



SØKNAD OM MUDRING, DUMPING OG UTFYLLING I SJØ OG VASSDRAG



Skjemaet skal benyttes ved søknad om tillatelse til mudring og dumping i sjø og vassdrag i henhold til forurensningsforskriften kapittel 22 og ved søknad om mudring, dumping og utfylling over sedimenter i sjø i henhold til forurensningsloven § 11.

2

Skjemaet må fylles ut nøyaktig og fullstendig, og alle nødvendige vedlegg må følge med.
Bruk vedleggsark med referansenummer til skjemaet der det er hensiktsmessig.
Ta gjerne kontakt med oss før søknaden sendes!

Søknaden sendes til Fylkesmannen pr. e-post (fmnopost@fylkesmannen.no) eller pr. brev (Fylkesmannen i Nordland, postboks 1405, 8002 Bodø).

Innhold

1. Generell informasjon	3
2. Eventuelle avklaringer med andre samfunnsinteresser	4
3. Mudring i sjø eller vassdrag	6
4. Dumping i sjø eller vassdrag	10
5. Utfylling i sjø eller vassdrag	13
Vedleggsoversikt	17

1. Generell informasjon

Søknaden gjelder	<input checked="" type="checkbox"/> Mudring i sjø eller vassdrag – Kapittel 3 <input checked="" type="checkbox"/> Dumping i sjø eller vassdrag – Kapittel 4 <input checked="" type="checkbox"/> Utfylling i sjø eller vassdrag – Kapittel 5
Antall mudringslokaliteter:	2
Antall dumpingslokaliteter:	3 (inkl. strandkantdeponi)
Antall utfyllingslokaliteter:	2
Miljøundersøkelse gjennomført	<input checked="" type="checkbox"/> Ja, vedlagt <input type="checkbox"/> Nei Vedleggsnr: 1
Miljøundersøkelsen(e) omfatter	<input checked="" type="checkbox"/> Mudringssted <input checked="" type="checkbox"/> Dumpingsted <input checked="" type="checkbox"/> Utfyllingssted

Tittel på søknaden/prosjektet (med stedsnavn) Ny lufthavn Bodø (NLBO)	
Kommune Bodø	
Navn på søker (tiltakseier) Avinor AS v/John Eivind Skogøy	Org. nummer 985198292
Adresse Pb. 150, 2061 Gardermoen	
Telefon 90147701	E-post John.Eivind.Skogoy@avinor.no
Kontaktperson ev. ansvarlig søker/konsulent Norconsult AS v/Tor-Jørgen Aandahl	
Telefon 952 09 424	E-post Tor-jorgen.aahndal@norconsult.com

2. Eventuelle avklaringer med andre samfunnsinteresser

2.1 Er tiltaket i tråd med gjeldende plan for området?

Gjør rede for den kommunale planstatusen til de aktuelle lokalitetene for mudring, dumping og/eller utfylling. Dersom plan for lokaliteten(e) er under behandling, skal dokumentasjon vedlegges. Tillatelse vil ikke utstedes før tiltaket er godkjent etter plan- og bygningsloven.

SVAR: Områdene for utfylling, mudring, strandkantdeponi og dumping alternativ 1 og 2, omfattes av reguleringsplan Ny lufthavn Bodø med arealplanid 1804_2017017 som trådte i kraft 31.10.2019. I denne planen inngår hele tiltaksområdet i sjø under reguleringsformål Lufthavn (LS). Tiltaket berører ikke noen av hensynssonene i reguleringsplanen.

Utfylling i sjø er nevnt i reguleringsbestemmelsene i kapittel 4.1.2 Lufthavn med følgende tekst: Det kan utfylles i sjø. Massene skal være rene og godkjente av forurensningsmyndighet. Basert på dette anses tiltaket å være i tråd med gjeldende reguleringsplan.

Dumpeområde alternativ 3 Saltfjorden er ikke regulert.

2.2 Oppgi hvilke kjente naturverdier som er tilknyttet lokaliteten eller nærområdet til lokaliteten og beskriv hvordan disse eventuelt kan berøres av tiltaket:

Beskriv dette for hver av lokalitetene som berøres av søknaden; mudring/dumping/utfylling. Oppgi kilde for opplysningene ([Miljødirektoratets Naturbase](#), [Fiskeridirektoratets kartløsning](#) etc.).

SVAR: BM00124774 Skjellsand (svært viktig) – indirekte påvirket (Naturbase)
BM00124165 Skjellsand (viktig) – direkte påvirket (ca. 15 000 m²) (Naturbase)
BM00117327 Kalkalgeforekomster (viktig) - indirekte påvirket (Naturbase)

Oppvekst- og beiteområde kysttorsk, kveite, sei, sild (KU Naturmangfold)
Hvile- og næringssøk samt hekkeområde sjøfugl (KU Naturmangfold)
Oppholdssted oter (KU Naturmangfold)

For utfyllende vurdering se kapittel 4.2 Naturforhold i Grunnlag for søknad om tillatelse til mudring, dumping og fylling i sjø (10001444-187075-bo000-s2-no-0141) (vedlegg 1) og Konsekvensutredning av ny Bodø lufthavn – Naturmangfold (10206903-001-rev00) (KU Naturmangfold).

KU Naturmangfold: <https://bodo.kommune.no/getfile.php/1322848-1573223074/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Kart%20og%20arealplaner/Arealplaner/Planprosesser/2019/Omr%C3%A5deregulering%20for%20ny%20sivil%20lufthavn%20i%20Bod%C3%B8/3%20Vedtak/Konsekvensutredning%20naturmangfold.pdf>

2.3 Oppgi hvilke kjente allmenne brukerinteresser som er tilknyttet lokaliteten eller nærområdet til lokaliteten og beskriv hvordan disse eventuelt kan berøres av tiltaket:

Vurder tiltaket med tanke på friluftslivsverdier, sportsfiske og lignende. Beskriv dette for hver av lokalitetene som berøres av søknaden; mudring/dumping/utfylling.

SVAR: Det henvises til vedlegg 1, kapittel 4.2 – 4.6.

2.4 Er det rør, kabler eller andre konstruksjoner på sjøbunnen i området?

SVAR: Ja Nei Aktuelle konstruksjoner er tegnet inn på vedlagt kart

Nærmere beskrivelse:

Opplys også hvem som eier konstruksjonen(e).

2. Eventuelle avklaringer med andre samfunnsinteresser

Det henvises til vedlegg 1, kapittel 4.4 Kabler og infrastruktur.

2.5 Opplys hvilke eiendommer som antas å bli berørt av tiltaket/tiltakene (naboliste, minimum alle tilstøtende eiendommer):

Eiere	Gnr/bnr
Skifte Eiendom	138/1974
Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Gnr/bnr
Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Gnr/bnr
Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Gnr/bnr
Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Gnr/bnr

2.6 Merknader/ kommentarer:

SVAR: Dagens Bodø Lufthavn eies av Avinor og Forsvarsbygg. Den nye lufthavnen skal bygges på Forsvarsbyggs eiendom. Det skal gjennomføres en eiendomstransaksjon før oppstart av tiltaket. Deler av eiendommen skal videre selges til Bodø kommune. Det eksisterer i dag et trepartssamarbeid bestående av Forsvarsbygg, Bodø kommune og Avinor.

3. Mudring i sjø eller vassdrag

3.1	Navn på lokalitet for mudring: (stedsanvisning) Vest for tidligere brannøvingsfelt (BØF) Lysrekke	Gårdsnr./bruksnr. 138/1974									
	Grunneier: (navn og adresse) Avinor AS, pb. 150, 2061 Gardermoen										
3.2	Kart og stedfesting: <i>Legg ved <u>oversiktskart</u> i målestokk 1:50 000 og <u>detaljkart</u> 1:1000 (kan fås ved henvendelse til kommunen) med inntegnet areal (lengde og bredde) på området som skal fylles ut, samt eventuelle GPS-stedfestede prøvetakingsstasjoner.</i> Oversiktskart har vedleggsnr.: 2 Detaljkart har vedleggsnr.: 3 og 4										
	GPS-koordinater (UTM) for mudringslokaliteten (midtpunkt):	<table border="1"><thead><tr><th>Sonebelte</th><th>Nord</th><th>Øst</th></tr></thead><tbody><tr><td>33N</td><td>7460579</td><td>472909</td></tr><tr><td></td><td>7460516</td><td>472779</td></tr></tbody></table>	Sonebelte	Nord	Øst	33N	7460579	472909		7460516	472779
Sonebelte	Nord	Øst									
33N	7460579	472909									
	7460516	472779									
3.3	Mudringshistorikk: <input checked="" type="checkbox"/> Første gangs mudring <input type="checkbox"/> Vedlikeholdsmudring Hvis ja, når ble det mudret sist? Sett inn årstall År										
3.4	Begrunnelse/bakgrunn for tiltaket: SVAR: Etablering av nytt banesystem medfører behov for utfylling i sjø og peling på vest- og sørøstsiden av dagens landområder. For å oppnå tilfredsstillende geoteknisk stabilitet er det er vurdert å være nødvendig å mudre en 10 meter bred renne ned til faste masser under hele østre fyllingsfront vest for Sjøhaugen (tidligere brannøvingsfelt - BØF). Innflygingslysene på NLBO vil strekke seg ut i sjøen fra begge ender av rullebanen og skal stå på brokonstruksjoner på peler. Noen av pelene for innflygningslys kommer innenfor en kartlagt faresone for sprøbruddmateriale i østre tiltaksområde. Rundt disse pelene er det forutsatt mudring og tilbakefylling med sprengstein for å skjære av disse fra faresonen.										
3.5	Mudringens omfang: Dybde på mudringslokaliteten (maks. og min., <u>før</u> mudring): antall meter m Mudringsdybde (hvor langt ned skal det mudres?): antall meter m Arealet som skal mudres (merk på kart): 16 100 (+/- 20 %) m ² Volum sedimenter som skal mudres: 40 000 (+/- 20 %) m ³										
SVAR:	Eventuell nærmere beskrivelse av omfanget av tiltaket: Det henvises til vedlegg 1, kapittel 3.1 Tiltaket										
3.6	Mudringsmetode: <i>Gi en kort beskrivelse med begrunnelse (f.eks. grabb, gravemaskin, skuff, pumping, sugestyr e.l.).</i> SVAR: Massene er vurdert å være godt egnet for mudring med en «back hoe dredger» (vanlig bakgraver med lang gravearm), da det er fastere lag over bløt leire og ikke så dypt til fjell. Mudringsmetode vil imidlertid bli endelig avgjort etter kontrahering av entreprenør.										
3.7	Anleggsperiode:										

3. Mudring i sjø eller vassdrag

SVAR: *Angi når tiltaket skal settes i gang (måned og år) og beregnet varighet.*
Tiltakene i sjø er planlagt gjennomført i perioden mai 2022 – juli 2024, totalt to år. Rekkefølgen på tiltakene er skissert å være følgende:

- Peling: mai til september 2022 og mai til september 2023
- Mudring og dumping av mudringsmasser: mai 2022 (totalt ca. 6 til 12 uker)
- Utfylling i sjø: mai 2022 til juli 2024.

Nøyaktige tidspunkter for gjennomføring av tiltakene er foreløpig svært usikre. Fremdriften vil bl.a. være avhengig av finansiering og flere andre forhold. Hvis forholdene ligger til rette for det og tillatelse foreligger, kan det også være ønskelig å starte opp arbeidene i sjø allerede i løpet av sommer/høst 2021.

3.8 Hvordan er sedimentene planlagt disponert:

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Dumping i sjø | <input type="checkbox"/> Nyttiggjøring/gjenbruk |
| <input checked="" type="checkbox"/> Disponering i sjøkanten (strandkantdeponi) | <input type="checkbox"/> Disponering på land |
| <input type="checkbox"/> Levering til avfallsanlegg | <input type="checkbox"/> Utfylling |

Kort beskrivelse av planlagt disponeringsløsning:

SVAR: **Alternativ 1 Rotskjæret** innebærer dumping på skrått fjell i tilknytning til ett av mudringsområdene. For at massene ikke skal rase ut må det etableres en stabil fyllingsfot av sprengstein til kote -1 før deponering bak fyllingsfoten. Fyllingsfoten bør etableres som en halvsirkel for å hindre utrasing av masser. Masser kan fylles inn via splitt-/fallbunnslekter eller lastes direkte fra mudringsstedet der man er nærme nok. Dette dumpeområdet forutsetter at entreprenøren klarer å plassere masser på en sikker måte bak sjetéen og kan være vanskelig å gjennomføre rent teknisk.

Alternativ 2 Buholmen kan etableres som et strandkantdeponi ved innfylling bak en steinsjeté. Det kan bli behov for noe mudring for å etablere steinsjeteen på fast grunn. Steinsjeteen og bakenforliggende område vil kunne fylles opp til kote +3/+4. Det vil kunne bli behov for mellomlagring av mudringsmasser på land før videre innfylling fra land. Dette alternativet vil være i strid med Avinors ønske om å bevare viktige elementer i området naturlige landskapsbilde og vil også være mer kostbart ift. etablering av sjeté og omlasting av masser.

Alternativ 3 Saltfjorden innebærer å dumpe massene på ca. 275-300 m dyp ca. 1 km m sør/sør-øst for Sjøholmen/brannøvingsfeltet. Det er sannsynlig at dumping må skje fra splitt-/fallbunnslekter. Sugemudring med direkte pumping til dumpested kan også være en mulig løsning, men benyttes normalt ikke i prosjekter med mudringsvolum < 100 000 m³ grunnet store mobiliseringskostnader. Dumping i dette området vil være en robust løsning med hensyn grunnens stabilitet og prosjektets fremdrift. Sterk strøm vil kunne medføre en større spredning av dumpede masser. Konsekvenser av dette er diskutert i vedlegg 1.

For ytterligere detaljer se vedlegg 1, kapittel 3.1.

Beskrivelse av planlagt transportmetode: (fartøytype/kjøretøy/omlastningsmetode)

SVAR: Se beskrivelse over.

3. Mudring i sjø eller vassdrag

Beskrivelse av mudringslokaliteten med hensyn til fare for forurensning

Ved mindre tiltak: Kontakt Fylkesmannen for informasjon om hvilke punkt som må besvares.

3.9 Sedimentenes finstoffinnhold (basert på korngraderingsanalyser av sedimentene):

	Stein	Grus	Leire	Silt	Skjellsand	Annet
Angi kornfordeling i %	Stein	Grus	70	Silt	Skjellsand	30 (sand)

Eventuell nærmere beskrivelse:

SVAR: Det er kun utført korngraderingsanalyser av overflaten av sedimentene som skal mudres (vedlegg 5-7). Basert på grunnundersøkelser vil mudrede masser bestå av ca. 30 % sand og 70 % bløt leire (vedlegg 8).

3.10 Strømforhold på lokaliteten (kun relevant ved tiltak større enn 500 m³ eller 1000 m²):

Strømmålinger fra området eller annen dokumentasjon skal legges ved søknaden.

SVAR: Det henvises til vedlegg 1, kapittel 4.1 Resipientbeskrivelse

3.11 Aktive og/eller historiske forurensningskilder:

Beskriv eksisterende og tidligere virksomheter i nærområdet til lokaliteten (f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet).

SVAR: Området har vært benyttet som militær flystasjon fra ca. 1950-tallet med tilhørende aktiviteter som kan medføre forurensning f.eks verksted og brannøvelser. PFAS har vært brukt i brannslukkingsskum ved flere steder på det nåværende militære området i perioden fra midten av 1960-tallet og frem til 2013.

Se vedlegg 1, kapittel 5.1 og vedlegg 5-7.

3.12 Miljøundersøkelse, prøvetaking og analyser

Det må foreligge dokumentasjon av sedimentenes innhold av tungmetaller og miljøgifter.

Omfanget av prøvetaking ved planlegging av mudring må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Antall prøvepunkter må sees i sammenheng med mudringsarealets størrelse og lokalisering med hensyn til mulige forurensningskilder. Kravene til miljøundersøkelser i forbindelse med mudringssaker er beskrevet i Miljødirektoratets veileder M-350/2015.

Vedlagt miljørapport skal presentere analyseresultater fra prøvetaking av de aktuelle sedimentene, samt en miljøfaglig vurdering av massenes forurensningstilstand.

Antall prøvestasjoner på lokaliteten: 8 stk (skal merkes på vedlagt kart)

Analyseparametere: Hvilke analyser er gjort?

SVAR: TOC, kornstørrelse, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, TBT. Det henvises til vedlegg 1, kapittel 5.2 og vedlegg 5-7.

3.13 Forurensningstilstand på lokaliteten:

Gi en oppsummering av miljøundersøkelsen med klassifiseringen av sedimentene i tilstandsklasser (I-V) relatert til de ulike analyseparametere jmfør Miljødirektoratets veiledningspublikasjon M-608/2016.

SVAR: Det er kun påvist tilstandsklasse I og II innenfor området som skal mudres. Det henvises til vedlegg 1, kapittel 5.2 Miljøtekniske sedimentundersøkelser og vedlegg 5-7

3. Mudring i sjø eller vassdrag

3.14 Risikovurdering:

Gi en vurdering av risiko for at tiltaket vil bidra til å spre forurensning eller være til annen ulempe for naturmiljøet.

SVAR: Det henvises til vedlegg 1, kapittel 6.

3.15 Avbøtende tiltak:

Beskriv planlagte tiltak for å hindre/reducere partikkelspredning, med begrunnelse.

SVAR: Det henvises til vedlegg 1, kapittel 7.

4. Dumping i sjø eller vassdrag

4.1	Navn på lokalitet for dumping: (stedsanvisning) Alt. 1: Rotskjæret Alt 2: Buholmen Alt 3: Saltfjorden	Gårdsnr./bruksnr. 138/1974 138/1974 Ingen				
Grunneier: (navn og adresse) Alt. 1 og 2: Forsvarsbygg, krf. Eiendomstransaksjon i pkt. 2.6. Alt. 3: Ingen						
4.2	Kart og stedfesting: Legg ved <u>oversiktskart</u> i målestokk 1:50 000 og <u>detaljkart</u> 1:1000 (kan fås ved henvendelse til kommunen) med inntegnet areal (lengde og bredde) på området som skal fylles ut, samt eventuelle GPS-stedfestede prøvetakingsstasjoner. Oversiktskart har vedleggsnr.: 2 Detaljkart har vedleggsnr.: 3 og 4 <table border="1" data-bbox="311 784 1465 952"> <tr> <td data-bbox="311 784 678 952">GPS-kordinater (UTM) for mudringslokaliteten (midtpunkt)</td> <td data-bbox="686 784 941 952">Sonebelte 33</td> <td data-bbox="949 784 1157 952">Nord 7460412 N 7460385 N 7459750 N</td> <td data-bbox="1165 784 1465 952">Øst 472725 E 472405 E 473314 E</td> </tr> </table>		GPS-kordinater (UTM) for mudringslokaliteten (midtpunkt)	Sonebelte 33	Nord 7460412 N 7460385 N 7459750 N	Øst 472725 E 472405 E 473314 E
GPS-kordinater (UTM) for mudringslokaliteten (midtpunkt)	Sonebelte 33	Nord 7460412 N 7460385 N 7459750 N	Øst 472725 E 472405 E 473314 E			
4.3 SVAR:	Begrunnelse/bakgrunn for tiltaket: Se punkt 3.4 i søknadskjemaet.					
4.4	Dumpingsens omfang: Dybde på dumpingslokaliteten (maks. og min., før dumping): 1:1-10, 2:0-2 og 3:275-300 m Arealet som berøres av dumping (merk på kart): 1:13 000, 2:11 500 og 3:100 000 m ² Dybde etter dumping: 1: Kote -1, 2: kote 3-4, 3: heving 1 m Volum sedimenter som skal dumpes: 40 000 m ³ Mengde tørrstoff i sedimenter som skal dumpes: 56 000 tonn					
Beskriv type materiale som skal dumpes: (mudremasser, løsmasser, stein, el.) Mudremasser av ca. 70 % leire og 30 % sand (vedlegg 8).						
4.5 SVAR:	Dumpemetode: Gi en kort beskrivelse med begrunnelse (splittlekter, skuff, pumping e.l.) Entreprenør er ikke valgt, derav er heller ikke metode bestemt. Splittlekter er mest sannsynlige dumpemetode.					
4.6 SVAR:	Anleggsperiode: Angi et tidsintervall for når tiltaket planlegges gjennomført (måned og år). Beregnet varighet. Se punkt 3.7 i søknadskjemaet.					
Beskrivelse av dumpelokaliteten med hensyn til fare for forurensning:						
4.7	Sedimentenes finstoffinnhold (basert på korngraderingsanalyser av sedimentene):					
Angi kornfordeling i %	Stein Stein	Grus Grus	Leire Leire	Silt Silt	Skjellsand Skjellsand	Annet Annet

4. Dumping i sjø eller vassdrag

Eventuell nærmere beskrivelse:

SVAR: Alt 1: Fjell – prøvetaking ikke mulig
Alt 2: Sand (Sand 87,6 %, silt 11 %, leire 1,4 %) (prøvepunkt P120)
Alt 3: Sandig silt (Sand ca. 47,5 %, silt ca. 49 %, leire ca. 3,5 %)

For ytterligere detaljer henvises det til vedlegg 5-7.

4.8 Strømforhold etc.:

Beskriv strømforhold, bunnforhold og type sediment på dumpelokaliteten.

SVAR: Se vedlegg 1, kapittel 4.1

4.9 Aktive og/eller historiske forurensningskilder:

Beskriv potensielle utslippskilder i nærområdet som f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet e.l.

SVAR: Området har vært benyttet som militær flystasjon fra ca. 1950-tallet med tilhørende aktiviteter som kan medføre forurensning f.eks verksted og brannøvelser. PFAS har vært brukt i brannslukkingsskum ved flere steder på det nåværende militære området i perioden fra midten av 1960-tallet og frem til 2013.

Se vedlegg 1, kapittel 5.1 og vedlegg 5-7.

4.10 Miljøundersøkelse, prøvetaking og analyser

Det må foreligge dokumentasjon av sedimentenes innhold av tungmetaller og miljøgifter. Omfanget av prøvetaking ved planlegging av dumping må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Antall prøvepunkter må sees i sammenheng med dumpeområdets størrelse og lokalisering med hensyn til mulige forurensningskilder. Kravene til miljøundersøkelser i forbindelse med dumping er beskrevet i Miljødirektoratets veileder M-350/2015 og retningslinjer for sjødeponier TA 2624/2010.

Vedlagt miljørapport skal presentere analyseresultater fra prøvetaking av de aktuelle sedimentene, samt en miljøfaglig vurdering av massenes forurensningstilstand.

Antall prøvestasjoner på lokaliteten: 4 stk (skal merkes på vedlagt kart)

Analyseparametere: *Hvilke analyser er gjort?*

SVAR: TOC, kornstørrelse, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, TBT (se vedlegg 5-7)

4.11 Forurensningstilstand på lokaliteten:

Gi en oppsummering av eventuell miljøundersøkelse på lokaliteten.

SVAR: Alternativ 1: Ingen påviste løsmasser
Alternativ 2: Tilstandsklasse II
Alternativ 3: TBT i tilstandsklasse III i én av to stasjoner, ellers tilstandsklasse II.

For ytterligere detaljer henvises det til vedlegg 1, kapittel 5.1 og vedlegg 5-7.

4.12 Risikovurdering:

Gi en vurdering av risiko for at dumping vil bidra til å spre forurensning eller være til annen ulempe for miljøet.

SVAR: Lav risiko.

4. Dumping i sjø eller vassdrag

Se vedlegg 1, kapittel 6.6.4.

4.13 **Avbøtende tiltak:**

Beskriv planlagte tiltak for å hindre/reducere partikkelspredning, med begrunnelse.

SVAR: Overvåking. Se vedlegg 1, kapittel 7.

5. Utfylling i sjø eller vassdrag

5.1	Navn på lokalitet for utfylling: (stedsanvisning) Tiltaksområde vest (Hernesskagen) Tiltaksområde øst (Sjøhaugen/BØF) Grunneier: (navn og adresse) Avinor AS	Gårdsnr./bruksnr. 138/1974 138/1974									
5.2	Kart og stedfesting: Legg ved <u>oversiktskart</u> i målestokk 1:50 000 og <u>detaljkart</u> 1:1000 (kan fås ved henvendelse til kommunen) med inntegnet areal (lengde og bredde) på området som skal fylles ut, samt eventuelle GPS-stedfestede prøvetakingsstasjoner. Oversiktskart har vedleggsnr.: 2 Detaljkart har vedleggsnr.: 3 og 4 GPS-koordinater (UTM) for mudringslokaliteten (midtpunkt) <table border="1" data-bbox="683 745 1305 880"> <tr> <td>Sonebelte</td> <td>Nord</td> <td>Øst</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>7460381</td> <td>470034</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7460598</td> <td>472723</td> </tr> </table>		Sonebelte	Nord	Øst	33	7460381	470034		7460598	472723
Sonebelte	Nord	Øst									
33	7460381	470034									
	7460598	472723									
5.3 SVAR:	Begrunnelse/bakgrunn for tiltaket: Se punkt 3.4 i søknadsskjemaet										
5.4 SVAR:	Utfyllingens omfang: Angi vanndybde på utfyllingsstedet: Vest: 0-8 m, Øst: 0-6 m Arealet som berøres av utfyllingen (merk på kart): Vest: 180 000 m ² , Øst: 40 000 m ² Volum fyllmasser som skal benyttes: Vest: 1 610 000 am ³ , Øst: 238 000 am ³ Beskriv type masser som skal benyttes i utfyllingen: (løsmasser, sprengstein e.l.) Sjøfyllingene skal etableres ved bruk av sprengstein fra prosjektområdet og fra et eksternt steinbrudd, begge dagbrudd. Bergarten i prosjektområdet er en kalkglimmerskifer med innslag av anortositt, amfibolitt og hornblende. Ekstern tilførsel av sprengstein er ikke endelig avgjort, men det kan være aktuelt å gjenåpne et eldre dagbrudd på Kvalvikodden. Bergarten på Kvalvikodden består av gneis og granitt, med stedvis øyegneis. Det er ikke mistanke om at bergartene som er planlagt benyttet i utfylling i sjø inneholder sulfidmineraliseringer som kan medføre utlekking av tungmetaller som kan gi toksiske effekter eller forurensning av resipienten Ugyldig kilde er angitt..										
5.5 SVAR:	Plast i sprengstein: Oppgi hvor mye plast (g/m ³) massene vil inneholde og om det er brukt elektroniske eller ikke-elektroniske tennere). 1 – 3 g plast per am ³ Det skal benyttes elektroniske tennere.										
5.6 SVAR:	Utfyllingsmetode: Gi en kort beskrivelse (f.eks. lastebil, splittlekter fra sjø e.l.). Det er planlagt at sjøfyllingene skal etableres ved bruk av lekter opp til kote -3 og med utfylling fra land over kote -3 (se vedlegg 8).										
5.7	Anleggsperiode: Angi et tidsintervall eller oppgi varighet for når tiltaket planlegges gjennomført (måned og år).										

5. Utfylling i sjø eller vassdrag

SVAR: Se punkt 3.7 i søknadsskjemaet.

Beskrivelse av utfyllingslokaliteten med hensyn til fare for forurensning:

Ved mindre tiltak: Kontakt Fylkesmannen for informasjon om hvilke punkt som må besvares.

5.8 Aktive og/eller historiske forurensningskilder:

Beskriv eksisterende og tidligere virksomheter i nærområdet til lokaliteten (f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet e.l.).

SVAR: Området har vært benyttet som militær flystasjon fra ca. 1950-tallet med tilhørende aktiviteter som kan medføre forurensning f.eks verksted og brannøvelser. PFAS har vært brukt i brannslukningskum ved flere steder på det nåværende militære området i perioden fra midten av 1960-tallet og frem til 2013.

Se vedlegg 1, kapittel 5.1 og vedlegg 5-7.

5.9 Bunn sedimentenes innhold:

	Stein	Grus	Leire	Silt	Skjellsand	Annet
Angi kornfordeling i %	Stein	Grus	<1 – 4,5	4-23	67-96	Annet
			<1 – 3,1	7-24	79-96	

Eventuell nærmere beskrivelse:

SVAR: Overflaten av sjøbunnen i utfyllingsområdet i vest består hovedsakelig av skjellsand og siltig sand. Overflaten av sjøbunnen i utfyllingsområdet i øst består hovedsakelig av sand og noe skjellsand. For ytterligere detaljer henvises det til vedlegg 5-7.

5.10 Strømforhold på lokaliteten:

SVAR: Se vedlegg 1, kapittel 4.1

5.11 Miljøundersøkelse, prøvetaking og analyser:

Det må foreligge dokumentasjon av sedimentenes innhold av tungmetaller og miljøgifter. Omfanget av prøvetaking ved planlegging av utfylling må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Antall prøvepunkter må sees i sammenheng med utfyllingsarealets størrelse og lokalisering med hensyn til mulige forurensningskilder. Kravene til miljøundersøkelser i forbindelse med utfyllingssaker er beskrevet i Miljødirektoratets veileder M-350/2015.

Vedlagt miljørapport skal presentere analyseresultater fra prøvetaking av de aktuelle sedimentene, samt en miljøfaglig vurdering av sjøbunnens forurensningstilstand.

Antall prøvestasjoner på lokaliteten: 14+5 (vest) og 8+5 (øst) **stk** (skal merkes på vedlagt kart)

Analyseparametere: Hvilke analyser er gjort?

SVAR: TOC, kornstørrelse, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, TBT (se vedlegg 5-7).

5.12 Forurensningstilstand på lokaliteten:

Gi en oppsummering av miljøundersøkelsen med klassifiseringen av sedimentene i tilstandsklasser (I-V) relatert til de ulike analyseparametere

SVAR: Tiltaksområde vest:

- PFOS i tilstandsklasse III nær land (19 % av utfyllingsarealet)

5. Utfylling i sjø eller vassdrag

- Sum PFAS i tilstandsklasse III (for PFOS) (45 % av utfyllingsarealet)
- TBT i tilstandsklasse III i èn av 19 (14+5) stasjoner

Tiltaksområde øst:

- PFOS i tilstandsklasse III nær land (12,5 % av utfyllingsarealet)
- Sum PFAS i tilstandsklasse III (for PFOS) nær land (41 % av utfyllingsarealet)

Se vedlegg 1 og 5-7 for ytterligere detaljer.

5.13

Risikovurdering:

Gi en vurdering av risiko for at tiltaket vil bidra til å spre forurensning eller være til annen ulempe for miljøet.

SVAR

Mengdene som er beregnet å spres som følge av oppvirvlet sediment på grunn av utfylling utgjør mindre enn 0,3 % av årlige utslipp av PFAS i tiltaksområde vest og mindre enn 0,2 % av årlige utslipp av PFAS i tiltaksområde i øst. På bakgrunn av dette anses det ikke å gi god kost-nytte effekt å gjennomføre ytterligere spredningsbegrensende tiltak som følge av utfyllingen.

Utfyllingsmassene vil inneholde plast fra skyteledning og tennsystem som kan spres i resipienten.

Det forventes at skjellsandforekomster tilgrensende utfyllingsområdet i vest vil bli permanent påvirket av sedimentert sand inntil 50-100 m fra fyllingsfoten. Skjellsandforekomster og løstsittende kalkalger over 100 m fra fyllingsfoten kan bli midlertidig påvirket av finstoff (silt og leire) fra utfyllingsmassene.

For ytterligere informasjon se vedlegg 1, kapittel 6.

5.14

Avbøtende tiltak partikler/ plast:

Beskriv eventuelle planlagte tiltak for å hindre/ redusere partikkelspredning. Hva vil bli gjort på det aktuelle anlegget som produserer sprengstein for å redusere plastinnholdet mest mulig? Forslag til tiltak mot spredning av plast.

SVAR

- Entreprenør skal utarbeide en plan for hvordan finstoff og plast i sprengstein kan reduseres
- Bruk av elektroniske tennere
- Masser med mindre plast (fra eksternt dagbrudd) skal prioriteres ved utfylling fra lekter.
- Masser med mer plast (fra prosjektområdet) skal fylles fra endetipp over kote -3.
- Overvåking og oppsamling av plast

Underskrift

Sted: Sted. Dato: Klikk eller trykk for å skrive inn en dato.

Underskrift:

.....

Vedleggsoversikt

(Husk referanse til punkt i skjemaet)

Nr.	Innhold	Ref. til punkt (f.eks. punkt 3.12) i skjemaet
1	Grunnlag for søknad om tillatelse til mudring, dumping og fylling i sjø (10001444-187075-bo000-s2-no-0141)	Alle punkt
2	Oversiktskart	3.2, 4.2, 5.2
3	Detaljkart tiltaksområde vest	3.2, 4.2, 5.2
4	Detaljkart tiltaksområde øst	3.2, 4.2, 5.2
5	Supplerende kartlegging forurenset sediment (1000-1444-187075-bo000-s2-ra-0117)	3.9, 3.11-3.13, 14.7, 14.9-14.11, 5.8,5.9, 5.11, 5.12
6	Bodø Flystasjon. Samlerapport miljøtekniske grunnundersøkelser 2016 (NGI 20130757-29-R). Utdrag resultater sedimentprøver (s. 115)	Som over
7	Bodø Flystasjon. Datarapport – Undersøkelse av biota i sjø 2017. (NGI 20130757-33-R). Utdrag resultater sedimentprøver (s. 45)	Som over
8	Geotekniske undersøkelser (vil bli oppdatert høsten 2020)	3.9, 4.4, 5.6, 5.11, 5.12
nr	Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Ref skjema.
nr	Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Ref skjema.
nr	Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Ref skjema.
nr	Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Ref skjema.
nr	Klikk eller trykk her for å skrive inn tekst.	Ref skjema.

17

Samtidig som søknad sendes til Fylkesmannen i Nordland, skal søker sende søknaden på høring til epostadressene listet opp nedenfor – med Fylkesmannen som kopimottaker. Fylkesmannen vil også vurdere å sende søknaden på offentlig høring.

Fiskeridirektoratet
Nordland Fylkes Fiskarlag
Norges Kystfiskarlag
Tromsø museum/ NTNU Vitenskapsmuseet
Nordland Fylkeskommune
Sametinget
Kystverket
Lokal havnemyndighet
Aktuell kommune v/plan- og bygningsmyndighet

postmottak@fiskeridir.no
nordland@fiskarlaget.no
post@norgeskystfiskarlag.no
postmottak@tmu.uit.no/post@vm.ntnu.no
post@nfk.no
samediggi@samediggi.no
post@kystverket.no

Eventuelle uttalelser skal sendes direkte til Fylkesmannen, eventuelt videresendes til Fylkesmannen dersom søker mottar uttalelse. Det skal fremgå av søknaden hvem som har mottatt kopi.

FYLKESMANNEN I NORDLAND

Statens hus, Moloveien 10, Pb 1405, 8002 Bodø || fmnopost@fylkesmannen.no || www.fylkesmannen.no/nordland



Lufthavn: <h2 style="margin: 0;">Ny lufthavn Bodø</h2>						
Prosjekttittel: <h2 style="margin: 0;">Forprosjekt NLBO</h2>						
Tittel: <h2 style="margin: 0;">Grunnlag for søknad om tillatelse til mudring, dumping og fylling i sjø</h2>						
FE04	28.08.20	For søknad tiltak i sjø	SINUL	TJAA	SAK	
FB03	06.07.20	For kommentar til Avinor	SINUL	TJAA	SAK	
FA02	24.06.20	Foreløpig for kommentar til Avinor	SINUL	TJAA	SAK	
FA01	11.06.20	Intern revisjon	SINUL	BEBRE	SAK	
Revisjon	Dato	Tekst	Laget	Kontrollert	Godkjent	
Logo:			Etg.	System:	Antall sider:	
			000	102	Side 1 av 43	
Prosjektnr.	Kontraktsnr.	Lufthavn/invnr.	Fag:	Dokumenttype:	Løpenummer:	Revisjon:
10001444	187075	BO000	S2	NO	0141	FE04

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	3
2	Innledning.....	5
3	Bakgrunn	6
	3.1 Tiltaket	6
	3.2 Utfylling og mudring i sjø.....	8
	3.3 Myndighetskrav og saksgang	12
	3.4 Planer og arealbruk.....	12
4	Lokale forhold	13
	4.1 Resipientbeskrivelse	13
	4.2 Naturforhold	17
	4.3 Friluftsjnteresser.....	23
	4.4 Kabler og ledninger	23
	4.5 Sjøtrafikk	24
	4.6 Kulturminner	24
	4.7 Grunnforhold.....	24
5	Forurensningssituasjon	25
	5.1 Forurensningshistorikk ved Bodø militære flystasjon.....	25
	5.2 Miljøtekniske sedimentundersøkelser.....	27
6	Miljørisikovurdering.....	31
	6.1 Innledning.....	31
	6.2 Miljø- og tiltaksmål.....	31
	6.3 Beslag av sjøbunnsområder	32
	6.4 Spredning av miljøgifter fra sjøbunnen.....	32
	6.5 Spredning av forurensning fra utfyllingsmasser	33
	6.6 Spredning av partikler	35
	6.7 Endring av strømforhold	38
	6.8 Anleggsaktivitet og - støy.....	38
7	Oppsummering av miljørisiko og avbøtende tiltak	39
8	Referanser	43

1 SAMMENDRAG

Avinor skal bygge Ny lufthavn Bodø (NLBO) i Bodø kommune, Nordland. Etablering av ny rullebane med tilhørende taksebaner medfører behov for utfylling i sjø og peling vest og sør for dagens lufthavn. Grunnforholdene i østre del av tiltaksområdet vil medføre behov for noe mudring. De mudrede massene er ikke teknisk egnet til gjenbruk i prosjektet og er planlagt dumpet i sjø og/eller lagt i strandkantdeponi. Norconsult AS har på oppdrag fra Avinor gjennomført miljøtekniske undersøkelser av sjøbunnen, prosjektert tiltakene og innhentet relevant grunnlagsinformasjon om lokale forhold som kan påvirkes av tiltaket.

Tiltakene i sjø er planlagt gjennomført i perioden mai 2022 – juli 2024, totalt to år. Rekkefølgen på tiltakene er skissert å være følgende:

- Peling: mai til september 2022 og mai til september 2023
- Mudring og dumping: fra mai 2022 (totalt ca. 6 til 12 uker)
- Utfylling i sjø: mai 2022 til juli 2024.

Nøyaktige tidspunkter for gjennomføring av tiltakene er foreløpig usikre. Fremdriften vil bl.a. være avhengig av beslutning om finansiering og flere andre forhold. Hvis forholdene ligger til rette for det og tillatelse foreligger, kan det også være ønskelig å starte opp arbeidene i sjø allerede i løpet av sommer/høst 2021.

Sjøbunnen i tiltaksområdet er stort sett lite forurenset, men i deler av utfyllingsområdet i vest og øst er det påvist forurensning av PFOS i tilstandsklasse III nært land. Sammenligner sum PFAS med grenseverdier for PFOS, er forurenset areal noe større. Sammenlignet med dagens utslipp av PFAS via overvann og grunnvann er imidlertid potensiell spredning av PFAS-forurensete sedimenter neglisjerbare (< 0,2 % av årlige utslipp fra området). Sedimentene som skal mudres og dumpes er ikke forurenset av PFAS.

Tiltaksområdet i vest ligger nær og delvis overlappende med naturtypene skjellsand, og nær naturtypen løstsittende kalkalger. Utfyllingen i dette området vil direkte beslaglegge omtrent 7 000 m² skjellsand i tillegg til at skjellsand ca. 8 000 m² inntil 100 meter fra fyllingsfoten kan bli permanent tildekket av sand og grus fra utfyllingsmassene. Finstoff av silt og leire i utfyllingsmassene vil også midlertidig kunne dekke over en større del av sjøbunnen utenfor fyllingsfoten, men er forventet å vaskes vekk av bølger og strøm over tid. Endrede strømforhold kan også påvirke forekomster av skjellsand nær sjøfyllingen.

Det er ikke registrert viktige naturtyper i tiltaksområdet i øst eller dumpeområdet i Saltfjorden. Det er heller ikke registrert at noen av tiltaksområdene er i direkte konflikt med gyteområder, fiskefelt eller akvakultur. Fiskefeltet Hernesskagen, som ligger fra 3 – 10 km vest for dumpeområdet i Saltfjorden, vil kunne påvirkes av dumping av rene masser. Grunnet stor avstand forventes imidlertid påvirkningen å være lav.

Utfyllingsmassene vil inneholde plast fra skyteledning og tennsystem som kan spres i resipienten. For å redusere mengden plast som tilføres og spres i resipienten skal det derfor stilles krav til at entreprenør utarbeider en plan for tiltak som kan redusere mengden plast i sprengsteinen. For å redusere mengden plast som spres ved utfylling skal det benyttes elektronisk tennsystem slik at skyteledning i større grad synker og begraves i utfyllingsmassene. I tillegg skal sprengstein fra eksternt steinbrudd med antatt lavere plastinnhold prioriteres ved utfylling opp til kote -3, mens plast fra prosjektområdet som er antatt å ha høyere plastinnhold i hovedsak skal fylles fra endetipp. Uavhengig av hvilke avbøtende tiltak som gjennomføres vil det imidlertid forventes å være rester av plast som vil spres ut fra tiltaksområdet. Det skal derfor også føres jevnlig kontroll med nærliggende strender og bukter og utføres opprydding av plast på disse ved behov.

Vest for lufthavnen er det større fjære- og gruntområder. Slike områder har stor biologisk produktivitet og er dermed viktig matsøk- og rasteområde for vanntilknyttet fugl. Iht. konsekvensutredningen er skjærene og holmene i samme område et sannsynlig hekkeområde for sjøfugl. Deler av disse områdene vil bli direkte berørt av utfyllingen i vest.

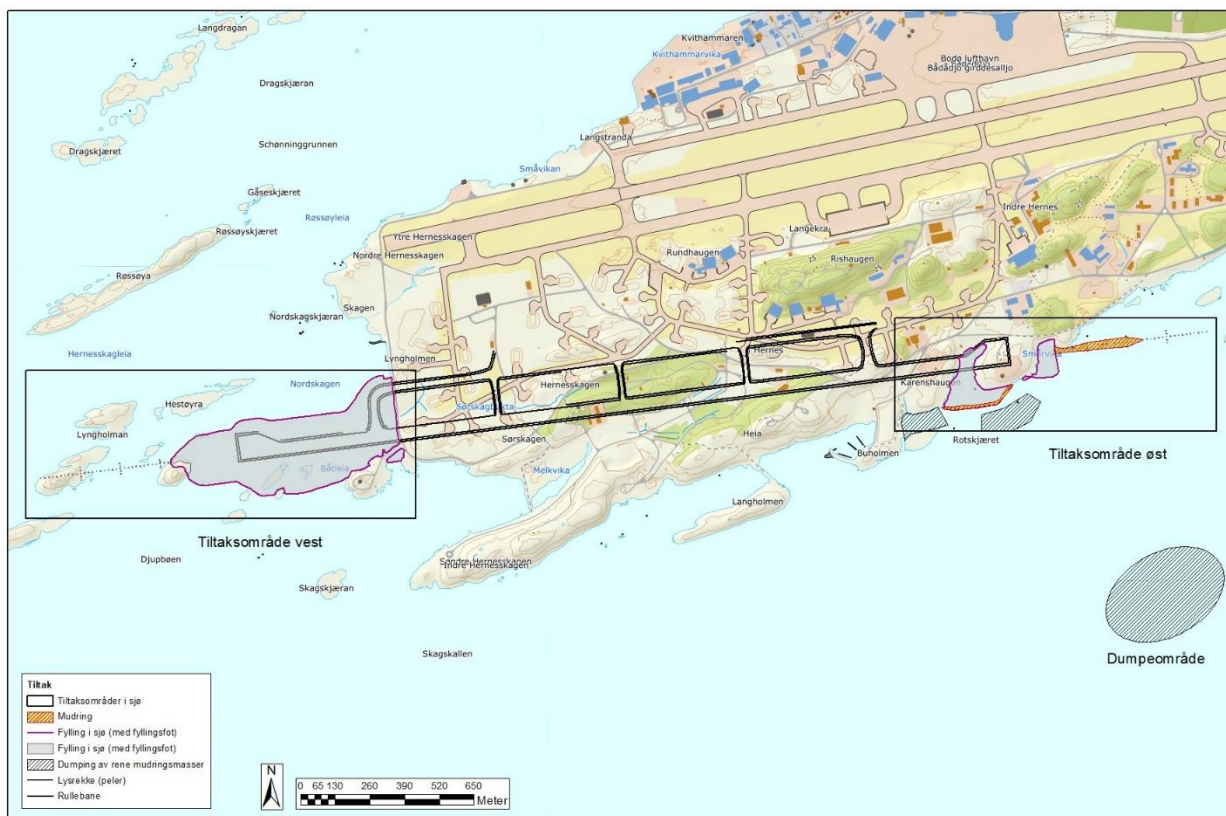
Det er gjort en risikovurdering basert på tiltakets påvirkning på nærliggende naturverdier og kommet frem til avbøtende tiltak og overvåking/dokumentasjon som skal gjøres for å redusere påvirkningen. De avbøtende tiltakene gjelder reduksjon av finstoff og plast i utfyllingsmasser, tiltak for å redusere spredning av finstoff og plast, opprydding av plast i nærliggende områder og overvåking av spredning av finstoff ved dumping av mudrede masser i Saltfjorden. I tillegg skal anleggsarbeider med fjerning av vegetasjon i hekkeområder enten startes opp tidlig på våren før hekking/egglegging eller på høsten etter hekkeperioden.

2 INNLEDNING

Avinor skal bygge Ny lufthavn Bodø (NLBO) i Bodø kommune, Nordland. Utbyggingen medfører utfylling, mudring/dumping og peling i sjø. Norconsult AS har på oppdrag fra Avinor gjennomført miljøtekniske undersøkelser av sjøbunnen, prosjektert tiltakene og innhentet relevant grunnlagsinformasjon om lokale forhold som kan påvirkes av tiltaket.

Formålet med dette dokumentet er å gi en utfyllende beskrivelse av punkter som skal belyses i Fylkesmannen i Nordland (FMNO) sitt søknadsskjema *Søknad om tiltak i sjø* og Miljødirektoratets veileder M-350|2015 *Veileder for håndtering av sediment – revidert 25. mai 2018*.

Tiltaksområdets plassering er vist i figur 1.



Figur 1: Lokalisering av tiltaksområder

3 BAKGRUNN

3.1 Tiltaket

Etablering av ny rullebane med tilhørende taksebaner medfører behov for utfylling i sjø og peling vest og sør for dagens lufthavn. Dårlige grunnforhold i østre del av tiltaksområdet vil medføre behov for noe mudring. De mudrede massene er rene mht. forurensning, men ikke teknisk egnet til gjenbruk i prosjektet og er planlagt plassert i sjø og/eller i strandkantdeponi. Denne typen disponering av mudringsmasser er i forurensningsforskriften kapittel 22, §22-2 e, definert som *dumping*. Disponering av mudringsmassene i sjø er derfor i det videre omtalt som *dumping*.

En oversikt over omfang av tiltakene er vist i tabell 1. Volum er oppgitt i løse kubikkmeter ($l m^3$) for mudrede masser, (utvidelsesfaktor på 1,2) og i anbrakte masser ($a m^3$) for sprengstein som skal fylles i sjø (utvidelsesfaktor 1,4). Det vil også være utslipp av anleggsvann til sjø i to punkter. Utslipp av anleggsvann skal omsøkes til FMNO separat fra denne søknaden.

Utstyr og metode som benyttes til mudring, *dumping* av muddermasser og utfylling vil avhenge av entreprenørens løsningsforslag. Entreprenør er ikke kontrahert på nåværende tidspunkt. Eventuelle vilkår i tillatelsen fra FMNO vil inngå i konkurransegrunnlaget til entreprenør der dette er relevant.

Sjøfyllingene skal etableres ved bruk av sprengstein fra prosjektområdet og fra et eksternt steinbrudd, begge dagbrudd. Bergarten i prosjektområdet er en kalkglimmerskifer med innslag av anortositt, amfibolitt og hornblende. Ekstern tilførsel av sprengstein er ikke endelig avgjort, men det kan være aktuelt å gjenåpne et eldre dagbrudd på Kvalvikodden. Bergarten på Kvalvikodden består av gneis og granitt, med stedvis øyegneis. Det er ikke mistanke om at bergartene som er planlagt benyttet i utfylling i sjø inneholder sulfidmineraliseringer som kan medføre utlekking av tungmetaller som kan gi toksiske effekter eller forurensning av resipienten (NGI, 2015).

Tiltakene i sjø er planlagt gjennomført i perioden mai 2022 – juli 2024, totalt to år. Rekkefølgen på tiltakene er skissert å være følgende:

- Peling: mai til september 2022 og mai til september 2023
- Mudring og *dumping* av mudringsmasser: fra mai 2022 (totalt ca. 6 til 12 uker)
- Utfylling i sjø: mai 2022 til juli 2024

Nøyaktige tidspunkter for gjennomføring av tiltakene er foreløpig usikre. Fremdriften vil bl.a. være avhengig av beslutning om finansiering og mange andre forhold. Om forholdene ligger til rette for det så kan det også være ønskelig å starte opp arbeidene i sjø allerede i løpet av sommer/høst 2021.

Tabell 1: Detaljer om planlagte tiltak i sjø

Område	Tiltak	Berørt areal	Volum
Tiltaksområde vest	Utfylling	180 000 m ²	Under kote -3 (fylling fra lekter): 240 000 am ³ Over kote -3 (fylling fra land): 1 370 000 am ³
	Peling (Borede stålrørspeler)	740 m ² 90 stk. peler fordeles på 370 m.	Diameter: ca. 610 mm Løsmasser: ca. 5 m Fjell: ca. 2 m
Tiltaksområde øst	Utfylling	40 000 m ²	Under kote -3 (fylling fra lekter): 33 000 am ³ Over kote -3 (fylling fra land): 205 000 am ³
	Mudring	Vest for BØF*: 7 600 m ² Lysrekke: 8 500 m ² Totalt: 16 100 m ²	Vest for BØF*: 18 000 fm ³ Lysrekke: 22 000 fm ³ Totalt: 40 000 fm ³
	Peling lysrekke (Borede stålrørspeler)	1 140 m ² 108 stk. peler fordeles på 570 m	Diameter: ca. 610 mm Løsmasser: ca. 5 m Fjell: ca. 2 m
	Dumping av mudrede masser	Alt. 1: ca. 13 000 m ² Alt. 2: ca. 11 500 m ²	Alt. 1 ca. 1 - 10 m dypt Alt. 2: ca. 0 - 2 m dypt
Dumpe-område	Dumping av mudrede masser	Alt. 3: ca. 100 000 m ²	Alt. 3: ca. 300 m dypt

* BØF = tidligere brannøvingsfelt på Sjøhaugen

3.2 Utfylling og mudring i sjø

3.2.1 Omfang

Utfyllingen i vest (figur 2) berører ca. 180 000 m² sjøbunn i dybder 0-8 m (NN2000) og skal etableres direkte på sjøbunnen uten mudring. Det er planlagt at sjøfyllingen kan etableres ved bruk av lekter opp til kote -3. Over kote -3 skal fyllingen etableres fra land og opparbeides fra øst mot vest. Det legges opp til lagvis komprimering av fyllingen fra kote 0.

Utfyllingen i øst (figur 3) berører ca. 40 000 m² sjøbunn i dybder 0-6 m. Det er planlagt at fyllingen kan etableres ved bruk av lekter til kote -3. Over kote -3 vil fyllingen etableres fra land og opparbeides fra vest mot øst. Det legges opp til lagvis komprimering av fyllingen fra kote 0.

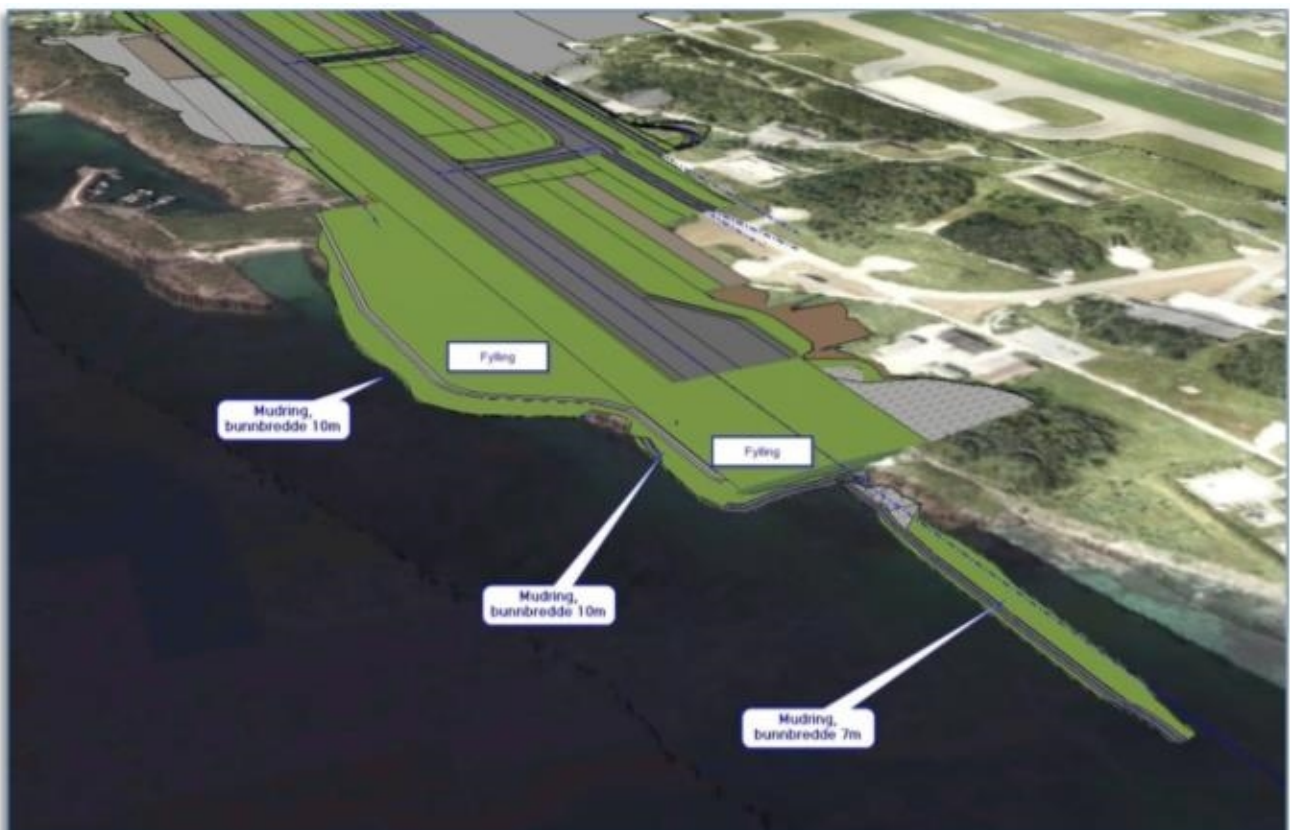
For å oppnå tilfredsstillende geoteknisk stabilitet er det vurdert å være nødvendig å mudre en 10 meter bred renne ned til faste masser under hele østre fyllingsfront. Massene er vurdert å være godt egnet for mudring med en «back hoe dredger» (vanlig bakgraver med lang gravearm), da det er fastere lag over bløt leire og ikke så dypt til fjell. Mudringsmetode vil imidlertid bli endelig avgjort etter kontrahering av entreprenør. For å ha tilfredsstillende stabilitet i anleggsfasen, må fyllingen starte i mudringsrennen og det må fylles slik at det ikke oppstår midlertidige «hulrom» mellom fyllingsfront og bakre fyllingsareal.

Peling og mudring

Innflygingslysene på NLBO strekker seg ut i sjøen fra begge ender av rullebanen og skal stå på brokonstruksjoner på peler. Etablering av konstruksjonen er beregnet omfatte etablering av 90 stk. peler i vest (2-6 meter vanddyb) og 108 stk. peler i øst (2-8 meter vanddyb). Peletypen er borede stålørspeler med estimert diameter 610 mm. Etter nedboring blir pelene armert og utstøpt med betong. Noen av pelene for innflygningslys kommer innenfor en kartlagt faresone for sprøbruddmateriale. Rundt disse pelene er det forutsatt mudring og tilbakefylling med sprengstein for å skjære av disse fra faresonen.



Figur 2: Oversikt over planlagt utfylling i vest



Figur 3: Oversikt over planlagt mudring og utfylling i øst

3.2.2 Disponering av mudringsmasser

Resultater fra foreliggende geotekniske grunnundersøkelser viser at sjøbunnen i øst, hvor det er planlagt mudring, generelt består av sand over leire av varierende mektighet. Den totale løsmassemektheten varierer mellom 0 og 18,5 m, hvorav sand utgjør 0 – 12 m (Norconsult, 2019). Mudrede masser vil bestå av en blanding av anslagsvis ca. 30 % sand og 70 % leire.

Totalt mudringsbehov vil avhenge av resultater fra supplerende geotekniske grunnundersøkelser som ble gjennomført i mai/juni 2020. Maksimalt mudringsbehov er anslått til ca. 40 000 fm³.

Overflaten av massene (0-10 cm) er prøvetatt med hensyn til forurensning og er funnet å ha en miljøkvalitet som tilsvarer tilstandsklasse 1 (bakgrunn) og 2 (god tilstand). Prøvetakingstettheten i tiltaksområdene som skal mudres er høyere enn i veileder M409 (8 stasjoner innenfor et areal på 16 100 m²). På bakgrunn av områdets relative korte forurensningshistorikk anses foreliggende prøvetaking av øvre 0-10 cm som tilstrekkelig for å beskrive de mudrede massene som rene (tilstandsklasse 1 og 2). Resultater fra miljøtekniske grunnundersøkelser er nærmere omtalt i kapittel 5.2.

Mudringsmassene er i utgangspunktet å anse som et næringsavfall og skal disponeres på en miljømessig forsvarlig måte. Valg av disponeringsløsning avhenger først og fremst av forurensningsgrad, men også av mengde og massenes tekniske egenskaper (kornstørrelse, vanninnhold, organisk innhold mm).

Deponering av rene muddermasser i avfallsdeponi på land vil være svært kostbart for en så stor mengde masser. Dette vil også være en lite bærekraftig løsning både med hensyn til transportbehov og det å forbruke plass i et deponi som er geologisk designet på å håndtere avrenning fra forurensede masser. Deponering av muddermassene i avfallsdeponi på land anses derfor som en uaktuell løsning.

Det er vurdert om massene kan benyttes til nyttig formål på land eller nyttiggjøres som utfyllingsmasser i sjø. Et høyt innhold av leire gir imidlertid massene dårlige tekniske egenskaper mht. stabilitet og telefare og massene kan ikke benyttes til grunnarbeidene på flyplassen.

Prosjektet har kommet frem til at massene må dumpes i sjø, ved å legges på dypere vann eller i et strandkantdeponi. Basert på kriterier som geoteknisk stabilitet, avstand fra mudringsområdet, nærhet til viktige naturtyper, tilstøtende interesser, landskapsbevaring og påvirkning av vannsøylen er det kommet frem til tre dumpingsalternativ som det er ønskelig å søke om tillatelse om som vist i figur 4 og angitt i tabell 2. Av disse tre anses alternativ 3 (dypt vann i Saltfjorden) å være det beste mht. en totalvurdering. Hvilke(t) alternativ som vil bli benyttet vil imidlertid også avhenge av mudringsbehov og aktuelt utstyr og det ønskes derfor å holde alle tre alternative åpne inntil entreprenør er kontrahert.

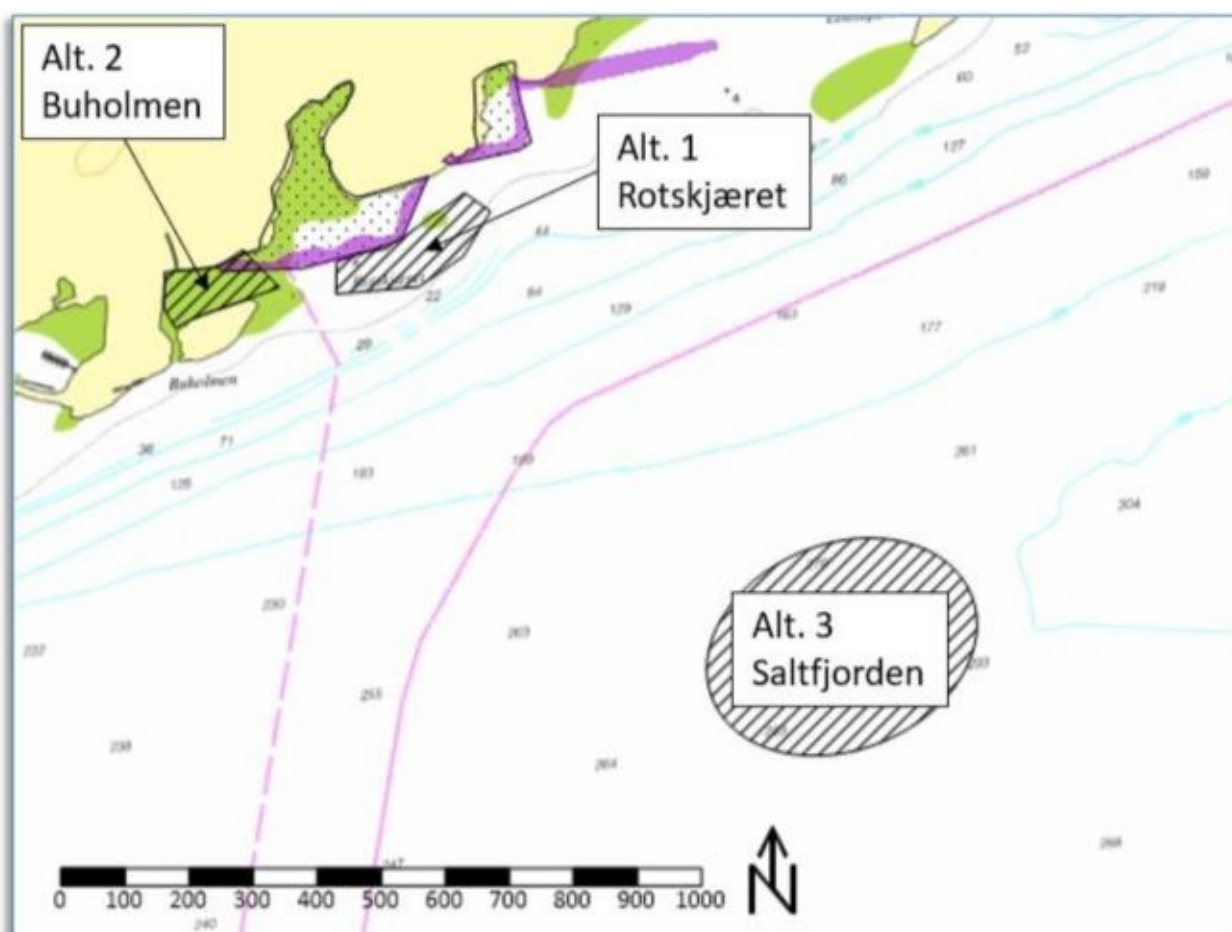
Tabell 2: Vurdering av ulike dumpingsalternativer for mudrede masser i sjø

Deponeringsalternativ	1 – Rotskjæret	2 - Buholmen	3 – Saltfjorden
Type disponering	Dumping grunt vann	Strandkantdeponi	Dumping på dypt vann
Koordinater (senter) WGS 84 UTM sone 33N	472725 E 7460412 N	472405 E 7460385 N	473314 E 7459750 N
Dybde (kote NN2000)	-10 til -1	-2 til 0	-275 til - 300
Topp (kote NN2000)	-1	+3/+4	Heves inntil 1 m
Areal (m ²)	13 000	11 500	100 000
Beskrivelse av sjøbunn før dumping	Fjell/tareskog	Sand	Silt

Alternativ 1 Rotskjæret innebærer dumping på skrått fjell i tilknytning til ett av mudringsområdene. For at massene ikke skal rase ut må det etableres en stabil fyllingsfot av sprengstein til kote -1 før deponering bak fyllingsfoten. Fyllingsfoten bør etableres som en halvsirkel for å hindre utrasing av masser. Masser kan fylles inn via splitt-/fallbunnslekter eller lastes direkte fra mudringsstedet der man er nærme nok. Dette dumpeområdet forutsetter at entreprenøren klarer å plassere masser på en sikker måte bak sjetéen og kan være vanskelig å gjennomføre rent teknisk.

Alternativ 2 Buholmen kan etableres som et strandkantdeponi ved innfylling bak en steinsjeteé. Det kan bli behov for noe mudring for å etablere steinsjeteéen på fast grunn. Steinsjeteéen og bakenforliggende område vil kunne fylles opp til kote +3/+4. Det vil kunne bli behov for mellomlagring av mudringsmasser på land før videre innfylling fra land. Dette alternativet vil være i strid med Avinors ønske om å bevare viktige elementer i områdets naturlige landskapsbilde og vil også være mer kostbart ift. etablering av sjeté og omlasting av masser.

Alternativ 3 Saltfjorden innebærer å dumpe massene på ca. 275-300 meter dyp ca. 1 km sør/sør-øst for Sjøholmen/brannøvingsfeltet. Det er sannsynlig at dumping må skje fra splitt-/fallbunnslekter. Sugemudring med direkte pumping til dumpested kan også være en mulig løsning, men benyttes normalt ikke i prosjekter med mudringsvolum < 100 000 m³ grunnet store mobiliseringskostnader. Dumping i dette området vil være en robust løsning med hensyn grunnens stabilitet og prosjektets fremdrift. Sterk strøm vil kunne medføre en større spredning av dumpede masser. Konsekvenser av dette er diskutert i kapittel 6.6.4.



Figur 4: Områder i sjø hvor det kan være aktuelt å dumpe mudrede masser (grå skravur)

3.3 Myndighetskrav og saksgang

Alle tiltak i sjø som omfatter mudring og/eller dumping fra skip er søknadspliktige, basert på et generelt forbud nedfelt i forurensningsforskriftens kapittel 22. Andre tiltak, slik som utfylling og mudring fra land, kan være søknadspliktige etter forurensningsloven §7 dersom de medfører fare for skade eller ulempe for miljøet.

M-350|2015: *Veileder for håndtering av sediment – revidert 25. mai 2018*, gir veiledning ved planlegging av tiltak som omfatter sedimenter i sjø, vassdrag og innsjøer. Veilederen kategoriserer et tiltak basert på areal og volum som vist i tabell 3.

Tabell 3: Tiltakets størrelse basert på volum og areal (M-350)

Kategori	Volum (m ³)	Areal (m ²)
Små tiltak	<500	<1 000
Mellomstore tiltak	>500 og < 50 000	>1 000 og <30 000
Store tiltak	>50 000	>30 000

Det planlagte tiltaket berører fra 220 000– 250 000 m² sjøbunn (ekskl. dumpeområder) og omfatter utfylling av 1,85 millioner lm³ sprengstein og mudring og dumping av inntil 40 000 fm³ sjøbunn og er derfor å regne som et stort tiltak. Tiltakets størrelse er avgjørende for hvilke undersøkelser som skal gjennomføres. I henhold til veileder M-350 og M409 medfører dette krav til sedimentundersøkelser i 22 – 25 stasjoner, risikovurdering og naturkartlegging.

Av hensyn til plante- og dyreliv, friluftsliv og rekreasjon anbefaler Miljødirektoratet som en hovedregel at tiltak i sjø ikke tillates i perioden 15. mai til 15. september. I enhver sak må det likevel gjøres en spesifikk vurdering, og tidspunkt for tiltak bør vurderes i lys av naturforholdene på stedet, fare for oppvirvling og ev. effekten av avbøtende tiltak.

FMNO har utarbeidet et eget søknadsskjema for mudring, dumping og utfylling i sjø og vassdrag som legges til grunn for utarbeidelse av søknaden.

3.4 Planer og arealbruk

Området omfattes av reguleringsplan *Ny lufthavn Bodø* med arealplanid 1804_2017017 som trådte i kraft 31.10.2019. I denne planen inngår hele tiltaksområdet i sjø under reguleringsformål *Lufthavn* (LS). Tiltaket berører ikke noen av hensynssonene i reguleringsplanen.

Utfylling i sjø er nevnt i reguleringsbestemmelsene i kapittel 4.1.2 *Lufthavn* med følgende tekst: *Det kan utfylles i sjø. Massene skal være rene og godkjente av forurensningsmyndighet.* Basert på dette anses tiltaket å være i tråd med gjeldende reguleringsplan.

Tiltaket er søknadspliktig etter plan og bygningslovens §20-1 bokstav k, fordi det regnes om et vesentlig terrenginngrep. Dumping av muddermasser i sjø kan også være søknadspliktig etter denne bestemmelsen.

4 LOKALE FORHOLD

4.1 Resipientbeskrivelse

Tiltaket ligger innenfor vannforekomstene *Landgodefjorden* (0363011200-1-C) i vest og *Saltfjorden-indre* (0363011100-2-C) i øst (figur 5). Vannforekomstene *Hjartøysundet-Nyholmsundet* (0363011200-3-C) grenser til tiltaksområdet i nord og *Saltfjorden-ytre* (0363011100-1-C) i sør og vest. En oversikt over vannforekomstene er gitt i figur 5. En oversikt over vanntypedata fra vann-nett er gitt i tabell 4.

Forskjellen mellom middel høy- og lavvann ved Bodø lufthavn er 176 cm. Ved NN2000 er middelvann -12 cm, middel høyvann 76 cm og høyeste astronomiske tidevann 159 cm (Se havnivå, 2020). Området generelt og spesielt fyllingen i vest, er svært påvirket av bølger (Norconsult, 2019).

Tabell 4: Egenskaper berørte vannforekomster slik de er oppgitt i vann-nett per 11. mai 2020 (<https://vann-nett.no/portal/#/mainmap>)

Vannforekomst	Saltfjorden-indre	Saltfjorden-ytre	Landgodefjorden	Hjartøysundet-Nyholmsundet
ID	0363011100-2-C	0363011100-1-C	0363011200-1-C	0363011200-3-C
Vanntypenavn	Beskyttet kyst/fjord	Moderat eksponert kyst	Moderat eksponert kyst	Moderat eksponert kyst
Oppholdstid bunnvann	Moderat (uker)	Kort (dager)	Kort (dager)	Kort (dager)
Saltholdighet	Euhalin (> 30)	Euhalin (> 30)	Euhalin (> 30)	Euhalin (> 30)
Bølgeeksponering	Beskyttet	Moderat	Moderat	Moderat
Tidevann	Middels (1-5 m)	Middels (1-5 m)	Middels (1-5 m)	Middels (1-5 m)
Miksing i vannsøylen	Delvis blandet	Blandet	Blandet	Blandet
Strømhastighet	Moderat (1 - 3 knop)	Moderat (1 - 3 knop)	Moderat (1 - 3 knop)	Moderat (1 - 3 knop)



Figur 5: Oversikt over berørte vannforekomster. Tiltaksområder i sjø er vist med røde rektangler. Strømretninger er vist med blå piler.

Saltfjorden

Saltfjorden-indre er i vann-nett oppgitt å ha god økologisk tilstand (lavt presisjonsnivå) og god kjemisk tilstand (høyt presisjonsnivå). *Saltfjorden-ytre* er i vann-nett oppgitt å ha god økologisk tilstand (middels presisjonsnivå) og dårlig kjemisk tilstand (høyt presisjonsnivå) grunnet innhold av kvikksølv i brunmat i taskekrabbe.

Saltfjorden er en bred fjord som strekker seg fra Fleinvær i vest til Hopen i øst. I nord er fjorden avgrenset av Bliksvær og Bodølandet, i sør av Nordarnøya, Straumøya og Knaplundøya. Største dybde ytterst i Saltfjorden er ca. 500 meter, mens dybden nord for Straumøya varierer mellom 200 og 375 meter midtfjords. Fjorden er meget værhard. Mindre deler av Båtleia utenfor Hernesskagen rett vest for eksisterende Bodø lufthavn inngår også i Saltfjorden Ytre. Dette området er grunt med dybder mellom 1 til 7 meter.

Strømforholdene i Saltfjorden er sterkt påvirket av tidevannsstrømmen Saltstraumen. Saltstraumen kommer inn i Saltfjorden fra Skjerstadfjorden over en terskel på 26 m dyp med gjennomsnittlig strømhastigheter på 7-9 knop (360 – 460 cm/s). Dette gjør at vannstrømmen i Saltfjorden beveger seg mot vest langs Bodølandet nord i Saltfjorden og mot øst sør i Saltfjorden som illustrert på figur 5. Både kyststrømmen og ferskvannstilførsel vil også bidra til å øke strømmen mot vest i den nordligste delen av Saltfjorden.

Strømhastighet i øvre vannlag i Saltfjorden er i vann-nett oppgitt å være ca. 1-3 knop. Strømhastigheten vil være høyest i overflaten og i de øvre 26 meter av vannmassene som er mest påvirket av Saltstraumen, og avta som funksjon av dybde under dette. Langs land og i skjermede bukter slik som i tiltaksområdet i øst vil strømmen være lavere. Oppholdstiden for bunnvannet i fjorden er i vann-nett oppgitt å være moderat i indre del og kort i ytre del. Dette tilsier at vannet skiftes ut i løpet av noen uker i indre del og i løpet av bare noen dager i ytre del.

Vannstrømmene i Saltfjorden sør for fremtidig Bodø lufthavn er svært gunstig med tanke på fortykning og kapasitet til å håndtere utslipp fra lufthavnen, både i anleggsfase og driftsfase.

Landgodefjorden

Landgodefjorden ligger mellom Bliksvær og Landgode i vest og Bodølandet i øst fra Hernesskagen til Bremnesodden. Vannforekomsten er oppgitt ha god økologisk tilstand (middels presisjonsnivå) og god kjemisk tilstand (lavt presisjonsnivå) i vann-nett.

Hoveddelen av området rett vest for eksisterende Bodø lufthavn, med dybder fra 1 til 7 meter, inngår også i Landgodefjorden. Forekomster av naturtypen skjellsand ligger vest og nord for dette området og vurderes å være av nasjonal betydning da de rommer større og sammenhengende arealer. Dypeste punkt i fjorden ligger på ca. 55 meters dyp.

Fra Saltfjorden og over til Landgodefjorden (mot Bodø sentrum) går tidevannsstrømmen over grunnene ved Hernesskagen. I vann-nett er det oppgitt moderat strømhastighet (1-3 knop) i øvre vannlag. Oppholdstiden for bunnvannet i fjorden er angitt som kort, og det foregår full blanding i vannsøylen. Dette tilsier at alt sjøvannet i fjordområdet skiftes ut i løpet av noen dager.

Hjartøysundet-Nyholmsundet

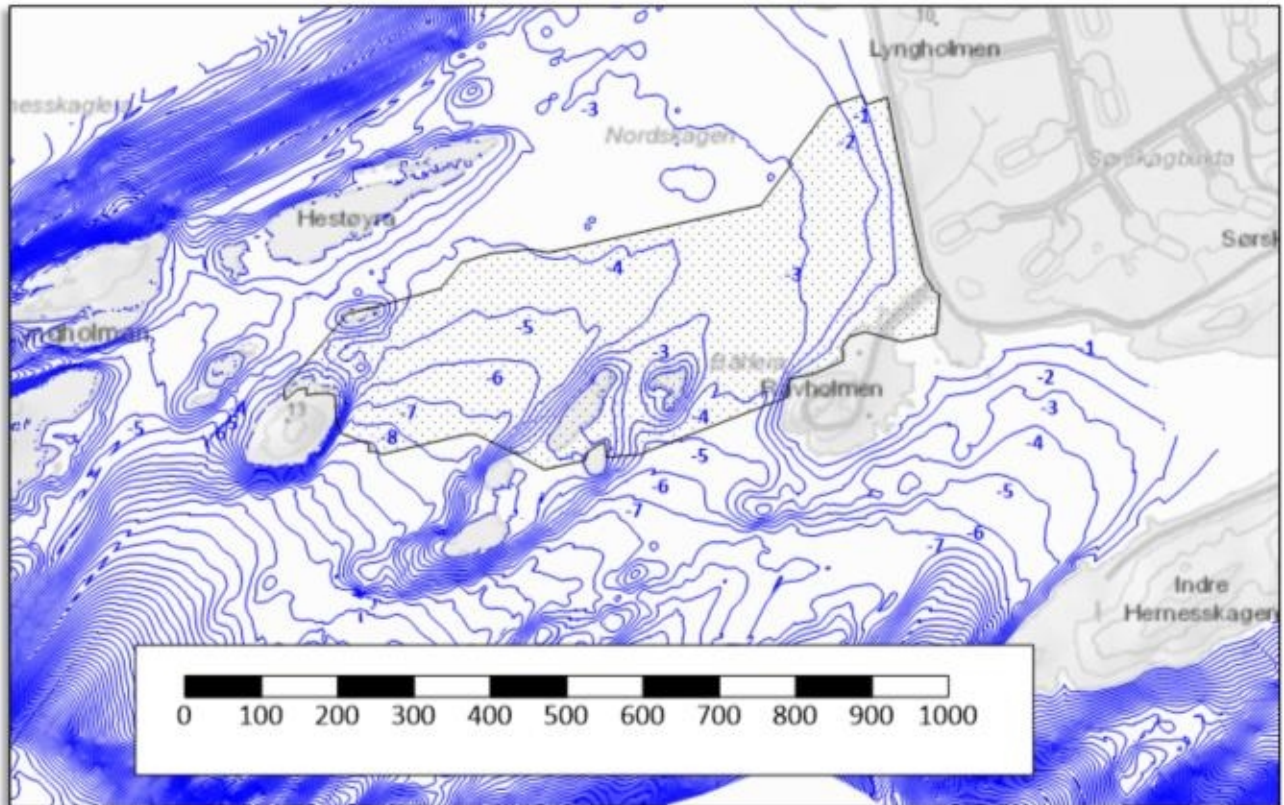
Hjartøysundet-Nyholmsundet utenfor Bodø havn ligger nord for lufthavnen. Vannforekomsten er oppgitt ha god økologisk tilstand (middels presisjonsnivå) og dårlig kjemisk tilstand (lavt presisjonsnivå) i vann-nett, grunnet bly i sjøvann. Sundet er påvirket av utslipp fra renseanlegg.

Vannforekomsten kan deles inn i Hjartøysundet, mellom Store Hjartøya og Litle Hjartøya, og området mellom Litle Hjartøya og Bodølandet. I området mellom Litle Hjartøya og Bodølandet er et basseng med dybde 50 meter.

Beskrivelse av sjøbunnen i tiltaksområdene

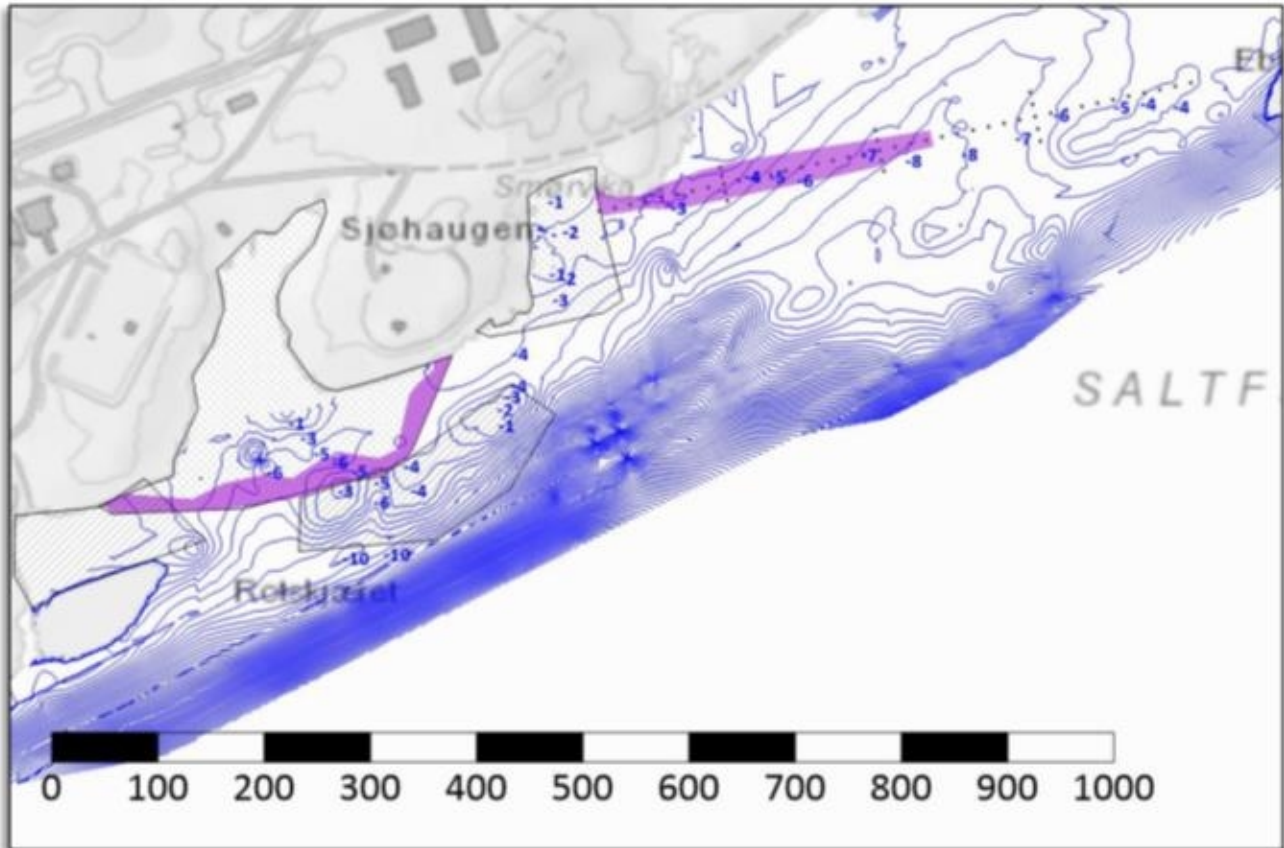
Undervannsterrenget i tiltaksområdene i vest og øst er innmålt ved hjelp av penetrerende ekkolodd av Geophysix i 2019.

Sjøbunnen innenfor **tiltaksområdet i vest** varierer hovedsakelig fra kote 0 til kote -8 som vist i figur 6, med en del holmer og skjær. Sjøbunnen består hovedsakelig av sand. Langs land er det en del grus og stein, men også bløtere områder med sandig silt.



Figur 6: Dybdata i tiltaksområdet i vest

Sjøbunnen i **tiltaksområdet i øst** er relativt flatt med stedvis oppstikkende berg. Sjøbunnen innenfor det flatere arealet varierer mellom kote 0 og ca. kote -10 som vist i figur 7. Marbakken begynner på det nærmeste ca. 20 meter utenfor fyllingsfoten. Marbakken heller bratt med en helling på ca. 1:3 ned mot ca. 200 meters dybde, der hellingen begynner å avta. Dypeste punkt i Saltfjorden like sør for tiltaksområdet er ca. 300 meter. Sjøbunnen i utfyllingsområdene i øst består hovedsakelig av sand og skjellsand.



Figur 7: Dybde data i tiltaksområdet i øst

4.2 Naturforhold

4.2.1 Konsekvensvurdering

I 2019 ble det utført en konsekvensvurdering av naturmangfold innenfor planområdet (Sweco, 2019). I konsekvensvurderingen ble det utarbeidet et verdikart for områdets naturmangfold (figur 8). Beskrivelsen av relevante områder fra konsekvensvurderingen er gjengitt under. For ytterligere detaljer og naturmangfold også på land henvises det til Konsekvensvurderingen (Sweco, 2019).

1 Hernesskagen (Tiltaksområde vest)

Området rundt Hernesskagen har kartlagte marine naturtyper (skjellsand) med B-verdi (BN00098024 og BN00098271), samt en nyregistrert løstliggende kalkalgeforekomst på 44 dekar. Området er en viktig beitebiotop for både kveite og kysttorsk. Området skiller seg ut ved å ha flere små strømsund mellom øyene og store grunner med tilgang til større dyp 200m og dypere. Verdi settes til svært stor.

2 Langs Saltfjorden (Tiltaksområde øst)

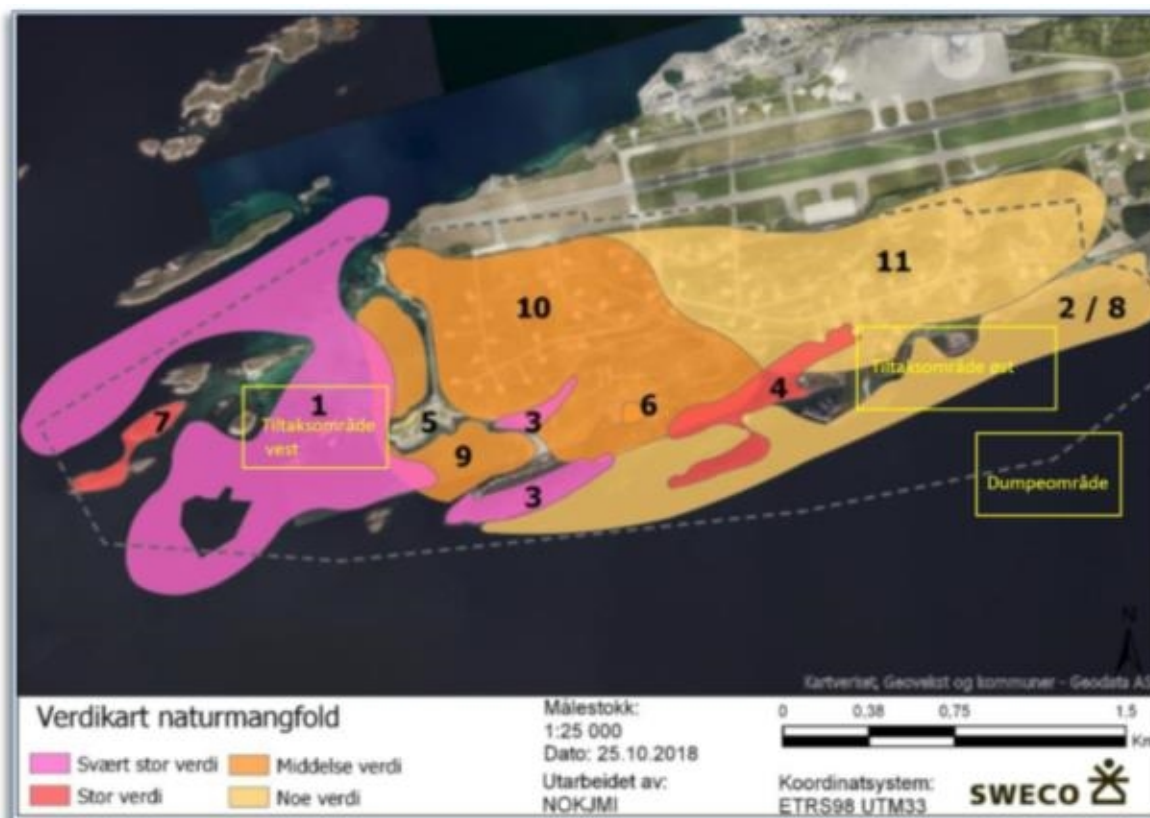
Området fra Hernesskagen og østover har ingen tidligere kartlagte marine naturtyper, og det ble ikke avgrenset nye naturtyper, i influensområdet ved kartlegging i 2018. Kystlinjen er værutsatt, og fra land og ut blir det fort dypt (200 m og dypere). Bunnen består for det meste av fjell, og i de buktene som finnes er bunnsubstratet grov stein og grus. Områder er ordinært for kysten i Nordland. Verdi settes til uten betydning til noe verdi.

8 Fugl og oter langs kyst – sør (Tiltaksområde øst)

Omfatter sjø og landarealer langs kystlinjen sør for Bodøhalvøya, innenfor planområdet. Arealene benyttes av oter og vanntilknyttede fugl. Disse økologiske funksjonsområdene brukes for det meste som hvile- og oppholdssteder, også av rødlistearter. Verdi settes til noe.

9 Fugl og oter langs kyst – vest (Tiltaksområde vest)

Omfatter sjøarealene i Nordskagen og Melkvika, samt holmene vest for lufthavnen. Arealene benyttes av oter og vanntilknyttede fugl. Disse økologiske funksjonsområdene brukes for det meste som hvile- og oppholdssteder, også av rødlistearter. Det er mulig fugl hekker her. Verdi settes til middels.



Figur 8: Verdier tilknyttet naturmangfold for delområder (Sweco, 2019). Tiltaksområder i sjø er skissert inn.

4.2.2 Naturtyper

Det er to registrerte skjellsandforekomster ved Hernesskagen vest for Bodø lufthavn. Forekomstene utgjør totalt ca. 2 850 000 m², hvorav ca. 7 000 m² påvirkes direkte av utfyllingen i vest. Avsetning av skjellsand skjer typisk i isolerte lommer på innsiden av holmer og skjær der strøm og bølger ikke får løftet dem bort. Det må imidlertid være nok bølgeenergi og strømning slik at skjellene knuses. De påviste skjellsandforekomstene er vurdert å være av nasjonal betydning (svært viktige) da de utgjør et større og sammenhengende areal.

Det er en forekomst av løstliggende kalkalger ca. 100 meter sør for tiltaksområdet i vest. Forekomsten utgjør et areal på 44 000 m². Kalkalger er en type rødalger som vokser på stein, skjell og andre overflater i havet. Kalkalgene vokser svært sakte. De benyttes som hjem for mange virvelløse dyr og er viktige oppvekstområder for en del fiskearter. Kalkalgene ved tiltaksområdet er vurdert å være av regional betydning (viktig) (Sweco, 2019).

En oversikt over registrerte forekomster av naturtypene skjellsand og løstliggende kalkalger slik de foreligger i naturbase per mai 2020 er vist i figur 9 sammen med områder som berøres av tiltaket.

4.2.3 Fisk og fiskerirelaterte aktiviteter

Det er flere oppvekst-, beite- og gyteområder i nærheten av Bodø, men ingen av de registrerte områdene i fiskeridirektoratets kartløsning overlapper eller er i umiddelbar nærhet av tiltaksområdene (figur 10). Tidevannsstrømmene i tiltaksområdene er imidlertid med på å skape et godt grunnlag for mange fiskearter. Det er rapportert om fangster av kveite opptil 200 kg rundt Ytre Hernesskagen. Under prøvofiske i 2018 ble det fanget til dels mye kysttorsk og kveite, samt observert sei i de mest strømhårde områdene og småsild innerst i buktene i tiltaksområdet i vest (Sweco, 2019).

Nærmeste registrerte oppvekst- og beiteområde er *Hjartøy Nord* ca. 4,2 km nord for tiltaksområdet. Dette området ligger imidlertid så langt fra tiltaksområdet at det er lite sannsynlig å ville bli påvirket. Nærmeste gytefelt er gyteområder for torsk og uer ca. 3,3 – 3,5 km sør for tiltaksområdene. Basert på strømretninger som vist i figur 5 er det ikke sannsynlig at gyteområdene vil påvirkes av partikler fra tiltakene.

Det er flere fiskefelt for aktive og passive redskaper nær tiltaksområdene (figur 11). Rekefeltet *Bodøsjøen* grenser til planlagt dumpfelt i øst. Fiskefeltet *Hernesskagen* ligger 700 m vest for tiltaksområdet i vest og ca. 3 km vest for planlagt dumpfelt og vil kunne bli noe påvirket av partikler fra tiltakene. Reken gyter i perioden juni-november. Eggene ligger festet på undersiden av hunnreken til rognen klekker i mars-juni året etter. Basert på strømretninger som vist i figur 5, er det imidlertid lite sannsynlig at fiskefeltene på sørsiden av Saltfjorden vil påvirkes av partikkelspredning fra tiltaket.

Nærmeste akvakulturlokalitet ligger ca. 8 km øst for nærmeste tiltaksområdet og i motsatt vei av strømretningen langs Bodøhalvøya, og anses ikke å kunne bli påvirket av tiltakene.

4.2.4 Fugl

Planområdet har verdi for en del vanntilnyttet fugl i sjøområdene og hekkende vadefugl.

Naturgrunnlaget for fugl i områdene rundt Bodø er variert, med kyst og fjord, små holmer, våtmarksområder og dyrket mark. Dette bidrar til potensiale for et rikt fugleliv med stor variasjon i flere artsgrupper. Dette vises igjen i fugleregistreringer fra området. Det er registrert 58 fuglearter innenfor influensområdet for prosjektet, hvorav følgende 7 er på norsk rødliste: fiskemåke (NT), fiskeørn (NT) (ikke vanlig), stær (NT), ærfugl (NT), sanglerke (VU), storspove (VU), vipe (EN). Det finnes egne verneområder i nærheten med det formål å verne spesielt hekkende sjøfugl og fugl

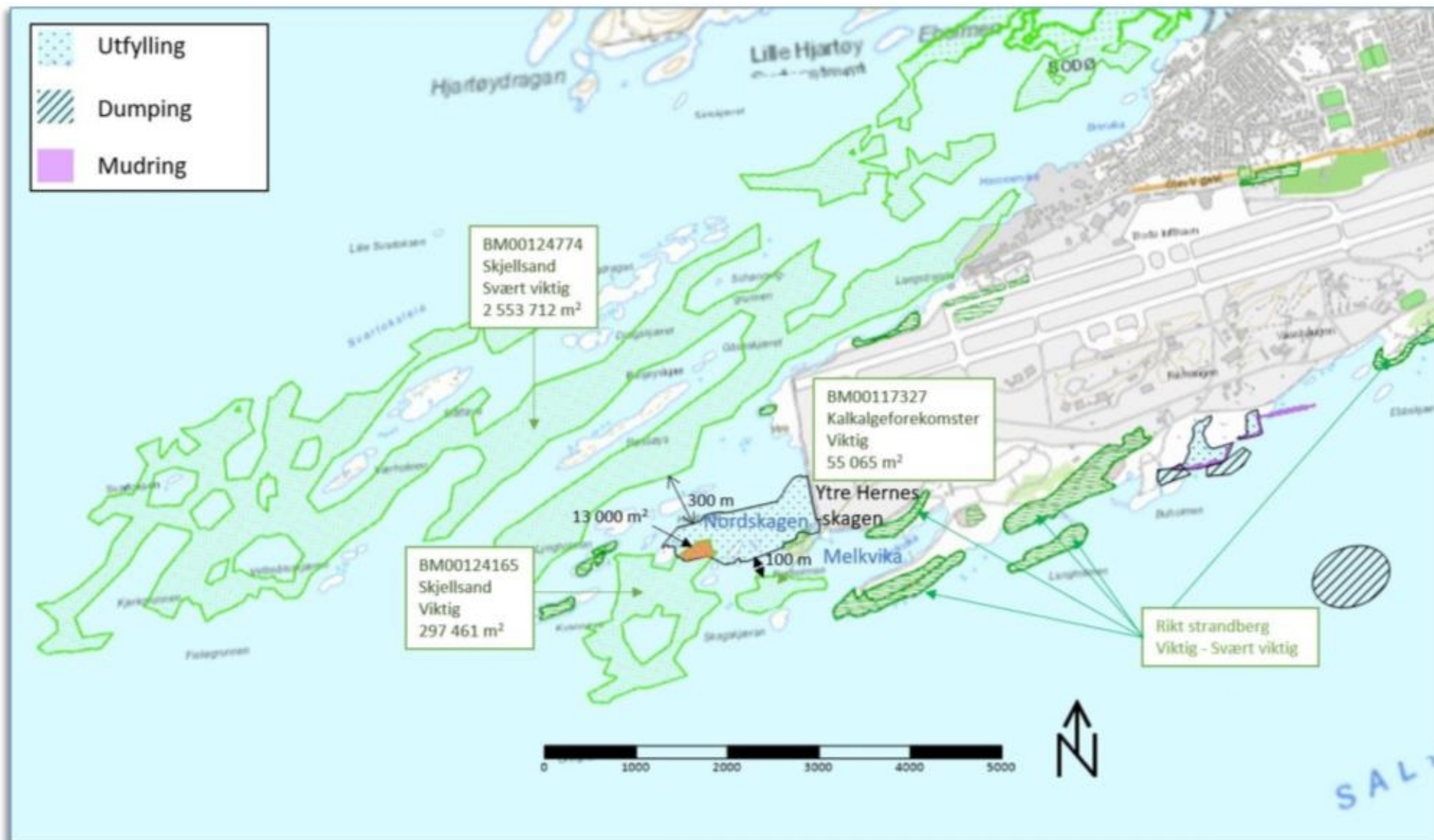
knyttet til våtmark. Verneområdene faller utenfor områdene som påvirkes av tiltakene (Sweco, 2019).

Vest for lufthavnen er det større fjære- og gruntområder (Nordskagen og Melkvika). Slike områder har stor biologisk produktivitet og er dermed viktig matsøk- og rasteområde for vanntilknyttet fugl (Sweco, 2019). Deler av disse områdene vil bli direkte berørt av utfyllingen i vest.

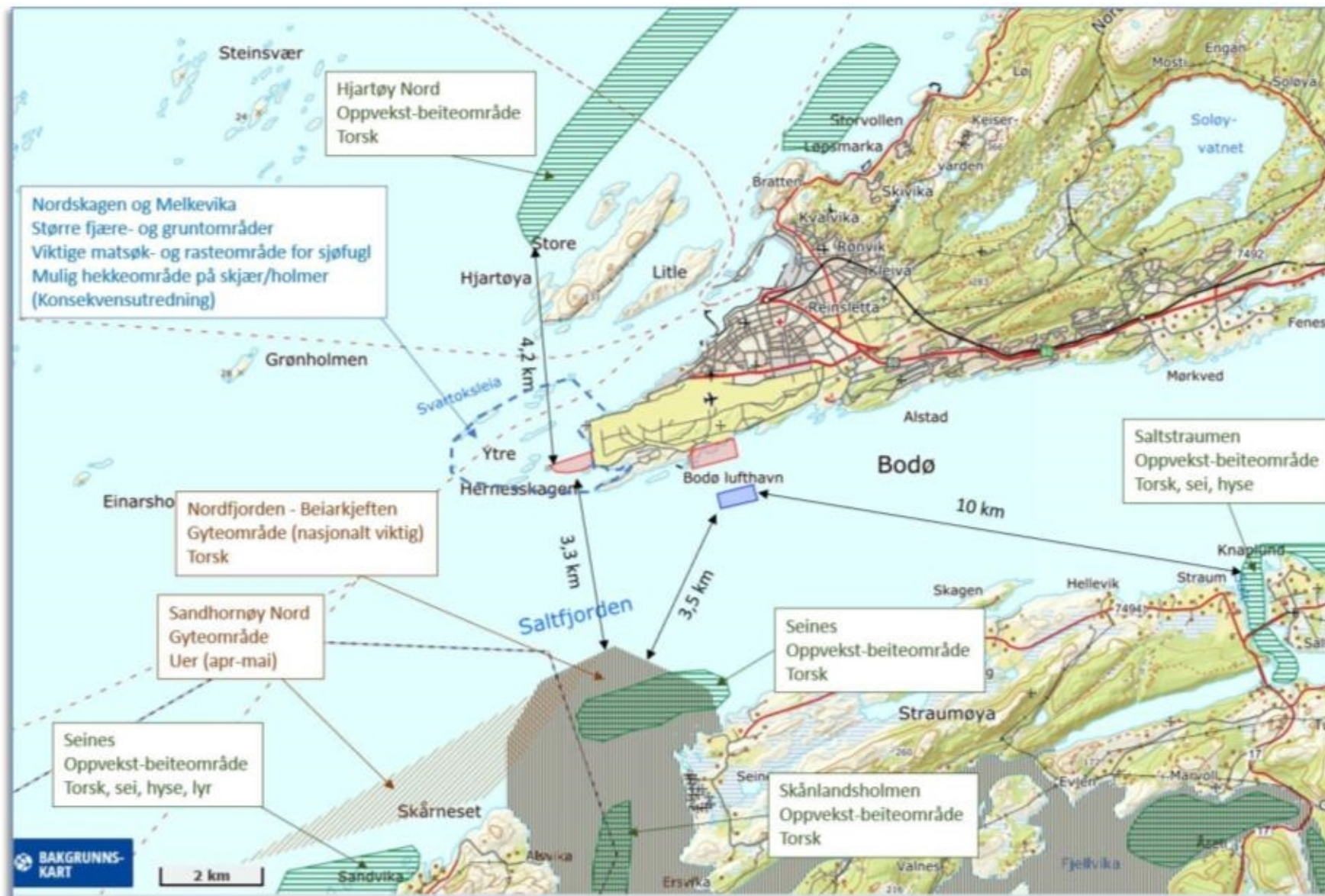
Iht. konsekvensutredningen av Naturmangfold er området ved *Hernesskagen* et viktig fødesøk- og hvileområde for sjøfugl, samt at skjærene og holmene i samme område et sannsynlig hekkeområde for sjøfugl (Sweco, 2019). Hekketiden foregår i perioden 15. april – 15. juli.

4.2.5 Pattedyr

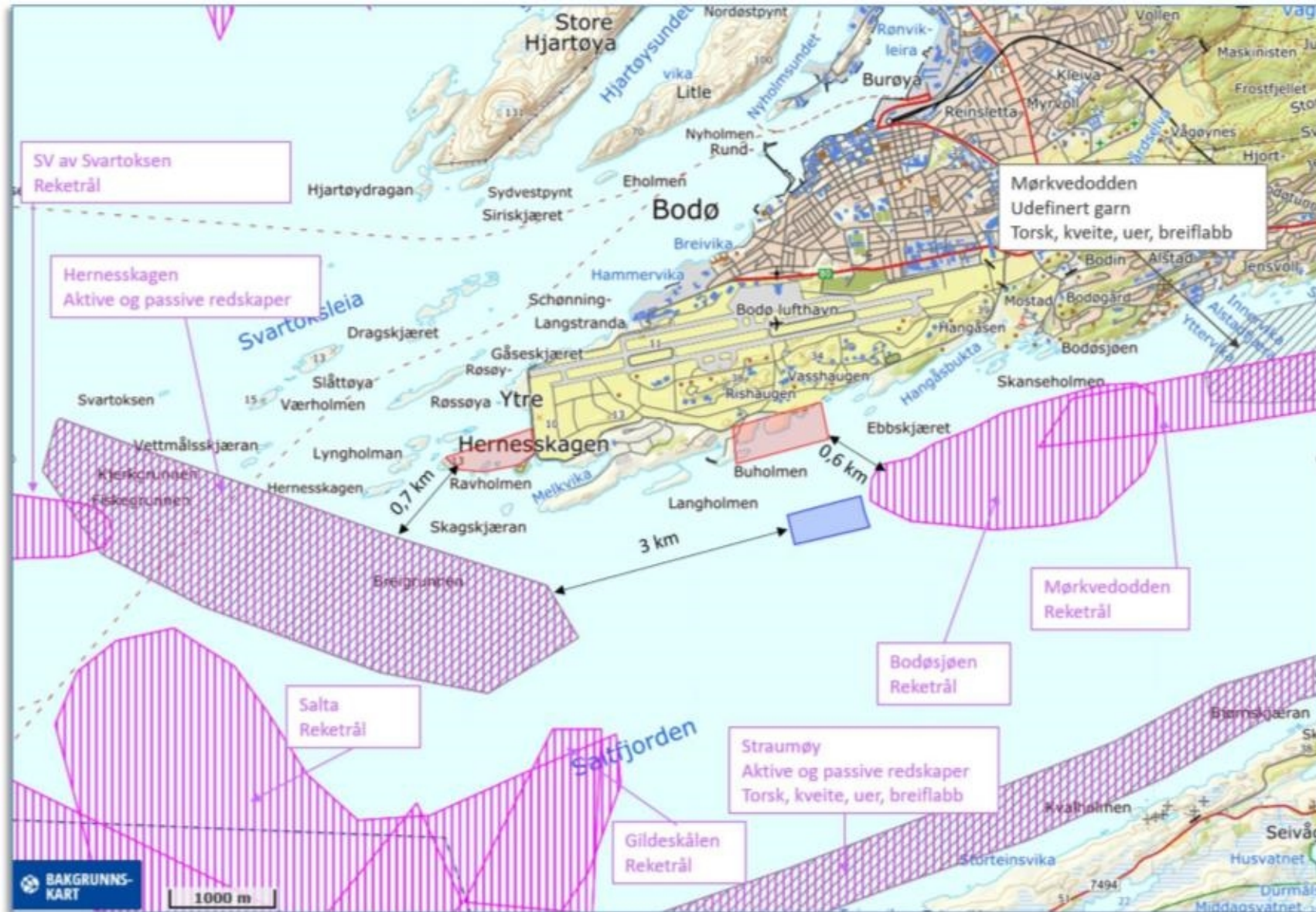
Det er kjent at det finnes mye oter på Bodøhalvøya. Oter er sårbar (VU) på norsk rødliste og globalt nær truet (NT). Strandlinjen og noen av skjærene sør for lufthavnen, samt holmer vest for lufthavnen kan ha verdi for oter. Oppholdsområder til oter er ikke stasjonære, slik at flere individer av oter kan benytte seg av området og de kan skifte til andre områder. Det er ellers observert sel på holmene rundt Bodøhalvøya (Sweco, 2019).



Figur 9: Naturtyper registrert i Naturbase med påtegnete områder for tiltak i sjø



Figur 10: Utklipp fra fiskeridirektoratets karttjeneste som viser oppvekst-, beite- og gyteområder, inntegnet relevant informasjon. Tiltaksområder vist i rødt og dumpelokalitet i blått.



Figur 11: Utklipp fra fiskeridirektoratets karttjeneste som viser fiskefelt, inntegnet relevant informasjon. Tiltaksområder vist i rødt og dumpelokalitet i blått.

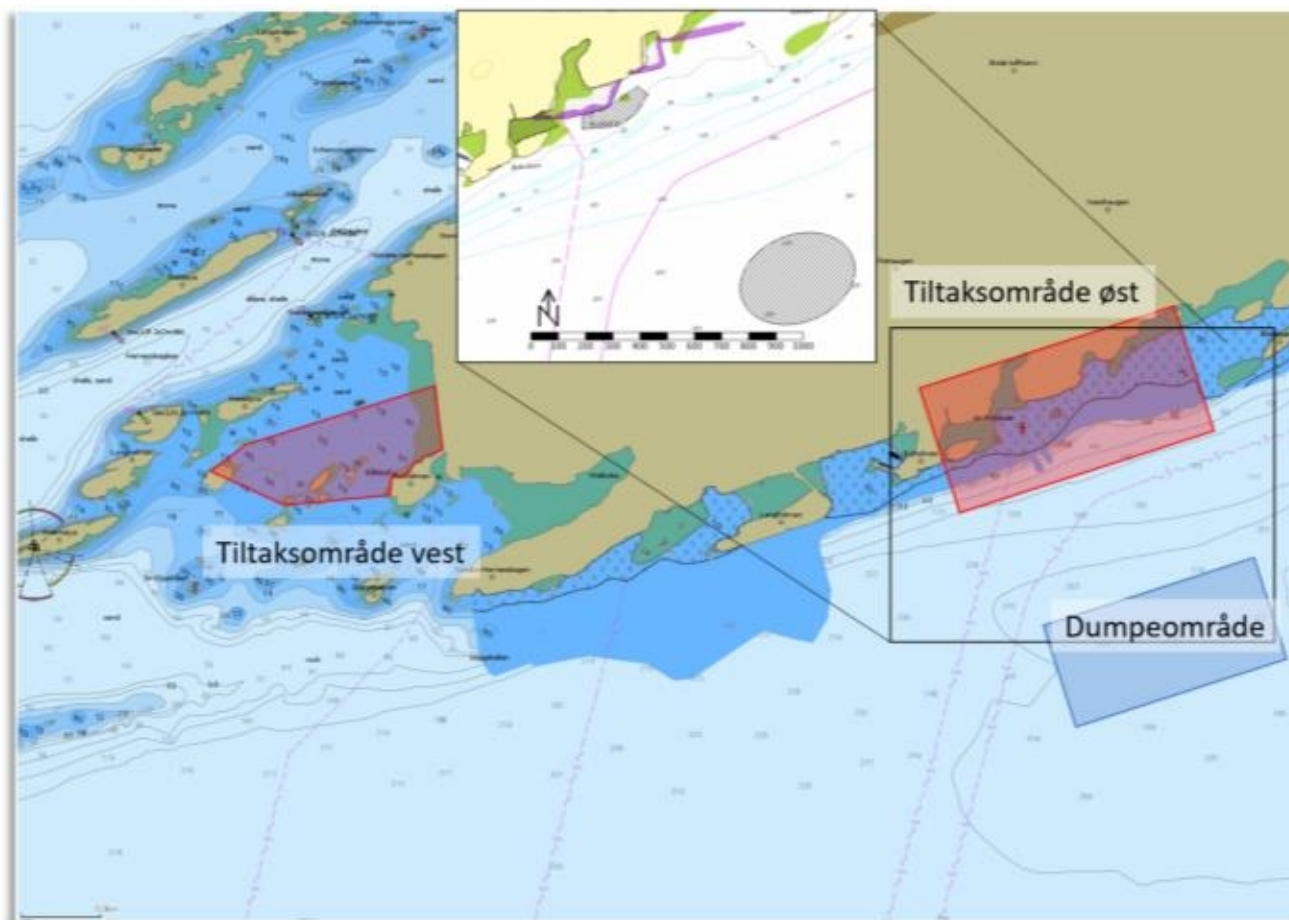
4.3 Friluftsjnteresser

Området i sjøen ved Bodø lufthavn er regulert til lufthavn med strenge restriksjoner for opphold i området. De delene av tiltaket som er knyttet til mudring, peling og utfylling i sjø vurderes derfor ikke å være i direkte konflikt med friluftsjnteresser.

Det er ingen registrerte verneområder i eller nær tiltaksområdet i Fiskeridirektoratets karttjenester.

4.4 Kabler og ledninger

Av kabler som fremkommer på sjøkart er det kun én sjøkabel som ser ut til å være direkte i konflikt med tiltakene (figur 12). Kablen vises på sjøkart vest for brannøvingsfeltet og krysser deler av området som skal mudres og fylles ut i øst. Iht. Avinor er dette sannsynligvis en telekabel. Det er i tillegg opplyst om at Forsvaret har et sjøvannsinntak og en mulig VA-ledning som er i konflikt med mudringstiltaket for lysrekka i øst. Det er også en sjøkabel som går parallelt med nordsiden av Saltfjorden og krysser Saltfjorden på vestsiden av planlagt dumpfelt. Det må tas hensyn til denne ved dumping av masser. Sjøkablene og vanninntaket vil hensyntas under gjennomføring av tiltakene.



Figur 12: Utklipp fra fiskeridirektoratets karttjeneste som viser sjøkart med inntegnet relevant informasjon. Tiltaksområder vist i rødt og dumpelokalitet i blått.

4.5 Sjøtrafikk

Planlagt dumpeområde grenser til arealavgrensningen til biled for sjøtrafikk langs sørsiden av Saltfjorden i fiskeridirektoratets kartløsning. Ellers ligger tiltaksområdene godt utenfor hoved- og bileder for sjøtrafikk (figur 13).



Figur 13: Utklipp fra fiskeridirektoratets karttjeneste som viser farleder for sjøtrafikk. Tiltaksområder vist i rødt og dumpelokalitet i blått.

4.6 Kulturminner

Det er ikke registrert kulturminner i sjø i eller nær tiltaksområdene iht. kartdatabasen *Naturbase*. I forbindelse med høring av områdeplan i 2019, ble det ikke nevnt kulturminner i sjø i høringsuttalelser fra Riksantikvaren, UiT eller fylkeskommunen.

4.7 Grunnforhold

Det er utført geotekniske undersøkelser i områdene i 2019 og 2020. Rapport fra geotekniske grunnundersøkelser følger som vedlegg til selve søknaden.

5 FORURENSNINGSSITUASJON

5.1 Forurensningshistorikk ved Bodø militære flystasjon

Området har vært benyttet som militær flystasjon fra ca. 1950-tallet. Området har de siste 10-årene blitt kartlagt med hensyn til grunnforurensning og NGI utarbeidet i 2018 en tiltaksplan for opprydding i forurenset grunn. Gjennomførte undersøkelser har vist at området er lite forurenset på bakgrunn av den omfattende virksomheten som har vært der. Påvist forurensning er i hovedsak knyttet til poly- og perfluorerte stoffer (PFAS) i tillegg til oljeforbindelser og enkelte tungmetaller rundt lageranlegg/verksted (NGI, 2018).

I forbindelse med etablering av flystasjonen ble flere områder i sjø utfylt i perioden 1950-1955 og et område i vest i 1989. Det er ikke påvist forurensning av stor betydning i utfylte områder (NGI, 2018).

Det er gjort en omfattende kartlegging av PFAS, både i jord-, grunnvann, overvann og biota på området som skal benyttes til ny lufthavn. PFAS har vært brukt i brannslukkingsskum ved flere steder på det nåværende militære området i perioden fra midten av 1960-tallet og frem til 2013. I fire områder er det påvist konsentrasjoner i løsmasser og grunnvann som kan utgjøre en risiko for miljøet; brannøvingsfeltet (BØF), brannstasjonen, flykjørehuset og verkstedsområdet.

Undersøkelser av PFAS i overvann på området peker ut hovedutløpet i vest fra brannstasjonen (utløp 2), flykjørehuset og brannøvingsfeltet (utløp 5) som områder med høyest PFAS-avrenning til fjorden. Biotaprøver bekrefter dette funnet. (NGI, 2018).

Områder med spesielt høye konsentrasjoner av PFAS i grunnvann og områder med overvannsutløp til sjø er vist i figur 14.



Figur 14: Områder hvor det er kartlagt høye konsentrasjoner av PFAS i grunnvann og overvannsutløp og kummer

5.2 Miljøtekniske sedimentundersøkelser

Det har vært gjennomført miljøtekniske sedimentundersøkelser i tiltaksområdene i flere omganger. En oversikt over tidligere undersøkelser og analyseomfang i hver enkelt undersøkelse er gitt i tabell 5. Datarapporter fra tidligere miljøtekniske sedimentundersøkelser følger som vedlegg til selve søknaden.

Tabell 5: Miljøtekniske sedimentundersøkelser ved tiltaksområdene

Årstall	Institusjon	Analyseparametere	Symbol i kart
2013	Forsvarsbygg	TOC, PFC	◆
2016	NGI	TOC, PFC, alifater (1 stk), BTEX (1 stk)	■
2017	NGI	TOC, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, alifater, BTEX	▲
2019/2020	Norconsult	TOC, kornstørrelse, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, TBT	●

En presentasjon av høyeste påviste tilstandsklasse og sum PFAS i hvert prøvepunkt er vist i figur 15 til figur 18.

Tiltaksområde vest

Utfylling berører ca. 180 000 m² sjøbunn og peling ca. 740 m² sjøbunn i tiltaksområdet i vest. Iht. M350 er det krav til prøvetaking av sediment i 18 stasjoner for aktuelt areal. I vest er sedimentenes forurensningstilstand kartlagt i totalt 14 stasjoner/punkt innenfor området som berøres av utfylling og peling, samt i 5 stasjoner/punkt tilgrensende tiltaksområdet.

Sedimentene består i hovedsak av skjellsand med noe sand. Innholdet av finstoff varierer i hovedsak fra 4 - 23 % silt og fra < 1 - 4,5 % leire. Unntaket er stasjon P105, nord for Ravholmen, hvor sedimentet består av 80 % silt med 14 % leire. Organisk innhold varierer mellom 4 og 10 % innenfor tiltaksområdet.

Det er påvist PFOS tilsvarende tilstandsklasse III i tre av stasjonene nærmest land (P101, P102 og P105) og i tilstandsklasse II eller lavere i resterende prøvestasjoner innenfor området som berøres av utfyllingen. Det er påvist PFOA i tilstandsklasse II i 6 av prøvestasjonene som er undersøkt for PFAS₃₀. Andre PFAS som er påvist er 8:2 FTS, PFDeA, PFNA og PFPeA.

Det eksisterer ikke tilstandsklasser for sum PFAS, men ofte benytter man tilstandsklasser for PFOS for å også illustrere graden av PFAS-forurensning på en konservativ måte. I tillegg til stasjonene hvor det er påvist PFOS i tilstandsklasse III kan også stasjon 107, 110 og 111 klassifiseres som tilstandsklasse III mht. sum PFAS ved bruk av tilstandsklasser for PFOS. Det er altså da to sammenhengene arealer med høyere akkumulering av PFAS innenfor utfyllingsområdene.

Det er ikke påvist forurensning av tungmetaller over tilstandsklasse I, og heller ikke PAH og PCB over rapporteringsgrensen. Det er påvist TBT i tilstandsklasse III ved stasjon P107 og i tilstandsklasse II i stasjon P1, men ikke over rapporteringsgrensen i øvrige stasjoner.

Tiltaksområde øst

Totalt berører utfylling, mudring og peling ca. 50 000 m² sjøbunn i tiltaksområdet i øst. I tillegg utgjør områder hvor det kan være aktuelt å dumpe rene mudringsmasser hhv. 13 000 og 11 500 m². I henhold til M350 er det krav til prøvetaking av sediment i 7 stasjoner for aktuelt areal. I øst er sedimentenes forurensningstilstand kartlagt i totalt 24 stasjoner/punkt innenfor tiltaksområdet, samt i 2 stasjoner/punkt i tilgrensende områder. Av disse anses 14 av stasjonene som

representative mht. analyseomfang og rapporteringsgrenser (analyser fra 2016 og 2013 er kun analysert mht. PFAS og har høye rapporteringsgrenser).

Sedimentene i tiltaksområdet i øst består i hovedsak av sand og skjellsand. Innholdet av finstoff i sedimentet varierer fra 6,7 - 24 % silt og fra < 1 – 3,1 % leire. Unntaket er stasjon P35, lengst øst, hvor sedimentet består av 40 % silt med 4,5 % leire. Organisk innhold varierer mellom 2 og 8 %.

Det er påvist PFOS tilsvarende tilstandsklasse III i stasjonene nærmest land (P112, Sed1, BØF1) innerst i bukta vest for brannøvingsfeltet. I samme stasjoner er det også påvist relativt høye konsentrasjoner av 6:2 FTS og 8:2 FTS. Konsentrasjonen av PFAS i sedimentet avtar med økende avstand fra kildeområdet og er redusert med ca. 90 % innen 50 meter (fra P112 til P113). Med unntak av nevnte stasjoner innerst i bukta vest for brannøvingsfeltet er det kun påvist PFOS i tilstandsklasse II eller lavere i resterende prøvestasjoner innenfor tiltaksområdet. Av andre PFAS er det kun påvist lave konsentrasjoner av PFOA og PFPeA i stasjon P116.

Dersom man benytter tilstandsklasser for PFOS til å også klassifisere konsentrasjoner av sum PFAS, finner man konsentrasjoner i tilstandsklasse III i buktene på begge sider av brannøvingsfeltet (P112, P113 og P116).

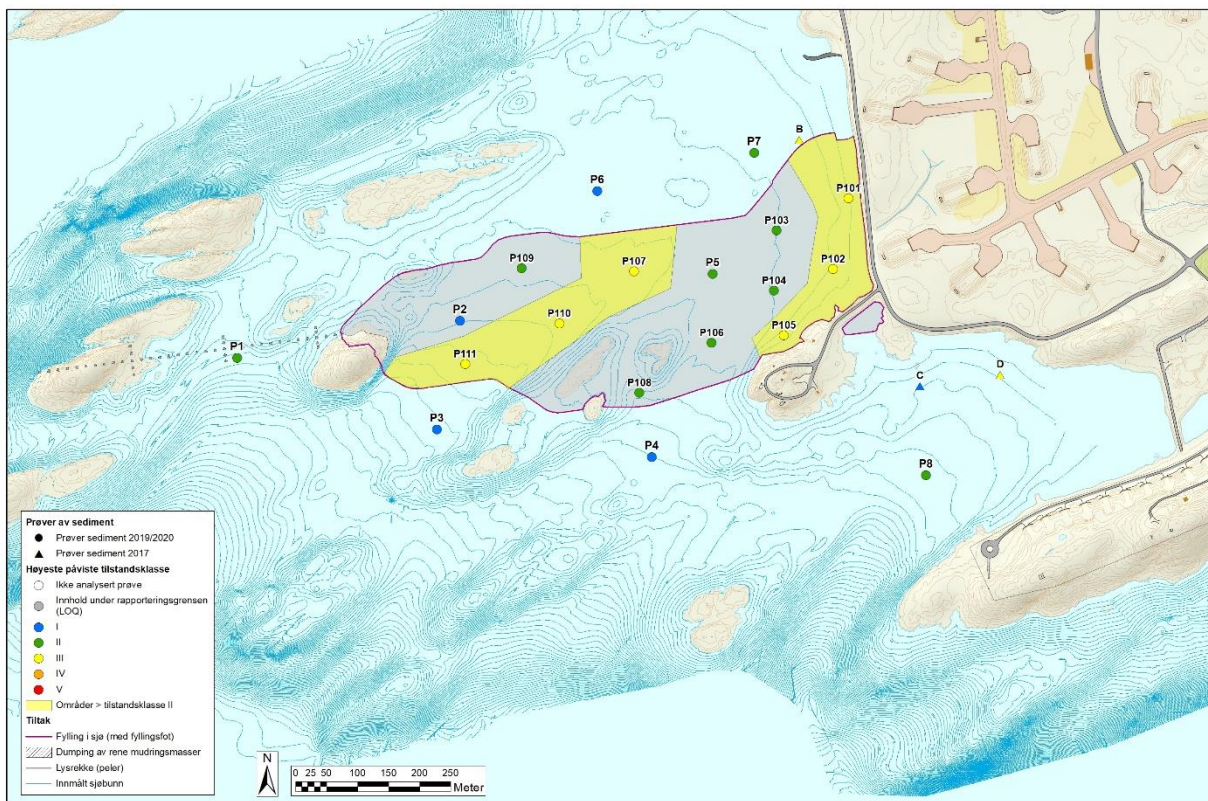
Det er ikke påvist forurensning av tungmetaller over tilstandsklasse I, og heller ikke PAH, PCB eller TBT over rapporteringsgrensen.

Dumpeområde

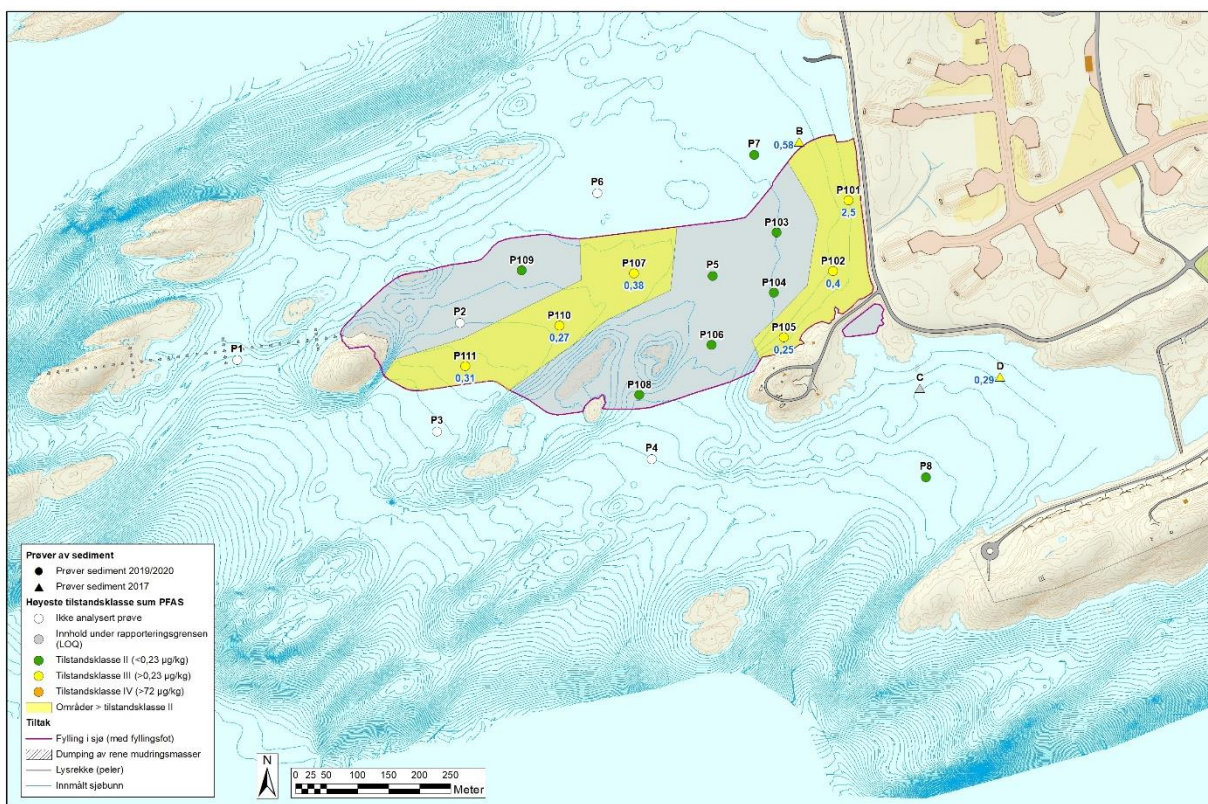
Sedimentenes forurensningstilstand er kartlagt i to stasjoner nær planlagt dumpeområde som ligger på dypt vann sør for tiltaksområdet i øst. Stasjonene anses å være representative for området som det er planlagt å dumpe masser i.

Sedimentene i dumpeområdet består av sandig silt, hvorav silt utgjør hhv. 48 og 50 % og leire hhv. 3,4 og 3,5 %. Organisk innhold er ca. 6 %.

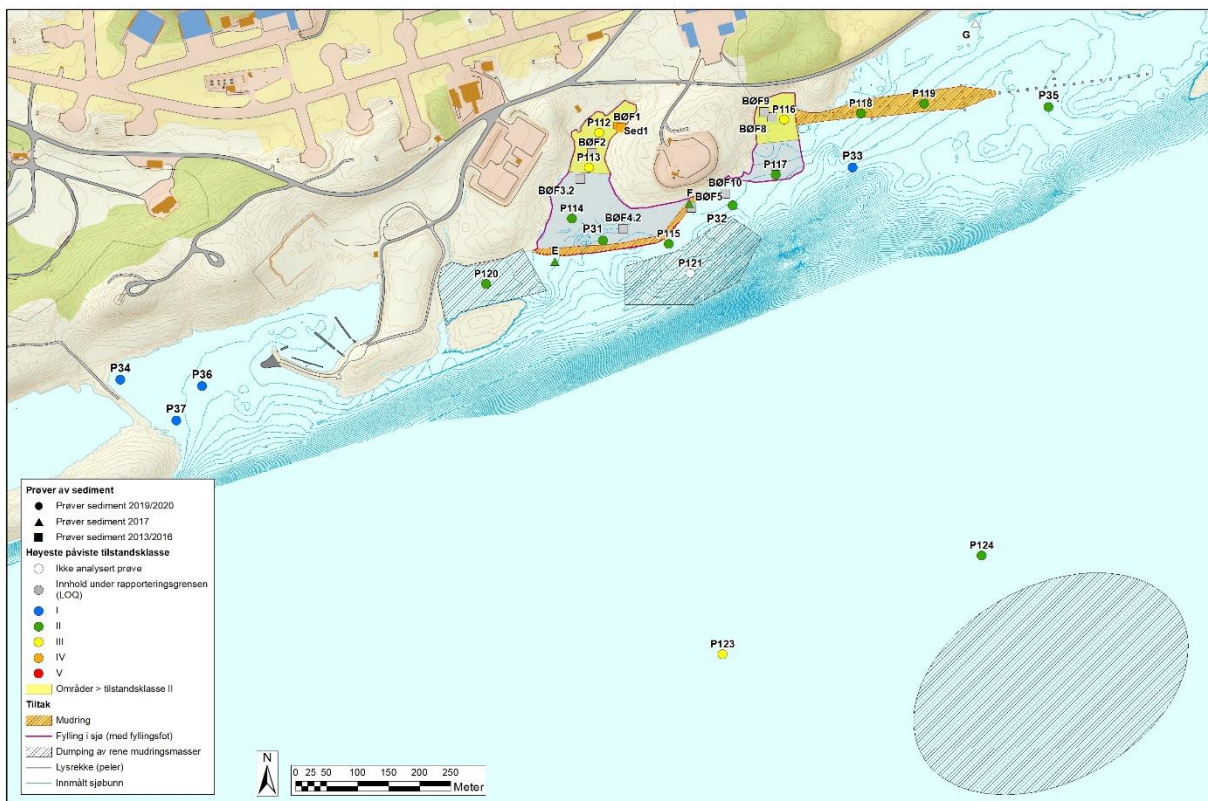
Det er påvist kvikksølv i tilstandsklasse II i begge stasjonene fra dette området, ellers er det ikke påvist forurensning av tungmetaller over tilstandsklasse I, og heller ikke PAH og PCB over rapporteringsgrensen. Det er påvist TBT i tilstandsklasse III i den ene stasjonen i dumpefeltet (P122) mens det i den andre ikke er påvist TBT over rapporteringsgrensen. I tillegg er det påvist PFOS i tilstandsklasse II i begge stasjonene. Det er ikke påvist PFOA eller andre PFAS innenfor dumpeområdet.



Figur 15: Tiltaksområde vest. Sedimentprøver klassifisert iht. høyeste påviste tilstandsklasse basert på veileder 02:2018. Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS.



Figur 16: Tiltaksområde vest. Sedimentprøver klassifisert iht. påviste konsentrasjoner av sum PFAS (kun påviste konsentrasjoner er inkludert). Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS. Sum PFAS er vist med blå skrift i punkter som er klassifisert som tilstandsklasse 3.



Figur 17: Tiltaksområde øst. Sedimentprøver klassifisert iht. høyeste påviste tilstandsklasse basert på veileder 02:2018. Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS.



Figur 18: Tiltaksområde øst. Sedimentprøver klassifisert iht. påviste konsentrasjoner av sum PFAS (kun påviste konsentrasjoner er inkludert). Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS. Sum PFAS er vist med blå skrift i punkter som er klassifisert som tilstandsklasse 3.

6 MILJØRISIKOVURDERING

6.1 Innledning

Miljøriskovurderingen i dette kapittelet omhandler tiltaket med utfylling av masser på forurenset sjøbunn, mudring og dumping av tilnærmet rene masser i tilstandsklasse I og II og peling i sjø. Følgende risikomomenter/ulempen for naturmiljøet er identifisert og konsekvenser vurdert i påfølgende kapitler:

- Permanent beslag av sjøbunnsområder
- Spredning av miljøgifter fra berørt sjøbunn
- Spredning av forurensning (og plast) fra utfyllingsmasser
- Tilførsel av partikler til sjøbunn og vannsøyle
- Endring av strømforhold
- Anleggsaktivitet og -støy

6.2 Miljø- og tiltaks mål

Miljømål

Prosjektet har definert følgende overordnede miljømål relevant for tiltak i sjø:

- Tiltaket skal ikke forringe kjemisk og økologisk tilstand i sjøresipientene på en måte som ikke kan restaureres innen to år
- Innholdet av plast i utfyllingsmassene og spredning av plast i sjø skal minimeres og skal ikke utgjøre en vesentlig belastning på nærområdene under og etter anleggsperioden

Tiltaks mål

For å kunne kontrollere at prosjektets miljømål oppfylles er det i tillegg definert følgende målbare tiltaks mål:

- 2 år etter endt tiltak skal innholdet av miljøgifter (prioriterte og vannregionspesifikke stoffer) i sjøvann, sediment eller biota være uendret eller lavere sammenlignet med før-tilstanden
- 2 år etter endt tiltak skal tiltakets direkte beslag og forringelse av viktige naturtyper (skjellsand og løstsittende kalkalger) ikke utgjøre mer enn 5 % av naturtypens areal slik det var før tiltaket
- For sprengstein som skal fylles i sjø under kote +1 skal entreprenøren utrede tiltak i sprengningsmetodikk som medfører en reduksjon av plast i sprengstein i forhold til prosjektert forbruk.
- Det skal brukes elektroniske tennere ved sprengning der stein skal fylles under kote +1
- For å minimere spredning av plast skal det benyttes sprengstein fra eksternt dagbrudd ved fylling i sjø under kote -3 og/eller ved fylling fra lekter
- Plast fra sjøfylling som driver i land på nærliggende strender skal ikke bli liggende i strandsonen i nærområdene
- Utførende entreprenør må under sjøfylling overvåke nærliggende stender/fjæreområder for sprengsteinplast, og iverksette nødvendige tiltak
-

Et samlet overvåkningsprogram for anleggsfase og byggefase i forbindelse med etablering av Ny lufthavn Bodø er under utarbeidelse og vil bli oversendt Miljødirektoratet og FMNO høsten 2020 (10001444-187075-BO000-S2-NO-0131 *Program for utslippskontroll og resipientovervåkning*).

6.3 Beslag av sjøbunnsområder

Tiltaksområde vest

180 000 m² sjøbunn vil permanent bli beslaglagt til utfyllingsformål.

Utfyllingen berører direkte ca. 13 000 m² skjellsand. I tillegg vil området 50-100 meter ut fra utfyllingsfoten sannsynligvis permanent dekkes av sand og grus fra utfyllingen.

Utfyllingen overlapper med gruntområder, skjær og holmer som anses å være av lokal betydning som fødesøk- og rasteplass for sjøfugl og som beiteområde for blant annet kveite og torsk.

Tiltaksområde øst

40 000 m² sjøbunn vil permanent bli beslaglagt til utfyllingsformål.

Utfyllingen i øst berører ikke viktige naturtyper og området i seg selv er heller ikke ansett å ha spesiell betydning for matsøk, rasteplass og beiteområde for fisk.

Dumping av muddermasser ved alternativ 2 (beskrevet i kap. 3.1.3) medfører et permanent beslag av sjøbunnen, samt endring av landskapsbildet i området. Dumping av muddermasser ved alternativ 1 og 3 vil kun midlertidig beslaglegge sjøbunnen og på sikt vil disse områdene igjen kunne tas i bruk av stedlig biota.

Utfyllingen og dermed beslaget av sjøbunnsområdene i tiltaksområdet i øst og vest er nødvendig for etablering av Ny lufthavn Bodø.

6.4 Spredning av miljøgifter fra sjøbunnen

Sjøbunnen i tiltaksområdet er stort sett lite forurenset, men i deler av utfyllingsområdet i vest og øst er det påvist forurensning av PFOS og PFAS. Utfylling på forurenset sjøbunn kan medføre spredning av forurenset porevann og forurensede partikler.

Porevann

Spredning av løste forureningsforbindelser kan skje som følge av frigjøring av forurenset porevann i sediment. Dette kan skje som følge av komprimering av underliggende sediment ved utfylling og ved frigjøring av porevann fra sediment ved mudring. Konsentrasjoner av forurensning i vannfasen over tilstandsklasse III kan gi akutte effekter på vannlevende organismer. Grunnet sterk strøm og høy vannutskifting samt lav forureningsgrad i utfyllingsområdene (inntil tilstandsklasse III) og mudringsområdet (inntil tilstandsklasse II) anses imidlertid ikke frigjøring av forurenset porevann å utgjøre en risiko som følge av tiltaket.

Partikler

Spredning av forurensede partikler fra sjøbunnen kan skje som følge av oppvirvling ved utfylling, mudring og peling i forurensede områder. Det er de fine partiklene i leir- (< 2 µm) og siltfraksjonen (2-63 µm) som utgjør størst spredningspotensiale. Partikler i sandfraksjonen vil, på grunn av sin form og høyere vekt, sedimentere forholdsvis raskt og har derfor et lavt spredningspotensial. I det påfølgende er det gjort et grovt overslag over mengde forurensning bundet til silt- og leirfraksjon som kan virvles opp og spres fra tiltaksområdene. Overslaget er kun gjort for områder hvor det er påvist sum PFAS over tilstandsklasse II for PFOS. Dette gjelder to områder på hhv. ca. 34 000 m² og 47 000 m² i tiltaksområdet i vest og to områder på ca. 11 000 m² og 5 500 m² i tiltaksområdet i øst. Sjøbunn som er forurenset av sum PFAS over tilstandsklasse II ligger hovedsakelig i grunne områder og områder som er tørrlagte ved lavvann.

Overslaget er basert på en antakelse om at 20 % av silt- og leirfraksjonen i de øverste 5 cm virvles opp i vannsøylen som følge av utfyllingen. Det er ellers benyttet målt tørrstoffinnhold, kornfordeling og forureningsinnhold fra nærliggende sedimentprøver i beregningene. Reelt tørrstoffinnhold vil

sannsynligvis være lavere enn det som er målt ved laboratorium grunnet drenering av porevann ved opptak av prøver. Det er likevel valgt å benytte målt tørrstoffinnhold i beregningene, da dette gir et konservativt anslag på spredningen. Fyllingens utstrekning er stor og det forventes at en stor andel av oppvirvlet siltfraksjon vil resedimentere lokalt og senere begraves under fyllingen. Beregningen tar ikke hensyn til dette og er konservativ. Resultater fra beregningen er gitt i tabell 6.

Tabell 6: Overslag over potensiell spredning av forurensning grunnet oppvirvling av partikler ved utfylling

Parameter	Enhet	Vest nær land	Vest sør for Hestøyra	Øst (vest for BØF)	Øst (øst for BØF)
Areal PFOS/PFOS > tkl. II	m ²	34 000	0/47 000	5 000/11 000	0/5 500
Gjennomsnittlig siltinnhold ¹	%	27	8,2	17	3,9
Gjennomsnittlig leirinnhold ¹	%	5,0	1,4	2,0	<1
Gjennomsnitt PFOS > tkl. II ¹	µg/kg ts	0,78	-	20	-
Gjennomsnitt sum PFAS > tkl. II ¹	µg/kg ts	1,1	0,32	31	0,29
Spredning PFAS totalt	g	0,17	0,02	0,87	0,001
Spredning PFOS totalt	g	0,12	-	0,26	-

¹Vest nær land: P101, P102, P105, Vest sør for Hestøyra: P107, P110 og P111, Øst (vest for BØF): BØF1, P112 og P113 (kun for sum PFAS), Øst (øst for BØF): P116

Beregningene viser at utfylling av sprengstein i forurensede områder potensielt vil kunne spre henholdsvis PFOS og PFAS i størrelsesorden 0,12 g og 0,19 g fra utfyllingsområdet i vest og henholdsvis PFOS og PFAS i størrelsesorden 0,26 g og 0,87 g fra utfyllingsområdet i øst som følge av tiltaket. Spredningen vil skje i omtrent samme områder hvor man har utslippspunkt 2 i vest og 5 i øst (se figur 15).

NGI har anslått at dagens utslipp av PFAS fra overvann fra Bodø Lufthavn til sjø totalt utgjør minimum 150 g/år, hvorav bidraget fra utløp 2 i tiltaksområdet i vest utgjør minimum 79 g per år og fra utløp 5 nær tiltaksområdet i øst utgjør minimum 17 g per år (NGI, 2018). Ved brannøvingsfeltet ved tiltaksområdet i øst er det i tillegg beregnet betydelig spredning av PFAS til sjø fra vannet som står under øvingsplattformen (128 g PFOS per år og 340 g 6:2 FTS per år). Det er stor usikkerhet knyttet til disse tallene, da de blant annet er basert på stikkprøvetaking og subjektive vurderinger av vannføring ved prøvetakingstidspunkt. Det er disse forurensningskildene som antas å være hovedkilden til påvist forurensning i sedimentet i tiltaksområdene.

Bidraget til spredning av PFAS-forurensning som følge av utfylling i sjø vil være i samme områder som eksisterende utslipp av PFAS-forurensning overvann til sjø. Mengdene som er beregnet å spres som følge av oppvirvlet sediment utgjør en liten andel av estimerte årlige utslipp av PFAS i tiltaksområde vest og øst. På bakgrunn av dette anses det ikke å gi god kost-nytte effekt å gjennomføre ytterligere spredningsbegrensende tiltak som følge av utfyllingen.

6.5 Spredning av forurensning fra utfyllingsmasser

Generelt inneholder sprengsteinsmasser plast (tennsystem, foringsrør etc.) og avfall fra sprengning, rester av sprøytebetong (tunnel), olje- og nitrogenforbindelser fra sprengstoffsmiddelet (slurry) og av oljesøl fra anleggsmaskiner.

Nitrogen

I marine miljøer kan nitrogen være vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998). Nitrogen er imidlertid normalt ikke problematisk ved utslipp til sjø og spesielt ikke i strømutsatte områder med god vannutskifting og innblanding slik som situasjonen er i tiltaksområdene i dette prosjektet. Tilførsel av nitrogen fra sprengstein vurderes derfor ikke å utgjøre en risiko for vannforekomstenes økologiske tilstand.

Plast

Plast brytes i liten grad ned i det marine miljøet, men fragmenteres over tid til svært små plastpartikler. Fugl, fisk og andre levende organismer kan forveksle disse små plastpartiklene med mat og svært små plastpartikler har også evnen til å trenge inn i organismenes celler og påvirke dem negativt. For mennesker kan plast i sjøen og strandsonen oppleves skjemmende og føre til betydelige bruksulemper.

Hovedkildene til plast i sprengstein er vurdert å være slange/ledning til tennsystem, tenner-/forsinkerblokker samt plastskall for primerladninger (bunn-/toppladninger). Mengden plast som vil forekomme avhenger av sprengningsopplegg. Erfaringer fra gjennomførte utfyllingsprosjekter viser at bortsortering av plast etter at den har kommet inn i utfyllingsmassene utgjør en stor arbeidsmiljørisiko og i tillegg er svært areal-, tid- og kostnadskrevende. Tiltak for å redusere plast i sprengstein bør derfor gjøres før selve sprengningen.

Plast fra elektronisk tennsystem har høyere egenvekt og vil i større grad synke og bli liggende i utfyllingsmassene enn tradisjonelle nonelslanger. Bruk av elektronisk tennsystem vil derfor også medføre mindre spredning av plast ved utfylling av sprengstein i sjø.

Det er gjort en teoretisk beregning av mengde plast som kan forekomme i sprengstein for to ulike tilfeller:

- Storskala pallsprengning i eksternt steinbrudd
- Sprengning for normal produksjon i prosjektområdet

Beregningene er basert på en forutsetning om at plastslanger/ledninger (og ev. annet materiell) som ligger langs ladestrengen brenner opp eller pulveriseres under sprengningen. Resultatet fra beregningene viser at mengden plast per fast kubikkmeter sprengt stein vil være vesentlig lavere ved større/grovere sprengning som er mer typisk i steinbrudd (ca. 1 g plast per am^3) sammenlignet med sprengning for produksjon representert av prosjektområdet (ca. 3 g plast per am^3). Ved å ta utgangspunkt i mengden utfyllingsmasser som skal fylles opp til kote 0 (800 000 am^3) kan total mengde plast som tilføres resipienten anslås å utgjøre 0,8 – 2,3 tonn.

Uavhengig av hvilke avbøtende tiltak som gjennomføres vil det være rester av plast som flyter i sprengsteinen som skal fylles i sjøen.

Norconsults erfaringer med fylling av store mengder sprengstein i sjø i forbindelse tunnelprosjektet Ryfast har vist at siltskjørt og oljelenser er mindre egnet til å holde tilbake plast fra utfyllingsområdet ettersom plast i vannsøylen vil ha potensiale til å bevege seg langt og under siltskjørtet før den flyter til overflaten og strøm og bølger vil spre plast ut av en ev. lense/barriere på overflaten.

Tiltak som har vist seg å gi redusert spredning av plast er å i større grad fylle ut masser fra endetipp i stedet for lekter ettersom dette medfører at plasten i større grad holdes i massene i stedet for å vaskes ut i vannsøylen. Fylling fra endetipp vil spesielt være aktuelt for sprengsteinsmassene fra prosjektområdet som inneholder en større andel plast og finstoff enn massene fra eksternt steinbrudd.

Et annet tiltak som er vurdert å ha god effekt er etablering av en sjeté i sprengstein som helt eller delvis omkranser utfyllingsområdet før innfylling. Dette forutsetter imidlertid at volumet stein som går med for å utforme en hensiktsmessig sjeté ikke er så stort sammenlignet med volumet som man sitter igjen med til innfylling innenfor sjetéen at tiltaket har liten effekt.

Hvordan selve utførelsen av fyllingen gjennomføres er først og fremst styrt av geotekniske og anleggstekniske aspekter mht. HMS for å unngå risiko for brudd/ras i fyllingen og må samkjøres med både fagområdet geoteknikk og utførende entreprenør. Utførelsen har også konsekvenser for

fremdrift, der en effektiv gjennomføring av anleggsarbeidene vil medføre en kortere anleggsperiode og en kortere belastning på området funksjon for naturmangfold. Uavhengig av hvilke avbøtende tiltak som er mulig å gjennomføre vil det være behov for løpende kontroll og beredskap for å samle opp ev. plast som kan observeres i sjøen og på stranden i og nær tiltaksområdet under utfylling.

6.6 Spredning av partikler

6.6.1 Innledning

Tilslamming av sjøbunn og økt partikkelinnhold i vannsøylen (reduert lystilgang) kan medføre:

- Nedslamming og forringelse av viktige naturtyper og fødesøkområder
- Endret sammensetning av bunndyrfaunaen
- Negativ påvirkning på gyteområder
- Mekaniske skadeeffekter på fisk (gjeller), bunndyr og dyreplankton (spesielt på arter som filtrerer vannet for næring)

Som følge av tiltaket ved NLBO vil resipienten tilføres rene partikler fra finstoff i utfyllingsmasser, oppvirvling av stedlige sedimenter ved mudring, dumping og slam fra peling. Å beregne mengder finstoff som vil tilføres/suspenderes i resipienten som følge av tiltaket er svært vanskelig, da dette blant annet avhenger av hvilke metoder som benyttes under sprengning, mudring, dumping og peling, type bergart/sediment og varierende lokale resipientforhold mht. strømstyrke og -retning. Det er likevel gjort et forsøk på å gi et grovt estimat på hvilke mengder finstoff (silt og leire) de ulike tiltakene setter i spill. Estimaten kan brukes til å vurdere hvilken operasjon som bidrar mest til partikkeltilførsel og om det vil være behov for å begrense tilførselen. Dumping er vurdert separat i kapittel 6.6.4.

Tabell 7: Estimert på mengder finstoff (silt og leire) som vil bli omsatt i vannsøylen som følge av tiltaket

	Aktivitet	Mengder	Forutsetninger	Beregnet finstoff (silt og leire)
Tiltaksområde vest	Utfylling	670 000 am ³ sprengstein opp til kote 0	Silt og leire utgjør 1 % i sprengstein 50 % suspenderes ved utfylling	3 350 lm ³
	Peling	90 stk., diam. 610 mm, 5 m sediment og 2 m fjell	Utvidelsesfaktor 1,2 30 % silt og leire	66 lm ³
	Totalt			3 416 m³
Tiltaksområde øst	Utfylling	130 000 lm ³ sprengstein opp til kote 0	Silt og leire utgjør 1 %	650 lm ²
	Mudring	63 000 fm ³	Utvidelsesfaktor 1,2 20 % silt og leire 5 % suspenderes	756 lm ³
	Peling	108 stk., diam. 610 mm, 5 m sediment og 2 m fjell	Utvidelsesfaktor 1,2, 30% silt og leire	80 lm ³
	Totalt			1 486 m³

Tabellen viser at utfyllingsmassene bidrar mest til spredning av finstoff i resipienten i vest, mens i øst vil mudring og utfylling utgjøre omtrent like stort bidrag. Peling utgjør en mindre andel sammenlignet med de andre tiltakene.

6.6.2 Påvirkning på vannsøylen

Tilførselen av finstoff vil kunne gi blakking/farging av vannsøylen. Partikler fra sprengstein har skarpe kanter og kan også være skadelige for fiskens gjeller.

Vannutskiftingen i området anses å være stor slik at ev. partikler i vannsøylen raskt vil fortynnes og transporteres bort fra området. Påvirkning av vannsøylen vil derfor være midlertidig og knyttet til anleggsperioden som er estimert til 2 år.

Frittlevende fisk vil unngå områder med høyt partikkelinnhold i vannsøylen. Fiskeyngel og egg som er mindre/ikke mobile organismer, samt fisk i oppdrettsanlegg vil i større grad kunne bli negativt påvirket. Da det ikke er registrert gyteområder eller oppdrettsanlegg nær noen av tiltaksområdene anses tiltakets påvirkning på vannsøylen å ikke gi varige konsekvenser på resipienten.

6.6.3 Påvirkning på sjøbunnen

Finstoff i utfyllingsmasser vil sedimentere i ulik avstand fra utfyllingsområdet basert på partikkelstørrelse, dybde og strømforhold i det de avsettes. Sandfraksjonen har en synkehastighet fra 20-600 m/t og vil i hovedsak sedimentere under og nært (innen 50-100 m fra) fyllingsfoten, mens silt og leire vil kunne avsettes langt fra fyllingsfoten. I områder hvor strømforholdene er uendret vil sjøbunnen på sikt tilbakeføres til den korngraderingen den hadde før påvirkning fra tiltaket som i størstedelen av tiltaksområdet er sand.

Tiltaksområde øst

I tiltaksområdet i øst er det ikke registrert naturtyper eller annet som vil påvirkes av finstoff fra tiltakene.

Tiltaksområde vest

Det forventes at skjellsandforekomster tilgrensende utfyllingsområdet i vest vil bli permanent påvirket av sedimentert sand inntil 50-100 m fra fyllingsfoten. Skjellsandforekomster og løstsittende kalkalger over 100 m fra fyllingsfoten kan bli midlertidig påvirket av finstoff (silt og leire) fra utfyllingsmassene.

Berørte skjellsandforekomster utgjør en liten andel av et større sammenhengende skjellsandområde på nesten 3 millioner m² og antas derfor ikke å være kritisk for områdets funksjon som beite- og oppvekstområde. Enkle tiltak bør imidlertid vurderes for å begrense mengden finstoff i sprengsteinsmassene som kan gi negativ påvirkning på sjøbunnen.

Finstoffinnholdet i sprengsteinen kan påvirkes av hvordan massene brytes og behandles. Sprengstein fra større/grovere sprengning typisk for steinbrudd gi mindre finstoffinnhold. Det anbefales at entreprenøren som er ansvarlig for uttak av sprengstein utfordres på hvordan andel finstoff i sprengstein kan reduseres ved å utarbeide en plan med fokus på dette.

Spredning av finstoff under utfylling kan også begrenses ved samme type utfyllingsmetodikk og under samme forutsetninger mht. HMS og fremdrift som nevnt i kapittel 6.5.

Bruk av siltgardin anses ikke som hensiktsmessig i dette området grunnet sterk strøm og bølgeaktivitet. Boblegardin som partikkelbarriere anses heller ikke som egnet grunnet at lengden rundt utfyllingsområdet er veldig lang, anleggsperioden er lang og på grunn av et svært høyt drivstofforbruk.

6.6.4 Dumping av mudrede masser i sjø

Risiko for negative effekter fra dumping av mudrede masser i sjø vil være knyttet til nedslamming og forhøyet partikkelinnhold i vannsøylen på grunn av finstoff. Risiko for spredning av forurensning/miljøgifter er lav ettersom det kun skal dumpes rene masser (tilstandsklasse 1 og 2) i områder med hovedsakelig rene sedimenter (tilstandsklasse 1 og 2), med unntak av TBT som er påvist i tilstandsklasse III i én av to stasjoner.

Dumpingsalternativ 1 og 2 er nært land i tilknytning til tiltaksområdet i øst. I dette området er det ikke registrert viktige naturverdier, gyteområder, fiskeplasser eller oppdrettsanlegg som kan påvirkes av finstoff i massene som dumpes. Massene vil dumpes på forholdsvis grunt vann og påvirkningen på vannsøylen er derfor begrenset. Risiko for negative konsekvenser som følge av spredning av rene partikler anses derfor som lav for disse to alternativene.

Alternativ 3 omfatter dumping av sand og leire på 250-300 meter dyp ca. 1 km fra land (Buholmen/BØF). Inntegnet dumpområde som vist i figur 4 er ca. 400 meter langt og 300 meter bredt. Entreprenør er ikke kontrahert og metode for dumping er derfor ikke bestemt. Det er derfor tatt utgangspunkt i at massene vil dumpes i sjø fra vannoverflaten med splitt-/fallbunnslekter da dette er mest konservativt.

Det er kjent at det er svært sterk strøm mot vest i området, og spesielt i de øvre 26 m av vannsøylen som er påvirket av Saltstraumen. Det er ikke utført strømmålinger i området, men dersom man baserer seg på informasjon i vann-nett for overflatevann påvirket av Saltstraumen og gjennomsnittsstrøm beregnet av NGI (NGI, 2018) for vannmasser dypere enn dette kan man anta følgende gjennomsnittlige strømhastigheter:

- 0 - 26 m dyp: 50 cm/s (halve gjennomsnittsstrømmen for overflatevann i vann-nett)
- 26 - 275 m dyp: 1,4 cm/s

Massenes teoretiske synkehastighet kan beregnes ved Stokes lov og formelen for terminalfart. Synkehastigheten bestemmes blant annet av partikkelens vekt og størrelse. Partikkelstørrelse til leire er $< 2 \mu\text{m}$, men grunnet leirens kohesive (klebrige) egenskaper vil det forventes at mesteparten av leirmassene som dumpes vil opptre som store klumper og derfor synke tilsvarende steinmasser. Man kan også forvente noe av denne effekten for sandmasser som faller samlet og drar med seg mindre kornstørrelser ned mot bunnen. En oversikt over beregnede synkehastigheter for ulike kornstørrelser basert på Stokes lov og terminalfart og horisontalt spredningspotensial, forutsatt strømhastigheter som gitt tidligere i dette kapittelet er vist i tabell 8. Hvilken strøm som kreves for å holde de ulike kornstørrelsene i vannsøylen iht. Hjulstrøms diagram (transportstrøm) er vist i samme tabell.

Tabell 8: Beregning av synkehastighet og potensiell horisontal spredning

Kornstørrelse	Synkehastighet (m/s)	Potensiell horisontal spredning	Transportstrøm
Leire (0,002 mm)		Ubegrenset	-
Silt (0,002-0,063 mm)	$< 0,002$	$> 6 \text{ km}$	$> 4 \text{ cm/s}$
Fin sand (0,06 mm)	0,002	6,4 km	4-10 cm/s
Middels sand (0,4 mm)	0,11	117 m	
Grov sand (2 mm)	0,3	43 m	
Grus (2-60 mm)	0,3-1,6	8-43 m	10-80 cm/s
Stein (60-600 mm)	1,6-5	3-8 m	80-110 cm/s

På bakgrunn av tabell 8 kan det forventes at grov sand og leire i klumper vil legges seg på sjøbunnen tilknyttet dumpeområdet. Dette antas å utgjøre størstedelen av massene.

Sterk strøm kan medføre spredning av partikkelstørrelser til og med grus i øvre vannlag. Suspenderte fraksjoner mindre enn fin sand vil ha potensiale til å spres langt (flere kilometer). Saltfjorden har økende dybde i strømrretningen vestover, og det er derfor sannsynlig at deler av massene vil kunne transporteres langt vest i Saltfjorden, med gradvis avsetning/sedimentasjon på dypt vann.

Grunnet den sterke strømmen i Saltfjordens lengderetning er det lite sannsynlig at masser vil transporteres inn mot grunnere områder langs Bodøhalvøya eller på tvers av strømrretningen sørover mot Straumøya. Det anses derfor som lite sannsynlig at dumpingen vil kunne påvirke registrerte forekomster av skjellsand og løstliggende kalkalger.

Dumpingen vil kunne påvirke vannsøylen og sjøbunnen i fiskefeltet Herneskagen. Påvirkning av vannsøylen vil være midlertidig og komme pulsvis i perioden det utføres dumping som er estimert å utgjøre fra 6 - 12 uker. Påvirkningen kan medføre at fisk og pattedyr midlertidig unnviker området, men forventes ikke å gi direkte skade på vannlevende organismer.

Sjøbunnen vil kunne bli påvirket av finstoff hovedsakelig i siltfraksjon, ettersom leirfraksjonens sannsynligvis vil transporteres videre vestover. Påvirkningen på sjøbunnen vil avta som funksjon av avstand fra dumpefeltet. Fiskefeltet Herneskagen ligger fra 3 – 10 km fra dumpeområdet og antas å bli noe, men lite påvirket.

Grunnet sterk strøm og stort vanddyp i dumpeområdet vil det være svært vanskelig å gjennomføre avbøtende tiltak for å hindre spredning av finstoff (for eksempel bruk av nedføringsrør eller siltskjørt). Bruk av sugemudring kunne vært aktuelt for å begrense spredning av finstoff fra dumpeområdet, men vil normalt ikke være økonomisk forsvarlig ved tiltak som omfatter mudring av mindre enn 100 000 fm³ masser.

Det vil være nyttig å innhente dokumentasjon på hvordan dumping av masser påvirker området i dumpeområdet og nærliggende interesser og naturverdier for bruk til senere vurderinger. Konsekvenser av dumping skal derfor dokumenteres med målinger som skal vise omfanget av påvirkning på vannsøylen 5 NTU over bakgrunnsverdi. Det skal også innhentes informasjon om strøm og ev. sjikning av vannmassene i området for å få en bedre forståelse av områdets dynamikk.

6.7 Endring av strømforhold

Strømmen som per i dag går gjennom utfyllingsområdet i vest ved Herneskagen vil bli kraftig redusert og man kan forvente en noe sterkere strøm på yttersiden av øyene.

Akkurat hvordan endrede strømforhold vil påvirke området er ikke beregnet, men vil kunne medføre erosjon eller nedslamming av skjellsand og de løstliggende kalkalgene nær fyllingsområdet. Endringene i strømforholdene vil også gi lavere næringstilførsel til grunnene nord for utfyllingsområdet, samt medføre en lavere vannutskifting som kan ha betydning for fortykning av utslipp fra flyplassen.

6.8 Anleggsaktivitet og -støy

Det forventes at økt støy og menneskelig aktivitet i anleggsperioden vil forstyrre fugl i hekkeperioden og dermed medføre redusert hekkeaktivitet nær tiltaksområdet i vest. På bakgrunn av tiltakenes lange varighet, 5 år hvorav 2 år med tiltak i sjø, vil det være vanskelig å unngå aktivitet helt i hekkeperioder. Ifølge konsekvensvurderingen er det forventet at hekkeaktiviteten vil ta seg opp igjen til normalt i nærliggende områder når arbeidene er ferdig.

Anleggsarbeider med fjerning av vegetasjon i hekkeområder bør enten startes opp tidlig på våren før hekking/egglegging eller på høsten etter hekkeperioden. Miljødirektoratet oppgir perioden 15. april til 15. juli som mest aktuell for hekking.

7 OPPSUMMERING AV MILJØRISIKO OG AVBØTENDE TILTAK

Identifisert risiko og mulig konsekvens sammenstilt med planlagte avbøtende tiltak og dokumentasjon/overvåking for de tre tiltaksområdene vest, øst og dumpefelt er gitt i tabell 9 til tabell 11.

Det henvises ellers til 10001444-187075-BO000-S2-NO-0131 *Program for utslippskontroll og resipientovervåking før tiltak, i anleggsfase og i driftsfase* for mer detaljer om planlagt overvåking i anleggsperioden. Dette dokumentet vil bli oversendt til FMNO høsten 2020.

Det skal i tillegg utarbeides en kontroll- og overvåkingsplan for hvordan man skal sikre og dokumentere at vilkårene i tillatelsen fra FMNO blir overholdt.

Tabell 9: Tiltaksområde vest – Identifiserte risiko, konsekvenser, avbøtende tiltak og overvåking/dokumentasjon for tiltak i sjø

Aktivitet	Risiko	Mulig konsekvens	Avbøtende tiltak	Overvåking/ dokumentasjon
Utfylling i sjø	Beslag av sjøbunn	Tap av biotoper og ressurser	Ingen mulig	
	Spredning av forurenset porevann og sediment	Ubetydelig	Ikke vurdert som nødvendig	
	Nitrogen i sprengstein	Ubetydelig	Ikke vurdert som nødvendig	
	Plast i sprengstein	Spredning av plast i vannresipient som kan medføre forurensning og påvirke marint liv	1. Bruk av elektronisk tennsystem 2. Entreprenør utarbeider en plan for hvordan finstoff og plast i sprengstein kan reduseres. 3. Det skal kun benyttes sprengstein fra eksternt dagbrudd ved fylling i sjø under kote -3 og/eller ved fylling fra lekter. 4. Innfylling bak sjeté om mulig ut ifra HMS og fremdrift 5. Kontroll og oppsamling av plast i nærliggende områder	Løpende kontroll og oppsamling i tiltaksområdet og på nærliggende holmer, skjær og strender. Registrering av mengder og type oppsamlet plast.
	Finstoff i sprengstein	Påvirkning av vannsøylen nær tiltaksområdet i anleggsfase (2 år) Permanent tildekking av skjellsand inntil 100 m fra fyllingsfot Midlertidig tildekking av skjellsand og kalkalger nær tiltaksområdet	Som for plast punkt 2-4.	Videoinspeksjon av sjøbunn med skjellsand og kalkalger i 5 faste traséer før, like etter og 2 år etter utfylling i sjø.
	Endring av strømforhold			Som for finstoff i sprengstein.
Peling	Finstoff i boreslam	Ubetydelig	Ikke vurdert som nødvendig	
Samlet	Anleggsaktivitet og -støy	Skade på egg/fugleunger Midlertidig tap av hekkeområder	Unngå anleggsarbeider med fjerning av vegetasjon i potensielle hekkeområder under hekking/eggeklekking (15. april – 15. juli)	

Tabell 10: Tiltaksområde øst - Identifiserte risiko, konsekvenser, avbøtende tiltak og overvåking/dokumentasjon for tiltak i sjø

Aktivitet	Risiko	Mulig konsekvens	Avbøtende tiltak	Overvåking/ dokumentasjon
Utfylling i sjø	Ødeleggelse av sjøbunnsområder	Tap av biotoper	Ingen mulig	
	Spredning av forurenset porevann og sediment	Ubetydelig	Ikke vurdert som nødvendig	
	Nitrogen i sprengstein	Ubetydelig	Ikke vurdert som nødvendig	
	Plast i sprengstein	Spredning av plast i vannresipient som kan medføre forsøpling og påvirke marint liv	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bruk av elektronisk tennsystem 2. Entreprenør utarbeider en plan for hvordan finstoff og plast i sprengstein kan reduseres. 3. Det skal kun benyttes sprengstein fra eksternt dagbrudd ved fylling i sjø under kote -3 og/eller ved fylling fra lekter. 4. Innfylling bak sjeté om mulig ut ifra HMS og fremdrift 5. Kontroll og oppsamling av plast i nærliggende områder. 	
	Finstoff i sprengstein	Liten	Ikke vurdert som nødvendig	
Mudring	Spredning av finstoff	Liten	Ikke vurdert som nødvendig	
Peling	Finstoff i boreslam	Ubetydelig	Ikke vurdert som nødvendig	
Samlet	Anleggsaktivitet og -støy	Liten	Ikke vurdert som nødvendig	

Tabell 11: Dumpeområde (alternativ 3) - Identifiserte risiko, konsekvenser, avbøtende tiltak og overvåking/dokumentasjon for tiltak i sjø

Aktivitet	Risiko	Mulig konsekvens	Avbøtende tiltak	Overvåking/dokumentasjon
Dumping	Ødeleggelse av sjøbunnsområder	Tap av biotoper	Ingen mulig	
	Spredning av finstoff	<p>Fiskefeltet Hernesskagen ligger fra 3 – 10 km fra dumpeområdet.</p> <p>Dumpingen vil kunne påvirke vannsøylen (midlertidig) og sjøbunnen (permanent) i fiskefeltet.</p> <p>Grunnet avstand forventes påvirkningen å være lav.</p>	<p>Grunnet sterk strøm er det vurdert å ikke være mulig å gjennomføre avbøtende tiltak.</p> <p>Nedføring via pumping kan være mulig, men antas å være uforholdsmessig kostbart og kan også være teknisk utfordrende å gjennomføre.</p>	<p>Det skal innhentes informasjon om strøm og vannmassenes hydrografi (tetthet, salinitet og temperatur) i dumpefeltet for å forstå spredningsmekanismer.</p> <p>I tillegg skal faktisk påvirkning på vannsøylen dokumenteres med turbiditetsmålinger i en representativ periode av dumpingens.</p>

8 REFERANSER

Miljøforvaltningen. (u.d.). *Vann-Nett*. (Norges vassdrags- og energidirektoratet (NVE)) Hentet 01 27, 2020 fra <https://vann-nett.no/portal/#/mainmap>

NGI. (2015). *Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for Miljødirektoratet M310 2015. NGI 20120842-01-R. Norges Geotekniske Institutt, Oslo, 2015, pp. 54.*

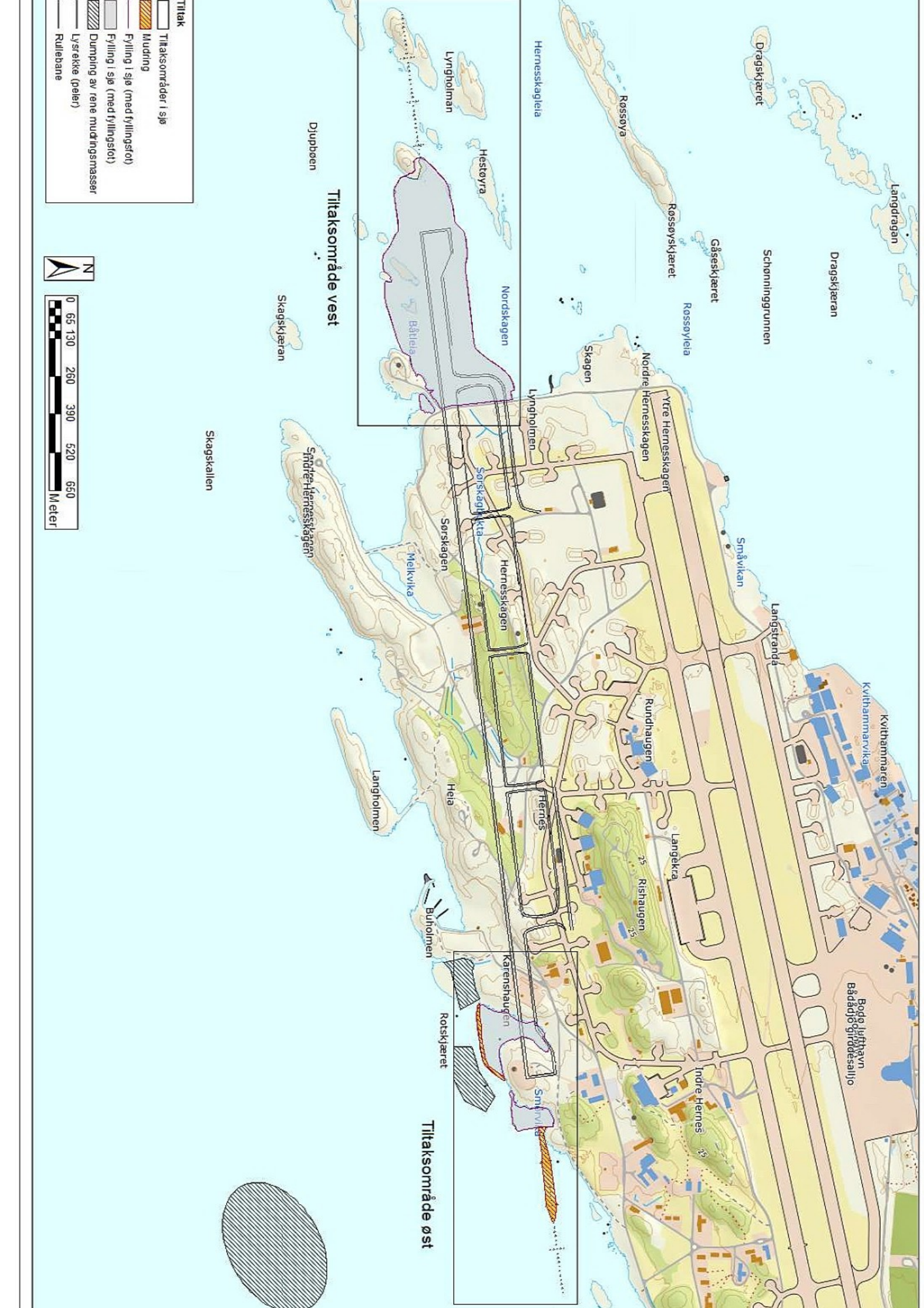
NGI. (2018). *Bodø flystasjon. Tiltaksplan for sanering av lokaliteter forurenset med PFAS. Dok.nr. 20130757-36-R, rev 1.*

Norconsult. (2019). *Ny lufthavn Bodø. Forprosjekt NLBO. Geoteknisk rapport. 1000144-187075-BO000-G1-RA-0004.*

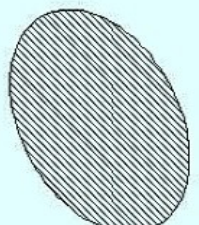
Norconsult. (2019). *Ny lufthavn Bodø. Forprosjekt NLBO. Sjøbelastning. 10001444-187075-BO000-G3-0001.*

Se *havnivå*. (2020, mai 11.). Hentet fra Bodø lufthavn (nordland):
<https://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=271055&city=Bod%c3%b8+lufthavn#tab2>

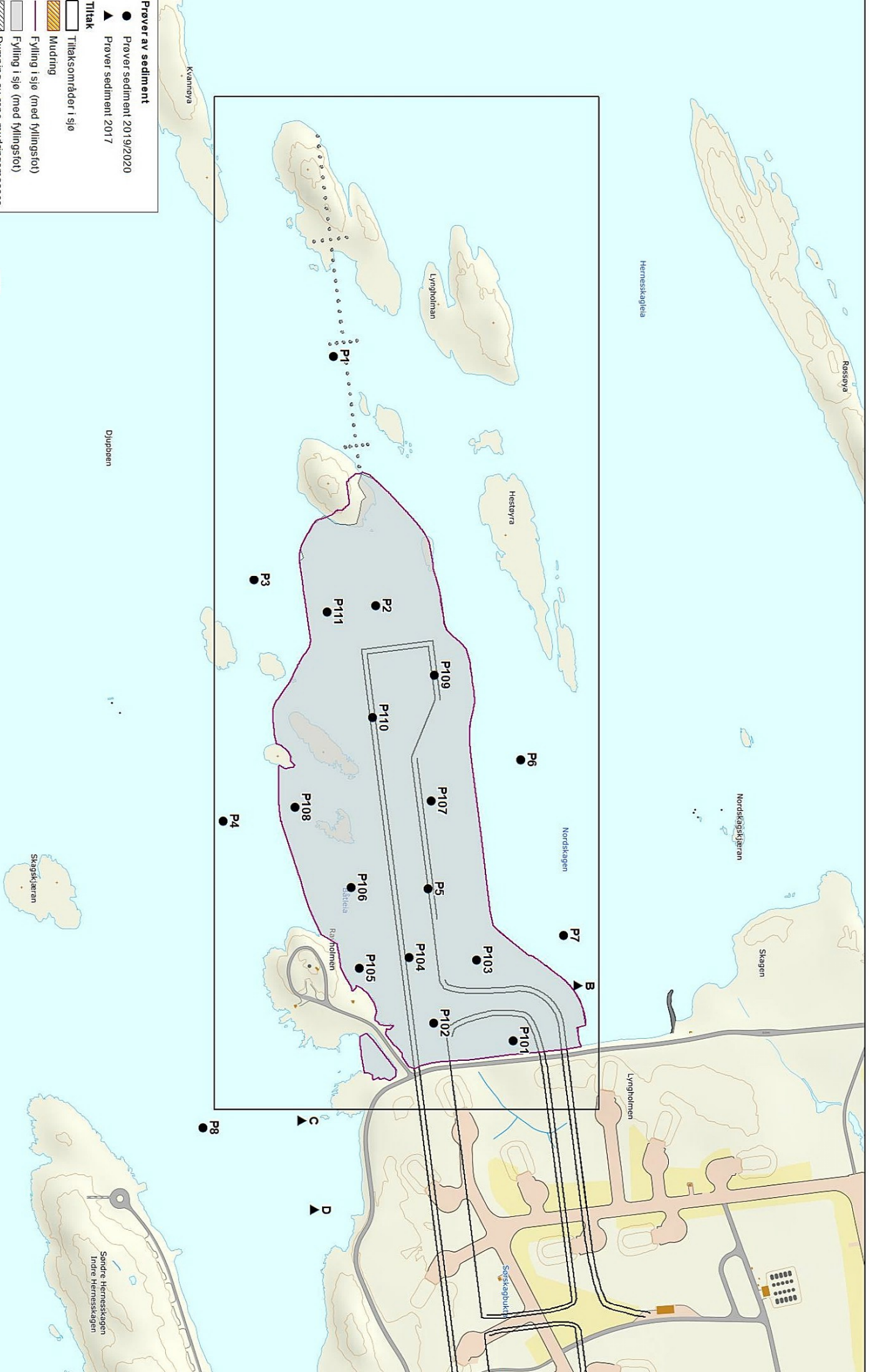
Sweco. (2019). *Konsekvensutredning av ny Bodø lufthavn - Naturmangfold. 10206903-001-rev 00.*

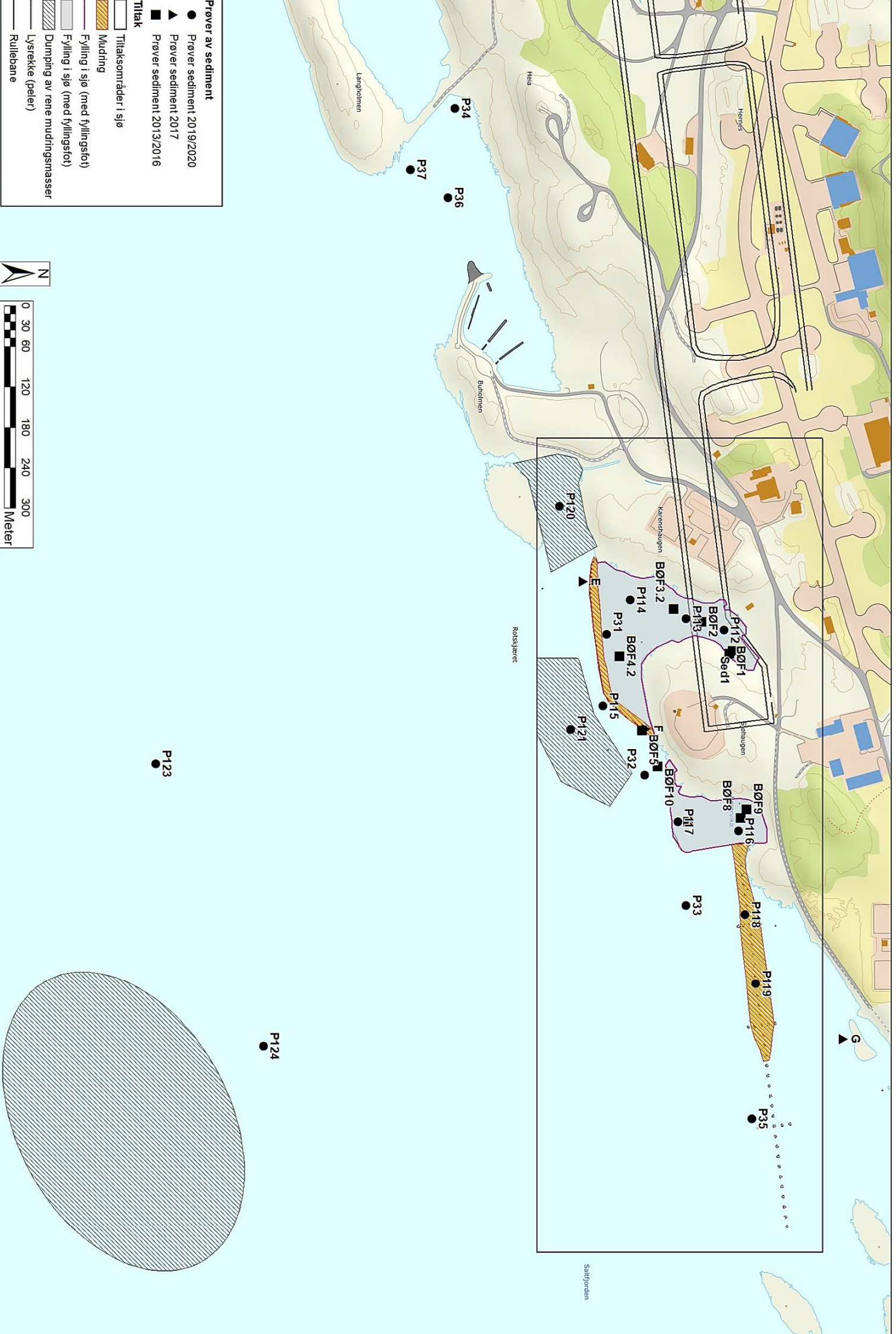


- Tiltak**
- Tiltaksområder i sjø
 - Mudding
 - Fylling i sjø (med fyllingsstøt)
 - Fylling i sjø (med fyllingsstøt)
 - Dumping av rene mudningsmasser
 - Lyserøkke (pøler)
 - Rullebane



- Prøver av sediment**
- Prøver sediment 2019/2020
 - ▲ Prøver sediment 2017
- Tiltak**
- Tiltaksområder i sjø
 - ▨ Mudring
 - ▨ Fylling i sjø (med fyllingsstøt)
 - ▨ Fylling i sjø (med fyllingsfot)
 - ▨ Dumping av rene mudringsmasser
 - ▨ Lysrække (pøler)
 - ▨ Rullebane





Lufthavn:						Ny lufthavn Bodø					
Prosjektittel:						Forprosjekt NLBO					
Tittel:						Supplerende kartlegging forurenset sediment					
FE04	28.08.20	For søknad tiltak i sjø				SINUL	BEBRE	SAK			
FB03	06.07.20	Revidert for kommentar				SINUL	BEBRE	SAK			
FB02	11.12.19	For kommentar				SILSOL	SINUL	SAK			
FA01	28.11.19	Intern revisjon				SILSOL	SINUL	SAK			
Revisjon	Dato	Tekst				Laget	Kontrollert	Godkjent			
Logo:					Etg.	System	Antall sider:				
					000	102	Side 1 av 16				
Prosjektnr.	Kontraktsnr.	Lufthavn/invnr.	Fag:	Dokumenttype:	Løpenummer:	Revisjon:					
10001444	187075	BO000	S2	RA	0117	FE04					

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	3
2	Innledning	4
3	Sedimentundersøkelse	4
3.1	Prøvetakingsprogram	4
3.2	Feltarbeid og observasjoner	7
3.2.1	Innledning.....	7
3.2.2	Oktober 2019	9
3.2.3	Mai 2020	9
3.3	Analyseprogram	9
3.4	Resultater	9
3.5	Vurdering	15
3.5.1	Tiltaksområde vest	15
3.5.2	Tiltaksområde øst.....	15
3.5.3	Dumpeområde	16
4	Konklusjon	16
5	Referanser	16

Vedlegg

- Vedlegg A Sedimentbeskrivelser med bilder
- Vedlegg B Analyserapporter fra Eurofins Environment Testing Norway AS

1 SAMMENDRAG

Avinor planlegger å bygge Ny lufthavn Bodø (NLBO) i et område som har vært brukt som base for luftforsvaret i mange år. Det er tidligere utført omfattende miljøtekniske undersøkelser ved flystasjonen, og det er påvist betydelig forurensning og pågående spredning av perfluorerte stoffer (PFAS, fra brannskum) på land og i overvannssystemet. Det er også funnet lavere konsentrasjoner av PFAS, samt annen forurensning og avfall i andre delområder på land [1].

I tidligere undersøkelser er det også påvist konsentrasjoner av PFOS, PAH og kobber over normverdi i deler av sjøbunnen nært land utenfor flystasjonen [2]. Norconsult har utført supplerende undersøkelser av sjøbunnen for å kartlegge eventuell utbredelse av forurensede sedimenter. Undersøkelsene skal sammen med tidligere undersøkelser oppfylle krav i veileder M350 og M409 og danne grunnlag for søknad til Fylkesmannen i Nordland om tillatelse til tiltak i sjø.

Sedimentundersøkelsene viser at sjøbunnen i tiltaksområdene består av siltig skjellsand og sand med moderat mengde organisk innhold (<10 %), mens sjøbunnen i dumpeområdet består av sandig silt. Det er påvist forurensning av PFOS opp til tilstandsklasse III både i tiltaksområdet vest og øst med avtakende gradient fra kildeområdet på land/fra utslippspunkt. Det er også påvist TBT i tilstandsklasse III i to stasjoner i tiltaksområdet vest og i én stasjon i dumpeområdet. Stasjonene har ikke geografisk tilknytning og forurensningen av TBT anses å være av liten utstrekning. Med unntak av at det er påvist kvikksølv i tilstandsklasse II i dumpeområdet er ellers undersøkte sedimenter i tilstandsklasse I for tungmetaller, PAH og PCB.

Overordnet vurderes sedimentene i undersøkelsesområdet å være rene bortsett fra mindre påvirkninger fra utslippskilder for PFAS nærmest land i vest og innerst i bukta ved brannøvingsfeltet i øst, samt trolig bunnstoff (TBT) fra skipstrafikk i deler av tiltaksområdet i vest og i vestre del av dumpområdet.

2 INNLEDNING

Avinor planlegger å bygge Ny lufthavn Bodø i et område som har vært brukt som base for luftforsvaret i mange år. Det er tidligere utført omfattende miljøtekniske undersøkelser ved flystasjonen, og det er påvist betydelig forurensning og pågående spredning av perfluorerte stoffer (PFAS, fra brannskum) på land og i overvannssystemet. Det er også funnet lavere konsentrasjoner av PFAS, samt annen forurensning og avfall i andre delområder på land [1]. Det er også påvist konsentrasjoner av PFOS, PAH og kobber over normverdi i deler av sjøbunnen nært land utenfor flystasjonen [2].

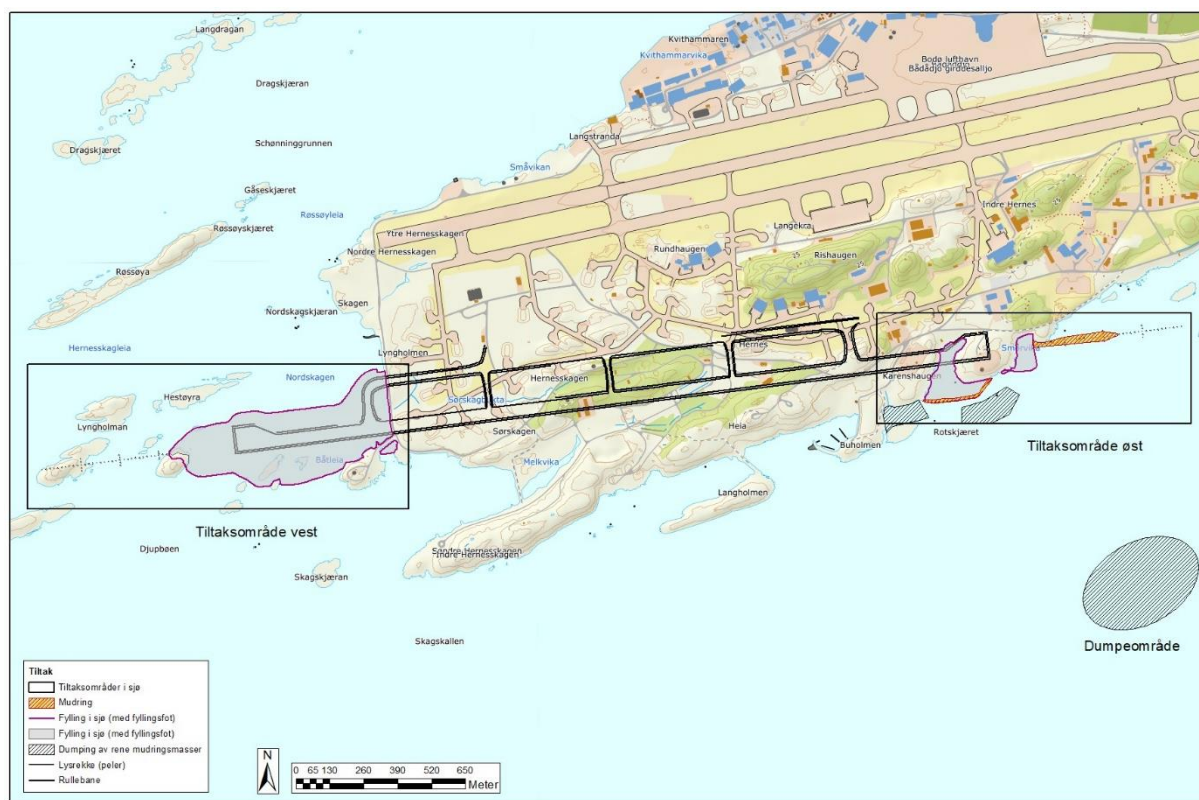
Norconsult har i oktober 2019 og mai 2020 utført supplerende undersøkelser av sjøbunnen for å oppfylle krav til prøvetaking iht. veileder M350 og M409 iht. omfanget av tiltakene i sjø. Undersøkelsene skal sammen med tidligere undersøkelser danne grunnlag for søknad til Fylkesmannen i Nordland om tillatelse til tiltak i sjø.

3 SEDIMENTUNDERSØKELSE

3.1 Prøvetakingsprogram

Tidligere sedimentundersøkelser ved Bodø lufthavn er utført så nært utslippskilder på land som mulig, herunder bl.a. brannøvingsfelt, overvannsutslipp og bekkeutløp [2]. Foreliggende sedimentundersøkelser fra 2019 og 2020 er utført i lenger avstand fra landkildene for å kartlegge eventuell utbredelse av forurenset sjøbunn, samt for å bedre dekke områdene som berøres av tiltak i sjø, som illustrert i figur 1.

Koordinater for prøvepunkter er gitt i tabell 1 og lokalisering av tidligere og nye prøve-stasjoner er vist på kart i figur 2 og figur 3. Tegnforklaring prøvepunkter og omfang av kjemiske analyser i de ulike undersøkelsene er vist i tabell 2.



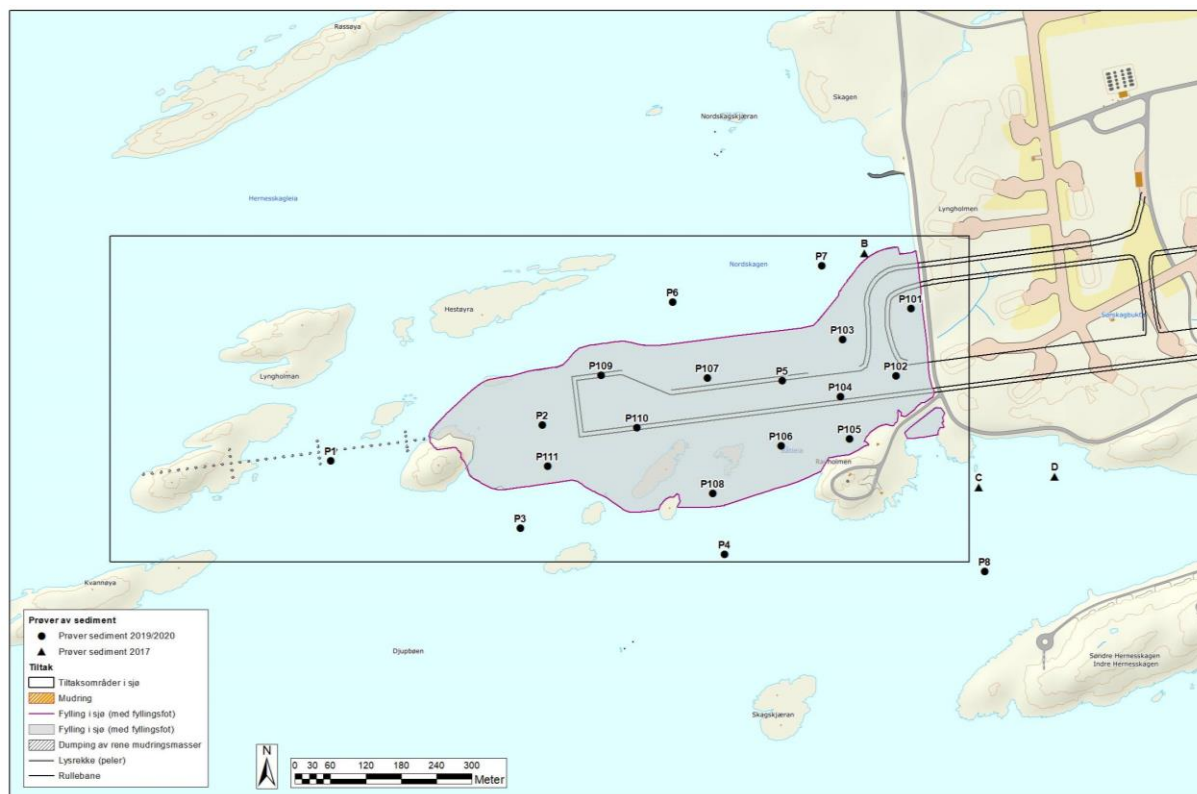
Figur 1: Oversikt over tiltak i sjø for Ny lufthavn Bodø

Tabell 1: Koordinater for sedimentstasjoner prøvetatt i 2019 (P1-P8 og P31-P37) og 2020 (P101-P124). Plassering av grabbskudd er hentet fra kartplotter og ekkolodd hos MS Nordykk.

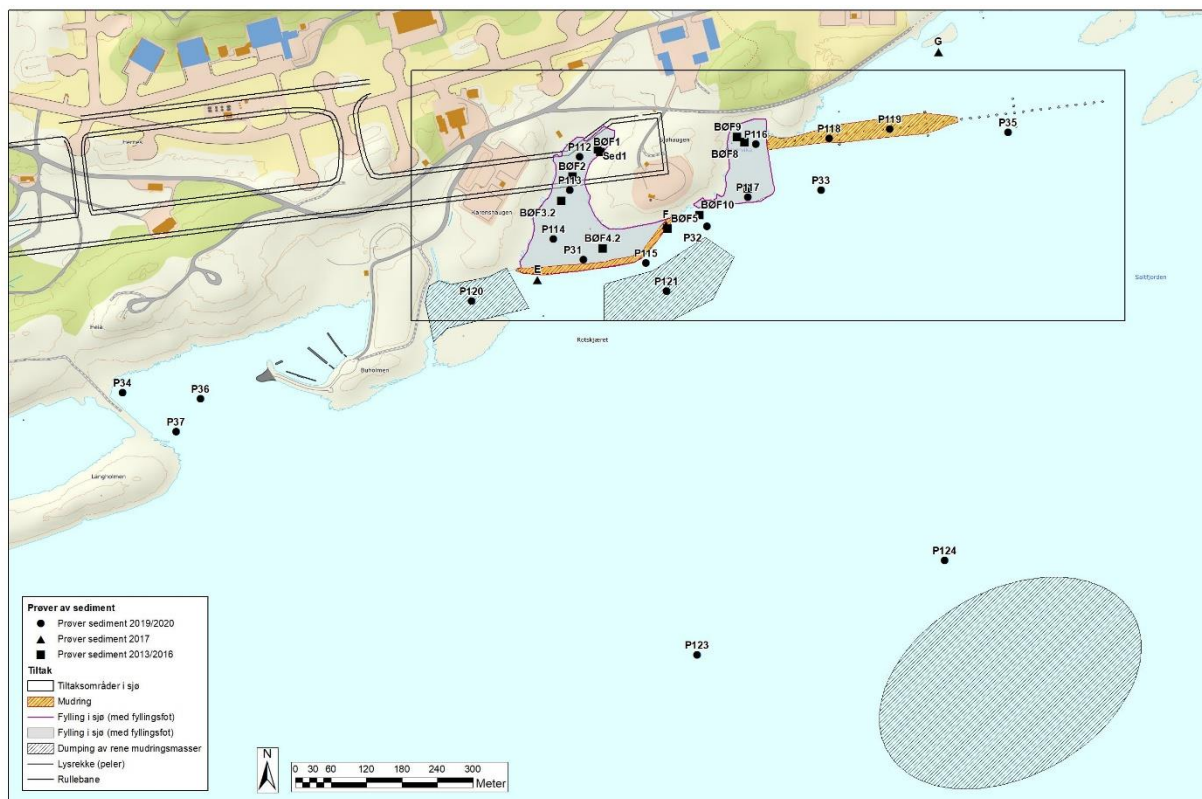
Prøvestasjon	UTM33_N	UTM33_E
P1	7460231	469424
P2	7460288	469784
P3	7460113	469746
P4	7460066	470091
P5	7460360	470192
P6	7460495	470007
P7	7460555	470260
P8	7460034	470533
P31	7460464	472595
P32	7460518	472804
P33	7460578	472998
P34	7460246	471816
P35	7460673	473314
P36	7460235	471947
P37	7460179	471906
P101	7460480	470411
P102	7460366	470385
P103	7460429	470295
P104	7460332	470290
P105	7460260	470305
P106	7460249	470189
P107	7460365	470065
P108	7460169	470072
P109	7460371	469884
P110	7460282	469944
P111	7460218	469792
P112	7460637	472590
P113	7460581	472573
P114	7460499	472545
P115	7460457	472701
P116	7460656	472888
P117	7460567	472874
P118	7460665	473012
P119	7460680	473114
P120	7460395	472406
P121	7460409	472735
P122	7459878	473002
P123	7459795	472782
P124	7459951	473201

Tabell 2: Tegnforklaring til symboler i oversikt over tidligere og nye prøvestasjoner som vist i figur 2.

Årstall	Institusjon	Analyseparametere	Symbol i kart
2013	Forsvarsbygg	TOC, PFC	◊
2016	NGI	TOC, PFC, alifater (1 stk), BTEX (1 stk)	■
2017	NGI	TOC, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, alifater, BTEX	▲
2019/2020	Norconsult	TOC, kornstørrelse, PFAS-30, PCB-7, PAH-16, 8 tungmetaller, TBT	●



Figur 2: Tiltaksområde vest. Prøvestasjoner for sedimentundersøkelser ved Bodø lufthavn.



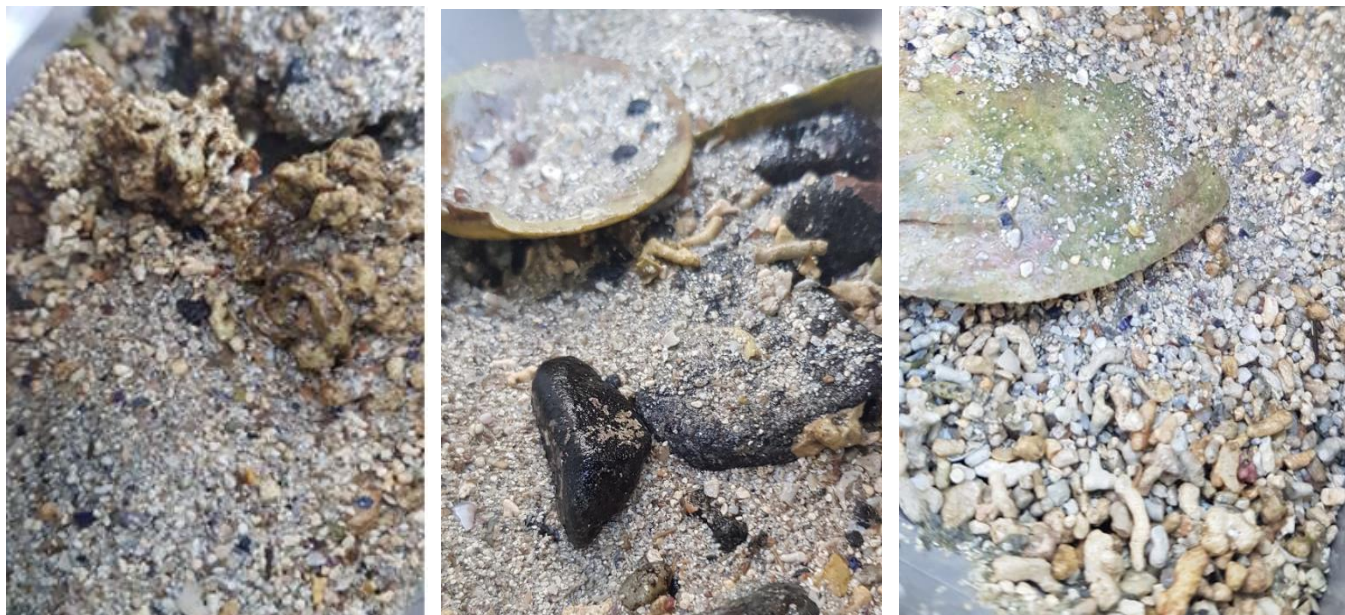
Figur 3: Tiltaksområde øst. Prøvestasjoner for sedimentundersøkelser ved Bodø lufthavn.

3.2 Feltarbeid og observasjoner

3.2.1 Innledning

Sedimentprøvetaking er utført av miljørådgiver Tor-Jørgen Aandahl fra Norconsult. De fleste prøvene er tatt fra båten M/S Nordykk LK2779 med bistand fra Geir A. Sundt. Prøvetaking i stasjon 101, 102, 105, 112 og 116 er utført fra land ved lavvann ved bruk av tørrdrakt.

Beskrivelse av prøvetaking er gitt i kapittel 3.2.2 og 3.2.3. I figur 4 og figur 5 er det vist et utvalg foto som illustrerer typisk sjøbunn innenfor undersøkelsesområdet. Fullstendige sedimentbeskrivelser fra samtlige prøvestasjoner er vedlagt i vedlegg A.



Figur 4: Foto som illustrerer typisk sjøbunn innenfor undersøkelsesområdet. Sjøbunnen består av skjellsand med fragmenter av skjell og korall. Fra venstre: P5-3, P6-1 og P8-4. (Foto: T.J. Aandahl, 2019).



Figur 5: Foto som illustrerer typisk sjøbunn i dumpeområdet på dypt vann. Sjøbunnen består av homogen finsand/silt, med noe sand og skjellrester i overflaten.

3.2.2 Oktober 2019

Sedimentprøvetaking ble utført 7. og 8. oktober 2019. Den 7. oktober var det vindstille, sol og 8 °C, og den 8. oktober blåste det liten østlig kuling og var klarvær og 5 °C.

Det ble tatt ut prøver av de øverste 10 cm med Van Veen grabb fra totalt 15 prøvestasjoner (P1-P8 og P31-P37). Hver sedimentprøve var sammensatt av fire delprøver/grabbskudd fra hver stasjon.

Sedimentene besto hovedsakelig av skjellsand og sand med fragmenter av skjell og korall. Det ble også observert fisk, kråkebolle, krabber og hele skjell i enkelte delprøver. Samtlige prøver var luktfrie.

3.2.3 Mai 2020

Sedimentprøvetaking ble utført 26. og 27. mai 2020. Det var gode værforhold med litt vind tidlig på dagen og etter hvert vindstille og 10 °C. Det foreligger ingen bilder fra prøvetaking i stasjon 101, 102, 105, 112 og 116 grunnet fotoforbud i aktuelt område.

Det ble tatt ut prøver av de øverste 10 cm med Van Veen grabb fra totalt 22 prøvestasjoner (P101-P120, P123 og P124), hvorav to stasjoner (P123 og P124) ble tatt på dypt vann i planlagt dumpeområde. Det var ikke mulig å få opp prøve i stasjon P121 og P122 utgikk. Med unntak av stasjon 113 ble hver sedimentprøve sammensatt av fire delprøver/grabbskudd fra hver stasjon.

I planlagt dumpeområde på dypt vann bestod sedimentene av homogen finsand/silt med noe sand og skjell på overflaten. Ellers bestod sedimentene i tiltaksområdet hovedsakelig av skjellsand og sand med fragmenter av skjell og korall. Det ble også observert koraller, kråkebolle, sjøpølser, snegler og hele skjell i enkelte delprøver. Samtlige prøver var luktfrie.

3.3 Analyseprogram

Samtlige sedimentprøver er analysert hos akkreditert laboratorium for prioriterte tungmetaller (As, Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn), polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH₁₆), polyklorerte bifenyler (PCB₇), tinnorganiske forbindelser (TBT m.fl.), vanninnhold, andel leire/silt, totalt organisk karbon (TOC) og tørrstoff. I tillegg er 32 av 37 prøver analysert for per- og polyfluorerte alkylstoffer (PFAS₃₀).

3.4 Resultater

Analyseresultatene er klassifisert iht. gjeldende grenseverdier gitt i veileder 02:2018 «Klassifisering av miljøtilstand i vann» [3]. Klassifiseringssystemet for sedimenter er vist i tabell 3. Analyseresultater for parametere det er gitt grenseverdier for i 02:2018 er klassifisert i tabell 4 til tabell 8, samt illustrert på kart i figur 6 til figur 9. Fullstendige analyserapporter fra laboratorium er gitt i vedlegg B.

Tabell 3: Klassifiseringssystem for vann og sedimenter [3]

I - Bakgrunn	II - God	III - Moderat	IV - Dårlig	V - Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende toksiske effekter

Tabell 4: Analyseresultater klassifisert iht. veileder 02:2018, samt fysiske parametere for sediment-prøvene P1 - P8. Mht. TBT og sum PAH-16 er det benyttet forvaltningsbasert klassifisering. nd = ikke påvist over analysens rapporteringsgrense. ia = ikke analysert.

Parameter	Enhet	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
Tørrstoff	%	69	67	72	76	67	65	67	65,5	
Kornstørrelse < 63 µm	%	21	19	15	22	28	19	14	16,7	
Kornstørrelse <2 µm	% TS	2,8	2,9	1,9	3,4	4,5	2,9	1,9	2,4	
Totalt organisk karbon (TOC)		10000	7940	4810	7870	4500	6690	6710	6550	
Arsen (As)	mg/kg TS	< 0,50	0,58	1,2	1,7	< 0,50	0,67	0,81	0,71	
Bly (Pb)		< 0,50	0,83	1,3	2,3	0,79	1,0	1,2	0,74	
Kadmium (Cd)		0,087	0,11	0,16	0,13	0,10	0,093	0,13	0,12	
Kobber (Cu)		< 0,50	< 0,50	0,69	0,76	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	
Krom (Cr)		1,5	2,9	1,6	2,9	2,2	3,3	2,7	2,1	
Kvikksølv (Hg)		0,002	0,001	< 0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	
Nikkel (Ni)		< 0,50	0,63	0,67	1,2	0,68	0,72	0,71	0,53	
Sink (Zn)		2,1	4,1	3,5	10	3,3	4,7	4,3	2,6	
Sum PAH(16) EPA		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Sum 7 PCB		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Perfluoroktansyre (PFOA)		µg/kg TS	ia	ia	ia	ia	<0,050	ia	<0,050	<0,050
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)			ia	ia	ia	ia	0,064	ia	0,13	0,14
Sum PFAS ¹			ia	ia	ia	ia	0,064	ia	0,13	0,14
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	4,1	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	

¹Sum PFAS er beregnet basert på kun påviste PFAS-forbindelser

Tabell 5 :Analyseresultater klassifisert iht. veileder 02:2018, samt fysiske parametere for sediment-prøvene P31 - P37. Mht. TBT og sum PAH-16 er det benyttet forvaltningsbasert klassifisering. nd = ikke påvist over analysens rapporteringsgrense. ia = ikke analysert.

Parameter	Enhet	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	
Tørrstoff	%	75,4	68,5	66,9	62,3	68,5	67,9	69,6	
Kornstørrelse < 63 µm	%	16	24	15	12	40	12	11	
Kornstørrelse <2 µm	% TS	2,0	3,1	2,4	1,5	6,3	1,7	1,5	
Totalt organisk karbon (TOC)		5380	7750	4510	7020	4270	7120	4640	
Arsen (As)	mg/kg TS	1,3	2,4	0,97	1,2	2,9	0,97	1,7	
Bly (Pb)		2,9	1,9	2,0	1,4	2,6	1,4	1,5	
Kadmium (Cd)		0,092	0,076	0,13	0,15	0,12	0,097	0,099	
Kobber (Cu)		1,6	1,3	1,0	1,1	0,91	0,85	1,1	
Krom (Cr)		14	6,8	10	7,2	4,8	8,0	5,1	
Kvikksølv (Hg)		0,002	0,004	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	
Nikkel (Ni)		3,1	2,1	2,1	1,8	1,7	1,8	1,8	
Sink (Zn)		16	11	11	8,5	8,2	8,6	6,5	
Sum PAH(16) EPA		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Sum 7 PCB		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Perfluoroktansyre (PFOA)		µg/kg TS	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)			0,065	0,055	<0,050	<0,050	0,09	<0,050	<0,050
Sum PFAS ¹			0,065	0,055	nd	nd	0,090	nd	nd
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	

¹Sum PFAS er beregnet basert på kun påviste PFAS-forbindelser

Tabell 6: Analyseresultater klassifisert iht. veileder 02:2018, samt fysiske parametere for sedimentprøvene P101 – P108. Mht. TBT og sum PAH-16 er det benyttet forvaltningsbasert klassifisering. nd = ikke påvist over analysens rapporteringsgrense. ia = ikke analysert.

Parameter	Enhet	P101	P102	P103	P104	P105	P106	P107	P108
Tørrstoff	%	74	80,5	69,8	71,8	75,2	70,9	72,9	71,5
Kornstørrelse < 63 µm	%	5,5	9,9	6,3	4,0	80	5,6	10,6	10,9
Kornstørrelse <2 µm	% TS	<1,0	1,3	<1,0	<1,0	14	<1,0	1,6	1,6
Totalt organisk karbon (TOC)		6510	5810	4950	4980	8120	5210	7340	5990
Arsen (As)		1,1	1,9	0,52	0,65	1,7	0,73	1,3	0,93
Bly (Pb)		1,8	2,4	1,2	0,76	4,7	1,1	1,1	0,67
Kadmium (Cd)		0,095	0,10	0,11	0,13	0,15	0,13	0,19	0,05
Kobber (Cu)		0,88	1,9	< 0,50	< 0,50	2,9	0,52	0,53	1,2
Krom (Cr)	mg/kg TS	11	10	2,3	1,8	31	1,8	1,5	1,4
Kvikksølv (Hg)		0,008	0,007	0,013	0,012	0,034	0,035	0,018	0,008
Nikkel (Ni)		2,2	4,1	0,56	0,59	7,5	0,64	0,50	0,61
Sink (Zn)		13	14	4,0	3,4	37	9,0	3,6	3,6
Sum PAH(16) EPA		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sum 7 PCB		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Perfluoroktansyre (PFOA)		0,11	<0,050	0,061	<0,050	<0,050	0,059	0,13	0,06
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg TS	1,7	0,4	0,077	0,089	0,25	0,059	0,13	<0,050
Sum PFAS ¹		2,5	0,40	0,14	0,089	0,25	0,12	0,38	0,060
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	15	<2,5

¹Sum PFAS er beregnet basert på kun påviste PFAS-forbindelser

Tabell 7: Analyseresultater klassifisert iht. veileder 02:2018, samt fysiske parametere for sedimentprøvene P109-P116. Mht. TBT og sum PAH-16 er det benyttet forvaltningsbasert klassifisering. nd = ikke påvist over analysens rapporteringsgrense. ia = ikke analysert.

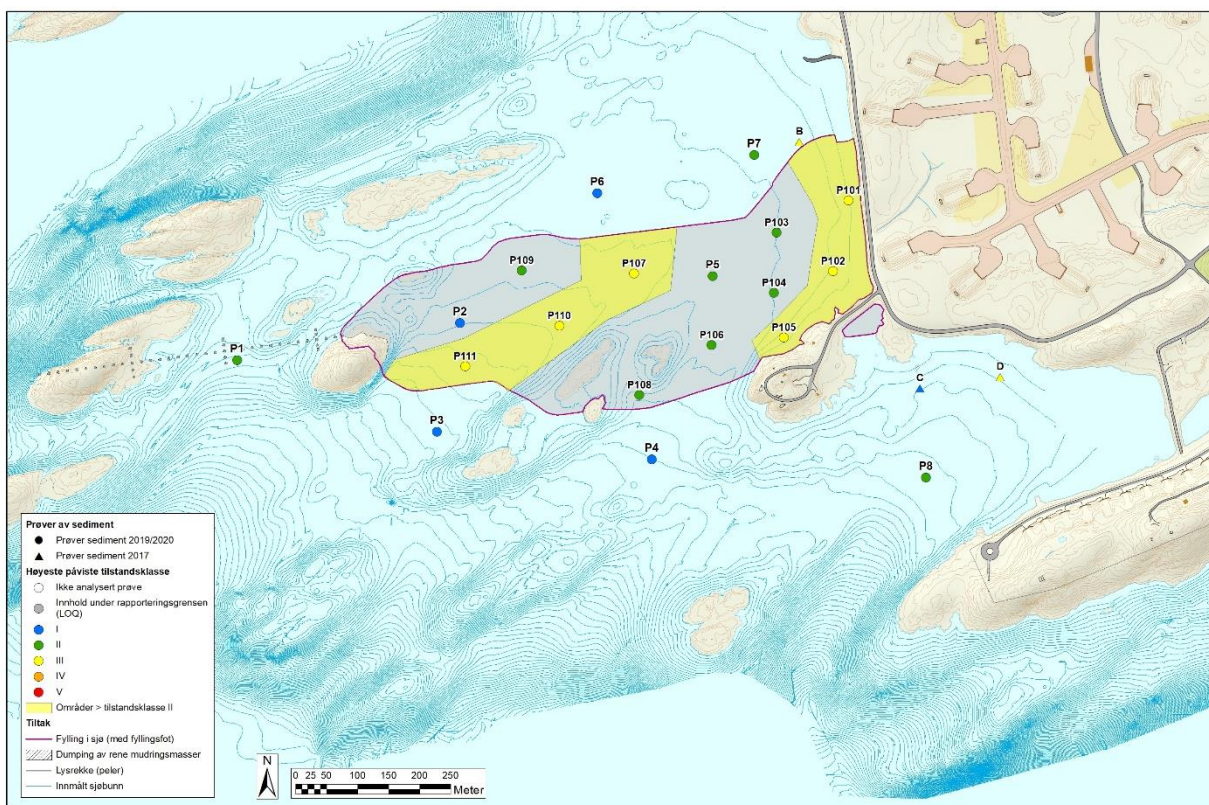
Parameter	Enhet	P109	P110	P111	P112	P113	P114	P115	P116
Tørrstoff	%	66	69,2	74,8	75	81,6	72	60	76
Kornstørrelse < 63 µm	%	8,9	9,5	8,7	18,9	6,7	6,7	13	3,9
Kornstørrelse <2 µm	% TS	1,1	1,4	1,3	1,7	<1,0	<1,0	1,4	<1,0
Totalt organisk karbon (TOC)		5110	4410	4200	3110	2910	3110	6130	2640
Arsen (As)		0,92	2	1	2,8	1,8	2	2,3	1,4
Bly (Pb)		1,1	1,6	1,1	3,9	3,2	2,1	2,7	2,8
Kadmium (Cd)		0,16	0,17	0,2	0,11	0,073	0,079	0,12	0,081
Kobber (Cu)		< 0,50	0,81	0,53	5,6	2,6	1,4	2,5	1,4
Krom (Cr)	mg/kg TS	3	3,2	1,8	17	14	10	8,7	18
Kvikksølv (Hg)		0,012	0,022	0,006	0,009	0,01	0,008	0,022	0,006
Nikkel (Ni)		0,78	1,4	0,51	7,3	4,9	2,8	4,0	3,8
Sink (Zn)		4,5	5,7	3,1	26	21	13	16	22
Sum PAH(16) EPA		nd	nd	nd	0,056	nd	nd	nd	nd
Sum 7 PCB		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Perfluoroktansyre (PFOA)		0,11	0,074	0,077	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,053
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg TS	0,078	0,10	0,13	1,8	0,21	0,068	0,074	0,11
Sum PFAS ¹		0,19	0,27	0,31	7,8	0,94	0,068	0,074	0,29
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

¹Sum PFAS er beregnet basert på kun påviste PFAS-forbindelser

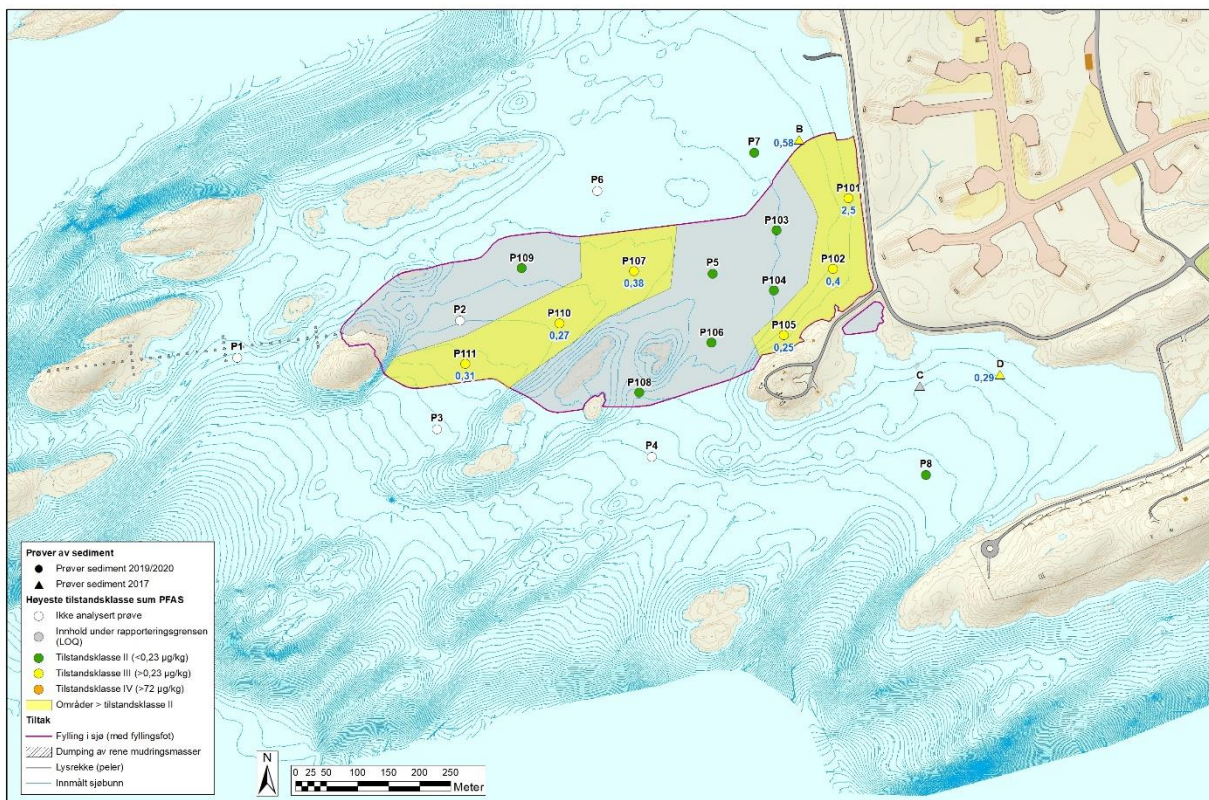
Tabell 8: Analyseresultater klassifisert iht. veileder 02:2018, samt fysiske parametere for sedimentprøvene P117-P120, P122 og P124. Mht. TBT og sum PAH-16 er det benyttet forvaltningsbasert klassifisering. nd = ikke påvist over analysens rapporteringsgrense. ia = ikke analysert.

Parameter	Enhet	P117	P118	P119	P120	P123	P124
Tørrstoff	%	71	67	68	71	72	66
Kornstørrelse < 63 µm	%	13	11	14	11	48	50
Kornstørrelse <2 µm	% TS	1,4	1,7	2,1	1,4	3,5	3,4
Totalt organisk karbon (TOC)		6130	5260	4680	2090	5790	6000
Arsen (As)	mg/kg TS	1,1	0,95	1,0	1,6	3,2	2,6
Bly (Pb)		2,0	1,2	1,8	2,6	7,5	10
Kadmium (Cd)		0,15	0,095	0,13	0,081	0,078	0,069
Kobber (Cu)		1,7	0,72	0,95	1,1	5,3	6,8
Krom (Cr)		9,0	4,7	8,7	11	20	22
Kvikksølv (Hg)		0,016	0,008	0,022	0,007	0,078	0,11
Nikkel (Ni)		2,8	1,2	2,0	2,5	9,7	11
Sink (Zn)		12	6,8	11	13	33	39
Sum PAH(16) EPA		nd	nd	nd	nd	nd	0,021
Sum 7 PCB		nd	nd	nd	nd	nd	nd
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg TS	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)		0,10	0,059	0,059	0,18	0,083	0,13
Sum PFAS ¹		0,10	0,059	0,059	0,18	0,083	0,13
Tributyltinn (TBT)	µg/kg tv	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	16	<2,5

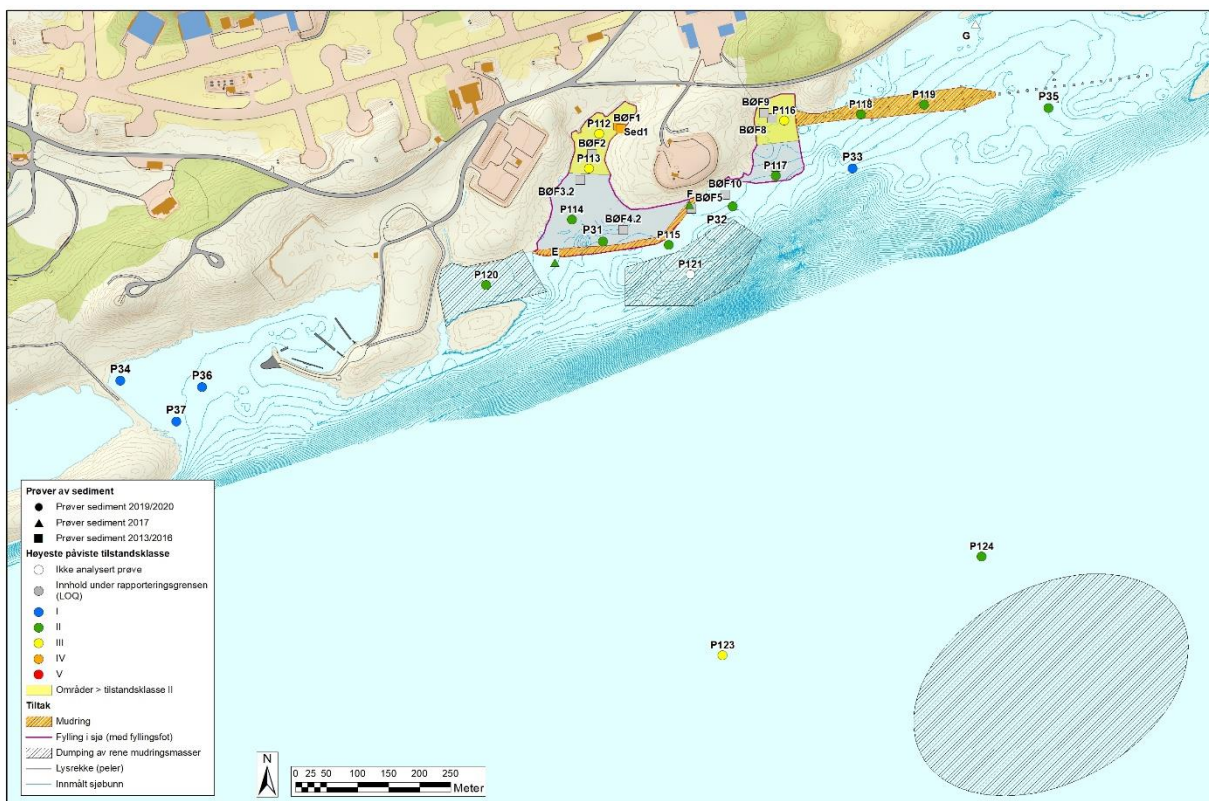
¹Sum PFAS er beregnet basert på kun påviste PFAS-forbindelser



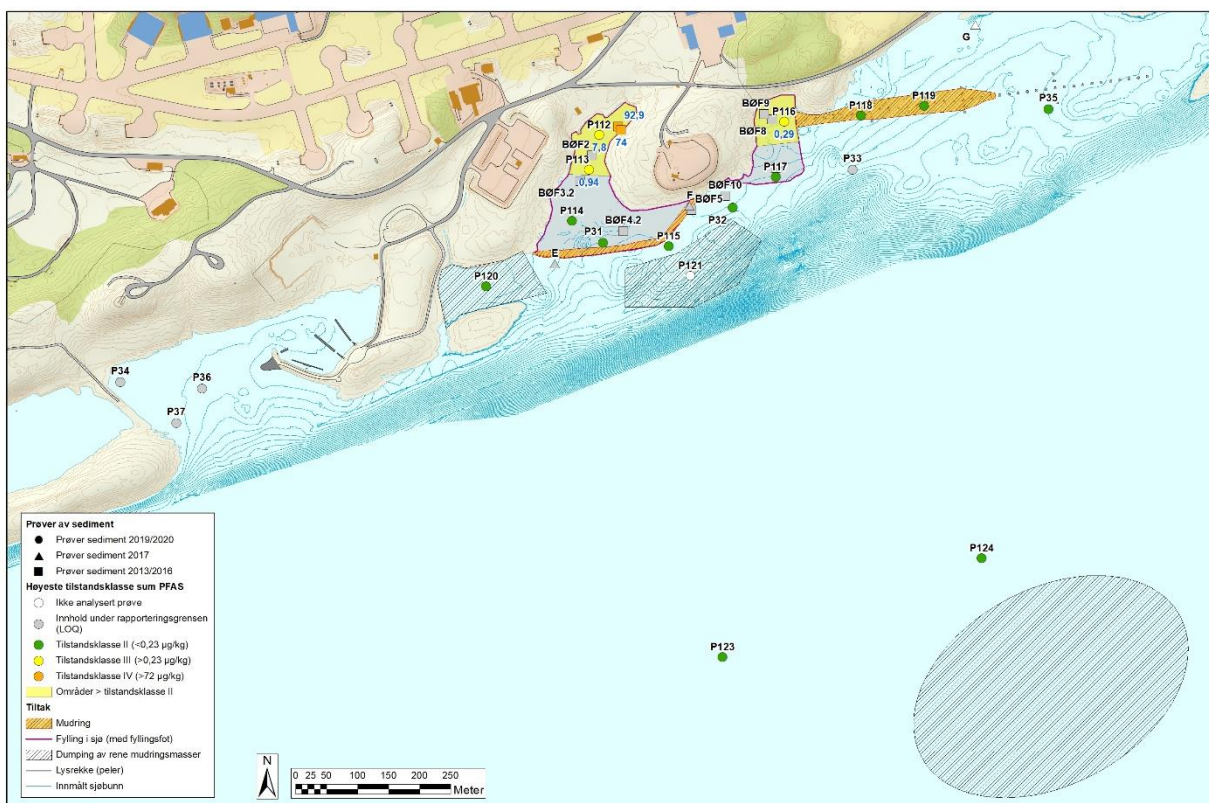
Figur 6: Tiltaksområde vest. Sedimentprøver klassifisert iht. høyeste påviste tilstandsklasse basert på veileder 02:2018. Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS.



Figur 7: Tiltaksområde vest. Sedimentprøver klassifisert iht. påviste konsentrasjoner av sum PFAS (kun påviste konsentrasjoner er inkludert). Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS. Sum PFAS er vist med blå skrift i punkter som er klassifisert som tilstandsklasse 3.



Figur 8: Tiltaksområde øst. Sedimentprøver klassifisert iht. høyeste påviste tilstandsklasse basert på veileder 02:2018. Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS.



Figur 9: Tiltaksområde øst. Sedimentprøver klassifisert iht. påviste konsentrasjoner av sum PFAS (kun påviste konsentrasjoner er inkludert). Tilstandsklasser for PFOS er benyttet i klassifiseringen av sum PFAS. Sum PFAS er vist med blå skrift i punkter som er klassifisert som tilstandsklasse 3.

3.5 Vurdering

3.5.1 Tiltaksområde vest

Sedimentene i tiltaksområdet i vest består i hovedsak av skjellsand med noe sand. Innholdet av finstoff i sedimentet varierer i hovedsak fra 4 - 23 % silt og fra < 1 - 4,5 % leire. Unntaket er stasjon P105, nord for Ravholmen, hvor sedimentet består av 80 % silt med 14 % leire. Organisk innhold varierer mellom 4 og 10 %.

Det er påvist PFOS tilsvarende tilstandsklasse III i tre av stasjonene nærmest land (P101, P102 og P105) og i tilstandsklasse II eller lavere i resterende prøvestasjoner innenfor området som berøres av utfyllingen. Det er påvist PFOA i tilstandsklasse II i 6 av prøvestasjonene som er undersøkt for PFAS₃₀. Andre PFAS som er påvist er 8:2 FTS, PFDeA, PFNA og PFPeA.

Det eksisterer ikke tilstandsklasser for sum PFAS, men ofte benytter man tilstandsklasser for PFOS for å også illustrere graden av PFAS-forurensning på en konservativ måte. I tillegg til stasjonene hvor det er påvist PFOS i tilstandsklasse III kan også stasjon 107, 110 og 111 klassifiseres som tilstandsklasse III mht. sum PFAS ved bruk av tilstandsklasser for PFOS. Det er altså da to sammenhengene arealer med høyere akkumulering av PFAS innenfor utfyllingsområdene.

Det er ikke påvist forurensning av tungmetaller over tilstandsklasse I, og heller ikke PAH og PCB over rapporteringsgrensen. Det er påvist TBT i tilstandsklasse III ved stasjon P107 og i tilstandsklasse II i stasjon P1, men ikke over rapporteringsgrensen i øvrige stasjoner.

3.5.2 Tiltaksområde øst

Sedimentene i tiltaksområdet i øst består i hovedsak av sand og skjellsand. Innholdet av finstoff i sedimentet varierer fra 6,7 - 24 % silt og fra < 1 - 3,1 % leire. Unntaket er stasjon P35, lengst øst, hvor sedimentet består av 40 % silt med 4,5 % leire. Organisk innhold varierer mellom 2 og 8 %.

Det er påvist PFOS tilsvarende tilstandsklasse III i stasjonene nærmest land (P112) nærmest tidligere påvist hotspot for PFOS i bukta vest for brannøvingsfeltet, og i tilstandsklasse II i resterende prøvestasjoner innenfor området som berøres av tiltakene. Det er ikke påvist PFOS i P33 sør for tiltaksområdet i øst eller i bukta mellom Langholmen og Buholmen. Det er kun påvist PFOA i stasjon P116. Andre PFAS som er påvist er 6:2 FTS, 8:2 FTS og PFPeA.

Dersom man benytter tilstandsklasser for PFOS til å også klassifisere konsentrasjoner av sum PFAS, finner man konsentrasjoner i tilstandsklasse III i buktene på begge sider av brannøvingsfeltet (P112, P113 og P116).

Det er ikke påvist forurensning av tungmetaller over tilstandsklasse I, og heller ikke PAH, PCB eller TBT over rapporteringsgrensen.

3.5.3 Dumpeområde

Sedimentene i dumpeområdet som ligger på dypt vann sør for tiltaksområdet i øst består av sandig silt, hvorav silt utgjør hhv. 48 og 50 % og leire hhv. 3,4 og 3,5 %. Organisk innhold er ca. 6 %.

Det er påvist kvikksølv i tilstandsklasse II i begge stasjonene fra dette området, ellers er det ikke påvist forurensning av tungmetaller over tilstandsklasse I, og heller ikke PAH og PCB over rapporteringsgrensen. Det er påvist TBT i tilstandsklasse III i den ene stasjonen i dumpefeltet (P122) mens det i den andre ikke er påvist TBT over rapporteringsgrensen. I tillegg er det påvist PFOS i tilstandsklasse II i begge stasjonene. Det er ikke påvist PFOA eller andre PFAS innenfor dumpeområdet.

4 KONKLUSJON

Sedimentundersøkelsene viser at sjøbunnen i undersøkelsesområdet består av siltig skjellsand og sand med moderat mengde organisk innhold (<10 %).

Det er påvist forurensning av PFOS opp til tilstandsklasse III både i tiltaksområdet i vest og øst med avtakende gradient fra kildeområdet på land/fra utslippspunkt. Det er i tillegg påvist forhøyde konsentrasjoner av sum PFAS tilsvarende tilstandsklasse III i et område noe lenger ut fra land i tiltaksområdet i vest.

Det er også påvist TBT i tilstandsklasse III i én stasjon i tiltaksområdet vest og i én stasjon i dumpeområdet. Stasjonene har ikke geografisk tilknytning og forurensningen av TBT anses å være av liten utstrekning. Med unntak av at det er påvist kvikksølv i tilstandsklasse II i dumpeområdet er ellers undersøkte sedimenter i tilstandsklasse I for tungmetaller, PAH og PCB.

Overordnet vurderes sedimentene i undersøkelsesområdet å være rene bortsett fra påvirkninger fra utslippskilder for PFAS i vest og innerst i bukta ved brannøvingsfeltet i øst, samt trolig bunnstoff (TBT) fra skipstrafikk i mindre deler av tiltaksområdet i vest og i vestre del av dumpeområdet.

5 REFERANSER

- [1] NGI, «Bodø Flystasjon - Samlerapport miljøtekniske grunnundersøkelser 2016,» 2018.
- [2] NGI, «Bodø Flystasjon - Undersøkelse av biota i sjø 2017 - datarapport,» 2017.
- [3] Miljødirektoratet, «Veileder 02:2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann,» 2018.
- [4] Norconsult, «Bodø lufthavn. Skisseprosjekt NLBO - Teknisk beskrivelse,» 2019.

Konsentrasjoner i sedimenter - klassifisert etter miljødirektoratets rapport M-608

	PFOA	PFOS	PFPeA	Sum 30 PFAS	TOC	Sum PCB-7	Naftalen ¹	Acenaflylen ¹	Acenafiten ¹	Fluoren ¹	Fenantren ¹	Anthracen ¹	Fluoranten ¹	Pyren ¹	Benzol(a)antracen ¹	Krysen/Trifenylen ¹	Benzol(b)fluoranten	Benzol(k)fluoranten	Benzol(g)pyren ¹	Indeno[1,2,3-cd]pyren	Dibenz(a,h)antracen	Benzol(ghi)perylene	Sum PAH(L6) EPA
	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	% TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Område A	<0,10	<0,10	<0,20	<3,8	1,0	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,056
Område B	<0,10	0,32	0,26	4,2	1,6	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Område C	<0,10	<0,10	<0,20	<3,8	1,4	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Område D	<0,10	0,29	<0,20	4,0	0,5	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Område E	<0,10	<0,10	<0,20	<3,8	0,9	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,023	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,071
Område F	<0,10	<0,10	<0,20	<3,8	0,5	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Område H	<0,10	<0,10	<0,20	<3,8	0,5	i.p.	0,019	0,14	0,058	1,00	0,62	0,16	1,00	0,89	0,80	0,68	1,1	0,36	0,84	0,11	0,52	0,51	7,8
Referansestasjon	<0,10	<0,10	<0,20	<3,8	0,4	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Klasse 1	-	-	-	0,002	0,002	0,0016	0,0024	0,0068	0,0068	0,008	0,008	0,0036	0,0036	0,0052	0,0036	0,0036	0,09	0,09	0,006	0,02	0,012	0,018	0,018
Klasse 2	71	0,23	0,041	0,027	0,096	0,033	0,096	0,15	0,78	0,4	0,084	0,06	0,14	0,84	0,06	0,06	0,14	0,135	0,183	0,063	0,027	0,084	0,084
Klasse 3	-	72	0,043	1,754	0,085	0,085	0,195	0,694	2,5	0,4	0,84	0,501	0,14	8,4	0,501	0,501	0,14	0,135	0,23	0,063	0,273	0,084	0,084
Klasse 4	-	-	0,430	8,769	8,5	8,5	19,5	34,7	25	0,295	2	8,4	2	8,4	50,1	50,1	10,6	7,4	13,1	2,3	2,73	1,4	1,4
Klasse 5	-	-	>0,430	>8,769	>8,5	>8,5	>19,5	>34,7	>25	>0,295	>2	>8,4	>2	>8,4	>50,1	>50,1	>10,6	>7,4	>13,1	>2,3	>2,73	>1,4	>1,4

i.p. = Ikke påvist

¹ Deteksjonsgrense er høyere enn øvre grense for klasse 1

	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Krom 3 (beregnet)	Kvikksølv (Hg)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Krom VI (Cr6+)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Alifater C5-C35	Benzen	Toluen	Etylbenzen	Xylener (sum)	Total tørrestoff gjeldetap	Total tørrestoff
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg tv	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	% tv	%
Område A	1,9	3,1	0,12	18	0,001	2,6	18	<0,5	5,0	22	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	1,7	76,5	
Område B	1,5	2,2	0,100	5,5	<0,001	1,1	5,5	<0,5	1,9	8,7	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	2,8	77,1	
Område C	2,2	1,7	0,064	5,7	<0,001	1,6	5,7	<0,5	2,5	10,0	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	2,4	80,5	
Område D	1,2	0,98	0,039	4,3	<0,001	<0,50	4,3	<0,5	1,1	6,4	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	0,8	86,8	
Område E	1,1	2,8	0,12	13	0,001	1,4	13	<0,5	2,7	15	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	1,6	76,8	
Område F	2,6	3,4	0,100	25	0,004	36	25	<0,5	6,7	31	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	0,9	89,5	
Område H	1,7	2,8	0,073	19	0,001	1,6	19	<0,5	6,0	27	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	0,9	85,0	
Referansestasjon	1,3	1,6	0,018	2,0	<0,001	0,96	2,0	<0,5	1,3	7,8	i.p.	<0,010	<0,010	<0,010	0,7	86,7	
Klasse 1	15	25	0,2	60	0,05	20	60		30	90							
Klasse 2	18	150	2,5	660	0,52	84	660		42	139							
Klasse 3	71	1480	16	6000	0,75	84	6000		271	750							
Klasse 4	580	2000	157	15500	1,45	147	15500		533	6690							
Klasse 5	> 580	2000 - 2500	> 157	> 15500	> 1,45	> 147	> 15500		> 533	> 6690							

i.p. = Ikke påvist


Resultater sedimentprøver

Grenseverdier*

Prøveparameter	Enhet	Sed 1	BØF sed.1	BØF sed.2	BØF sed 3.2	BØF sed 4.2	BØF sed 5	BØF sed 7	BØF sed 8	BØF sed.9	BØF sed 10	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V	Miljøkvalitetsstandarder for kystvann (µg/kg TS) er hentet fra
	Profil/antall grabbskudd		0-0,1m/1	0-0,1m/1	0-0,1m/1	0-01,m/3	0-0,1m/6	0-0,1m/1	0-0,1m/1	0-0,1m/1	0-0,1m/1	Bakgrunn	AA-EQS	MAC-EQS		Omfattende akutt toksiske effekter	
Tørrstoff	%		84	79	69	70	76	70	77	80	75						
Totalt organisk karbon (TOC)	% TS		0,29		0,19	2,9	0,59	1,4	0,6		0,18						
6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	µg/kg tv	53,4	26	< 2,45	< 2,45	< 2,67	< 3,48	< 3,07	< 2,49	< 3,50	< 3,37						
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	µg/kg tv		10	< 3,27	< 3,27	< 3,56	< 4,64	< 4,10	< 3,32	< 4,67	< 4,49						
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	µg/kg tv		< 2,37	< 2,45	< 2,45	< 2,67	< 3,48	< 3,07	< 2,49	< 3,50	< 3,37						
Perfluorbutansyre (PFBA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluordekansulfonat (PFDS)	µg/kg tv		< 2,37	< 2,45	< 2,45	< 2,67	< 3,48	< 3,07	< 2,49	< 3,50	< 3,37						
Perfluordekansyre (PFDeA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluordodekansyre (PFDoA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	µg/kg tv		< 2,37	< 2,45	< 2,45	< 2,67	< 3,48	< 3,07	< 2,49	< 3,50	< 3,37						
Perfluorheksansyre (PFHxA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	µg/kg tv		< 2,37	< 2,45	< 2,45	< 2,67	< 3,48	< 3,07	< 2,49	< 3,50	< 3,37						
Perfluorheptansyre (PFHpA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluorononansyre (PFNA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluorpentansyre (PFPeA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluortetradekansyre (PFTA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluortridekansyre (PFTrA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluorundekansyre (PFUnA)	µg/kg tv		< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25						
Perfluoroktansyre (PFOA)	µg/kg tv	<2	< 1,58	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25		71				M-608/2016
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	µg/kg tv	39,5	37	< 1,64	< 1,64	< 1,78	< 2,32	< 2,05	< 1,66	< 2,33	< 2,25		0,23	72			Vannforskriften og M-608/2016
Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	µg/kg tv	92,9	74	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.						
Alifater >C12-C16	mg/kg TS		7,2														
Nedbrytning av C17 og C18			Delvis nedbrutt														
Benzen	mg/kg TS		< 0,010														
Toluen	mg/kg TS		< 0,010														
Etylbenzen	mg/kg TS		< 0,010														
Xylener (sum)	mg/kg TS		< 0,030														
Beskrivelse av sedimentprøve		Prøve tatt av Forsvarsbygg, 2013	Prøve tatt med håndskovel ved fjære. 0-0,05m: lys brun skjellsand, 0,05-0,09m: oljeluktende svart sand og silt, 0,09-0,1m: grå silt og leire	Prøve tatt med håndskovel ved fjære. 0-0,05m: grå sand, 0,05-0,1m: grå skjellsand	Prøve tatt med grabb fra båt. Grå og mørk grå silt. Kraftig marin lukt.	Prøve tatt med grabb fra båt. Stein, skjellsand, skjell, tang, krabber og lilla koraller	Prøve tatt med grabb fra båt. Stein, skjellsand, noe silt, lilla koraller, kråkeboller	Prøve tatt med grabb fra båt. Stein, skjellsand, noe silt, skjell, lilla koraller	Prøve tatt med grabb fra båt. Stein, skjellsand, noe silt, skjell, lilla koraller	Prøve tatt med grabb fra båt. Stein, skjellsand, noe silt, skjell, lilla koraller	Prøve tatt med grabb fra båt. Håndskovel ved fjære. 0-0,1m: Grå skjellsand og silt						Prøve tatt med grabb fra båt. Skjellsand, stein, noe silt og kråkeboller

i.p. ikke påvist over analysemetodens rapporteringsgrense

*Klassifiseringssystemet for sedimenter er beregnet til bruk for finkornet sediment, bestående av leire og/eller silt. Sedimenter med innslag av grus eller grov sand vil ikke være egnet for vurdering gjennom dette systemet. Det er lagt til grunn et innhold av organisk karbon i sedimentet på 1%

Lufthavn: Ny lufthavn Bodø						
Prosjektittel: Forprosjekt NLBO						
Tittel: Geoteknisk rapport						
FE06	27.04.20	For bruk i forprosjekt		VIKREN/ GUNHEN	ESPKAR	SAK
FA05	19.03.20	Tverrfaglig kontroll		ESKAR/ VIKREN	GUNHEN	SAK
SE04	19.06.19	For implementering		ESPKAR	VIKREN	SAK
SB03	08.02.19	For kommentar		OE/ESPKAR	GUNHEN	SAK
SA02	31.01.19	Tverrfaglig kontroll		OE/ESPKAR	GUNHEN	SAK
SA01	30.01.30	Intern utgave		OE/ESPKAR	GUNHEN	SAK
Revisjon	Dato	Tekst		Laget	Kontrollert	Godkjent
Logo:			Etg.	System	Antall sider:	
			000	000	Side 1 av 40	
Prosjektnr.	Kontraktsnr.	Lufthavn/invnr.	Fag:	Dokumenttype:	Løpenummer:	Revisjon:
10001444	187075	BO000	G1	RA	0002	FE06

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	4
2	Innledning.....	6
3	Grunnforhold og utførte grunnundersøkelser	7
3.1	Befaring.....	7
3.2	NGU og Skrednett.....	7
3.2.1	Løsmassekart NGU.....	7
3.2.2	Skrednett.....	7
3.3	Historiske flyfoto	8
3.4	Insar radarmåling	9
3.5	Innsamlede data fra tidligere undersøkelser	10
3.6	Utførte grunnundersøkelser for prosjektet.....	10
3.7	Grunnforhold	11
4	Prosjekteringsforutsetninger.....	12
4.1	Innledning	12
4.2	Grunnforhold	12
4.2.1	Innledning.....	12
4.2.2	På land.....	12
4.2.3	Sjøsiden mot vest.....	12
4.2.4	Sjøsiden mot øst og sør	12
4.3	Styrende dokumenter.....	13
4.4	Klassifisering.....	13
4.4.1	Geoteknisk kategori.....	13
4.4.2	Konsekvens og pålitelighetsklasse	13
4.4.3	Krav til kvalitetssystem og prosjekteringskontroll	13
4.4.4	Fastsettelse av tiltaksklasse jfr. PBL.....	14
4.5	Partialkoeffisienter for jordparametere og påvirkning.....	14
4.6	Områdestabilitet	14
4.7	Dimensjonering for seismisk påvirkning.....	15
5	Tiltak for landareal	16
5.1	Innledning	16
5.2	Fylling og fundamentering av banesystemet	16
5.3	Fundamentering av bygg og konstruksjoner	17
5.3.1	Innledning.....	17
5.3.2	Gravesikring	18
5.4	Skjæringer og fyllinger	19
6	Behov for masseutskiftning i vest	21

6.1	Innledning	21
6.2	Avfall og grunnforhold i fyllinger	21
6.3	Nødvendig masseutskiftning	23
6.3.1	Innledning.....	23
6.3.2	Områder i vest.....	23
6.3.3	Resterende områder	23
6.4	Sammendrag og foreløpige konklusjoner for masseutskiftning i vest	24
7	Stabilitet og setninger – sjøfylling vest	25
7.1	Innledning	25
7.2	Terreng og grunnforhold	25
7.3	Grunnens materialeegenskaper	26
7.3.1	Innledning.....	26
7.3.2	Tolkede geotekniske parametere	26
7.4	Stabilitet	27
7.5	Fylling mot nord	27
7.6	Fyllingsfront mot sør	28
7.7	Setninger for sjøfylling i vest	28
7.8	Anleggsteknikk for sjøfylling i vest	28
8	Stabilitet og setninger - sjøfylling øst	29
8.1	Innledning	29
8.2	Terreng og grunnforhold	29
8.3	Grunnens materialeegenskaper	30
8.3.1	Innledning.....	30
8.3.2	Tolkning av ødometer- og treaksialforsøk.....	31
8.3.3	Geotekniske styrkeparametere	32
8.3.4	Geotekniske stivhetsparametere	33
8.4	Stabilitet- og setningsberegninger	33
8.4.1	Innledning.....	33
8.4.2	Beregnet profil	33
8.4.3	Stabilitet	35
8.4.4	Setninger.....	36
8.5	Anleggsteknikk for sjøfylling i øst	37
9	Innflygningslys	38
10	Videre arbeider	39
11	Referanser	40

1 SAMMENDRAG

Omfang

Foreliggende rapport gir en beskrivelse av grunnforhold og overordnede geotekniske vurderinger som er gjort i forprosjekt for Ny lufthavn Bodø. Tekst og figurer er tilpasset anbefalt alternativ 1E (1E-SP3-R3). Det er dette alternativet som totalt sett gir minst fyllinger i sjø. Andre alternativer er også vurdert og omtalt i eget notat *10001444-187075-BO000-C1-NO-0116 Plassering av rullebane*.

Det er utført grunnundersøkelser konkret for prosjektet, både boringer og refraksjonsseismiske undersøkelser. Informasjonen om grunnforhold er også hentet fra undersøkelser utført for andre prosjekter i området og fra offentlig tilgjengelig informasjon.

Grunnforhold

Inne på land preges området av øst-vestgående høydedrag med små dybder til berg. Mellom høydedragene består øvre lag av løsmassene av sand og grus over fast moreneleire. I flere områder er de opprinnelige løsmassene dekket av fyllmasser. Dybder til berg varierer mellom 1 meter til drøyt 20 meter i borpunktene.

På sjøsiden mot vest er det en del oppstikkende holmer og skjær. Der det er løsmasser av betydning, er det et lag med skjellsand og siltig leire over fast moreneleire. Det øvre laget har tykkelse varierende mellom 1 – 4 meter, og dybder til berg varierer mellom tilnærmet bart berg og drøyt 10 meter.

Sjøområdet i øst preges av et relativt grunt område med oppstikkende holmer og skjær nærmest land. Videre sørover skråner sjøbunnen mot sør ned til store dybder. Løsmassene består generelt av sand som dekker bløt leire av varierende mektighet. De utførte totalsonderingene viser løsmassemektigheter varierende mellom 0 og opp mot 20 meter. Størst registrert leirmektighet er ca. 7 meter i et søkk i skråningen ned mot fjordbunn. Leiren er klassifisert som mulig sprøbruddsmateriale i deler av området, som utløser krav om utredning av områdestabilitet. Utredningen er presentert i eget notat, *10001444-187075-BO000-G1-NO-0111 Områdestabilitet i sjø – østre del*.

Klassifisering

Prosjektet plasseres i konsekvensklasse og pålitelighetsklasse 3. Tiltaksklasse i henhold til Plan- og Bygningsloven er satt til klasse 3. Dette setter krav om utvidet og uavhengig kontroll.

Landareal og konstruksjoner på land

Under rullebaner og andre flybevegelsesområder forutsettes det å fjerne fyllinger dersom de inneholder avfall som kan gi setninger, før man etablerer kvalitetsfyllinger av friksjonsmasser. For arealer med naturlig avsatte masser antas det å kunne fylles opp på disse, uten at det er behov for spesielle tiltak. Stedlig berg har ikke tilstrekkelig kvalitet for overbygning. Denne steinen må hentes eksternt.

Der det ikke stilles krav til setninger, som grøntarealer, sikkerhetssoner og lignende, er det vurdert ikke å være nødvendig med fjerning av gamle fyllinger. Dette forutsetter at de ikke representerer en miljørisiko.

Fundamentering av bygg og andre konstruksjoner på landsiden er ikke vurdert i detalj. En del av fundamentene vil bli stående rett på berg. Foreløpige vurdering har konkludert med at løsmassene generelt egner seg for direktefundamentering. Store konsentrerte laster bør føres til berg. Der det er løsmasser i fundamentnivå, er løsninger med pilarer eller pelers aktuelle, avhengig av dybde til berg.

Byggegroper og grøfter forventes i all hovedsak å kunne utføres uten spesielle sikringstiltak ut over utslaking av graveskråninger og pumping av grunnvann der gravenivået skal ned under grunnvannstanden. Avstivning med spunt kan bli aktuelt dersom det ikke blir plass til gravskrånninger.

Sjøareal i vest

Sjøfyllinger i vest kan etableres uten at eksisterende løsmasser på sjøbunnen mudres vekk før utfylling. Totale setninger forventes å bli mellom 30 cm og 45 cm. Den største delen av disse forventes å være unnagjort i løpet av ett år etter at fyllingene er lagt ut. For sjøfyllinger generelt anbefales det at fyllingene legges ut så tidlig som mulig, slik at setninger blir unnagjort før overbygning for banesystemer blir lagt ut.

For sjøfyllingen i vest er konsekvensene av flyttinger hovedsakelig knyttet til fyllingsvolumer, der sjøbunnen blir grunnere og volumene avtar mot nord.

Sjøareal i øst

For å oppnå tilfredsstillende geoteknisk stabilitet er det er vurdert å være nødvendig å mudre en 10 meter bred renne ned til faste masser under hele østre fyllingsfront. Dette vil også avskjære fyllingen fra en identifisert faresone i sprøbruddmateriale..

Det er forutsatt 1 meter overhøyde på fyllingene. Dette er for å påskynde setningsforløpet og kompensere for de setningene som oppstår før ferdigstilling av rullebanen. Beregninger viser at det aller meste av setningene vil gjøres unna i løpet av det første året etter at fyllingene er lagt ut. Setningene estimert til i størrelsesorden 30 – 40 cm.

Noen av pelene for innflygningslys kommer innenfor kartlagt faresone for sprøbruddmateriale. Rundt disse pelene er det forutsatt mudring og tilbakefylling med sprengstein for å skjære av disse fra faresonen.

Supplerende grunnundersøkelser i sjø

Det er behov for supplerende grunnundersøkelser. I øst er det besluttet å bore mer under planlagt fylling for å avgrense faresonen ytterligere, og langs innflygningslysene.

For sjøfylling i vest er det besluttet å utføre boringer for å få bedre oversikt over løsmassenes beskaffenhet. Det er usikkerhet knyttet til innhold og mektighet av slit og leire, som kan gi behov for reviderte vurderinger og beregninger.

Supplerende grunnundersøkelser på land

Det utarbeides eget geoteknisk notat i tilknytning til grunnforhold (fundamentering og utgraving) for bygningsmassen (10001444-187075-BO000-G1-NO-0112). I dette notatet inkluderes supplerende grunnundersøkelser for fundamentering av bygningsmassen.

2 INNLEDNING

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS i tilknytning til prosjektet Ny lufthavn Bodø (NLBO). Dokumentet skal danne grunnlag for forprosjektfasen, og er en revisjon og detaljering av dokumentet utarbeidet i skisseprosjektfasen, basert på utførte grunnundersøkelser på land og i sjø i innledende fase av forprosjektet. Behov for ytterligere oppdateringer vurderes dersom supplerende informasjon eller endrede forutsetninger gjør dette nødvendig.

Hensikten med dokumentet er å summere opp informasjon om grunnforhold og de forutsetninger som er tilgjengelig. Videre presentere de geotekniske vurderingene som er gjort totalt. Vurderinger gjort i skisseprosjektet er supplert med mer detaljerte utredninger og beregninger der det er funnet nødvendig.

Rapporten, slik den foreligger, er ikke forutsatt benyttet som konkurransegrunnlag for utførelseskontrakter.

3 GRUNNFORHOLD OG UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

3.1 Befaring

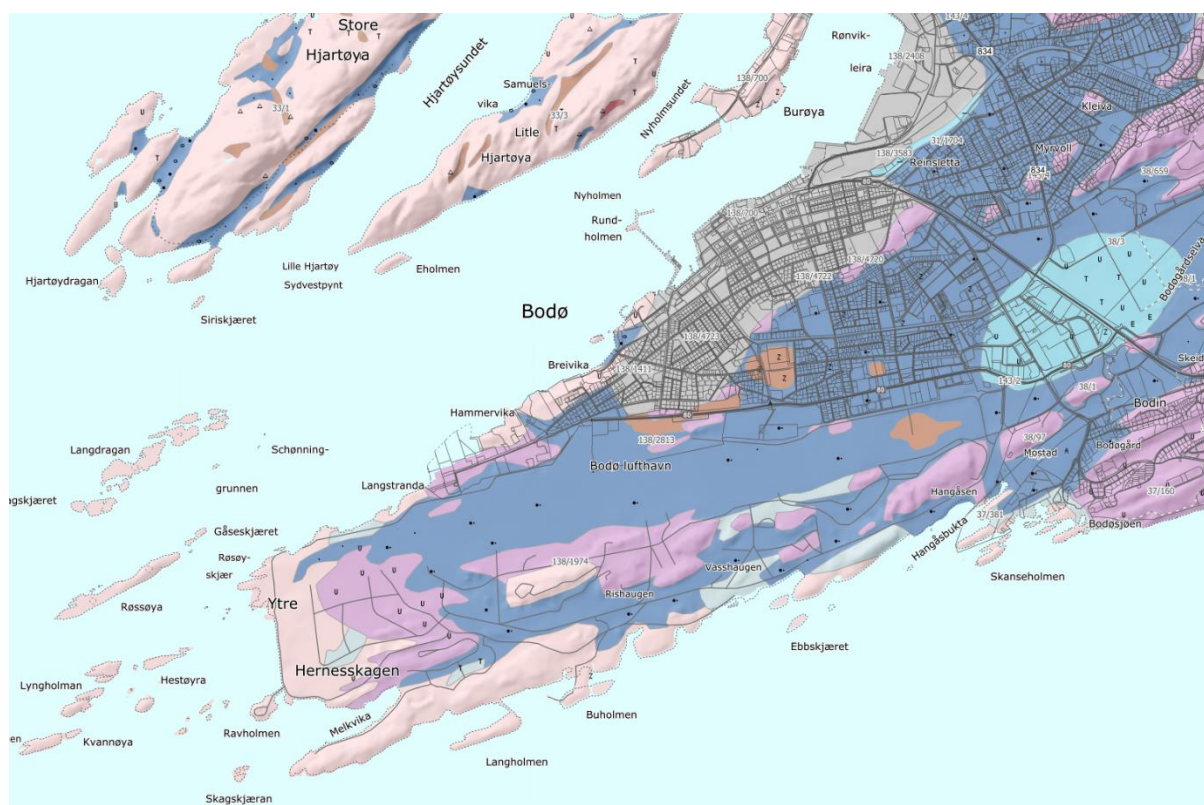
I skisseprosjektet ble det utført befaring på flyplassen den 24.09.2018. Blant de som var på befaringen var geoteknikere Gunhild Hennum, Ola Ellingbø og Espen Karlsen fra Norconsult. Befaringen ble utført på den militære delen av dagens flyplass, som dekker størsteparten av arealet for den fremtidige lufthavnen. På befaringen ble ulike bergformasjoner og terrengoverflater kartlagt fra bil og til fots i området.

3.2 NGU og Skrednett

De kartlagte løsmassene og skredhendelsene utarbeidet av Norges Geologiske Undersøkelser og Norges vassdrags- og energidirektorat er presentert kapittel 3.2.1 og 3.2.2.

3.2.1 Løsmassekart NGU

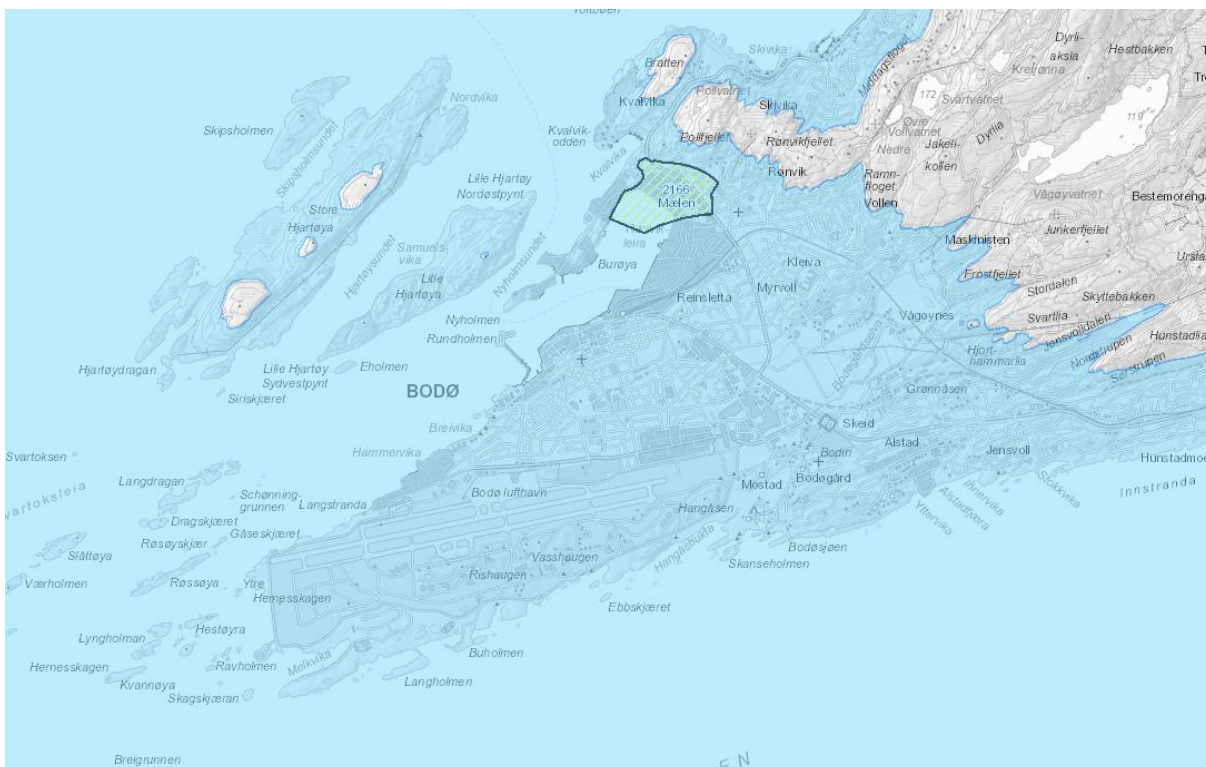
Det kvartærgeologiske kartet fra NGU vist på Figur 1 viser at området består av marine strandavsetninger for de lavereliggende områdene på området for lufthavnen. Høydedragene er beskrevet som bart fjell (rosa), men overgangsområdene består av forvittringsmaterialet. Det er også noen mindre områder som er beskrevet som fylling markert i grått. Det påpekes at løsmassekartet viser det som er registrert i terrengoverflaten.



Figur 1: Kvartærgeologisk løsmassekart fra NGU, ref. [1]

3.2.2 Skrednett

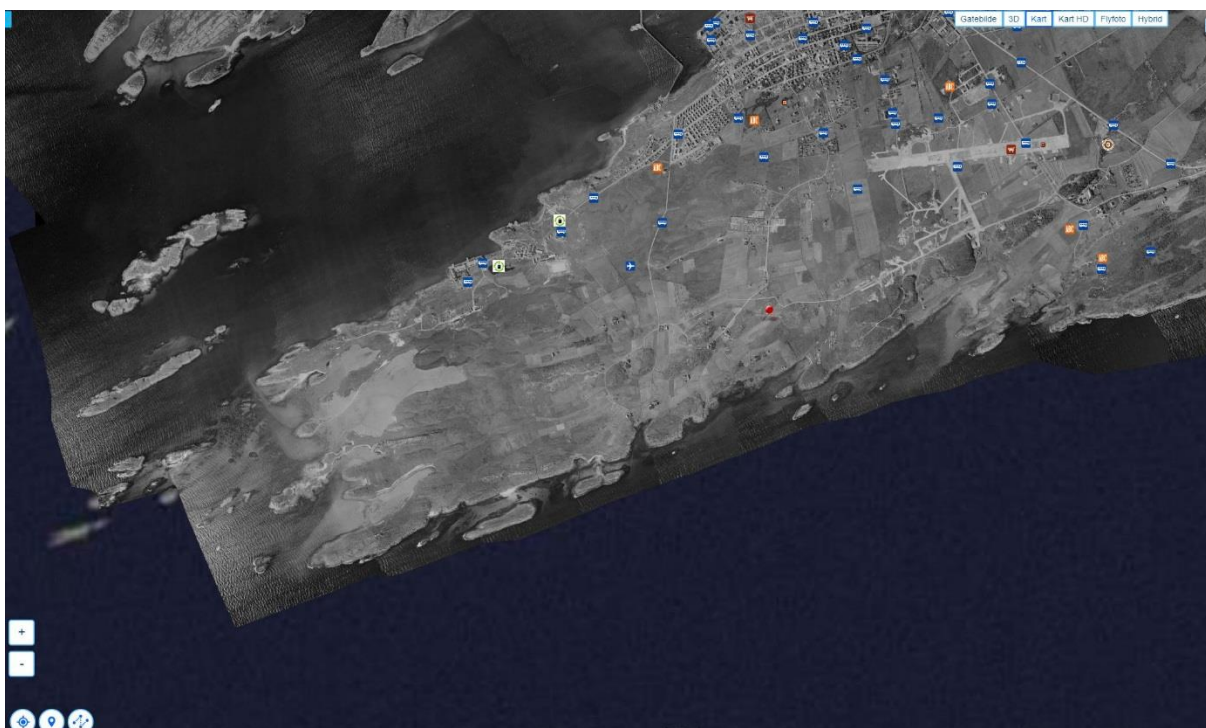
Skrednett, [2] er en fagportal som driftes av NVE der det er mulighet for å vise en rekke faglige fremstillinger av kartdata med områdeinformasjon, geofarar og geologisk informasjon. Det er ikke hensiktsmessig å fremstille alle data fra denne fagportalen i rapporten. Marin grense og kvikkleiresoner anses som de mest relevante dataene i denne fasen av prosjektet og er vist i Figur 2. Figuren viser at hele området ligger under marin grense. Altså har hele området tidligere ligget under datidens havnivå like etter siste istid, ca. 10 000 år siden. Det er identifisert en kvikkleiresone i indre havn i Bodø ved området kjent som Rønvikleira.



Figur 2: Kartutsnitt fra skrednett med marin grense som blå skravur og kvikkleiresone med grønn markering ved Mælen, ref. [2]

3.3 Historiske flyfoto

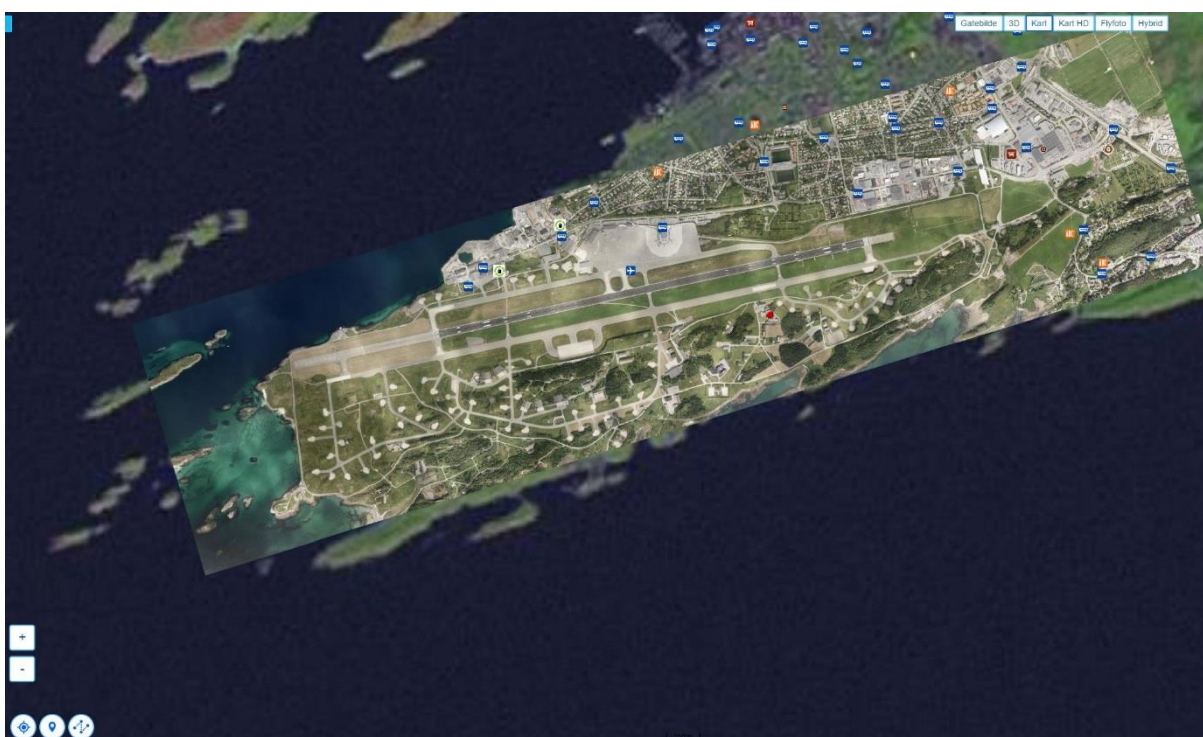
Historiske flyfoto på Figur 3, Figur 4 og Figur 5 viser området utvikling med utbygginger og utfyllinger av sjøområdet. På den vestlige delen av dagens flyplassområde var det i 1946 store vikar med grunt vann og sandavsetninger. Utfyllingstidspunktet er ukjent, men flyfoto fra 2002 viser at fyllingene på dette tidspunktet var fullførte.



Figur 3: Flyfoto 1946, ref. [3]



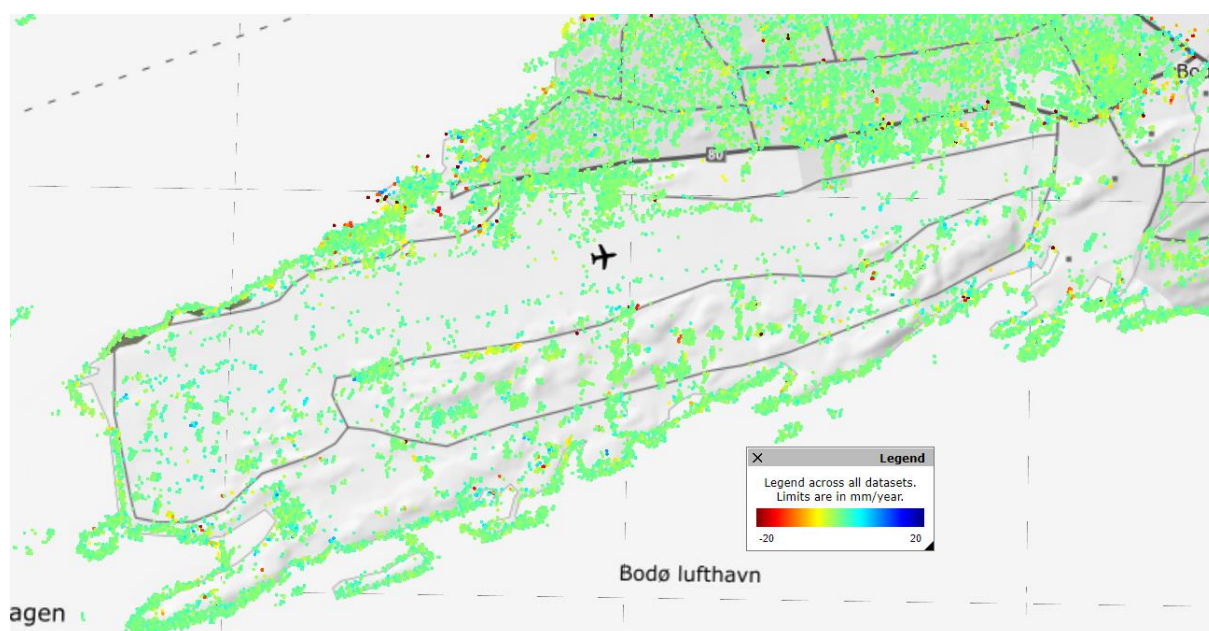
Figur 4: Flyfoto 2002, ref. [3]



Figur 5: Flyfoto 2017, ref. [3]

3.4 Insar radarmåling

Insar er en forkortelse for radarinterferometri som er radarmålinger fra satellitt som brukes for å sjekke om jordens overflate er i bevegelse. Slike bevegelser kan skyldes gravearbeid, men også pågående terrengsetninger. Det kreves derfor erfaring og kjennskap til metodens begrensninger og feilkilder for å tolke dataene korrekt. For området ved eksisterende og ny lufthavn, vist på Figur 6, viser dataene ingen vesentlige bevegelser som gir mistanke om pågående terrengbevegelser.



Figur 6: Insar bilde fra karttjenesten til NGU, ref. [1]

3.5 Innsamlede data fra tidligere undersøkelser

Tabell 1: Tidligere utførte grunnundersøkelser

Rapport id	Innhold	Datert
5165508 Geoteknikk datarapport	12 borpunkt like vest for dagens terminal.	14.10.2016
18-0053 Avinor Bodø Lufthavn	15 borpunkt 850 meter vest for terminalbygg på nordsiden av eksisterende lufthavn.	29.06.2018
Rapport nr. 200376-2 Forsvarsbygg, Utbyggingsprosjekt Bodø Hovedflystasjon.	Grunnundersøkelser for nytt Administrasjons- og vedlikeholdsbygg. Det er utført 91 total-sonderinger, 5 prøveserier og 35 skovelboringer for miljøprøver. Undersøkelsen befinner seg like sør for Vasshaugen. Nordøst for den nye planlagte rullebanen.	10.12.2002
14-02454-3 Bodø Hovedflystasjon, Miljøteknisk Grunnundersøkelse	Miljøundersøkelser er utført av NGI. Undersøkelsene er utført på en rekke områder på lufthavnen. Se rapport for plassering av prøvepunkt.	03.10.2014- desember 2018

3.6 Utførte grunnundersøkelser for prosjektet

Det er utført seismiske, akustiske og geotekniske grunnundersøkelser ved boring i og prøvetaking av massene i innledende fase i forprosjektet. Disse danner grunnlaget for de geotekniske vurderingene som er utført. Det er også utført prøvegravinger for miljøprøvetaking der resultatene er tatt med i vurderinger av grunnforhold.

Akustiske undersøkelser er gjennomført av GeoPhysix i sjøområdet, for å utføre dybdekartlegging og lettseismikk for produksjon av kotekart. Et samlet areal på ca. 2,8 km² ble scannet med penetrerende ekkolodd. Resultatet er presentert i rapport *19011-13 Akustiske undersøkelser Ny Lufthavn Bodø (NLBO)*, ref. [12]

Refraksjonsseismiske undersøkelser er utført av GeoPhysix både på sjø og land. På sjøen omfattet undersøkelsen til sammen 13 profiler med en samlet målelengde på 6887 meter. På land omfatter undersøkelsen til sammen 34 profiler med en samlet målelengde på 6340 meter. Undersøkelsene er utført fra mai til august 2019.

Undersøkelsene er presentert i rapportene:

- *19011 Refraksjonsseismiske undersøkelser Sjø, ref. [13]*
- *19011 Refraksjonsseismiske undersøkelser Land, ref. [14]*

Geotekniske grunnundersøkelser med sondering og prøvetaking er utført på sjø og land av Rambøll. Totalt er det utført 59 totalsonderinger, 4 trykksonderinger og 18 prøveserier med tilhørende laboratorieundersøkelser. Undersøkelser er utført fra uke 37 til 48 i 2019. Resultatene er presentert i rapport *1350036248-1*. ref. [11].

3.7 Grunnforhold

Grunnforholdene er overordne beskrevet i kap. 4.2. En mer detaljert beskrivelse er gitt i kapitler som omhandler geotekniske vurderinger og beregninger.

4 PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

4.1 Innledning

Dette kapitlet tar for seg prosjekteringsforutsetninger for geoteknisk prosjektering på oppdraget Ny lufthavn Bodø. Den nye lufthavnen blir liggende sør for den eksisterende. Deler av banesystemet blir liggende på land, der det er behov for fyllinger og skjæringer. En del av skjæringene blir i berg. En vesentlig del av banesystemet er planlagt på fyllinger i sjø i vestre og østre del.

De geotekniske forutsetningene gjelder for all geoteknisk prosjektering; fyllinger og skjæringer for opparbeidelse av nye rullebaner, innflygningslys og nye bygninger.

4.2 Grunnforhold

4.2.1 Innledning

Det er utført grunnundersøkelser for prosjektet. Disse er presentert i Datarapport for grunnundersøkelser for Ny Lufthavn Bodø, dokument 1350036248- Rapport nr. 1, datert 2020.01.20 fra Rambøll, ref. [11].

Grunnforholdene er kort beskrevet nedenfor. Det vises for øvrig til datarapporten referert til over, og til underkapitlene der de ulike geotekniske problemstillinger er håndtert.

4.2.2 På land

Inne på land preges området av øst-vestgående høydedrag med små dybder til berg. Mellom høydedragene består øvre lag av løsmassene av sand og grus over fast moreneleire.

I flere områder er de opprinnelige løsmassene dekket av fyllmasser. Fyllmassene består av en blanding av sand, grus, leire og mindre bygningsrester. Øvre lag av naturlig avsatte masser består generelt av skjellsand. Under sanda er det svært fast leire over berg. Udrenert skjærstyrke er høy og målt til over 250 kPa i mange av testene. Dybder til berg varierer mellom 1 meter til drøyt 20 meter i borpunktene.

4.2.3 Sjøsiden mot vest

I dette området er det en del oppstikkende holmer og skjær. Der det er løsmasser av betydning, er det et lag med skjellsand og siltig leire over fast moreneleire. Det øvre laget har tykkelse varierende mellom 1 – 4 meter, og dybder til berg varierer mellom tilnærmet bart berg og over 11 meter i borpunktene.

4.2.4 Sjøsiden mot øst og sør

Området preges av et relativt grunt område med oppstikkende holmer og skjær nærmest land. Videre sørover skråner sjøbunnen mot sør ned til store dybder. Løsmassene består generelt av sand som dekker normalkonsolidert bløt leire av varierende mektighet. De utførte totalsonderingene viser at løsmassemektheten varierer mellom 0 og opp mot 20 meter. Sandens mektighet over leiren varierer fra ubetydelig til oppimot 12 meter. Størst registrert leirmektighet er ca. 7 meter i et søkk i skrånningen. Leiren er klassifisert som mulig sprøbruddmateriale.

4.3 Styrende dokumenter

Følgende dokumenter er vurdert å være styrende for den geotekniske prosjekteringen:

- Overordnet tekniske- og funksjonskrav for bygg i AVINOR, datert 2017.10.12
- NS-EN-1990: 2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN-1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NS-EN-1997-2:2007+NA:2008, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver
- NS-EN-1998-1:2004+A1:2013+NA:2014, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger
- NS-EN-1998-5:2004+NA:2014, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold
- Høringsdokument Nr. 3/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Revisjon av NVE Veileder 7/2014. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og jordarter med sprøbruddegenskaper
- Statens vegvesen håndbok «N200 Vegbygging», 2018
- Statens vegvesen håndbok «N400 Bruprosjektering», 2015

4.4 Klassifisering

4.4.1 Geoteknisk kategori

I henhold til Eurocode 7-1, ref. [16] skal man velge kategori som gir krav til prosjekteringen. Det skal sprenges og graves i gode masser, med skjæringsdybder på opptil 10 meter. Videre skal det fylles ut i sjøen i vest. I øst er det forutsatt å mudre bort bløte masser for steinfylling etableres. Det forventes derfor ikke spesielle geotekniske utfordringer. Konstruksjoner skal fundamenteres direkte på berg eller løsmasser, og på peler eller pilarer til berg. Konstruksjonene er vurdert å ligge innenfor det som betegnes som konvensjonelle type konstruksjoner i et område med gode grunnforhold. Prosjektet er derfor vurdert å tilhøre geoteknisk kategori 2. Prosjekteringen bør være basert på kvantitative geotekniske data og bestå av analyser som sikrer at de grunnleggende kravene er oppfylt.

4.4.2 Konsekvens og pålitelighetsklasse

Eurocode 0, ref. [15], plasserer bygget i konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B, tabell B1. Det vurderes at lufthavnen med tilhørende konstruksjoner tilhører konsekvensklasse CC3; stor konsekvens med tap av menneskeliv og store økonomiske konsekvenser. Pålitelighetsklasse er definert i Nasjonalt tillegg NA, tabell NA.A1 (901). Anlegget kommer inn under klasse RC3, som gjelder byggverk og konstruksjoner med store ansamlinger av mennesker.

4.4.3 Krav til kvalitetssystem og prosjekteringskontroll

Kravene er definert i NA.A1.3.1 (902) og (903), i Eurocode 0, ref. [15]. For konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 er kravet at det skal være et kvalitetssystem tilgjengelig.

For prosjektering er kravet til kontroll definert i tabell NA.A1 (902). For pålitelighetsklasse 3 skal det være "Utvidet kontroll". Dette medfører, i tillegg til grunnleggende kontroll (egenkontroll), krav om kollegakontroll (fagkontroll) og uavhengig eller utvidet kontroll.

4.4.4 Fastsettelse av tiltaksklasse jfr. PBL

Jfr. SAK 10, ref. [24], veiledning til § 9.4, skal tiltaksklasse for prosjekter som er plassert i CC3/RC3, settes i tiltaksklasse 3. Dette medfører at det settes krav om uavhengig kontroll.

4.5 Partialkoeffisienter for jordparametere og påvirkning

Partialfaktorer for jordparametere er gitt i NA i Eurokode 7-1, ref. [16]. En kort oppsummering av benyttede parametere:

- Effektivspenningsanalyse $\gamma_{\varphi} = \gamma_c = 1,25$ (friksjonsvinkel og effektiv kohesjon)
- Totalspenningsanalyse $\gamma_{cu} = 1,4$ (udrenert skjærfasthet)

Verdiene er hentet fra tabell NA.A.16.

Tilsvarende vil det benyttes partialfaktorer for påvirkning som gitt i Eurocode 0, ref. [15]. Disse faktorene gjengis ikke her.

Spesielt for beregning av dimensjonerende laster på spunt benyttes partialfaktorer for påvirkning som gitt i Eurocode 0, sammen med partialfaktor på resulterende laster. Oppsummert, benyttes det:

- Karakteristiske verdier på jordparametere
- Partialfaktorer på terrenglast som gitt over
- For å komme frem til dimensjonerende belastninger på avstivningssystemet benyttes en partialfaktor for belastning på 1,4, som er noe høyere enn anbefalt minimumsverdi på 1,35.

Dette fordi det gir en mer realistisk simulering av samvirke mellom grunn og konstruksjoner. Dette er i henhold til kap. NA.A1.3.1(5) i Eurocode 0.

Kontroll av geoteknisk stabilitet gjøres i henhold til dimensjoneringsmetode 3 i Eurocode 0, Partialfaktorer for last, tas fra sett C, jfr. tabell NA.A1.2 (C).

For beregning av dimensjonerende kapasitet for pelenes bæreevne i jord (friksjonspeler) benyttes prinsipper som beskrevet i Peleveiledningen 2019, ref. [25] og Eurocode 7-1, ref. [16], dimensjoneringsmetode 2.

4.6 Områdestabilitet

Plan- og bygningsloven setter krav om at grunn som bebygges, skal ha tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlige ulemper som følge av natur- eller miljøforhold. Vurderinger knyttet til områdestabilitet vil bli utført i henhold til NVE's veileder 7/2014, ref. [20]. Denne veilederen er under revisjon, og det er lagt ut høringsutkast til revidert utgave. Revisjonen baserer seg blant annet på omforente prinsipper fremkommet i forskningsprosjektet NIFS (Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred), som har vært et samarbeide mellom NVE, Jernbaneverket og Statens Vegvesen. Prosjektet med å bygge ny flyplass i Bodø vil strekke seg over mange år. Det er forventet at ny utgave av NVE-veilederen vil gjelde før detaljprosjekteringen starter, og at vesentlige punkter knyttet til prinsipper for utredning ikke vil endres vesentlig mellom høringsutkast og endelig utgave. Det er derfor valgt å legge høringsutgaven til grunn, ref. [21].

Behovet for utredning av områdestabilitet er vurdert i henhold til krav gitt i kap. 4.3.5 i høringsutkastet til ny NVE-veileder. Det er målt omrørt skjærfasthet $C_{u,r} \leq 2$ kPa. Metodikk gitt i figur i samme kapittel er benyttet for å vurdere skredmekanisme.

Prosjektet er plassert i tiltakskategori K4, da prosjektet representerer viktige samfunnsfunksjoner.

For krav til sikkerhet, benyttes krav til materialfaktor som gitt i tabell i kap. 3.2.3 i høringsutgaven, med angitte korreksjoner og merknader. Kravet til materialfaktor er som gitt over i kap. 4.5.

4.7 Dimensjonering for seismisk påvirkning

Dimensjonering for seismisk påvirkning skal utføres etter bestemmelser i Eurocode 8-1, ref. [18].

Spissverdi for berggrunnens akselerasjon a_{g40Hz} , settes til $0,5 \text{ m/s}^2$. Dette er i henhold til Figur NA.3(902) – Seismiske soner i det nordlige Norge.

Jfr. tabell NA.4(902) plasseres prosjektet i seismisk klasse IV; Viktig infrastruktur. Dette gir en seismisk faktor på $\gamma_i = 2,0$, jfr. tabell NA.4(902).

Grunntype defineres i henhold til tabell NA.3.1 – Grunntyper. Litt avhengig av hvor konstruksjonene på land plasseres, vil de havne i enten grunntype A eller B.

Grunnens forsterkningsfaktor skal fastsettes i henhold til bestemmelser i NA.

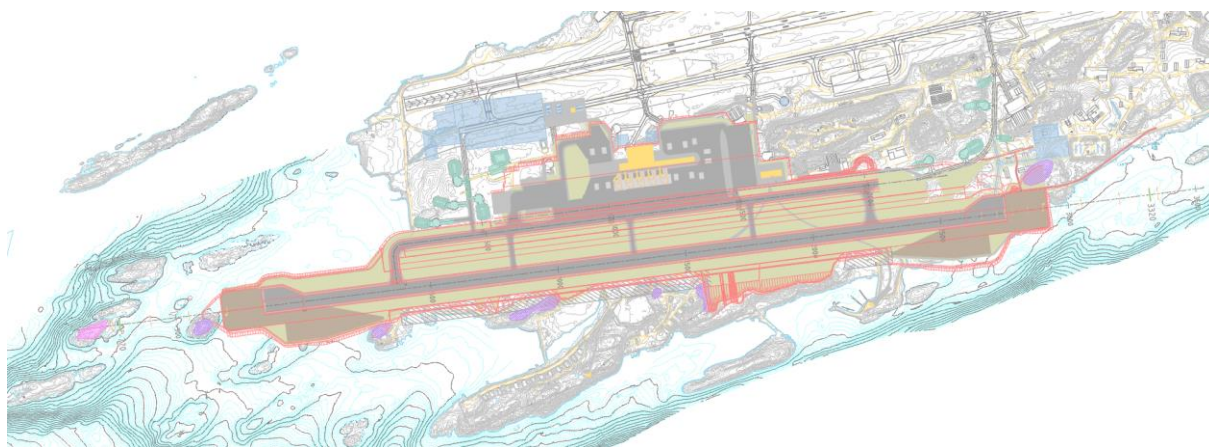
5 TILTAK FOR LANDAREAL

5.1 Innledning

Kapittelet beskriver hovedtrekkene for de ulike geotekniske tiltakene som skal utføres på dagens landområde. Hoveddelen av flyplassens rullebanesystem, infrastruktur og bygg skal etableres her. Tiltakene er delt inn i underkapitlene 5.2. Fylling og fundamentering for rullebaner, og 5.3 Fundamentering av bygg og konstruksjoner.

5.2 Fylling og fundamentering av banesystemet

Det er tatt utgangspunkt i banealternativ 1E-SP3-R3 (Figur 7) for beskrivelse av de nødvendige tiltakene. Utførte grunnundersøkelser har registret at deler av området er etablert på fyllmasser av ulike kvalitet. Fyllmassene består av en blanding av sand, silt, leire og bygningsrester. Under fyllmassene er det skjellsand med overgang til meget fast leire (Bodøleire) til berg. Udrenert skjærstyrke på leira er målt til > 250 kPa.

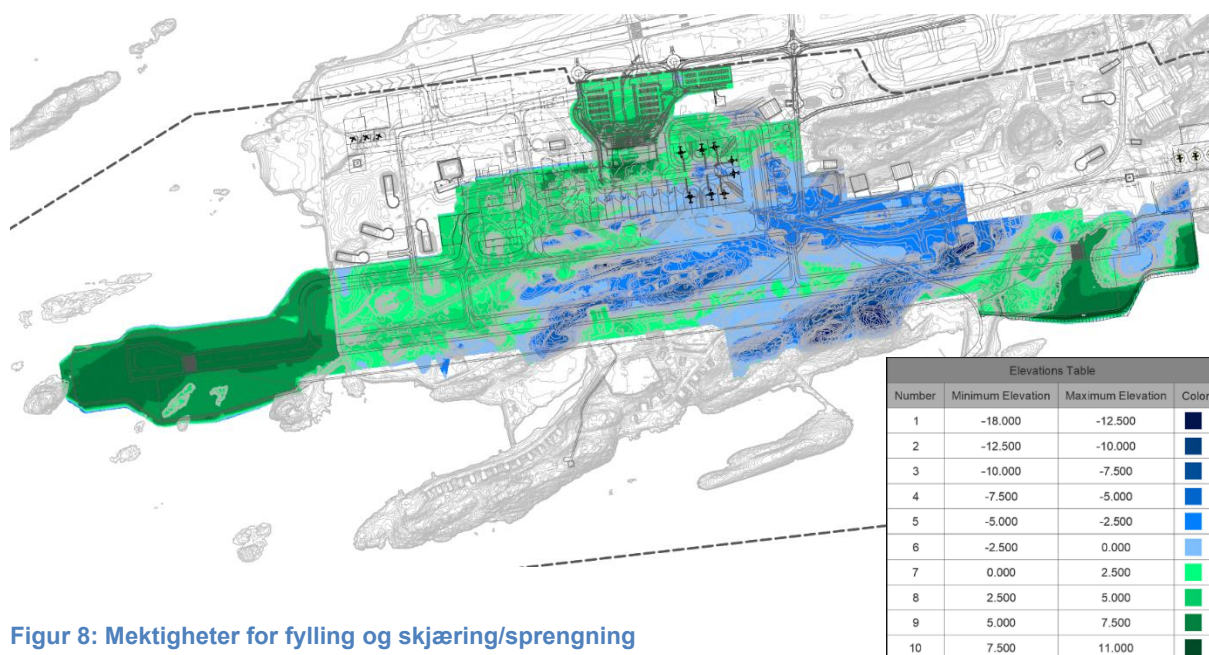


Figur 7: Oversiktstegning for plassering av banesystemet

Under rullebaner og andre flybevegelsesområder forutsettes det benyttet sprengstein eller velgraderte, fritt drenerende friksjonsmasser (sand, grus) i fyllinger. Fyllingene legges da opp lagvis og komprimeres iht. normale prosedyrer. Stedlig berg har ikke tilstrekkelig kvalitet for overbygning. Denne steinen hentes derfor eksternt. Se rapport for banesystemer, ref. [28] for beskrivelse av overbygning i de ulike områdene.

Der grunnen under fyllingene består av naturlige løsmasser forventes det at disse er av slik karakter at fyllingene kan legges uten spesielle forutgående grunnforbedringstiltak. Det er ikke avdekket leire på landsiden som krever spesielle stabiliserende tiltak.

Setninger av fyllinger vil være en kombinasjon av setninger i grunnen under fyllingen og egensetninger i selve fyllmassene. Alle fyllinger under rullebane, flybevegelsesområder og andre kjørearealer etableres som kvalitetsfyllinger. Egensetninger i fyllingene vil bli minimale og vil ikke være kritiske. Utførte grunnundersøkelser har ikke avdekket stedlige masser som vil gi kritiske setninger.



Figur 8: Mektigheter for fylling og skjæring/sprengning

Masseutskifting i vest

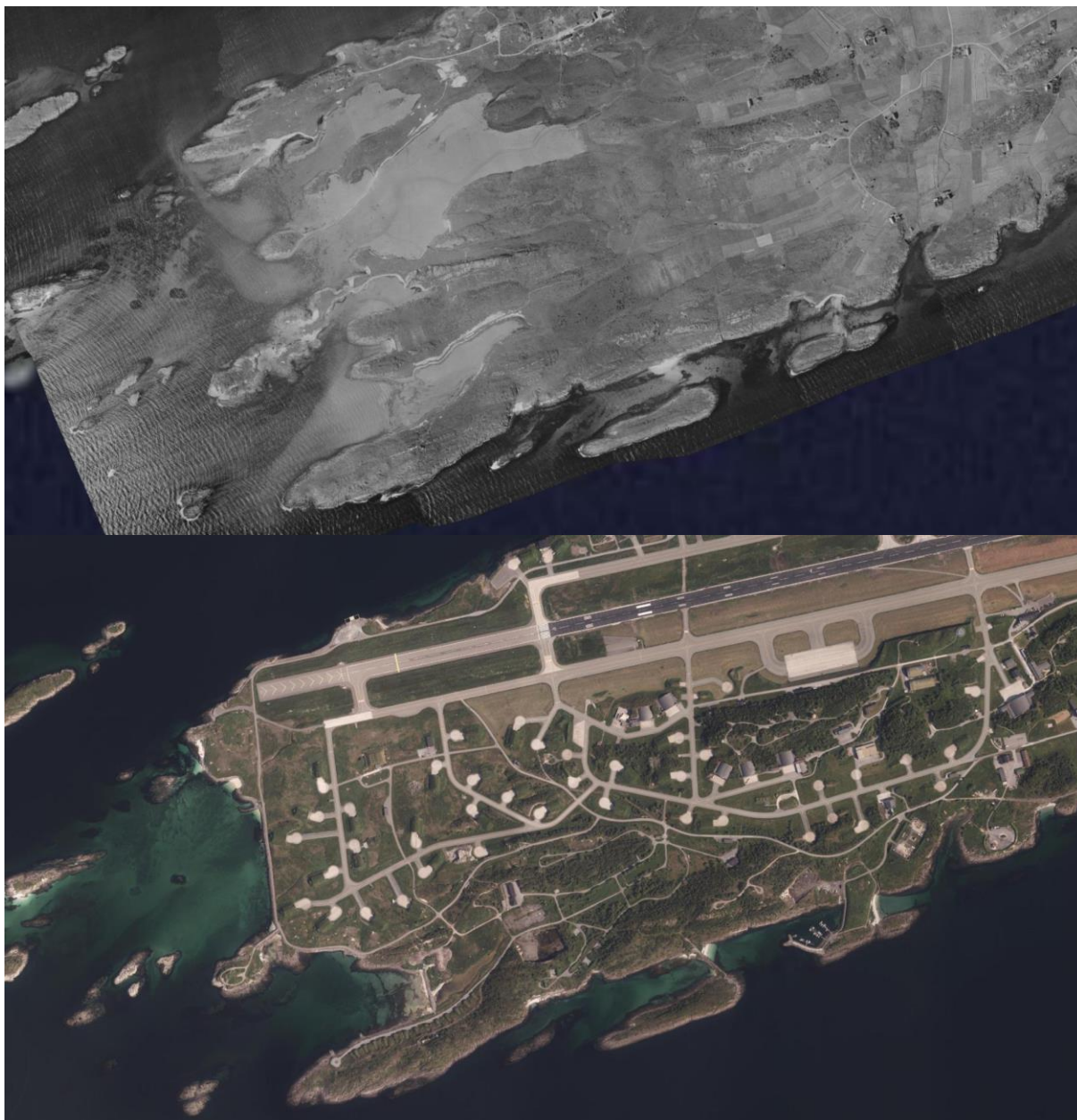
Deler av dagens landareal i vest er etablert ved utfylling av tidligere strandsoner. Se Figur 9. Fyllmassene består av varierende løsmasser og inneholder både humusholdige masser og rester av bygningsavfall fra diverse prosjekter i Bodø. For å sikre at det ikke oppstår uønskede setninger anbefales det å grave ned til jomfrulige masser, ca kote 0. Mineralske masser som egner seg for komprimering kan legges tilbake. Det legges opp til at masser som inneholder bygningsrester og humus kan brukes i arealet som utgjør sikkerhetssone og glideflater. Se detaljer for masseutskifting i kapittel 6 og egne rapporter/notater for forurenset grunn.

5.3 Fundamentering av bygg og konstruksjoner

5.3.1 Innledning

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene i stor grad egner seg for direktefundamentering med normale fundamentlaster. Avhengig av dybder til berg og nivå på underkant kjeller, vil en del av fundamentene bli stående rett på berg. For spesielle konstruksjoner med strenge setningskrav og store laster, bør fundamentene føres til berg. Avhengig av dybder til berg kan fundamentene settes rett på berg, via pilarer eller på peler. Sistnevnte er aktuelt der det er løsmassemektinger av betydning.

Det vil i forprosjektet bli utarbeidet eget geoteknisk notat, der fundamenteringsløsninger for bygninger vurderes mer i detalj, sammen med behov for supplerende grunnundersøkelser. Dette vil også ses sammen med behov for å vite mer om grunnforholdene for å vurdere gravesikring, jfr. kapittel 5.4.2 under.



Figur 9: Sammenstilling av terreng anno 1946 og 2015. Kilde: <https://kart.finn.no/>, ref. [3]

5.3.2 Gravesikring

Byggegrøper og grøfter forventes i all hovedsak å kunne utføres uten spesielle sikringstiltak ut over utslaking av graveskråninger og pumping av grunnvann der gravenivået skal ned under grunnvannstanden. Dette fordi det ikke forventes å finne bløt leire, og fordi det antas å være plass til å etablere graveskråninger. Der disse forutsetningene eventuelt ikke er tilstede, vil det måtte benyttes støttevegger av rammet eller boret spunt og f.eks. grøftekasser for sikring av grøftesider. Behov for gravesikring er antatt å bli svært begrenset.

Graving ned under grunnvannstanden i sand/silt vil kunne kreve forutgående senking av grunnvannet ved bruk av well-points eller pumpebrønner. På nåværende tidspunkt er det ikke grunnlag for kunne vurdere om dette vil være nødvendig.

5.4 Skjæringer og fyllinger

Foreløpig anses retningslinjene i Statens vegvesen Håndbok V221 som retningsgivende for fyllings- og skjæringshelninger.

Nedenfor er vist retningslinjer for fyllinger over vann.

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1:1,25 1)
Grus	1:1,5
Sand	1:1,5
Finsand/silt	1:2
Leire	Se Figur 2-0- 9

1) Fylling av sprengt stein kan legges med helning brattere enn 1:1,25. Det forutsettes lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten.

Figur 10: Bratteste anbefalte skråningshelning for fyllinger avhengig av massetype i fyllingen. Kilde Fig. 2-0-8 fra ref. [7]

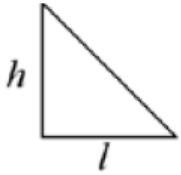
Tillatt helning på steinfyllinger er avhengig av kvalitet på steinen og hvordan den er produsert.

Stein fra	Bratteste stabile skråningshelning			
	God stein kvalitet og kubisk kornform		Dårlig steinkvalitet og skifrig kornform	
	Over vann	Under vann	Over vann	Under vann
Dagbrudd	1 : 1,25	1 : 1,3	1 : 1,4	1 : 1,5- 1 : 2
Tunnelsprengning	1 : 1,3	1 : 1,3 - 1 : 1,5	1 : 1,4 - 1 : 1,5	1 : 1,5 – 1 : 1,6
Fullprofilmaskin	1 : 1,5	---	1 : 2-1 : 4	---

Figur 11: Antydnet bratteste stabile fyllingsskråning avhengig av produksjon og kvalitet av stein. Kilde Fig. 2-3-3 fra ref. [7]

Det er planlagt å hente sprengstein fra dagbrudd (Kvalkvikodden). Sprengsteinsfyllinger i sjøen vil kunne legges ut med skråningshelning 1:1,3 – 1:1,5, avhengig av steinkvaliteten. Foreløpig antas 1:1,3 – 1:1,4 som en aktuell helning.

Grunnforhold	Største skråningshelning (h : l)	
		Spesielle overflatetiltak må planlegges
Stein	1:1,5	1:1,25
Grus	1:2	1:1,5
Sand $C_u \geq 5$	1:2	1:1,5
Finsand/silt		
- tørr	1:3	1:2
- lagdelt	1) ¹⁾	1) ¹⁾
- vannmettet	1) ¹⁾	1) ¹⁾
Leire		
- skjæringsdybde 0-10 m	1:3	1:2 ²⁾
- skjæringsdybde > 10 m	1:3 ²⁾	



1) Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt bør skråningshelning vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.
2) Stabilitet mot dyperegående glidninger skal undersøkes.

Figur 12: Bratteste anbefalte skråningshelning for skjæringer avhengig av massetype i skjæringen. Kilde: figur 3.1.1 i ref. [7]

Basert på det som foreligger av opplysninger om grunnforholdene på land forventes det ikke behov for spesielle tiltak/grunnforsterkning for å sikre stabiliteten av skjæringer og fyllinger, ut over tilpassing av fyllings-/skjæringshelningen.

6 BEHOV FOR MASSEUTSKIFTNING I VEST

6.1 Innledning

Hensikten med kapittelet er å presentere vurderinger som er gjort i forprosjektet for å anslå behovet for masseutskifting, der det er avdekt fyllinger med avfall. I tillegg angir kapittelet hvor mye av det øvre laget som bør fjernes generelt, før man kan etablere fyllinger/overbygning. Det er behov for både oppfylling og senkning av dagens terreng for å bygge ny rullebane og tilhørende anlegg. Høydenivået for den nye rullebanen er ikke endelig fastlagt, og kan variere noe i banens lengde. I dette notatet er det lagt til grunn kote +6 i både øst og vest, samt et høydebrekk på ca. kote +9 like øst for midten av rullebanen.

Det påpekes at behovet for utskifting kun er basert på geotekniske vurderinger. Masseutskifting av miljøtekniske hensyn er presentert i andre dokumenter og kan gi en større utskifting av masser enn det som presenteres i kapittelet.

6.2 Avfall og grunnforhold i fyllinger

Den miljøtekniske rapporten fra NGI, ref. [9] og supplerende undersøkelser utført av Norconsult i forprosjektet, ref. [10], danner grunnlaget for vurderinger. En oversikt over områder undersøkt av NGI er vist i Figur 13 under. Det er gitt en etterfølgende beskrivelse av fyllingene for de enkelte områdene.



Figur 13: Oversiktskart for miljøtekniske undersøkelser, ref. [9]

Område 1:

Fyllmasser av sammenblandet masser med matjord, sand, silt og stein.

Område 3:

Fyllmasser, sammenblandet matjord, sand, silt, leire og stein. 2 til 5,5 m fylling. Mye bygnings- og rivingsavfall i massene.

Område 5:

Fyllmasser fra 1,5 til 5 meter. Fyllmasser består i hovedsak av sammenblandet matjord, sand, silt, røtter og stein. Påtruffet bygning- og rivingsavfall i 8 av 16 sjakter.

Område 6:

Fyllmasser med tykkelse fra 4 til 7 meter. Fyllmasser av sammenblandet matjord, sand, silt, leire og stein. Alle sjakter utenom 06-1 hadde bygnings- og rivningsavfall.

Område 7 (Utenfor NLBO):

Fyllmasser med tykkelse på 3 til 5 meter. Fyllmassene består i hovedsak av sammenblandet matjord, sand, silt, leire og stein.

Bilder i miljørapporten fra NGI fra område 3 viser at massenes sammensetning har stor variasjon innad i området. Figur 14 (B11) viser sammenblandede masser med organisk innhold. Massene kan være gode nok til å bygge vei på, men er trolig for dårlige til direktefundamentering av bygg eller etablering av rullebane/taxebane. Figur 14 (B12) viser at tykkelsen på de organiske massene varierer fra noen få centimeter til nærmere en halv meter innenfor korte avstander.



Figur B11: Prøvepunkt O3-5 sjakt (0 – 2,5 m). Grunnvann i skjellsand (antatt opprinnelig sjøbunn).



Figur B12: Prøvepunkt O3-8 sjakt 0 – 2 m.

Figur 14: Prøvepunkt 03-5 og 03-8, ref. NGI miljørapport. [9]

6.3 Nødvendig masseutskiftning

6.3.1 Innledning

Det er usikkerhet knyttet til setningspotensiale i områder med avfall. Det er vanskelig å anslå størrelse på eventuelle setninger og tidsutvikling på disse. I denne fasen av prosjektet anbefales det å fjerne avfall under arealene som skal benyttes til rullebaner og taxebaner.

6.3.2 Områder i vest

Det er funnet avfall i fyllingene for område 1, 3 og 5, men det er høyst sannsynlig flere områder med slikt avfall.

Områder der det stilles krav til setninger

For områdene i vest med fyllmasser der det stilles krav til fremtidige setninger, anbefales det å grave igjennom eksisterende fyllinger ned til faste stedlige masser. Avfallet i fyllingene kan føre til setninger, og det er vanskelig å anslå størrelsen på deformasjoner og tidsutvikling av disse. Store deler av massene kan trolig gjenbrukes, men de må graves opp og sorteres for å fjerne oljetønner, organiske masser osv. som kan føre til fremtidige setninger. Jomfruelig terreng ligger på ca. kote +0 i det området som ligger utenfor den gamle strandlinjen fra 1946, se Figur 15.

Områder uten krav til setninger

For resterende områder som ikke har strenge krav til setninger, vurderes det foreløpig til at massene har tilstrekkelig bæreevne til at oppfylling av terrenget til ca. kote +6 kan utføres uten at det vil oppstå setninger som ikke kan aksepteres.

6.3.3 Resterende områder

Den generelle vurderingen er at ca. 0,3 meter topplag med organiske masser må masseutskiftes der hvor det er vegetasjonsdekke. Dette er et usikkert anslag, som varierer over området.



Figur 15: Strandlinje på vestsiden av ny lufthavn. Kilde: finn.no, ref. [3]

6.4 Sammendrag og foreløpige konklusjoner for masseutskiftning i vest

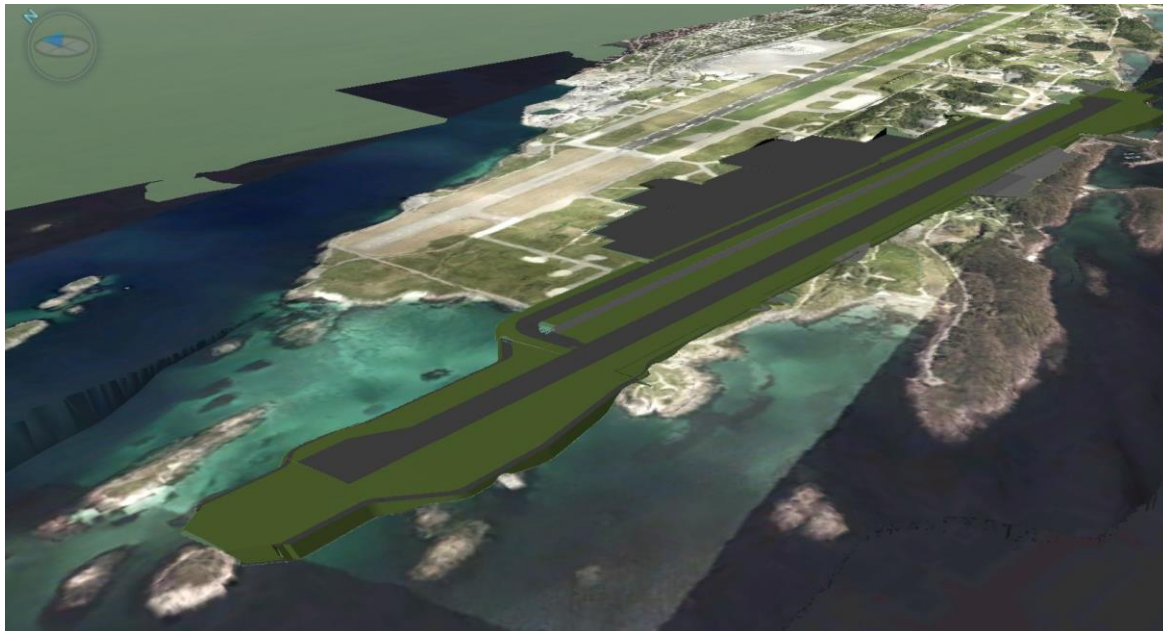
Foreløpige konklusjoner for masseutskiftning i den vestlige delen av flyplassens landområde er oppsummert i det følgende:

- Fyllmasser i området der det stilles krav til setninger må graves opp for å fjerne avfall og andre uegnede masser
- Det bør masseutskiftes med skråningshelning 1:1 ut fra rullebane/skulder/sikkerhetssone for å unngå at setninger forplanter seg inn under konstruksjoner og veier. Dårlige masser kan trolig benyttes til oppfylling av terrenget der setninger og bæreevne ikke er kritisk.
- Det anslås at 20-25 % av massene er søppel som må sorteres bort og ikke kan gjenbrukes, mens 70-75 % av massene kan gjenbrukes under rullebane eller andre områder som skal fylles opp
- Det kan være fornuftig å legge de dårligste massene som likevel er godkjent nederst i fylling eller utenfor rulle-/taxebane

7 STABILITET OG SETNINGER – SJØFYLLING VEST

7.1 Innledning

Dette kapitlet omhandler geotekniske vurderinger knyttet til planlagt sjøfylling i vestre del av planlagt område. Det anbefalte banealternativet 1E-SP3-R3 er lagt til grunn for vurderingene i kapitlet. Figur 16 viser en oversikt over området som skal fylles ut i vest.



Figur 16: Oversiktsbilde fra terrengmodell for fylling i vest

7.2 Terreng og grunnforhold

Området i vest består generelt av en rekke mindre holmer med sjøbunn varierende mellom kote -1 og kote -11. Sjøbunnen er flat eller heller slakt mot sør med helling inntil 1:30 under fyllingen. Sør og vest for fyllingen faller sjøbunnen bratt mot dypere nivåer. Løsmassene under fyllingen varierer fra bart berg til lag av skjellsand, fast sand og morene mellom øyene i vest. I sørvest og under sentrale deler av fyllingen er det et øvre lag med løst lagret siltig, leirig skjellsand med en registrert mektighet inntil 4 meter i de sentrale og flate områdene. Ved søndre fyllingsfot har laget en registrert mektighet på ca. 1,5 meter. Under de øvre løst lagrede massene er det registrert fast morene over berg. Utførte totalsonderinger tyder på at berget har liten bormotstand, og det er stedvis vanskelig å avgjøre overgangen til berg fra sonderingene og seismikken. Langs nordre fyllingsfot er det registrert et øvre lag av fast lagret sand over morenemasser. Her er det ikke registrert løst lagrede eller bløte masser.



Figur 17: Omriss av fylling og banelys markert i gult

7.3 Grunnens materialegenskaper

7.3.1 Innledning

Det er tatt opp 2 prøveserier ved sjøboringene i vest i prøvepunkt 5-NO18 og 6-NO18, ref. [11]. Resultatene fra disse prøveseriene er vist i Tabell 2 og benyttet som grunnlag for valg av geotekniske parametere.

Løsmassenes geotekniske parametere bestemmes ut fra korrelasjoner mellom målt romvekt, beskrivelse av massene og vanninnhold. Statens vegvesen sin håndbok V220, ref. [6], er også lagt til grunn med justering for egne erfaringsverdier. For presentasjon av rådata fra de geotekniske undersøkelsene henvises det til: G-rap-001-1351136248.

7.3.2 Tolkede geotekniske parametere

Grunnen i vest deles i følgende lag for geotekniske beregninger:

- Fylling
- Løst lagret siltig, leirig, skjellsand
- Fast lagret sand
- Fast morene

Parametere benyttet i beregninger er gitt i tabellen under, sammen med verdier for steinfyllingen.

Tabell 2: Geotekniske parametere benyttet i beregninger for sjøfyllinger i vest

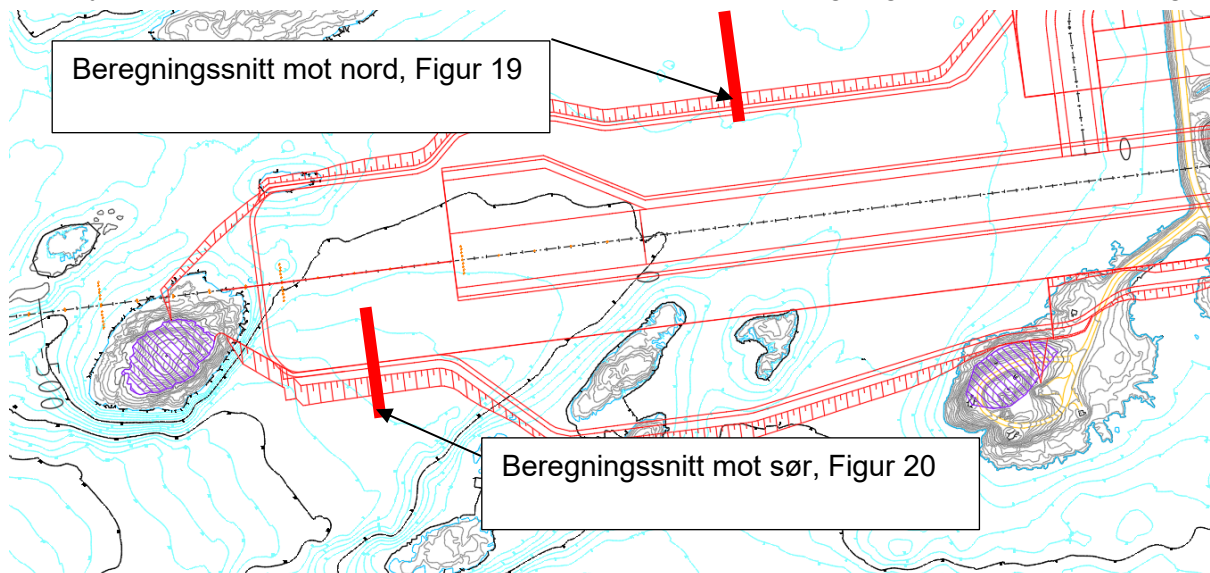
Beskrivelse av masser	Friksjonsvinkel, Grader	Attraksjon/ Komprimert attraksjon, kPa	Vanninnhold %	Naturlig tyngdetetthet /Neddykket tyngdetetthet kN/m ³
Fylling	42	5/10	-	19/12
Skjellsand, siltig, leirig	28	0	55	16,3/6,3
Fast sand	36	5	-	18/8
Morene	40	20	-	20/12

Beskrivelse av masser	Tolket porøsitet, n %	Tolket pore-tall, e %	Initial deformasjonsmodul, M _i MPa	Modultall m -
Fylling	-	-	-	-
Skjellsand, siltig, leirig	61	150	5 – 20	50-100
Fast sand	-	-	40	200
Morene	-	-	20-50	400

7.4 Stabilitet

Generelt kommer fyllingen på en miks av løst lagret skjellsand, fast sand, morene og berg. Overgangen er basert på interpolering mellom borpunkter, refraksjonsseismikk og berg i dagen. Det bør utføres kompletterende grunnundersøkelser, for å få mer detaljert informasjon om dybder og lagdeling.

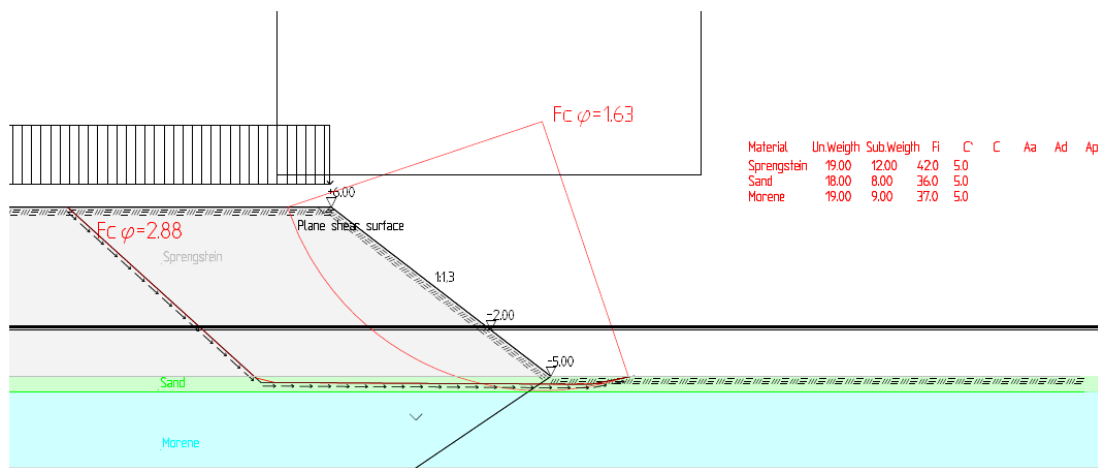
Fyllingsfronten i vest blir ulikt utformet mot nord og sør på grunn av ulike bølgeforhold og vanddybder. Det er derfor utført 2 representative stabilitetsberegninger vist i kapittel 7.5 og 7.6.



Figur 18: Plassering av beregningsnitt for vestre sjøfylling

7.5 Fylling mot nord

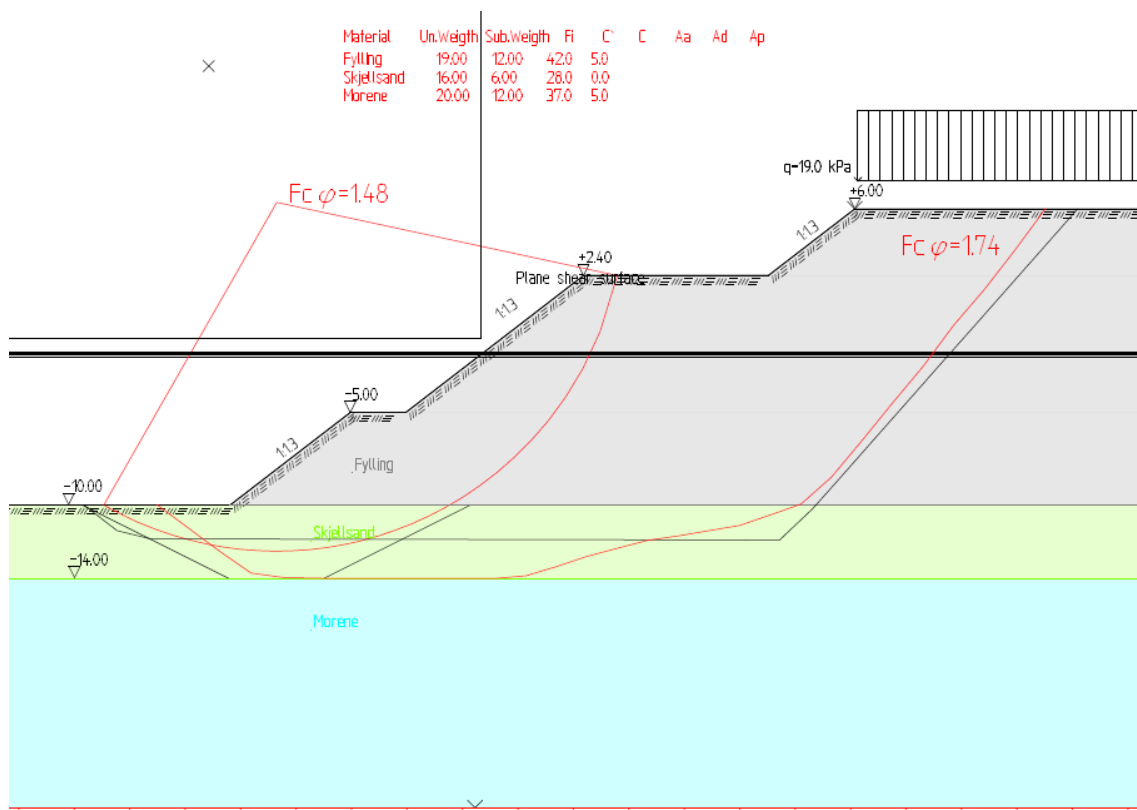
Mot nord er det mindre vanddyb, mindre bølgekrefter og fastere grunnforhold sammenlignet med sørlig fyllingsfront. Utført stabilitetsberegning viser at fyllingsfronten mot nord har tilstrekkelig stabilitet med fylling direkte på stedlige masser. Det vurderes at det ikke er behov for mudring i dette området. Figur 19 viser stabilitetsberegning for 8 meter tykk fylling over 1 meter fast lagret sand. Dimensjonerende lavvann er satt til kote -2. Beregningen som er utført er en typisk profil for fyllingen, som vurderes å være repetitiv for stedlige forhold med verdier og geometri fra utførte grunnundersøkelser og havneteknikk som dimensjonerer plastringen. Endelig geometri kan avvike noe ved flytting av banesystemer, men det vurderes at konklusjonen blir lik med alternativer som foreligger pr. dags dato. Den beregnede partialfaktoren på 1,63 tilfredsstillende kravet på 1,25, og det er vurdert at stabiliteten er ok.



Figur 19: Typisk profil (prinsippskisse) med beregning av fyllingsfront mot nord

7.6 Fyllingsfront mot sør

Borpunkt 6-NO18 viser 1,5 meter skjellsand over fast morene. Det er imidlertid få borpunkter langs fyllingsfronten, slik at tykkelsen på skjellsanden vil trolig variere. Det legges opp til kompletterende undersøkelser i område for å kvalitetssikre løsningene. I beregningene av stabilitet er det lagt inn ett 4 meter mektig lag av skjellsand, som er den største tykkelsen registret i under fyllingen. Utført stabilitetsberegning presentert på Figur 20 viser at fyllingen har en sikkerhetsfaktor på 1,48 for det aktuelle snittet. Stabiliteten vurderes som tilfredsstillende, og er over kravet på 1,25.



Figur 20: Stabilitetsberegning for sørlig fyllingsfot i vest

7.7 Setninger for sjøfylling i vest

Den største delen av totale setninger for sjøfyllingene forventes unnagjort i løpet av ett år etter at fyllingene er lagt ut. Tallet er basert på erfaringsverdier for tidligere fyllinger som er dokumentert med setningsmålinger. Det anbefales derfor at arbeidet med sjøfyllinger prioriteres tidlig i anleggsfasen slik at setninger blir unnagjort før overbygning for bane-systemet blir lagt ut.

Størrelsene på setningene vil variere med fyllingens tykkelse og tykkelsen på laget med skjellsand og morene. Beregning av 14 meter fylling og 4 meter skjellsand viser at totale setninger forventes å være mellom 30 cm og 45 cm. Egensetningene for utlagte fyllinger er estimert til å være 0,7 % under kote 0, og 0,2 % i den komprimerte fyllingen mellom kote 0 og toppen av fyllingen. Langtidssetninger (kryp) er vurdert å ikke være av betydning, jfr. kap. 0 for sjøfyllinger øst.

7.8 Anleggsteknikk for sjøfylling i vest

I forprosjektet ser man for seg en løsning der sjøfyllingen etableres ved bruk av lekter opp til ca. kote -3. Over kote -3 etableres fyllingen fra land og opparbeides fra øst mot vest. Det legges opp til lagvis komprimering av fyllingen fra kote 0.

8 STABILITET OG SETNINGER - SJØFYLLING ØST

8.1 Innledning

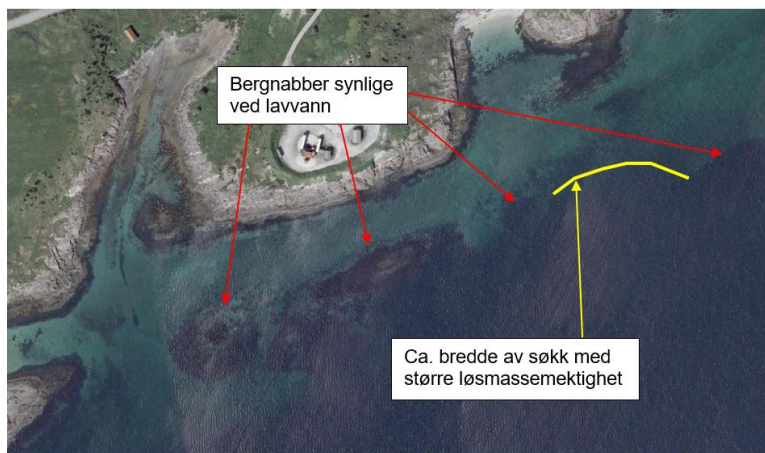
Under planlagt fylling er det ikke tatt opp prøver som indikerer at leiren er å klassifisere som sprøbruddsmateriale. I skråningen sørøst om fyllingen er det imidlertid identifisert materiale som defineres som sprøbruddsmateriale. For vurdering av områdestabiliteten henvises det til 10001444-187075-BO000-G1-NO-0111, ref. [26]. Dette kapitlet omhandler lokalstabilitet og setninger for planlagt østre sjøfylling.

8.2 Terreng og grunnforhold

Sjøbunn er målt inn med akustikk i forbindelse med prosjektet og landområdet er målt in av landmålere (høyder er angitt jfr. NN2000). Disse innmålingene er lagt inn i en Novapoint-modell, som brukes som basis for vurderingene presentert i denne rapporten.

Terrenget i øst der flyplassen er planlagt, består generelt av et relativt flatt areal der berget stedvis stikker opp. Der det er som dypest ved de planlagte innflygningslysene, påtreffes sjøbunn ved ca. kote -10. Mot sør starter marbakken ca. 20 meter fra pelene der disse står nærmest marbakken. Marbakken faller bratt med en helning på ca. 1:3 ned til ca. 200 meters dybde, der sjøbunnen flater ut. Marbakken består for det meste av berg i dagen, med unntak av et søkk der det er registrert løsmasser av betydning. Det er også registrert en del løsmasser over berg i det flate området bak toppen av marbakken.

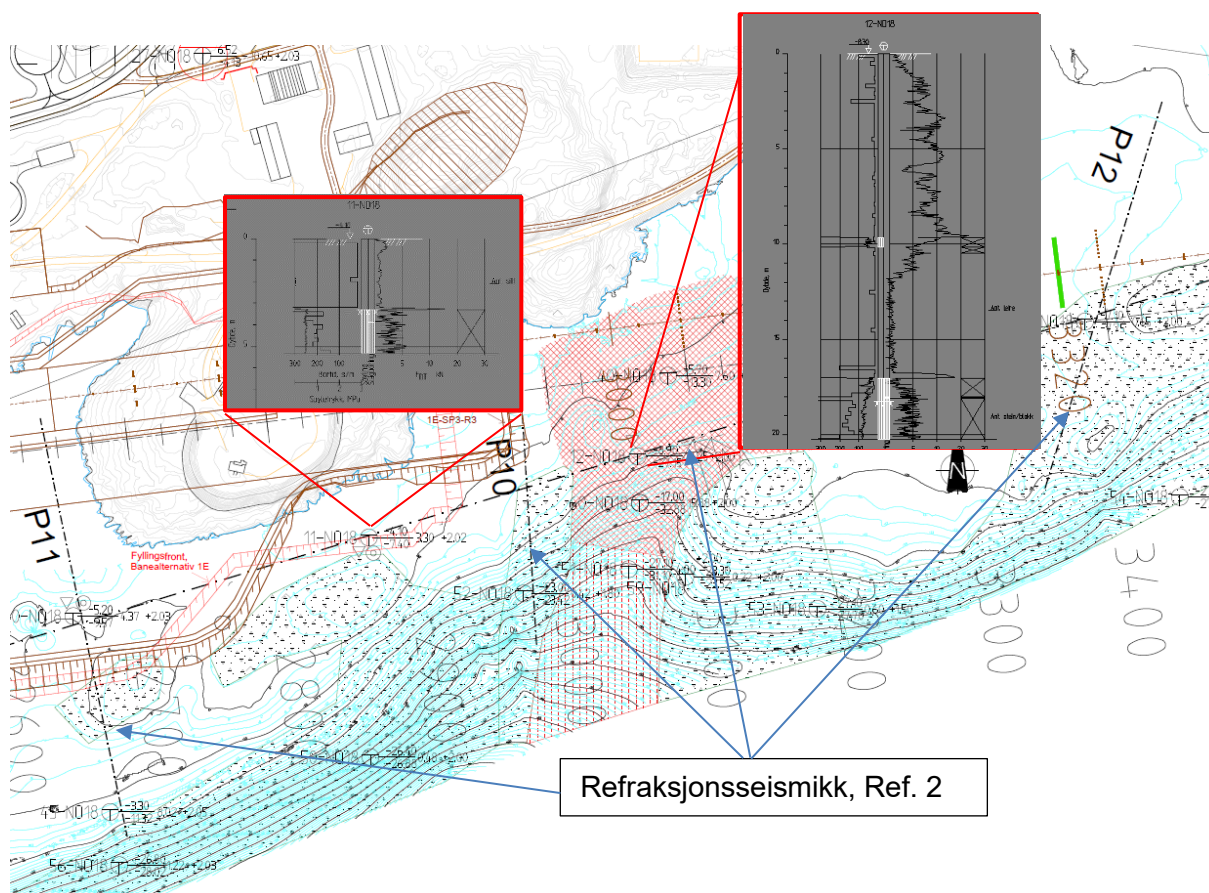
Flyfoto av området er vist på Figur 21. Bildet viser berg i dagen under sjøen ved lavvann på historisk kart fra 2007 og et registrert søkk med større løsmassemektighet.



Figur 21: Historiske flyfoto av området. Hentet fra www.norgebilder.no, 2020-01-20

Utførte sonderinger viser at grunnen generelt består av sand som dekker en normal-konsolidert bløt leire av varierende mektighet. De utførte totalsonderingene viser at løsmassemektingen varierer mellom 0 og 18,5 meter. Sandens mektighet over leiren varierer fra ubetydelig til oppimot 12 meters mektighet. Størst registrert leirmektighet er ca. 7 meter i søkket, som er lokalisert ca. 60 meter sør for innflygningslysene.

Prøven tatt i hull 13 gir grunnlag for lå klassifisere leiren som mulig sprøbruddmateriale øst for planlagt fylling. Mens prøvene som er tatt i hull 10 og 11 under planlagt fylling ikke indikerer sprøbruddmateriale. Leiren har en udrenert aktiv skjærfasthet tilsvarende en normalkonsolidert leire.



Figur 22: Oversikt over utførte boringer, fyllingsalternativ 1E-SP3-R3, innflygningslys og utklipp av totalsondering 12-NO18

Dybder til berg fra utført refraksjonseismikk stemmer relativt godt med dybde til berg fra kontrollboringer som ble utført langs seismikklinjene.

På noen steder er det litt differanse mellom seismikken og boringene. Dette er normalt og skyldes at seismikken ikke har samme nøyaktighetsgrad som boringene. Løsmassetype er ikke vektlagt/tolket fra seismikken, da det er tolket samme p-bølgehastighet i bløt leire og sand i de oversendte profilene fra Geophysix, ref. [13].

8.3 Grunnens materialeegenskaper

8.3.1 Innledning

Grunnen kan generelt deles opp i følgende 2 lag:

1. Øvre lag med varierende mektighet bestående av sand/grus
2. Underliggende lag bestående av bløt leire ned til berg eller et morenelag av varierende mektighet

De opptatte prøvene viser at leiren stedvis er å klassifisere som mulig sprøbruddmateriale. Dette er basert på prøveserien som ble tatt opp i hull 13-NO18, øst for planlagt fylling langs innflygningslysene.

8.3.2 Tolkning av ødometer- og treksialforsøk

Det ble utført 5 stykker CRS forsøk på prøver fra østre del av sjøarealet, kfr. tabell 3.

Tabell 3: Tolkete parameterer fra utførts CRS forsøk

Hull	Dybde	Beregnet overlagrings-trykk p_o' (kPa)	Tolket prekonsoliderings-trykk p_c' (kPa)	OCR (-)	Modultal I m (-)	M_{oc} M (MPa)	Konsoliderings koeffisient $p_{nc}' c_v$ (m ² /år)	Konsoliderings koeffisient $p_c' c_v$ (m ² /år)
10	2,4	22	75	3,5	17	6,5	12	15
11	1,7	15	45	2,9	17	2,5	2	9
13	2,4	22	-	-	20	-	10	-
13	5,3	48	48	1,0	17	1,5	25	60
13	6,6	59	70	1,2	18	2,0	6	12

Det ble utført 4 aktive udrenerte treksialforsøk på prøver fra øst, kfr. tabell 4.

Tabell 4: Tolkete parameterer fra utførts aktive udrenerte treksialforsøk

Hull (m)	Dybde (m)	Tolket ved tøyning ϵ (%)	Fiksjonsvinkel (ϕ)	Attraksjon (kPa)	S_{uc} (kPa)	Prøvekvalitet
10	1,8	1,0	24	10,0	9	Dårlig
11	3,6	1,0	22	10,0	8	Akseptabel
13	5,4	0,5	24	10,0	17	Dårlig
13	6,7	0,5	23	10,0	20	Dårlig

Da det generelt er en god del forstyrelse av prøvene brukes de høyere tolkede verdiene fra treksialforsøkene i de videre vurderingene.

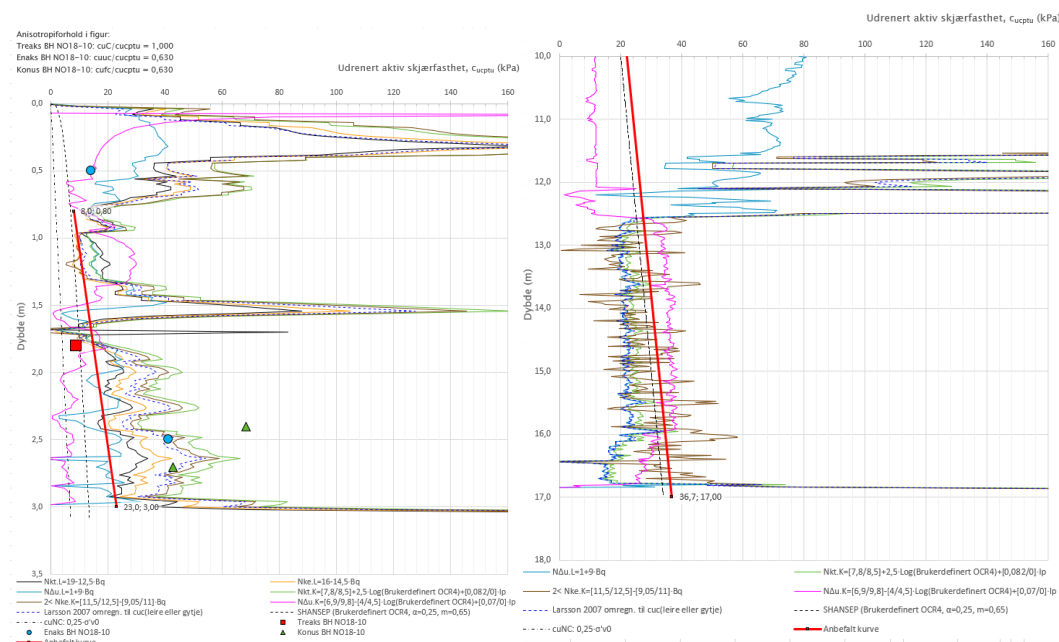
Det ble i tillegg utført ett passivt treksialforsøk på en prøve fra hull 13-NO18, kfr. tabell 5.

Tabell 5: Tolkete parameterer fra utførte passive udrenerte treksialforsøk

Dybde (m)	Tolket ved tøyning ϵ (%)	Fiksjonsvinkel (ϕ)	Attraksjon (kPa)	S_{uc} (kPa)	Prøvekvalitet
5,5	1,0	14	0	6	Dårlig

8.3.3 Geotekniske styrkeparametere

Brukte styrkeverdier i stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell 8. Da de østlige prøvene fra leiren (hull 13) generellt viser at leiren er tilnærmet normalkonsolidert, brukes en styrkeøkning med dybden som er basert på erfaringsverdier for NC-leire. Ved konsolidering brukes $s_{u,A} = 0,25 \cdot p_0'$. Ellers brukes CPTU-baserte verdier tatt fra hull 10 og 11, for opprinnelig udrenert skjærfasthet for midtre og vestre del av fyllingen.



Figur 23: Venstre figur - Trykksonderinger utførte i hull 10 sammen med laboratorieresultat fra samme hull og anbefalt designlinje. Høyre figur - Trykksondering fra hull 12 sammen med $0,27 \cdot p_0'$ linjen.

Valg av effektive styrkeparametere baseres på erfaringstall fra Håndbok V220, ref. [6], med unntak av leirens parametere.

Tabell 6 : Valgte parametere for stabilitetsberegningene

Lag	γ/γ' (kN/m ³)	Effektive styrkeparametere, c/ϕ' (kN/m ² / grader)	Udrenert aktiv skjærfasthet, $S_{u,A}$ (kN/m ²)
Sprengstein	19/12	5/42	-
Sand/grus	18/8	5/35	-
Leire	19/9	4/24	$0,25 \cdot p_0'$ Tolket CPTu 10
Morene	19/9	5/37	-

Valg av ADP-faktorer for udrenert beregning baseres på anbefalinger fra NIFS, ref. [8]. Dette på bakgrunn av at de utførte laboratorieforsøkene til stor grad er påvirket av prøveforstyrelse. Det er valgt følgende ADP-forhold:

$$\frac{S_{u,D}}{S_{u,A}} = 0,63$$

$$\frac{S_{u,P}}{S_{u,A}} = 0,35$$

8.3.4 Geotekniske stivhetsparametere

I Plaxis-modellen er leirelaget forenklet og modelleres med parameterer basert på spesialforsøket utført i hull 11 (CRS forsøket tatt på prøven fra hull 10 vurderes å være av dårlig kvalitet).

Permeabiliteten er variert i et intervall mellom ($2,5 \cdot 10^{-5}$ – $5,5 \cdot 10^{-5}$) m/dag basert på en øvre og undre verdi fra tolking av CRS forsøket tatt på prøven fra hull 11.

Basert på resultater fra ødometerforsøk på prøver tatt fra hull 11, er det benyttet en øvre og nedre verdi for permeabilitet: $2,5 \cdot 10^{-5}$ og $5,5 \cdot 10^{-5}$ m/dag.

Følgende materialparametere er brukt i Plaxis:

Tabell 7: Benyttete materialparametere

Parameter	Enhet	Sand/grus	Sprengstein	Morene	Leire (hull 11)
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Undrained (A)
γ_{unsat}	kN/m ³	18	19	19	19
γ_{sat}	kN/m ³	18	22	19	19
E_{50}^{ref}	kN/m ²	25 000	60 000	40 000	5 000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	20 000	50 000	40 000	1 700
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$	kN/m ²	75 000	180 000	120 000	13 500
Power (m)		0,5	0,5	0,5	1
c'_{ref}	kN/m ²	5	5	5	4
ϕ (phi)	°	35	42	37	24
Ψ (psi)	°	0	0	0	0
$k_x=k_y$	m/dag	27	270	27	$2,5 - 5,5 \cdot 10^{-5}$

8.4 Stabilitet- og setningsberegninger

8.4.1 Innledning

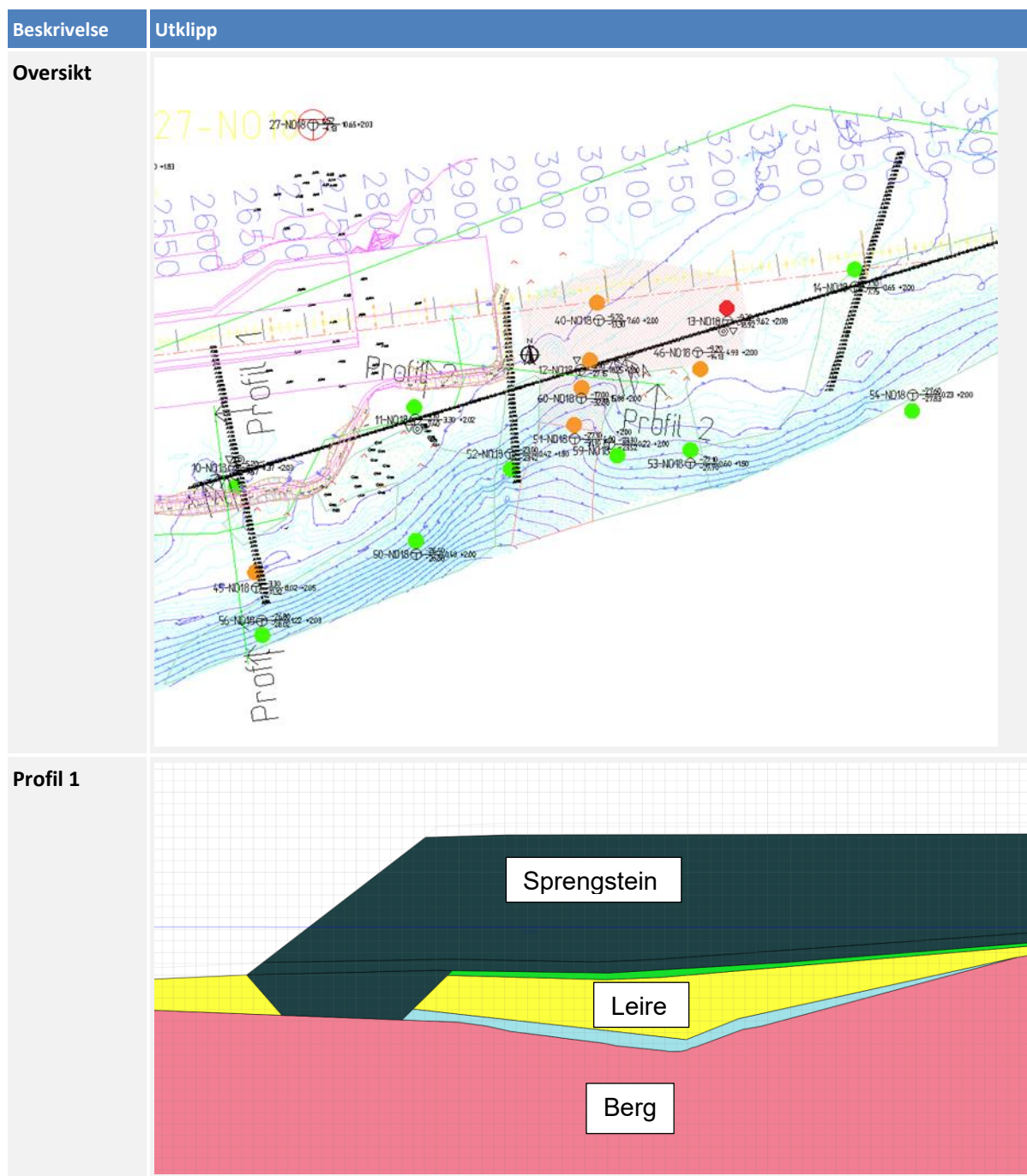
Det er utført stabilitets- og setningsberegninger for 1 representativt snitt for fyllingsalternativet 1E SP3-R3. Der forutsatt 1 meter overhøyde på fyllingene. Dette er for å påskynde setningsforløpet og kompensere for de setningene som oppstår før ferdigstilling av rullebanen. Lagdelingen er basert på interpolering mellom boringer og seismikk. Det er forutsatt et drenerende lag i bunnen og toppen av leiren. Den antatte lagdelingen er beheftet med usikkerhet. Supplerende grunnundersøkelser vil gi et bedre grunnlag for beregninger.

Det er vurdert å være nødvendig å mudre en 10 meter bred renne ned til faste masser under hele østre fyllingsfront, som er inkludert i beregnet profil. Dette er på grunn av lokalstabilitet og også for å avskjære fyllingen fra en mulig faresone for kvikkleire.

8.4.2 Beregnet profil

Beregnet profil er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Beregnet profil i øst



Steinfyllingen har en høyde på ca. 10 meter der det ikke er mudret, og mektighet av leirlaget er ca. 5 meter på det meste. I gjennomsnitt er leirlaget antatt å være ca. 2 – 4 meter.

8.4.3 Stabilitet

Utførte stabilitetsberegninger er vist i [Tabell 9](#). Det er brukt den noe konservativere styrken tolket fra CPTu fra punkt 10-NO18 der styrke-økningen med dybde ikke er interpolert videre under avsluttet CPT. I tillegg er det utført en beregning der det brukes et Su-profil (etter konsolidering for steinfyllingen) tilsvarende $0,25 \cdot p_0'$.

Tabell 9 – Resultat fra stabilitetsberegningene

Situasjon	Utklipp	Partialfaktor på materialet – oppnådd
<p>Profil 1 Mudret under fyllingsfront, +1 meter overløst og 19 kPa trafiklast (C profiler CPTu 10)</p>		<p>1,40² 2,14¹</p>
<p>Profil 1 Mudret under fyllingsfront, +1 meter overløst og 19 kPa trafiklast (C-profiler til fyllingstopp)</p>		<p>1,60²</p>

- 1) a-fi
- 2) ADP

Ved å bruke en 10 meter bred mudringsrenne i fyllingsfronten oppnås tilstrekkelig partialfaktor (sikkerhet) for planlagt fylling. Når endelig fyllingsalternativ er låst og det er utført kompletterende grunnundersøkelser, vil det bli vurdert om det er mulig å bygge opp fyllingen i etapper med konsolidering uten mudring og masseutskifting. Det vil også ses på et alternativ med å fortrenge leiren med grove blokker under deler av fyllingen. Dette kan vurderes der leirmektigheten er <2 meter.

8.4.4 Setninger

Setningene er estimert vha. 2D FEM beregninger i fem-koden Plaxis 2D. Det er benyttet parametere for å simulere jordens stivhet som tar utgangspunkt i parametere listet i kapittel 8.3.4.

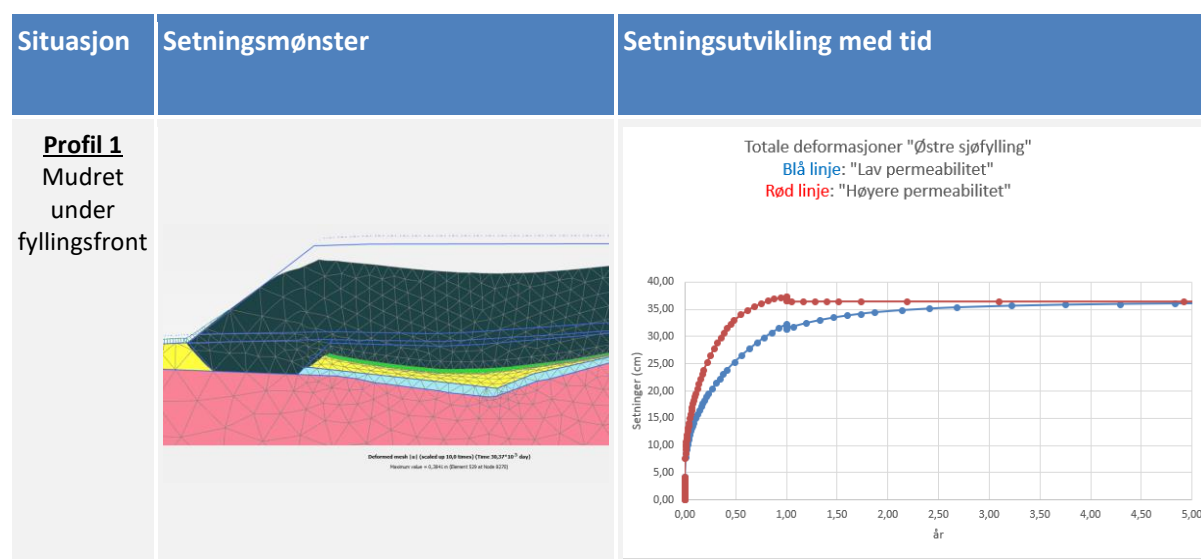
Det er usikkerhet knyttet til de beregnede verdiene for setninger. Resultatene som er vist i Tabell 10 er *estimerer, men gir informasjon om forventet størrelsesorden på setninger*.

Beregningsprofil er vist i Tabell 8. Største delen av setningene vil komme som initial- og primærsetninger.

Etter at fyllingen er etablert vil det pågå krepsetninger over lang tid. De er størst de første årene og vil avta over tid. Det er få målinger tilgjengelig fra tilsvarende fyllinger, men det er resultater fra høye fyllingsdammer. Disse er lagt til grunn for å estimere krepsetninger. For en 10 meter høy steinfylling er det estimert at krepsetninger etter 100 år vil ligge på mellom 5 – 10 mm. De er derfor vurdert å ikke ha noen betydning for rullebanene. Krepsetningene i leirlaget er også vurdert å bli tilsvarende små, for mektigheten av leirlaget er begrenset.

Beregnet snitt vurderes å være konservativt og viser største forventede (beregnete) setninger. Størrelsen på setningene vil variere over området og det må påregnes differansesetninger avhengig av mektigheten på leirlaget og høyden på steinfyllingen. Supplerende grunnundersøkelser vil kunne øke nøyaktigheten på beregningene.

Tabell 10: Beregnete setninger for profil 1



Det er beregnet at det kan bli oppimot ca. 40 cm setninger under planlagt fylling, der leirmektigheten er størst.

Hvis leirmektigheten er som antatt (maks ca. 4 meter) indikerer beregningene at 1 meter overhøyde som får ligge i 1 år er tilstrekkelig for å gjøre unna det aller meste av forventede setninger i leirlaget. Med det antatte intervallet på permeabilitet, viser beregningene at det kan oppstå 0 - 5 cm setninger i løpet av 1,5 år etter at forbelastningen er fjernet.

Setningene må måles etter at fyllingen er lagt ut. Når setningskurven begynner å avta, kan det vurderes å fjerne forbelastningen. Lengden på forbelastningsperioden vil derfor avhenge av målt setningsutvikling.

Som alternativ til forbelastning, er en løsning å mudre bort større andel av leiren. I tilknytning til de supplerende grunnundersøkelsene som skal gjøres i sjø, er det inkludert boringer under planlagte sjøfyllinger for å avklare behovet for forbelastning eller mudring.

8.5 Anleggsteknikk for sjøfylling i øst

I forprosjektet ser man for seg en løsning der sjøfyllingen etableres ved bruk av lekter til ca. kote -3. Over kote -3 vil fyllingen etableres fra land og opparbeides fra vest mot øst. Det legges opp til lagvis komprimering av fyllingen fra kote 0. Før fyllingen etableres må mudring av fyllingsfront utføres. Mudret renne fylles igjen med sprengstein. Massene er vurdert å være godt egnet for mudring med en «back hoe dredger», da det er fastere lag over bløt leire og dypeste mudringsdybde forventes å være ca. kote -15 (nødvendig dybde kommer frem av BIM modell). For å ha tilfredsstillende stabilitet i anleggsfasen, må fyllingen starte i mudringsrennen og det må fylles slik at det ikke oppstår midlertidige «hulrom» mellom fyllingsfront og bakre fyllingsareal.

9 INNFLYGNINGSLYS

Systemet for innflyvningslys strekker seg ut i sjøen fra begge ender av flystripen. Lysene monteres på brokonstruksjoner. I forprosjektet har man sett for seg følgende konstruktive løsning:

Broen fundamenteres på peler. På peletoppene bygges tverrbjelker / pelehoder av betong. Noen tverrbjelker forlenges for å bære større tverrgående lysgrupper.

Broen fundamenteres på borede stålrørspeler i pelepar for hver 15 m bro-lengde. Det benyttes RD-peler, som er stålrørspeler med påsveiset borkrone. Disse bores med fullt tverrsnitt ca. 2 m inn i fast fjell.

Det er forutsatt dimensjon $\text{Ø } 610 \times 8,0 \text{ mm}$ som representativ for stålrørene. Dimensjonen kan varieres etter lokale forhold langs bro-linjen. Etter nedboring blir pelene armert og utstøpt med betong. Utstøping er antatt med pumpbar AUV-betong (undervannsstøp), ev. med pumpbar normalbetong over sjønivå. Stålrørets kapasitet er ikke medregnet i pelenes bæreevne, de dimensjoneres som armerte betongpilarer. Stålrøret kan derfor korrodere bort uten konsekvens.

I flystripens lengderetning ut over sjøen bygges en gangbro av stål med dekke av gitterrist.

Noen av pelene kommer innenfor kartlagt faresone i øst ref. [26]. Rundt disse pelene er det forutsatt mudring og tilbakefylling med sprengstein for å skjære av disse fra faresonen. Alternativt kan det mudres en renne foran lysene ned til faste masser som fylles tilbake med sprengstein. Det forutsettes at det mudres en 5 meter bred renne igjennom faresonen, som fylles tilbake med sprengstein foran pelene.



Figur 24: Utklipp fra beregningsmodell for gangbro

Gangbro og peler er mer utførlig beskrevet i notatet *Gangbro for innflyvningslys*, ref. [27].

10 VIDERE ARBEIDER

Alt av tiltak må detaljprosjekteres. Når supplerende undersøkelser er utført, må rapporten sjekkes mot de forutsetninger og tiltak som er beskrevet. Om nødvendig gjøres nye beregninger og vurderinger. Geoteknikere må vurdere videre behov for kompletterende grunnundersøkelser når prosjektet modnes ytterligere.

I øst er det besluttet å bore mer under planlagt fylling for å avgrense faresonen ytterligere, og bore langs revidert posisjon for innflygningslysene.

For sjøfylling i vest er det besluttet å utføre kompletterende grunnundersøkelser for å bekrefte at massene under planlagt fylling er som forutsatt. Funn av områder med høyere innhold og mektighet av slit og leire, vil gi behov for reviderte beregninger.

Fundamentering av bygg og annen infrastruktur er ikke vektlagt i denne fasen. Det utarbeides eget geoteknisk notat om fundamentering og utgraving for bygningsmassen. I dette notatet inkluderes supplerende grunnundersøkelser for fundamentering av bygningsmassen. Grunnforholdene på landsiden anses imidlertid som relativt ukompliserte med hensyn til fundamentering, slik at det ikke ligger store økonomiske risikoer eller er strenge anbefalinger med tanke på plassering og utforming av bygg.

11 REFERANSER

- [1] Norges Geologiske Undersøkelser, <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [2] Skrednett, Norges vassdrags- og energidirektorat <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>
- [3] Karttjeneste fra <https://kart.finn.no/>
- [4] Satelittmålinger fra INSAR Tjenesten er utviklet og driftet av NGU, NVE og KSAT. <https://insar.ngu.no/>
- [5] Norgeskart www.norgeskart.no
- [6] Statens Vegvesen Håndbok V220, Geoteknikk i Vegbygging
- [7] Statens Vegvesen Håndbok V221, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.
- [8] NIFS-Sluttrapport – Narurfare, flom og skred. Rapport 43-2016.
- [9] Rapport 14-02454-3 Bodø Hovedflystasjon, Miljøteknisk Grunnundersøkelse, NGI
- [10] Bodø lufthavn, Supplerende undersøkelser forurenset grunn. 10001444-187075-BO000-S2-RA-0115
- [11] Datarapport Grunnundersøkelser Ny Lufthavn Bodø. Rapport nr. 1350036248-1 datert 20.01.2020, fra Rambøll
- [12] Datarapport akustiske undersøkelser sjø for Ny Lufthavn Bodø. Rapport 19011-3. fra GeoPhysix
- [13] Datarapport refraksjonsseismiske undersøkelser sjø for Ny Lufthavn Bodø. Rapport nr. 19011, fra GeoPhysix
- [14] Datarapport refraksjonsseismiske undersøkelser land for Ny Lufthavn Bodø. Rapport nr. 19011, fra GeoPhysix, mottatt 2019.10.01
- [15] NS-EN-1990: 2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- [16] NS-EN-1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- [17] NS-EN-1997-2:2007+NA:2008, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver
- [18] NS-EN-1998-1:2004+A1:2013+NA:2014, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger
- [19] NS-EN-1998-5:2004+NA:2014, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold
- [20] NVE Veileder 7/2014, «Sikkerhet mot kvikkleireskred», april 2014
- [21] Høringsdokument Nr. 3/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Revisjon av NVE Veileder 7/2014. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og jordarter med sprøbruddegenskaper
- [22] Statens vegvesen håndbok «N200 Vegbygging», 2018
- [23] Statens vegvesen håndbok «N400 Bruprosjektering», 2015
- [24] Byggesaksforskriften, SAK 10, Utgitt av Direktoratet for Byggkvalitet
- [25] Peleveiledningen 2019, Utgitt av Norsk Geoteknisk Forening
- [26] Ny lufthavn Bodø, Områdestabilitet i sjø – østre del, 10001444-187075-BO000-G1-NO-0111
- [27] Ny lufthavn Bodø, Gangbro for innflygingslys, 10001444-187075-BO000-B2-NO-0112
- [28] Ny lufthavn Bodø, Overbygning og steinmaterialer, 10001444-187075-BO000-C1-NO-0050

Fylkesmannen i Nordland
Postboks 1405
8002 BODØ
Norge

Vår ref.
17/07267-13

Vår dato:
04.09.2020

Deres ref.

Deres dato:

Tilde Nygård

Vår saksbehandler:
John Eivind Skogøy

Ny lufthavn Bodø - Søknad om mudring og utfylling i sjø

Avinor skal bygge Ny lufthavn Bodø (NLBO) i Bodø kommune, Nordland. Etablering av ny rullebane med tilhørende taksebaner medfører behov for utfylling i sjø og peling vest og sør for dagens lufthavn. Grunnforhold i østre del av tiltaksområdet medfører behov for noe mudring. De mudrede massene er ikke teknisk egnet til gjenbruk i prosjektet og er planlagt dumpet i sjø og/eller lagt i strandkantdeponi. Tiltaket krever godkjenning fra myndighet, i dette tilfellet Fylkesmannen i Nordland.

Vedlagt følger standard søknadsskjema og utfyllende grunnlagsdokumenter for søknaden.

Søknaden sendes med kopi til aktuelle høringsparter, se mottakerliste. Eventuelle høringsuttalelser sendes direkte til Fylkesmannen i Nordland.

Hvis det er spørsmål eller kommentarer knyttet til søknaden, kan undertegnede kontaktes på e-post: john.eivind.skogoy@avinor.no eller tlf. 901 47 701.

Med vennlig hilsen

Avinor AS

John Eivind Skogøy

Dokumentet er godkjent elektronisk.

Bodø kommune, Nordland Fylkeskommune, Kystverket Nordland, Sámediggi / Sametinget, Fiskeridirektoratet, Nordland Fylkes Fiskarlag, Norges Kystfiskarlag, Norges arktiske universitetsmuseum

Fra: noreply@avinor.no[noreply@avinor.no] Sendt: 4. sep 2020 10:24:19 Til: Postmottak FMNO Tittel: Brev fra Avinor med referansenummer: 17/07267-13

Fylkesmannen i Nordland

Dokumentet **17/07267-13 Ny lufthavn Bodø - Søknad om mudring og utfylling i sjø** for saken **Nye Bodø lufthavn - Myndighetskontakt** er utsendt av **Avinor Toppenhet**. Se vedlegget for innholdet i utsendelsen.

Dette er en systemgenerert e-post, og skal ikke besvares.