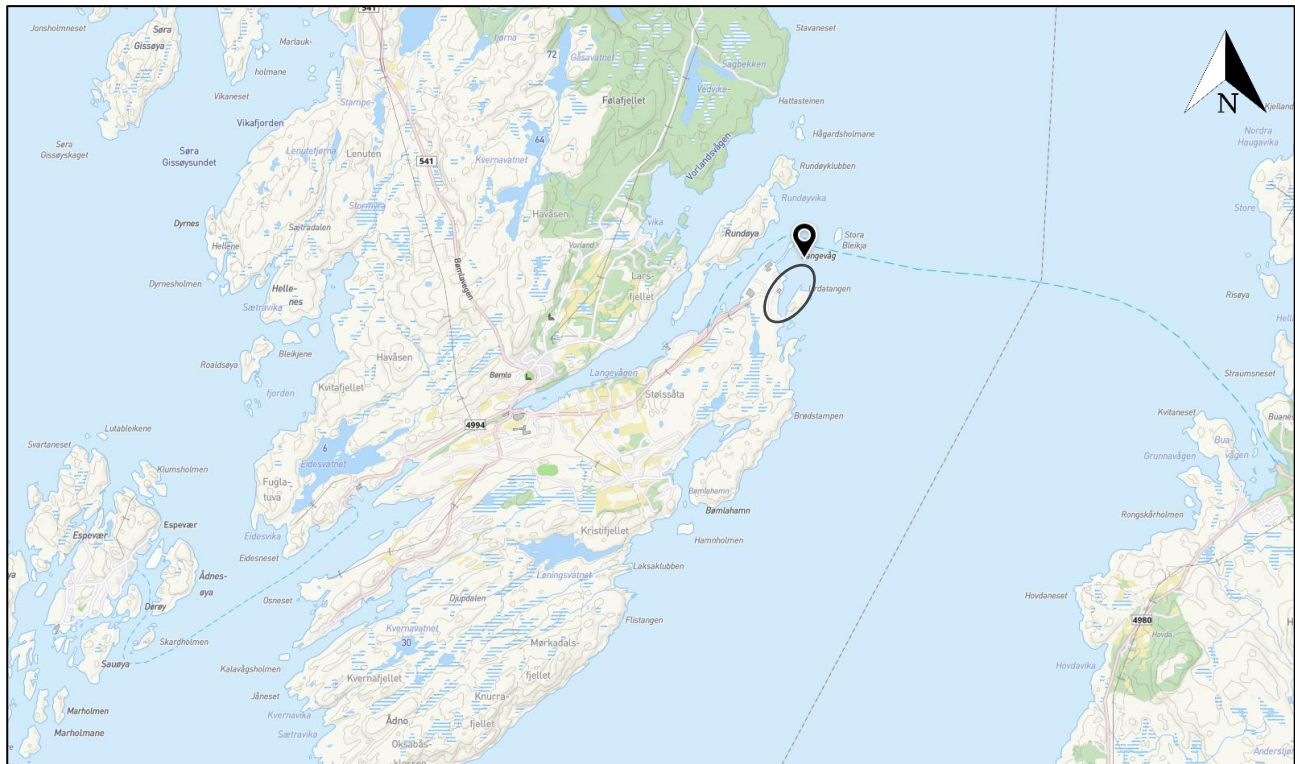
I arbeidet bak dette notatet er det ikkje vurdert m.a. dette temaet:

- Lyd i lufta frå undervasssprengingane til fuglar, pattedyr og annan fauna.

### Situasjon

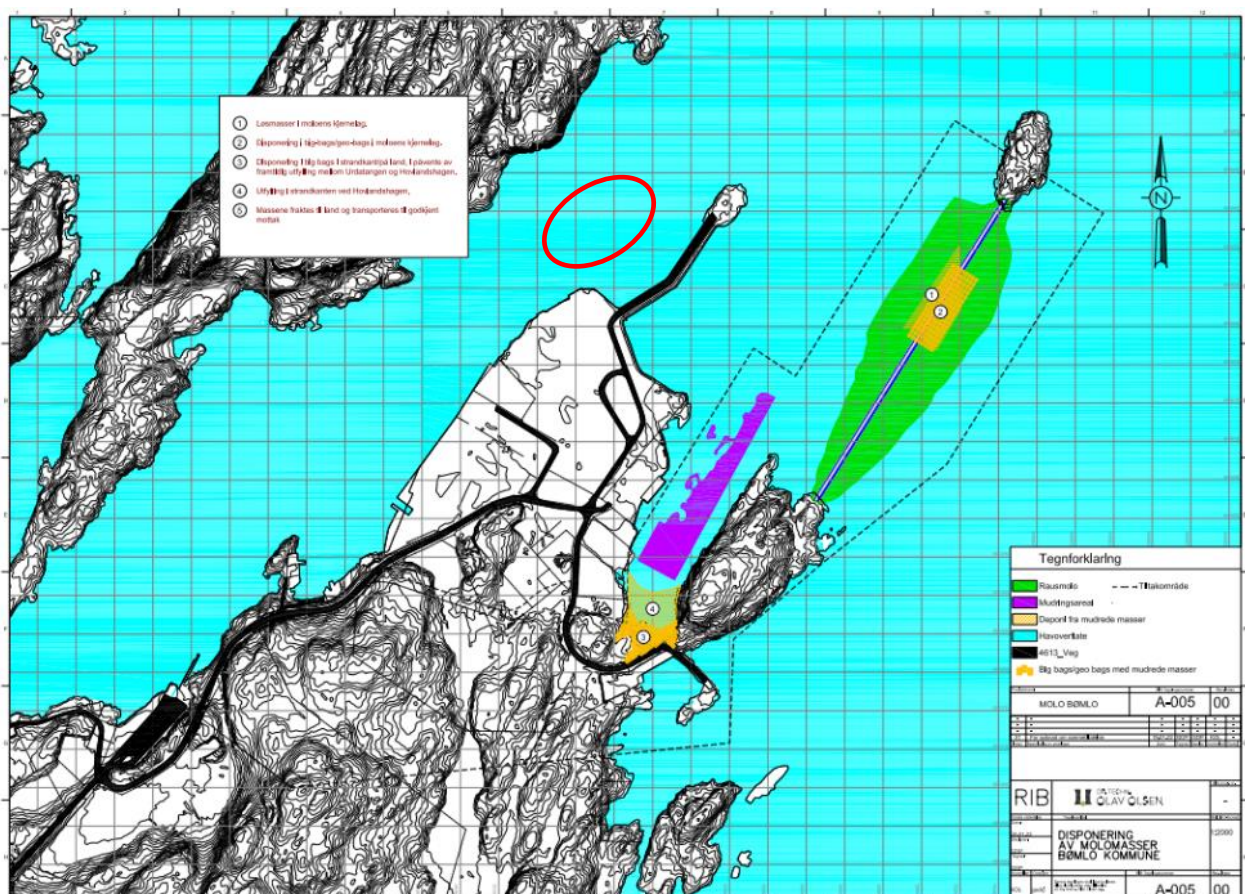
Plasseringsfigur for tiltaket er synt nedanfor.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
 Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01



Figur 1: Tiltaksområdet ligg søraust på Bømlo, ved innseglinga til Bømlafjorden. Kjelde: Geoteknisk prosjekteringsrapport, dokumentnr.: RIG-R01 Versjon: J01) Tiltaksområdet er merkt med svart ellipse.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
 Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01



Figur 2: Skisse av tiltaket. Lilla felt er mudringsområde, grønt felt er omriss av den nye moloen. (Kjelde: Opphavelog løyve til utfylling i sjø ved Bømlo fiskerihavn Hovlandshagen, for Vestland fylkeskommune). Plasseringa av ventemerdane er synt med raud ellipse.

## Problemstilling

Ved bergsprengingar under vatn vil ein del av den mekaniske energien frå detonasjon av sprengstoffet gå inn i berget ved salva og breia seg i berget vidare fram til overgangen mellom berg og sjø. I overgangen vil delar av den mekaniske energien verta reflektert inn att i berget, medan andre delar vil stråla ut i sjøen og laga trykkbylgjer der. Desse bylgjene kan ha potensiale til å skada liv i sjøen. Lyd som går slik i berget kan nemnast seismiske bylgjer. Lydubreiinga og -styrken vil avhenga av geologien i berget, fyrst og fremst om det er sprekkar eller andre holrom i berget eller ikkje. I steinfyllingar vil soleis dei seismiske bylgjene dempast monaleg samanlikna med situasjonen i samanhengande berg. Kor stor del av grunnen som er av berg og av steinfylling vil dermed påverka kor sterk lyden vert ved ventemerdane.

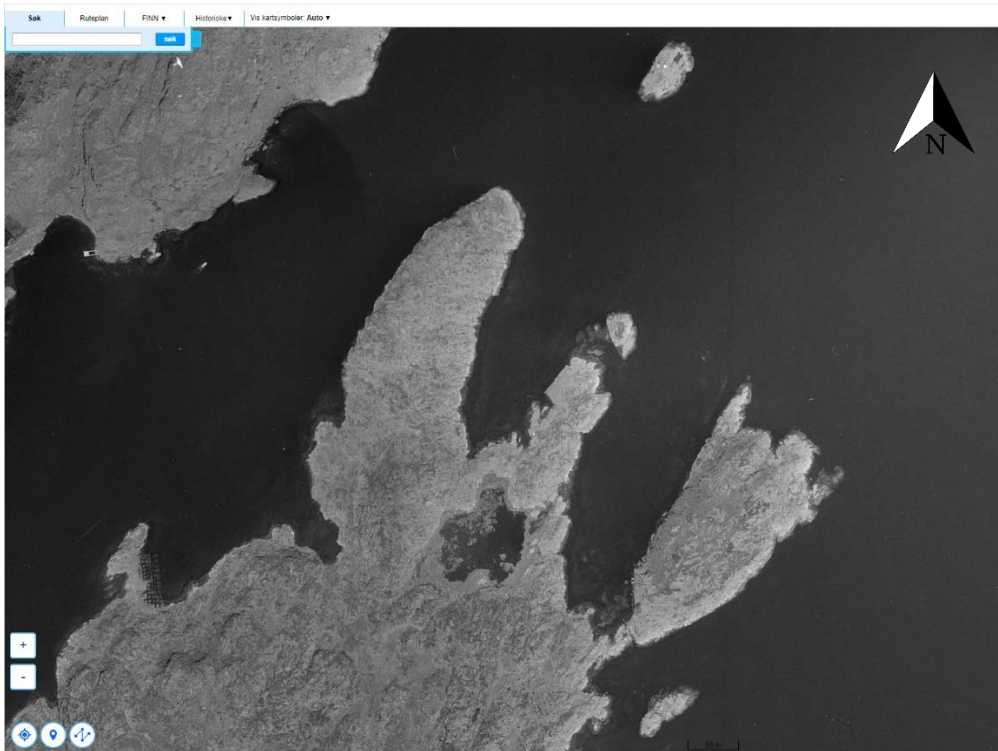
I denne saka vert området kring ventemerdane utsett for trykkbylgjer som breier seg på denne måten (altså seismisk).

Ved bergsprengingar under vatn vil det sjølvsgatt ogso breia seg trykkbylgjer som berre går i vatnet. Ventemerdane ligg naturleg skjerna av undervassterreng/molo, og det er ikkje venta at fisk i ventemerdane vil skadast av trykkbylgjene som breier seg i vatnet frå bergsprengingane.



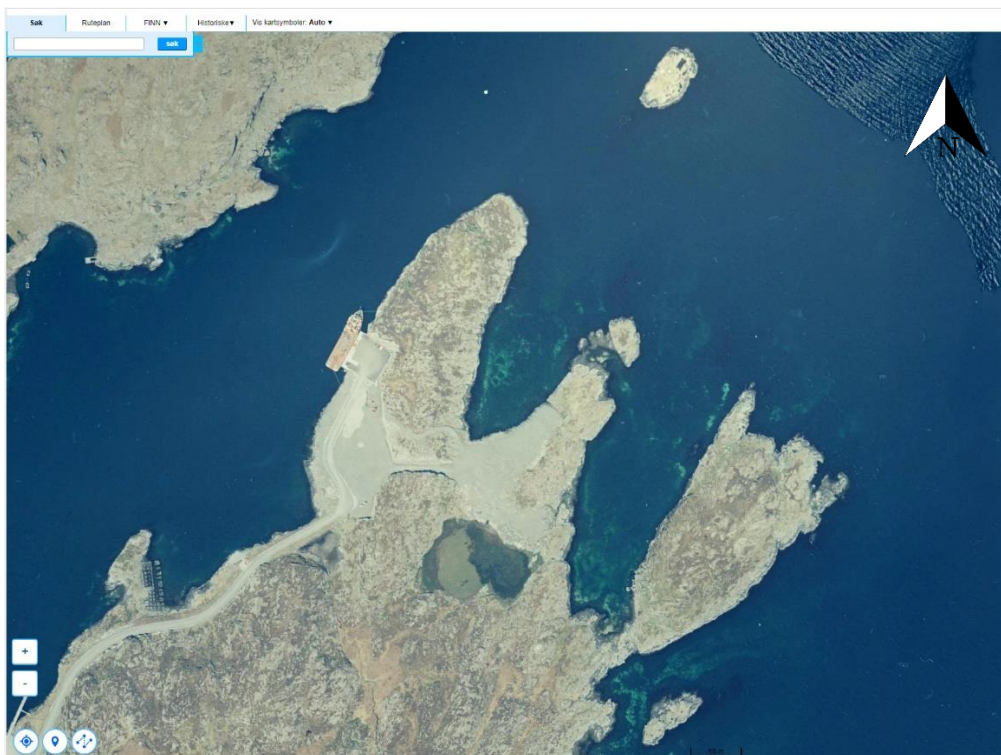
Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

Delar av dagens grunn i området er naturleg berg, medan andre delar er fylling. Desse historiske endringane er indikerte i figurane nedanfor. Dei fleste endringane er gjorde etter år 1969.

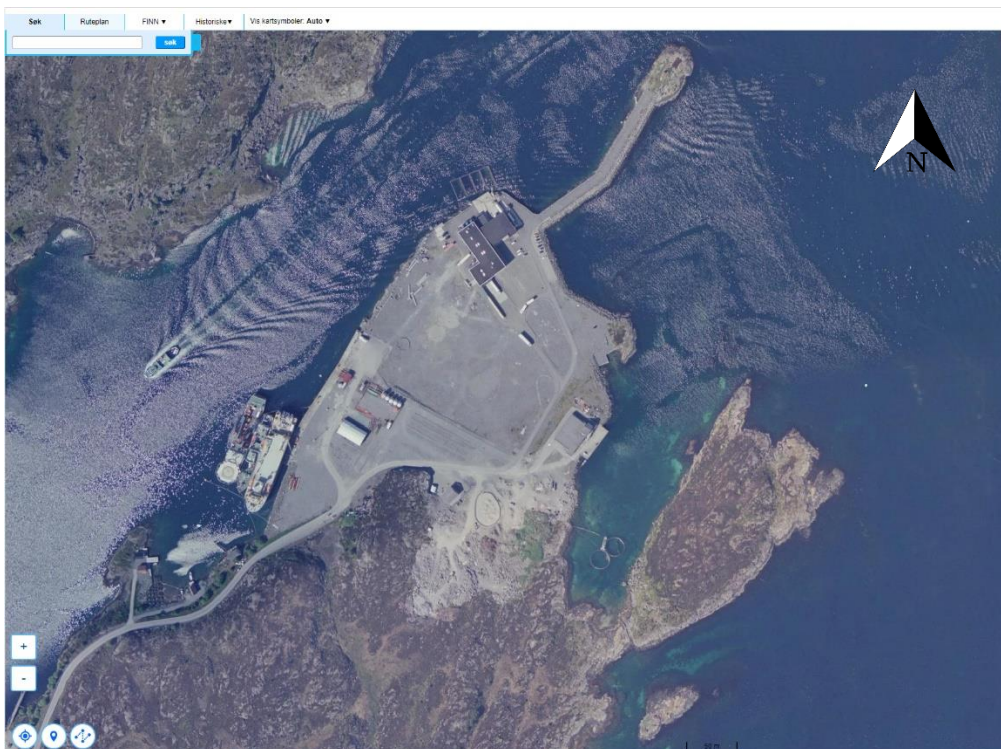


Figur 3: Flyfoto, venteleg frå år 1969. Kjelde: [www.finn.no](http://www.finn.no), kart.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01



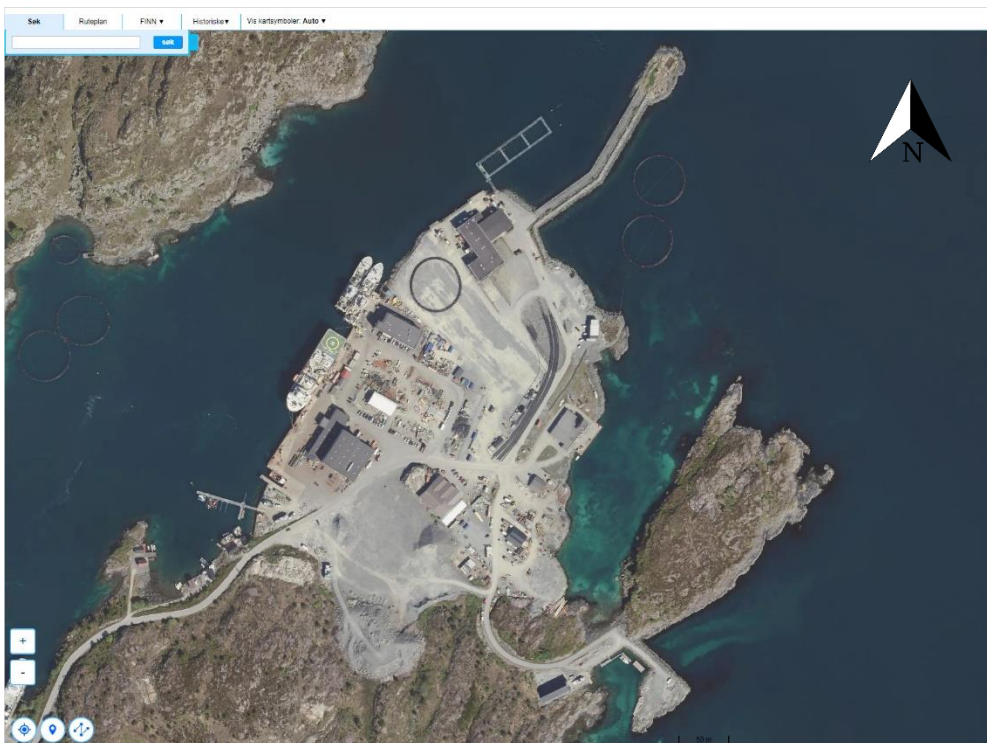
Figur 4: Flyfoto, venteleg frå år 1987. Kjelde: [www.finn.no](http://www.finn.no), kart.



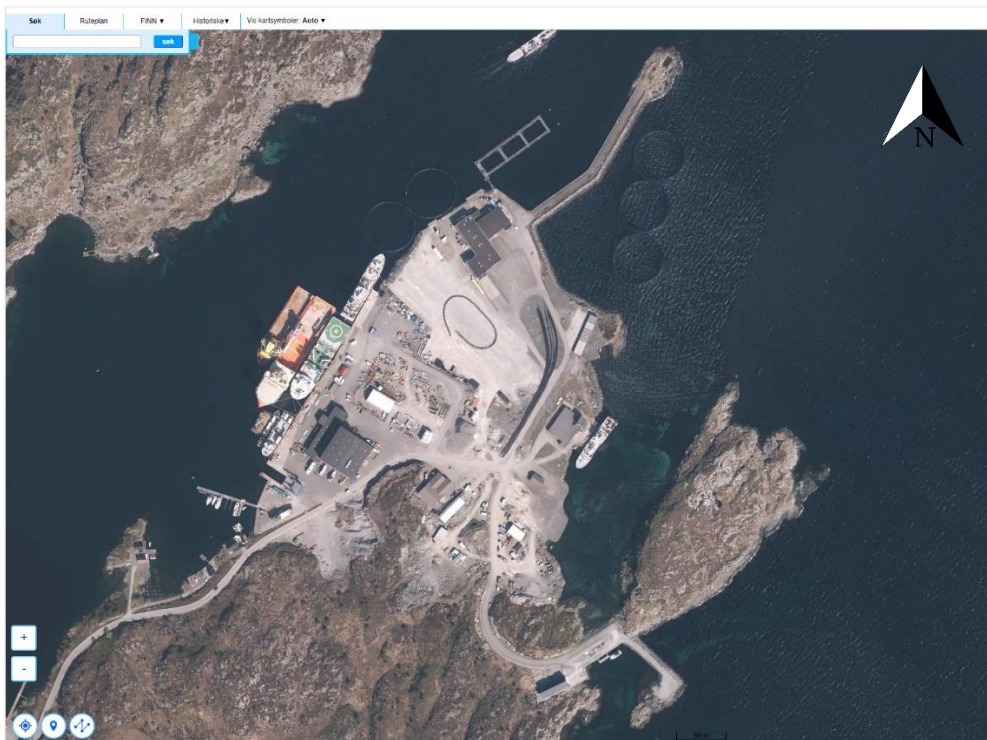
Figur 5: Flyfoto, venteleg frå år 2004. Kjelde: [www.finn.no](http://www.finn.no), kart.



Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01



Figur 6: Flyfoto, venteleg frå år 2021. Kjelde: [www.finn.no](http://www.finn.no), kart.



Figur 7: Flyfoto, henta 2023-02-13. Kjelde: [www.finn.no](http://www.finn.no), kart.



Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

Det er altså venta at fyllinga gjev god demping av lyden som går i vatnet. Som ein ser av flyfotoa ovanfor utgjer fylling ein monaleg del av grunnen mellom sprengingsområdet og ventemerdane.

## Offentleg føring / krav

I Miljødirektoratet sin rettleiar M-350 «Veileder for håndtering av sedimenter» frå 2015 og revidert 25. mai 2018 er det stilt krav om oppfylging av støy frå sprengingar, som skildra i dette utdraget frå kap. 2 «Forundersøkelser og risikovurdering»:

### Undervannsstøy i forbindelse med tiltak i sedimenter, farledsutdyping og anleggsaktivitet

Sprengning og anleggsarbeid i sjø, vassdrag og innsjø (særlig pæling, spunting og boring) er kilder til undervannsstøy. Dette er en form for impulsstøy med høy energi som kan gi fysiske skader og stressreaksjoner hos dyr. Støyreducerende tiltak bør vurderes under planlegging av tiltak i sedimenter. Dette er i tråd med føre-var prinsippet i naturmangfoldloven § 9. Ved sprengning av grunner i forbindelse med farledsutdyping og andre mudretiltak, vil krav til avbøtende tiltak mot støy kunne inngå som del av tillatelsen til tiltaket. Sprengning i sjøbunn regnes som mudring og reguleres derfor av forurensningsforskriften kapittel 22, med Fylkesmannen som forurensningsmyndighet.

Norconsult legg denne føringa til grunn i arbeidet.

## Drøfting av trykkbylgjepåverknad på akvatisk fauna

### Fisk

Det finst mange undersøkingar der det er synt til forsøk på å setja grenseverdier for undervassstøy med omsyn til fisk. Det er såleis kjent at det kan reknast med direkte daude ved eit lydtrykk på  $> 1 \text{ MPa}$  (altså  $1.000 \text{ kPa}$ ) (Kjellsby, 1993), svarande til eit lydtrykknivå på  $240 \text{ dB rel. } 1 \text{ } \mu\text{Pa}$ .

Det finst mykje kunnskap frå militære granskingar av sprenging av *frie ladningar* (Gaspin, 1973), (Yelverton, et al., 1975-06-18). Dette er altså ladningar som vert sprengde i fri vassøyle, ikkje innspente/innbora i berga. Denne kunnskapen er igjen omforma til reknemodellar som vert brukte for å finna utbreiing av lyd frå undervasssprengingar i form av frie ladningar. Granskingane syner at mindre fiskar toler lågare lydtrykk enn det som større fiskar toler.

I ei norsk studie av påverknad på torsk (*Gadus morhua*) ved sprenging (Larsen *et al.* 1993), vart det målt effekt på torsk i avstandar på 20 m, 80 m og 200 m. Ladningen var 10 kg fritthengande TNT i  $\approx 5 \text{ m}$  djupne. Registrert daude var høvesvis 92,8 %, 0,7 % og 0,7 % ved eit spissttrykk på høvesvis 6,8 MPa i 20 m avstand, 1,2 MPa i 80 m avstand og 490 kPa i 200 m avstand. Tilsvarende trykk ved bruk av dynamitt var 1,05 MPa i 80 m avstand, 470 kPa ved 200 m og 75 kPa ved 1 km. Resultata var elles at frå 80 til 200 m avstand minka skadane markant. I tillegg viste ei eksponering av 200 smålaks plasserte i fjernsonen (avstand på 1 km) at 34 % hadde vatn i symjeblera og 41 % hadde små blødingar i symjeblerveggen etter 7 sprengingar med eit midlare spissttrykk på 75 kPa. Effektane synte seg *ikkje* å vera dødelege.

I retningsliner for sprenging i sjø for Canada (Wright & Hopky 1998) kjem det fram konkrete tilrådingar om at sprengingsarbeid som gjev større spissttrykk enn  $100 \text{ kPa}$  nær «fiskehabitat» ikkje skal gjennomførast. Tilsvarende er det ikkje rådd til sprenging som kan skape vasspartikkelfart på  $> 13 \text{ mm/s}$  nær gyteområde i rognklekketida (Wright 1982). Wright (1982) viste også at lydtrykk på  $> 100 \text{ kPa}$  kan medføra dødelege skader for rogn og fiskelarvar.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

Under i Tabell 1 fylgjer ei oppsummering av ulike lydtrykk og observert effekt på fisk, i hovudsak laks og torsk. På bakgrunn av ei rekkje ulike studie oppsummerte i Kjellsby (1993) er den samanhengen ein kan venta mellom lydtrykk frå sprengingar og tilhøyrande effektar på fisk vist.

Tabell 1 Oversikt over effektar på fisk (torsk og laks) relatert til lydtrykk (modifisert etter Kjellsby, 1993). Fargekodinga indikerer skadepotensial.

Lydtrykk	Effektar på fisk
10 MPa til 1 MPa	Stor risiko for spontan daude etter ei einskild sprenging. Fisk med lukka symjeblære (t.d. torsk) vil vera meir utsette enn fisk med opa symjeblære (t.d. laksefisk).
1 MPa til 100 kPa	Indre skader med usikker utgang. Risiko for daude ved oppattektne sprengingar. Sterke endringar i åtferd.
100 kPa til 1 kPa	Mindre eller ingen fysiske/direkte skader, men stress-belastning ved oppattektne sprengingar. Middels sterke endringar i åtferd.
1 kPa til 100 Pa	Vaksen fisk venjer seg til støybelastningen ved oppattektne sprengingar. Dette kan vera annleis for larver/yngel.
100 Pa til 1 Pa	Fisk høyrer sprenginga, men reagerer ikkje. Store variasjonar mellom artar og livsstadium.
< 1 Pa	Fisk høyrer ikkje sprengingar.

## Drøfting av grenseverdiar for lydtrykk for laksefisk

Gjeldande kunnskap kan tyda på at 32 kPa lydtrykk (svarande til eit lydtrykknivå på 210 dB rel. 1 µPa) kan vera ei fornuftig grense for *direkte* skader på fisk (Kvadsheim, 2017). Det er vanskeleg å gje ei allmenn grense for lydtrykk som kan gje *indirekte* skader/stress hjå for laksefisk. Indirekte skader/stress kan oppstå ved monaleg lågare lydtrykk enn 32 kPa, og eit nyare vitskapleg arbeid (Forsvarets forskningsinstitutt, 2022) kan tyda på at 316 Pa (svarande til eit lydtrykknivå på 170 dB rel. 1 µPa) er ein grenseverdi for lydtrykk som sikrar ogso mot indirekte skader/stress hjå laksefisk frå *einskildsprengingar*.

Det er uvisst kva *gjentekne sprengingar* (som vil vera tilfellet ved dei ordinære sprengingane i denne saka) vil ha å seia for *indirekte* skader/stress hjå fiskane. Lydeksponeringa («lyd-dosen») frå den samla ladningsmassen i heile salver og frå fleire salver i tida då fiskane er i ventemerdane kan vera like eller meir utslagsgjevande for potensialet for slike skader som det lydtrykket frå einskilddetonasjonar er. Det kan soleis vera gode grunnar til å ha strengare grenseverdi for lydtrykk frå einskilddetonasjonar dersom det vert fyrst av mange slike i tida då det aktuelle partiet med laksefisk står i ventemerdane.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

I denne saka bør ein ha som ambisjon å halda seg under 100 Pa (svarande til eit lydtrykknivå på 160 dB rel. 1  $\mu$ Pa) for lydtrykk frå gjentekne detonasjonar. Dette rådet er i tråd med (Forsvarets forskningsinstitutt, 2022) og med utfall av eit møte 13. juli 2023 med hovudforfattar bak (Forsvarets forskningsinstitutt, 2022), Petter Kvadsheim.

Grenseverdier for *direkte* skader for eit utval marin fauna er oppsummerte i tabellen nedanfor, saman med resulterande avstandar for aktuell sprenging i dette tiltaket.

Tabell 2. Resultat av utrekningar av direktelyd i sjøen frå undervasssprengning ved Langevåg. Tabellen syner teoretisk estimert avstand til spisstrykkgrense til fisk og marine pattedyr i open sjø utan påverknad frå terreng, sjøbotn, yte og lydfartsskilnader grunna romlege variasjonar i temperatur og saltinnhald i sjøvatnet. Utrekningane er gjort både for opphøveleg opplyst største ladningsmasse per einskildladning (25 kg) og største ladningsmasse endra i oktober 2023 (165 kg).

Gruppe	Spisstrykkgrense [kPa]	Estimert avstand frå sprengingsstaden til spisstrykkgrense [km]	
		Einskildladning 25 kg	Einskildladning 165 kg
Niser	13	1,1	2,1
Fiskar, direkte skade	32	0,5	0,9
Ekte selar	79	0,2	0,4
Bardekvalar	89	0,2	0,4
Delfinar, nebb- og spermkvalar	316	0,06	0,12

**Merknad:** Ferja mellom Langevåg og Buavåg passerer berre nokre titals meter frå ventemerdane, og ferjestøyen kan også påverka stressnivået hjå fisken. Tilvenjing til lydar er kjent frå fisk i andre tilfelle, sjå m.a. (Neo & al., 2018). Sidan fiskane er få dagar i ventemerdane kan ein neppe leggja til grunn at fiskane rekk å venja seg fullstendig til ferjestøyen i den tida dei er i ventemerdane.

### Aktuelle avbøtande tiltak

Om ein vil unngå skade på liv i akvakultur frå undervasssprengingane av berg er det to hovudtypar avbøtande tiltak som peikar seg ut i denne saka:

1. **Administrative** tiltak. Det kan vera å sprenga når merdar (i ventemerd-anlegget og i andre akvakulturanlegg) er tomme for oppdrettsfisk. I fylgje Statsforvaltaren sitt løyve etter forureiningslova er det vanlegvis fisk i ventemerdane 75 % av dagane i månaden. Andre anlegg har stort sett fisk i merdane heile tida.
2. **Tekniske** tiltak. Kjelderetta tiltak som verkar både mot seismisk lyd og lyd direkte i vatnet kan vera t.d.: varsam sprenging (små einskildladningar, høvande tidsintervall mellom detonasjon av einskildladningane, små salver og fullfordemma borehol). Tiltak retta mot utbreiing av trykkbylgjer i *vatnet* frå sprengingane kan vera t.d.: Boblegardin, sprenging ved store dønningar og/eller bylgjer, skjerming (t.d. ved å etablere ein mellombels vegg eller fylling i vatnet).

**Merknad:** Nytt i oktober 2023 er at ein legg til grunn det administrativt avbøtande tiltaket med å sprengja berre når ventemerdane er tomme for fisk.

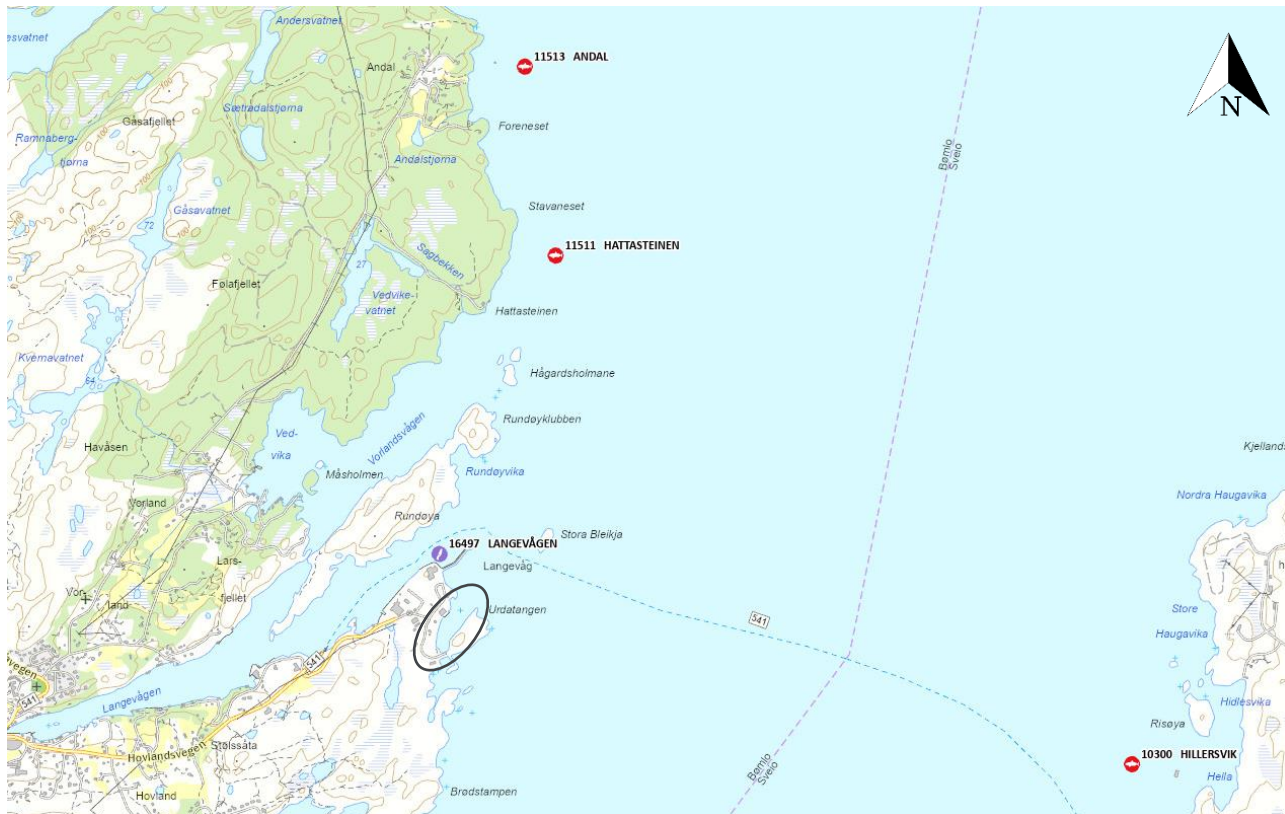
### Konklusjon for ventemerdane

Om sprengingane vert gjennomførte utan fisk i ventemerdane vil altså sprengingane ikkje føra til skadar på fiskane her. Boring av hola og tilhøyrande aktivitetar (lading, dukkaroperasjonar) vil venteleg vera uproblematiske, sjølv med fisk i ventemerdane. Fiskane kan eventuelt observerast under boreoperasjonar.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

### Tilhøvet til andre akvakulturanlegg i området

Det næreste akvakulturanlegget *utanom* ventemerdane ligg om lag 1,5 km borte frå sprengingsstaden, sjå skisse nedanfor.



Figur 8: Plassering av tiltaksområdet i høve til registrerte akvakulturanlegg i området. Kjelde: Fiskeridirektoratet sin kartportal på Internett. Tiltaksområdet er merkt med svart ellipse.

Desse anlegga ligg altso monaleg lengre vekk frå sprengingsstaden, og den *seismiske lyden* frå bergsprengingane er venta å verta svak før dei når desse anlegga. Seismisk lyd er soleis *ikkje* venta å gje direkte eller indirekte skader på fisk i desse anlegga.

Terrang under og over havyta vil dempa lyden som går *i sjøen* fram til anlegga. Dette gjeld spesielt ved lokalitet Hillersvik, men òg Andal. Før, under og etter bergsprengingane bør fiskane ved alle desse tre akvakulturlokalitetane overvakast for å minska sjansen for skade på fiskane der. Det er eit godt teikn om fiskane *ikkje stimar* som reaksjon på sprengingar, og det kan vurderast brukt som eitt av fleire kriterium. Lokalitet Hattasteinen er mest utsett, og overvakinga der bør inkludera hydrofonmålingar. Under føresetnad om jamne lydutbreiingstilhøve i ope og fritt hav utan påverknad av undervassterreng, sjøbotnen, yta og lydfartsskilnader grunna romlege variasjonar i temperatur og saltinnhald i sjøvatnet, kan ein venta at ein lyt om lag 0,5 km bort frå sprengingsstaden før trykket frå sprengingane har falle til 32 kPa, svarande til grenseverdi for risiko for *direkte* skader på fisk. Dette gjeld ved den opphavelig opplyste største einskildladningen, på 25 kg.

Nytt i oktober 2023 er at det er aktuelt med eit anna sprengingsopplegg, som inneber einskildladningar på inntil 165 kg og med flytande sprengstoff i staden for patronisert sprengstoff. Med dei same føresetnadene



Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

om lydutbreiingstilhøva som lista ovanfor kan ein venta at ein lyt om lag 0,9 km bort frå sprengingsstaden før trykket frå sprengingane har falle til 32 kPa.

For dette nye opplegget med større einskildladningar og flytande sprengstoff (av typen Offshore Kemiitti, eller tilsvarande) er det elles lag til grunn dette:

1. Full fordemming av alle borehola etter ladning.
2. Ingen einskildladningar som går av i salvene vert støre enn 165 kg. Det må altso sikrast mot overfylling av borehola grunna lekkasje inn i sprekker/slepper i berget.
3. Ingen «flash-over» mellom borehola.
4. Intervallsprenging av einskildladningane i salvene, med intervall på 20 – 30 ms.

For grensene på 316 Pa og 100 Pa er det ikkje råd å gje fornuftige overslag for kor langt bort frå sprengingsstaden ein lyt for at trykket skal ha falle til desse låge verdiane.

Rett utført og godt fungerande boblegardin nær sprengingsstaden kan gje tilleggsdemping av undervassstøyen som går i vatnet. Boblegardin kan soleis vurderast som eit avbøtande tiltak. *Merknad:* Boblegardin vil *ikkje* gje demping av lyden frå dei seismiske bylgjene.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N01

## Referansar

Forsvarets forskningsinstitutt, 2022. *Risiko for skade på laksefisk i omkringliggende oppdrettsanlegg ved etablering av undervannsskytefelt på Korsnes Fort, rapport 22/00814.*, s.l.: Forsvarets forskningsinstitutt.

Gaspin, J. B., 1973. *Experimental investigations of the effects of underwater explosions on swimbladder fish, I. 1973 Chesapeake Bay test : final report.* s.l.:s.n.

Govoni, 2008. *Effects of Underwater Explosions on Larval Fish: Implications for a Coastal Engineering Project.* s.l.:s.n.

Kjellsby, E., 1993. *Akustisk eksponering av fisk ved undervannssprenginger, Forsvarets forskningsinstitutt, FFI/rapport-93/2004.* s.l.:s.n.

Kvadsheim, P. H. e. a., 2017. *Effekter av menneskapt støy på havmiljø, rapport 17/00075 / Miljødirektoratet M-690, Kjeller:* Forsvarets forskningsinstitutt.

Neo, Y. Y. & al., e., 2018. European seabass respond more strongly to noise exposure at night and habituate over repeated trials of sound exposure. *Environmental Pollution*, Volum 239, pp. 367-374.

Wright & Hopky, D. G. W. G. H., 1998. *Guidelines for the Use of Explosives In or Near Canadian Fisheries Waters.* s.l.:s.n.

Yelverton, J. T., Richmond, D. R., Hicks, W. & Flecher, E. R., 1975-06-18. *The Relationship between Fish Size and Their Response to Underwater Blast*, Fort Belvoir, USA: Defense technical information center.

J01	2023-11-03	Til bruk	Inge Hommedal	Marte Kjelby	Gunvar Mjøhus
C05	2023-10-25	Revidert etter val av entreprenør	Inge Hommedal	-	-
C04	2023-10-11	For nytt gjennomsyn hjå oppdragsgjevar	Inge Hommedal	Marte Kjelby	Gunvar Mjøhus
C03	2023-09-07	Revidert etter kunnskapsoppdatering	Inge Hommedal	Marte Kjelby	Gunvar Mjøhus
C01	2023-02-13	For gjennomgang hjå oppdragsgjevar	Inge Hommedal	Marte Kjelby	Gunvar Mjøhus
A02	2023-02-13	Utkast	Inge Hommedal		
A01	2023-02-10	Internt arbeidsutkast	Inge Hommedal	-	-
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Omtale</b>	<b>Utarbeidd</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyver Norconsult Norge AS. Dokumentet må berre nyttast til det formål som går fram i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

## Vedlegg 3

Oppdragsgjevar: **Vassbakk & Stol AS**

Oppdragsnr.: **52200668** Dokumentnr.: **52200668-RiAku-N03**

**Til:** Øyvind Staupe  
**Frå:** Inge Hommedal  
**Dato** 2023-08-25

## ► Fiskerihamn Hovlandshagen: Målingar av undervassstøy frå sprenging i berg

### Bakgrunn

Som del av mudringsarbeidet under etablering av Fiskerihamn Hovlandshagen 53/53, m. fl. (prosjektet Bømlo fiskerihavn) i Hovlandsvågen på Langevåg på Bømlo, må ein sprenga  $\approx 8.100 \text{ fm}^3$  berg under havyta. Opphavelag var det føresett lausmassemudring, men under arbeidet vart det avdekkja meir berg enn føresett, noko som medfører *mudring i form av sprenging* om ein skal halda fast ved prosjektert seglingsdjupn. Samla mudringsvolum er i tråd med dagens løyve  $\approx 14.500 \text{ fm}^3$ , frå dagens kote  $\approx -4$  til  $-6,8$  m. I tiltaket inngår òg ein  $\approx 460$  m lang ny molo.

Tiltakshavar er Vestland fylkeskommune, og prosjektet vart utført som ein totalentreprise, med Vassbakk & Stol AS som totalentreprenør. Norconsult AS er engasjert som underleverandør til Vassbakk & Stol AS.

Tiltaket inngår i reguleringsplanen «Fiskerihamn Hovlandshagen 53/53 m.fl.», med plan-ID: 201307, vedteken i kommunestyret 28.9.2015.

Grenseverdiar, osv. er kortfatta drøfta i notat 52200668-RiAku-N01 i dette oppdraget.

### Føremål

I dette notatet er det dokumentert resultat av prøvesprenging. Prøvesprenginga vart planlagt og utført for å kunne dokumentera det høgaste lydtrykket i sjøvatnet, frå sprengingar. Notatet inngår i grunnlaget for revidering av søknad til Statsforvaltaren i Vestland, for å kunne inkludera undervasssprengingar i søknad om mudring.

### Avgrensingar

Sjå notat 52200668-RiAku-N01.

### Situasjon

Kartskisse for prøvesprenginga og undervasslydmåling med hydrofon er synt i Figur 1.





Figur 1: Plassering av sprengingsstad (raud ellipse) og hydrofon (raud sirkel).

## Måleopplegg og prøvesprenging

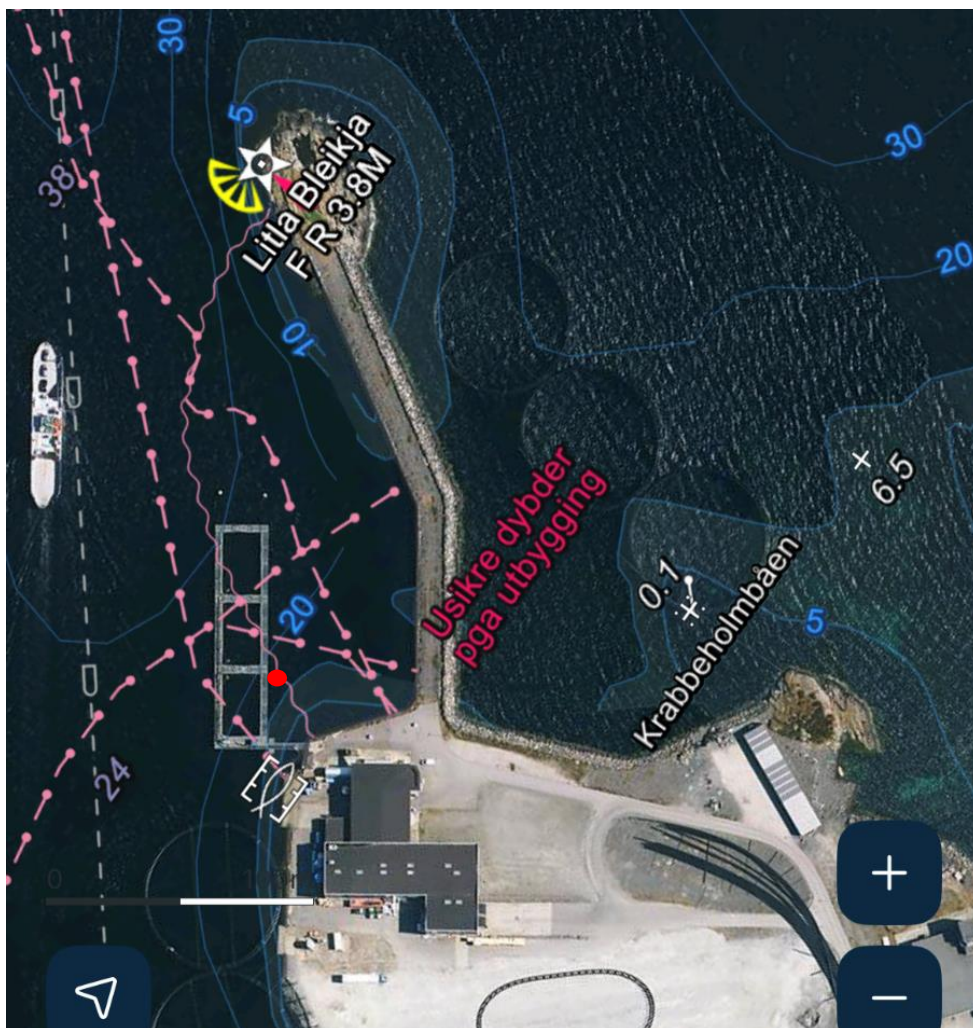
Prøvesprenginga vart gjort 26. mai 2023, om ettermiddagen. Det var små krusingar på sjøen under sprengingane, men ingen bylgjer eller dønningar.

Det vart fyrt av 2 nær samtidige (innanfor 3-4 ms) ladningar med samla laddingsmasse  $12\text{ kg} + 12\text{ kg} = 24\text{ kg}$  dynamitt. Lydtrykket i vatnet ved ventemerdane vart målt og logga rett før, under, og ei stund etter prøvesprenginga. Hydrofonen målte på 5 m djupn. Sjødjupna på staden er 20 m, som synt i Figur 2. Ventemerdane er 10 m djupe, og lydtrykket i måledjupna på 5 m er soleis nokolunde representativ for lydtrykket for den samla biomassen av fisk i ventemerdane. Det er ikkje venta at absoluttverdien til lydtrykket frå bergsprengingar i det omsøkte sprengingsområdet vil variera mykje med høgda i vassøyla ved ventemerdane.

Bergsprengaren vurderte risikoen ved å detonera 24 kg dynamitt i eitt hol til å vera for stor, ladningen vart difor fordelt på to borehol, men med ein tennartype som gjorde at dei to ladningane skulle gå av innanfor

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N03

3-4 ms tidsrom. Borehola vart fordemma etter lading. Prøvesprenginga vart koordinert med slakteriet slik at sprenginga kunne gjerast på eit tidspunkt då det ikkje var fisk i merdane. Bergsprengaren tilhørde entreprenøren Vassbakk & Stol AS.

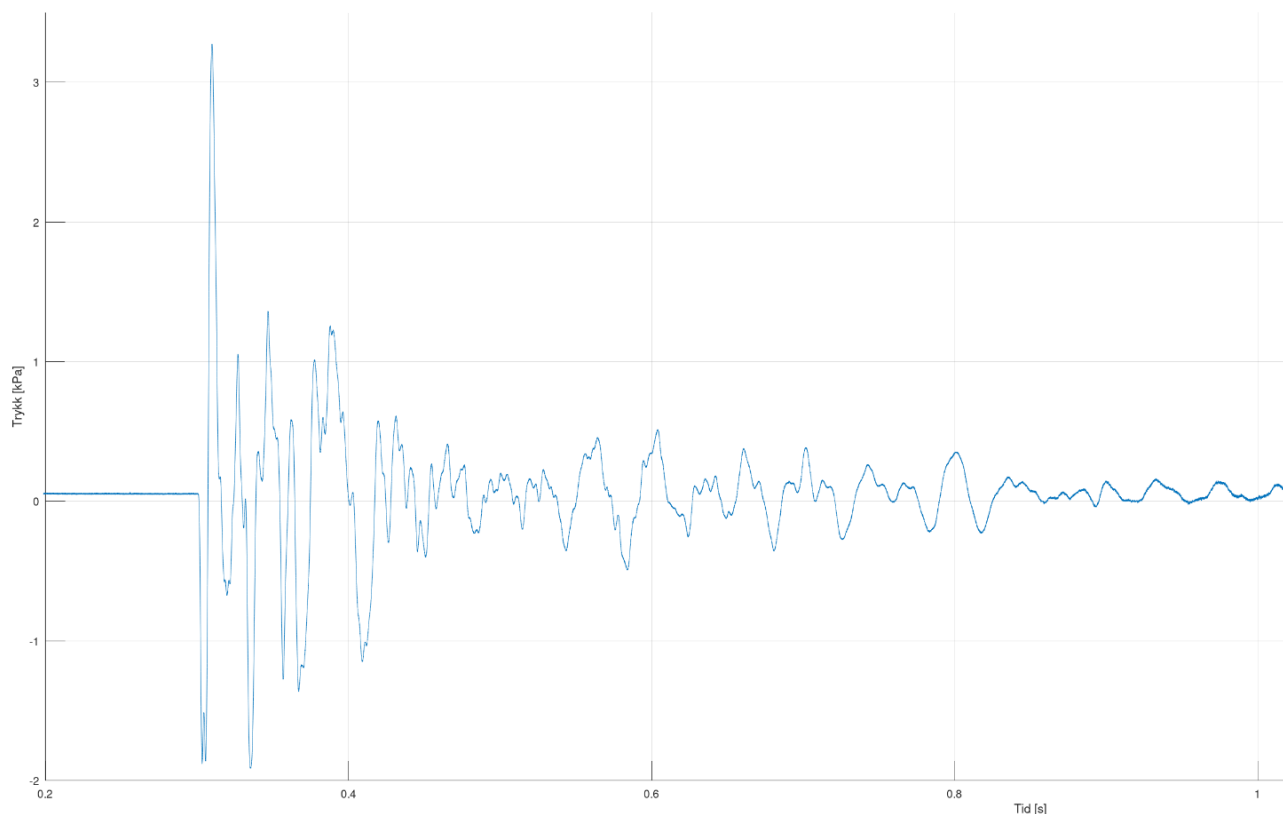


Figur 2. Djupner i måleområdet. Hydrofonplasseringa er synt med raud sirkel. Henta frå [kart.gulesider.no](http://kart.gulesider.no) 15.6.2023

## Resultat

Målt lydtrykk som funksjon av tid er synt i Figur 3.

Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N03



Figur 3: Lydtrykk ved ventemerdane som funksjon av tid kring detonasjonen. Forteiknet til utslaget er usikkert. Absoluttverdien til det største utslaget er  $\approx 3.4$  kPa, svarande til eit lydtryknivå på 191 dB rel. 1  $\mu$ Pa.

## Drøfting

Som ein ser av figuren ovanfor vart absoluttverdien av lydtrykket frå prøvesprenginga  $\approx 3,4$  kPa (svarande til eit lydtryknivå på 191 dB rel. 1  $\mu$ Pa).

Prøvesprenginga vart gjort nærare ventemerdane enn det som er opplyst å verta aktuelt ved dei ordinære sprengingane i det omsøkte sprengingsområdet, noko som skal gje ein tryggleiksmargin. Vidare opplyser entreprenøren at det ikkje skal brukast større einskildladningar i det ordinære sprengingsarbeidet enn det som var tilfellet i denne prøvesprenginga.

Bergsprengaren opplyste på staden at dei er godt kjende med berget i området, m.a. frå tidlegare sprengingar. Vidare vurderte han bergkvaliteten til å vera god, og at dei kjenner den lokale bergkonstanten (dvs. kor mykje sprengstoff som skal til for å gje ynskt knusing av berget). So framt berget er samanhengande utan store slepper, sprekker eller holrom mellom sprengingsstad og ventemerdane gjev prøvesprenginga difor eit godt inntrykk av kva høgaste lydtrykk ein kan venta seg ved ventemerdane frå ordinære sprengingar i det omsøkte sprengingsområdet.

Det hadde vore ein styrke om det kunne gjennomførast fleire prøvesprengingar, gjerne med ulike ladningsstorleikar og utan tidsspreiing av detonasjonane (som vart tilfellet 26.5.2023). Dette hadde styrkt kunnskapsgrunnlaget.



Oppdragsgiver: Vassbakk & Stol AS  
Oppdragsnr.: 52200668 Dokumentnr. 52200668-RiAku-N03

J03	2023-08-25	Kommentarar frå fagkontroll tekne inn	Inge Hommedal	Narve Garshol Skurtveit	Gunvar Mjølhus
J02	2023-07-05	Ekstra tekst sett inn	Inge Hommedal	-	-
J01	2023-06-15	Første versjon	Inge Hommedal	Narve Garshol Skurtveit	Gunvar Mjølhus
Versjon	Dato	Omtale	Utarbeidd	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrar Norconsult AS. Dokumentet må berre nyttast til det formål som går fram i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.



## Vedlegg 4

## ► Undervasstøy frå bergsprengingar til slakteferdige laksefiskar i merdar

<b>Dato:</b> 2023-07-13	<b>Stad:</b> Teams	<b>Tid:</b> 9:00-9:45		
<b>Møteleiar:</b> Inge Hommedal		<b>Referent:</b> Inge Hommedal		
<b>Verksemd:</b>	<b>Namn/Init.:</b>	<b>Rolle/Ansvar:</b>	<b>Til stades:</b>	<b>Kopi:</b>
Forsvarets forskningsinstitutt	Petter H. Kvadsheim / PHK	Fagleg støtte	x	
Norconsult AS	Gunvar Mjølhus / GM	Oppdragsleiar		x
Norconsult AS	Marte Kjelby / MK	Oppdragsmedarbeidar		x
Norconsult AS	Anita Whitlock Nybakk / AWN	Oppdragsmedarbeidar		x
Norconsult AS	Inge Hommedal / IH	Oppdragsmedarbeidar	x	
<b>Neste møte:</b> -	<b>Stad:</b> -	<b>Tid:</b> -		

<b>Punkt:</b>	<b>Sak:</b>	<b>Frist/Utført:</b>	<b>Ansvar:</b>
<b>1</b>	<b>Presentasjonsrunde</b> PHK og IH presenterte seg for kvarandre, og orienterte litt om bakgrunn, arbeidsområde, osv.	-	-
<b>2</b>	<b>Formulering av problemstilling</b> Med bakgrunn i e-postar oversende tidlegare til PHK presenterte IH problemstillinga med kva nivå av undervasstøy ein kan venta at slakteferdig fisk i ventemerdane i denne saka toler utan å verta direkte eller indirekte skada. Undervasstøy frå innbora og fordemma bergsprengingar er eit fagfelt der det enno trengst meir kunnskap for at ein skal kunne gje gode råd. Mange aktørar er ikkje klar over at bergsprengingar under og over vatn kan føra til undervasstøy med skadepotensiale for marint liv, m.a. oppdrettsfisk.	-	-
<b>3</b>	<b>Fagleg drøfting av problemstilling</b> IH gjekk kort gjennom tidlegare utarbeidde notat i oppdraget (RiAku-N01 i utgåve datert 13.2.2023 og RiAku-N03 i utgåve datert 15.6.2023). Ventemerdane vert brukte inntil seks dagar. PHK og IH gjekk deretter gjennom hovudtrekka i FFI-rapport 22/00814 «Risiko for skade på laksefisk i omkringliggende oppdrettsanlegg ved etablering av undervanns- skytefelt på Korsnes Fort», datert 25. mars 2022. Relevansen til funna refererte til i rapporten opp mot situasjonen for Fiskerihamn Hovlandsvågen / Molo Langevåg vart drøfta nokså inngående. Respons/toleranse for einskildsprengingar versus gjentekne sprengingar vart drøfta, like eins ulike kriterium for stress (synlege reaksjonar, stresshormon i blodet, stresshormonmetabolittar i avføringa, osv.). Tidlegare tilrådd spisstrykkgrense på 32 kPa vert rekna for trygg med omsyn til direkte skader, men vart i møtet vurdert til å vera for høg som tolegrense/grenseverdi for stress, spesielt ved gjentekne sprengingar som i denne saka. Stressnivået for slakteferdig laksefisk vart av PHK vurdert som å vera minst like høgt som for oppdrettslaks i tidlegare livsstadium.	-	-

Punkt:

Sak:

Frist/Utført:

Ansvar:

Ulikskapane mellom sprengingar av ladningar i fri vassøyle versus innbora og fordemma ladningar vart drøfta, og det var semje om at potensialet for reduksjon av spisstrykket frå intervallsprenging er mindre for innbora ladningar enn for ladningar i fri vassøyle, fordi ein ikkje får den same effekten frå trykkutjamning/motfase for refleksjonar frå overflata og/eller botnen. Lydeksponeringa («lyd-dosen») frå den samla ladingmassen i heile salver kan vera like eller meir dimensjonerande for potensialet for stress som det spisstrykket frå einskilddetonasjonar er. Det kan soleis vera gode grunnar til å ha strengare grenseverdi for spisstrykk frå einskilddetonasjonar dersom det vert fyrst av mange slike i tida då det aktuelle partiet med laksefisk står i ventemerdane.

Tilvenjing til gjentekne støyande episodar vart også teke opp. PHK synte til studie av oppdrettsfisk i Ofotfjorden utsette både for undervassstøy frå passerande skip (m.a. store malmskip) og frå detonasjonar i fri vassøyle. Oppdrettsfisk hadde ingen synlege reaksjonar på skipsstøyen, men reagerte på detonasjonane. Dette kan tyda på tilvenjing. Ferja mellom Langevåg og Buavåg passerer berre nokre titals meter frå ventemerdane, og sidan fiskane ikkje er mange dagane i ventemerdane kan det vera at ferjestøyen også kan påverka stressnivået hjå fisken. Sjølv om ferja har elektrisk framdriftsmaskineri er det propellane som venteleg er den sterkaste kjelda til undervassstøyen frå ferja.

#### 4 Oppsummering og tilrådingar

Med lita tid (aldri meir enn seks dagar) er det ikkje sikkert at fiskane i ventemerdane rekk å venja seg til gjentekne støyande episodar, og det kan vera klokast å leggja til grunn at den samla støydosen frå alle detonasjonane/salvene innanfor tida då fiskane er i merdane vert dimensjonerande for støygrenser her. På direkte spørsmål råde PHK til at det i *denne saka vert brukt 100 Pa (svarande til eit lydtrykknivå på 160 dB rel. 1  $\mu$ Pa) som grenseverdi for spisstrykk frå gjentekne detonasjonar*. For einskilddetonasjonar (ikkje relevant i denne saka) rår PHK til 316 Pa (svarande til eit lydtrykknivå på 170 dB rel. 1  $\mu$ Pa) som grenseverdi for spisstrykk.

*Den tilrådde grenseverdien ut frå denne drøftinga er altså mykje strengare enn grenseverdien som er lagd til grunn tidlegare i dette prosjektet (100 Pa versus 32 kPa).*

Me rår til at framtidige sprengingar vert fylgt opp tett, med hydrofonmålingar ved ventemerdane, som ved prøvesprenginga. I tillegg rår me til at fiskane vert overvaka v.h.a. undervasskamera i ventemerdane før, under og like etter framtidige sprengingar. PHK: Det er eit godt teikn om fiskane ikkje stimar som reaksjon på

Punkt:	Sak:	Frist/Utført:	Ansvar:
	<p>sprengingar, og det kan vurderast brukt som kriterium, saman med hydrofonmålingar av spisstrykka frå sprengingane.</p> <p><i>Skjerpning av den tilrådde grensa for spisstrykk fører òg til at sprengingane må overvakast v.h.a. hydrofonar og undervasskamera ved Hattasteinen oppdrettsanlegg. For Andal og Hillersvik kan det vera at overvaking v.h.a. undervasskamera vil vera tilstrekkeleg.</i></p> <p>Vurderingar av undervassstøy frå framtidige ordinære sprengingar må inngå i planlegginga av sprengingane i prosjektet. Best er det om sprengingane likevel kan koordinerast med periodar der ventemerdane er tomme for fisk. Om ein startar sprengingane lengst søraust i det omsøkte sprengingsområdet og med små ladningar/salver vil ein kunne overvaka eventuelle reaksjonar hjå fiskar i ventemerdar. Saman med hydrofonmålingar av spisstrykka vil ein på denne måten kunne gradvis byggja seg opp kunnskap for sikrare gjennomføring av sprengingane.</p>		V&S og Norconsult
<b>5</b>	<p><b>Vidare arbeid</b></p> <p>PHK opplyste om at det vert planlagt nye eksperiment i regi av FFI hausten 2023 som oppfølging av eksperimenta bak den nemnde FFI-rapporten, m.a. grunna mistanke om falske positive funn. Ein kan då få betre kunnskap om toleransen hjå laksefiskar for støy frå ein viss type undervasssprengingar.</p> <p>Om oppdragsgjeveren og byggherren tillet det, so ynskjer PHK å verta orientert om resultat av målingar og vurderingar av undervassstøyen frå sprengingar i dette prosjektet med Fiskerihamn Hovlandsvågen / Molo Langevåg.</p>	-	Info
			IH