
RAPPORT

Ocean Space Centre

OPPDRAUGSGIVER

Statsbygg

EMNE

Forprosjekt, geoteknikk

DATO / REVISJON: 18. desember 2020 / 00

DOKUMENTKODE: 10216159-RIG-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Ocean Space Centre	DOKUMENTKODE	10216159-RIG-RAP-002
EMNE	Forprosjekt, geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Statsbygg	OPPDRAGSLEDER	Svein Nielsen
KONTAKTPERSON	Kjersti Skjelle Paulsen	UTARBEIDET AV	Håvard Narjord
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 571560 NORD: 7033571	ANSVARLIG ENHET	10234020 Bygg og Eiendom Midt - Felles
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Trondheim		

SAMMENDRAG

Rapporten omhandler geotekniske vurderinger gjort i utviklingsfasen/forprosjektet fram til 1.12.20102 for Ocean Space Centre på Tyholt i Trondheim.

Som grunnlag for prosjekteringen er det utført nye geotekniske grunnundersøkelser, det er utført kjerneboringer i berg og det er utført hydrogeologiske undersøkelser i 2 borede brønner. I tillegg foreligger undersøkelser fra tidligere utbygging av området i 1969-1972.

Ocean Space Centre på Tyholt omfatter fløyene A, B og C. Fløy A og B omfatter nybygg og etablering av byggegrop og nye fundamenter, mens fløy C er ombygging av eksisterende havbasseng som pr i dag ikke medfører grunnarbeider.

Grunnen på tomta består under topplag av tilførte fyllmasser i tidligere utbyggingsfaser og vegetasjonsdekke av tørrskorpeleire over fast/meget fast leire over berg. Nordre del av tomta har generelt liten løsmassmektighet, stort sett mindre enn 5 m. Mens det på søndre deler påvist opptil 20 m i en dyprenne i bergoverflaten.

Bergart er i hovedsak en tydelig foliert grønnstein (metabasalt), og vurderes, basert på enkle tester med hammer, å være sterk til meget sterk.

Grunnvannstanden er generelt ca 2 m under terreng, men det er registrert artesisk trykk ned mot dyprenna i berget.

Byggegropp for A-Fløya blir kombinert åpen skjæring i løsmasser og utsprenning av berg bortsett fra lokal oppstøtting mot eksisterende sjøgangsbasseng.

Byggeropa for B-fløya blir kombinert åpen skjæring og spuntoppstøttet i løsmasser og utsprenning av berg. Spuntkonstruksjon tilrås utført med tett rørsputt boret ned i berg og forankret med skråstag til berg.

Byggegroppene er modellert og finnes både i samlemodell og separate modeller.

Dreneringsnivå vil i byggefasen være i uk byggegrop, eller maksimalt 1 m over bunnplate. I permanent situasjon legges dreneringsnivå på kote 102.

Byggene fundamenteres direkte på berg eller på stålkernepeler/pilarer til berg. Det fylles ikke tilbake jordmasser mellom berg og bassengvegger. Over bergnivå og bassengvegger fylles det til dels tilbake med lette masser for å redusere utvendig trykk mot veggene.

Det bør i detaljeringsfasen utføres nærmere analyse av påvirkning på naboomgivelsene av grunnvannssenkning fra utdrenering av byggeropa. På grunnlag av nåværende kjennskap til nabobebyggelse og grunnforhold forventes kun mindre terrengsetninger og et mulig behov for justering av dører og vinduer på nabobygg. Det må i tillegg etableres måle og kontrollprogram for overvåking av grunnvannssenkning og eventuelle setninger.

00	18.12.2020	Rapport utarbeidet	Håvard Narjord	Andreas Berger	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

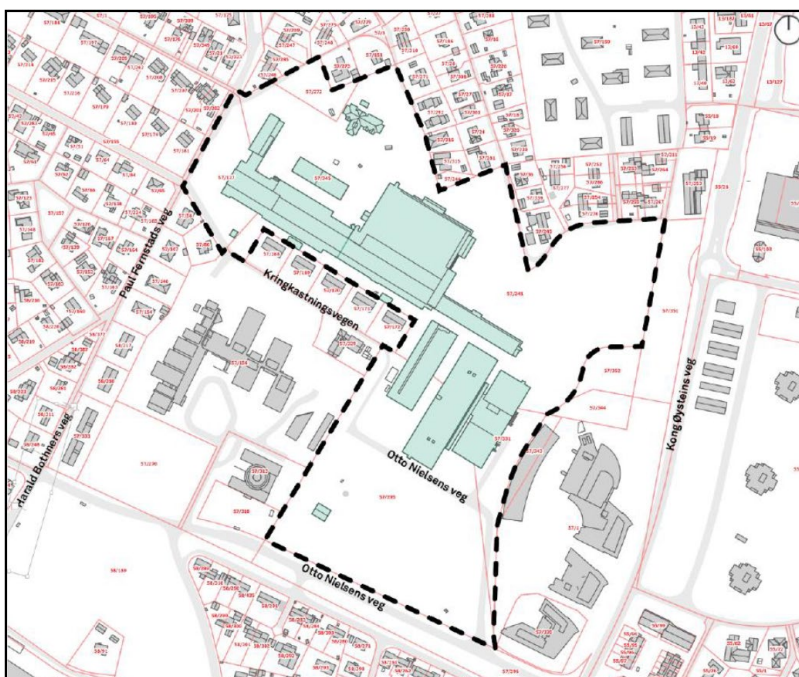
INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Topografi	7
3	Grunnforhold	7
3.1	Tidligere geotekniske grunnundersøkelser	7
3.2	Nye geotekniske grunnundersøkelser	7
3.3	Løsmasser/Bergoverflate	7
3.3.1	Generelt	7
3.3.2	Dybde til berg/bergoverflate	7
3.4	Berg	8
3.5	Hydrogeologi/Grunnvann	9
4	Myndighetskrav	10
4.1	Generelt	10
4.2	Områdestabilitet/Skred	10
4.3	Prosjekteringsforutsetninger	10
5	Byggegrop	11
5.1	Generelt	11
5.2	Fløy A	12
5.3	Fløy B	13
5.4	Drenering/vannhåndtering	13
6	Fundamentering	14
7	Naboforhold	14
8	Videre arbeider	15
9	Referanser	16

1 Innledning

Multiconsult utfører på oppdrag fra Statsbygg forprosjekt på grunn og betongarbeider for planlagt nytt Ocean Space Centre på Tyholt i Trondheim. Denne rapporten omfatter en oppsummering av geoteknisk prosjektering i forprosjektet, herunder både geotekniske, ingeniørgeologiske (berg) og hydrogeologiske (grunnvann) arbeider.

Ocean Space Center skal erstatte NTNUs forskningslaboratorier, verksteder og universitetsbygg med nye og mer effektive fasiliteter. Planområdet og BIM-modell av de prosjekterte byggene og byggegropa er vist i henholdsvis Figur 1 og Figur 2.



Figur 1 Eiendomskart med planområdet markert med sort stiplet linje. Hentet fra Statsbygg planutredning for Ocean Space Center datert 19.06.2019.



Figur 2 BIM-modell som viser prosjektert utforming av byggene pr24.1.2020

Prosjektet på Tyholt omfatter fløy A, B og C. Det vises til øvrige prosjektbeskrivelser for de enkelte fløyer, se Figur 3. Fløy A og B omfatter nybygg og etablering av byggegrop og nye fundamenter, mens fløy C er ombygging av eksisterende havbasseng som pr i dag ikke medfører grunnarbeider.

Ocean Space Centre Tyholt- Arkitektens beskrivelse



Figur 3 Oversiktsplan Tyholt - Fra arkitektens beskrivelse

Foreliggende rapport omfatter en oppsummering av geoteknisk prosjektering i utviklingsfasen.

2 Topografi

Tomteområdet ligger på Tyholt mellom Kong Øysteins veg i øst, Harald Bothners veg/Paul Fjermstads veg i vest og Otto Nielsens veg i sør, øst for Trondheim sentrum (se Figur 2-1). Med unntak av en høydetopp på ca. kote +120,0 i nord, ligger planområdet på en høyde rundt kote +115,0, med gjennomsnittlige helninger i terrenget i østlig og vestlig retning mellom 1:6 og 1:10. Bratteste helning i området er ca. 1:2.

3 Grunnforhold

3.1 Tidligere geotekniske grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i forbindelse med den tidligere utbyggingen. Følgende rapporter har vi hatt tilgjengelig:

Rapport	Dato	Tittel	Kommentar
O.905	2.7.1969	Skipsteknisk senter, Tyholt	Fjellbestemmelser med lett håndholdt utstyr. (Ca 120 punkter)
O.905-2	10.4.1972	Skipsteknisk senter, Tyholt	Fjellbestemmelser med både lett håndholdt utstyr og tyngre boreutstyr. 80 borepunkter.
O.4105-1	25.3.1983	Televerket, Teleteknisk tårn, Tyholt	Fjellkontrollboringer med geoteknisk borerigg. 16 borepunkter

3.2 Nye geotekniske grunnundersøkelser

Multiconsult utførte nye grunnundersøkelser i november/desember 2019 som omfattet:

- 52 stk. totalsonderinger til antatt berg og kontrollboring i berg.
- 2 stk. prøveserier med poseprøver og Ø54 mm sylindprøver
- 1 stk poretrykkmåler

Undersøkelsen er presentert i rapport 10215547-RIG-RAP-001/1/.

Videre ble det installert 5 nye poretrykkmålere våren 2020 som er presentert i rapport 10216159-RIG-RAP-001 /2/.

3.3 Løsmasser/Bergoverflate

3.3.1 Generelt

Løsmassemektigheten i borpunktene varierer mellom 0,7-20,1 meter, og er generelt mindre i den nordlige delen, og større i den sørlige. De nordligste sonderingene viser at løsmassene her består av grovere masser av antatt sand og grus, over berg. De sørligste sonderingene viser under topplaget av sand og grus, et lag av antatt tørrskorpeleire og fast leire, over berg.

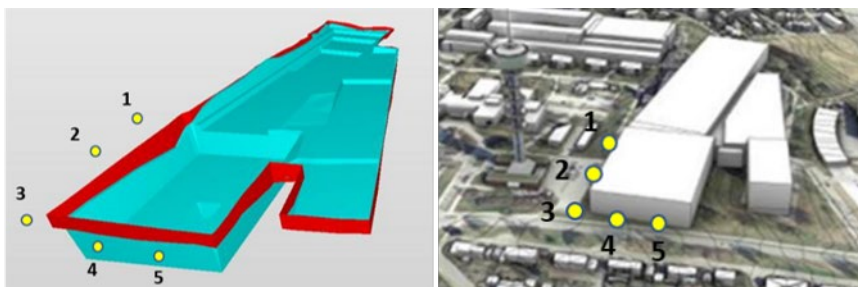
3.3.2 Dybde til berg/bergoverflate

Antatt bergoverflate ligger på ca. kote +118,7 på toppen i nord, og synker jevnt, med enkelte lokale variasjoner, til rundt kote +94,0 i sør ved Otto Nielsens veg.

På grunnlag av nye og tidligere grunnundersøkelser er det utarbeidet en bergmodell som er benyttet videre i modellering og prosjektering av byggegrop. På områder som i dag er bebygde er modellen basert på bergforløp før utbyggingen på området, og tar ikke hensyn til at deler av eksisterende bebyggelse har tatt ut bergvolum under byggingen.

3.4 Berg

Generelt viser vi til egen rapport om bergforhold i rapport 10216159-RIGberg-RAP-001/3/. Det er utført kjerneboring i berg i 5 punkter, se Figur 4.



Figur 4. Omtrentlig plassering av kjerneborhullene.

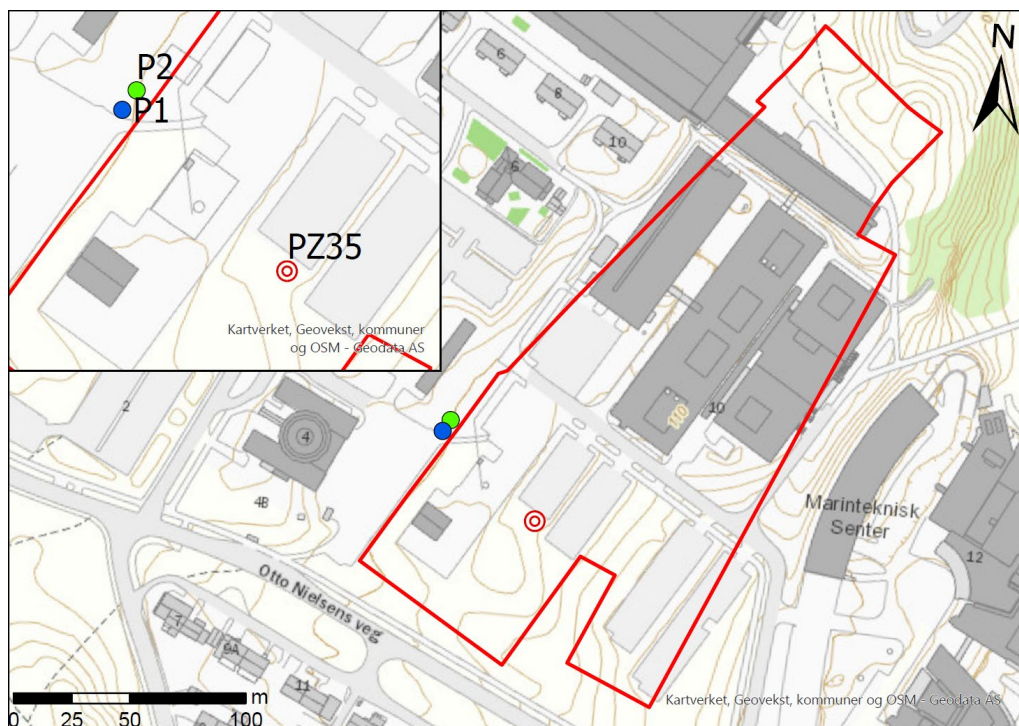
Bergart er i hovedsak en tydelig foliert grønnstein (metabasalt), og vurderes, basert på enkle tester med hammer, å være sterk til meget sterk.

Overgangen mellom en tydelig foliert grønnstein og en grønnskifer er vanskelig å fastslå. Grønnsteinen som er observert i borhullene vurderes ikke som skifrig, men den tydelige foliasjonen indikerer at grønnskifer kan forekomme ved andre deler av den planlagte byggegropa.

I borhull K4 og K5 forekommer også en kvartsrik bergart, trolig kvartskeratofyr eller felsitt. Denne opptrer som lag på inntil 2 m mektighet mot bunnen av disse hullene. Bergarten er meget sterk, men mer sprø enn grønnstein.

3.5 Hydrogeologi/Grunnvann

Generelt viser vi til egen rapport om hydrogeologiske forhold i rapport 10216159-RIGh-RAP-001 /4/ samt rapport fra poretrykkmålinger 10216159-RIG-RAP-001 /2/. Plassering av brønner er vist i Figur 5



Figur 5 Bergbrønn (P1; blå sirkel) og en løsmassebrønn (P2; grønn sirkel). Kartet viser i tillegg plasseringen til allerede etablert poretrykkmåler PZ35. Det undersøkte området er uthevet i rødt.

Det er installert 1 brønn i berg (P1) og en i løsmasser (P2). Observasjoner i P1 gir tilsynelatende et stabilt grunnvannsnivå ca. 4,2 – 4,3 m.u.t., som tilsvarer ca. kote 106,5.

Det er observert et stadig stigende vannspeil i løsmassebrønnen (P2), og dermed ikke mulig å fastslå hvilket nivå det stabiliserer seg på. Til sammenligning viser nærliggende piezometer PZ33 og PZ35 artesisk trykk på ca. +2 m.

Disse resultatene indikerer lav hydraulisk konduktivitet i både berget og i antatt bunnmorene like over berg. På grunn av dette var det ikke mulig, eller nødvendig, å utføre de planlagte pumpeforsøkene da det ville ført til tørrlegging etter svært kort tid.

Utviklingen av grunnvannsnivået i brønnene, som vist i Tabell 4-2 og figur 11, indikerer akviferer med lav hydraulisk konduktivitet og liten påvirkning fra nedbør.

4 Myndighetskrav

4.1 Generelt

Gjennomførbarhet av utbygginga må dokumenteres gjennom vurderinger som viser at utbygginga kan gjennomføres på en måte som tilfredsstillir dagens regelverk.

Utbyggingen er underlagt følgende lover, forskrifter og retningslinjer:

- Plan- og bygningsloven (PBL) (ref. /7/)
- Byggeteknisk forskrift (TEK17), med veiledning (ref. /8/)
- Eurokodesystemet, herunder Eurokode 0 /5/ og Eurokode 7 /6/

4.2 Områdestabilitet/Skred

Det er ikke påvist bløte masser eller kvikkleire på tomta, og tomta ligger heller ikke i utløpsområder for eventuelle kvikkleireskred. Områdestabiliteten er dermed ivaretatt både i byggefase og etter utbygging på tomta.

4.3 Prosjekteringsforutsetninger

Geotekniske prosjekteringsforutsetninger bestemmes endelig av ansvarlig prosjekterende RIG i detaljprosjekteringsfasen. Prosjektet er foreløpig plassert i geoteknisk kategori 2 og konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 3 på grunn av byggets formål og dimensjoner, og av den grunn er det valgt følgende foreløpige myndighetskrav for utgraving, byggegrop og fundamentering:

Tabell 4-1: Oppsummering av foreløpige sikkerhetsprinsipper for tiltaket

Kategori	Fundamentering og etablering av byggegrop
Geoteknisk kategori	2
Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC / RC)	3
Tiltaksklasse iht. PBL	3
Seismisk grunntype	A
Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse	PKK3 – UKK3

Med klassifiseringen angitt i Tabell 4-1 vil det bli behov for utvidet kontroll av både prosjektering og utførelse i henhold til kontrollklasse 3 basert på Eurokodesystemet. Utvidet kontroll av geoteknisk prosjektering omfatter en faglig kontroll i tillegg til kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert.

Også valg av tiltaksklasse 3 iht. PBL medfører krav til uavhengig kontroll. Utvidet kontroll PKK3 og uavhengig kontroll PBL kan være samme kontroll og kan utføres av samme foretak.

5 Byggegrøp

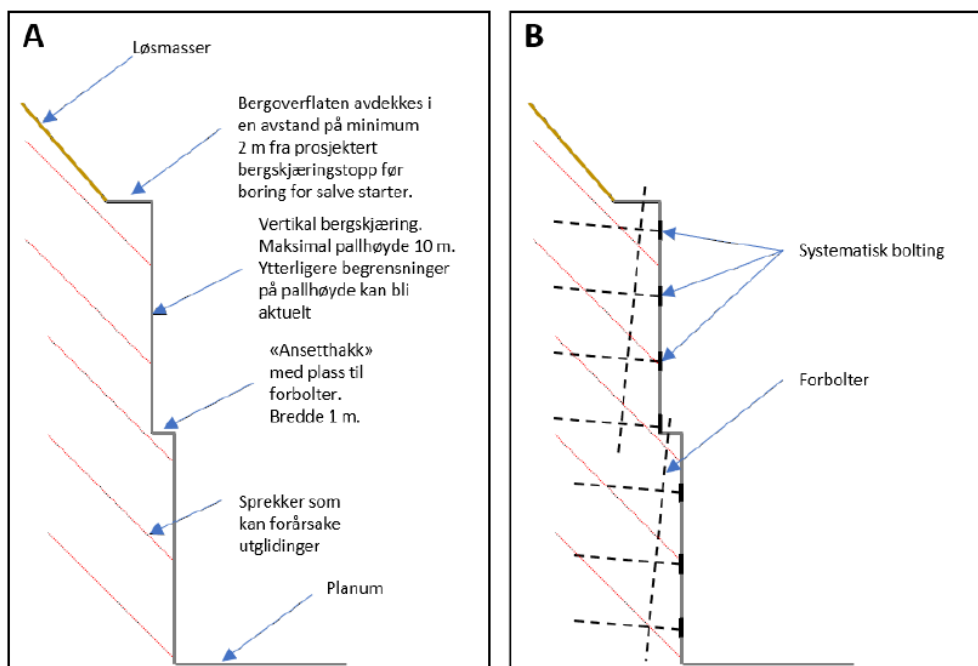
5.1 Generelt

Byggegrøpene vil komme delvis i løsmasser og delvis i berg. Av plasshensyn og begrenning av utgravingsvolum, er det behov for oppstøtting av byggeropa på enkelte deler. Åpen utgraving er forutsatt med helning 1:2 for å ivareta overflatessabilitet under lang anleggsperiode.

Spuntoppstøtting vil være aktuell metode for oppstøtting. Løsmassene er meget faste og tradisjonell ramming av spuntprofiler vil medføre stor risiko for atspunt ikke når berg, samt at det vil medføre omfattende støy og rystelser under nedramming. Det er derfor anbefalt å benytte boret spuntløsning med rørsput som bores ned i berg og forankres med skråstag inn i berg.

Beregningsmessig vil rørdimensjoner på ca 270 mm være tilstrekkelig, men erfaringer fra bransjen viser at en dimensjon på ca Ø400 mm er mest teknisk og økonomisk gunstig for en rørsput med låser. For oppstøttingshøyder over ca 3 m er det nødvendig med stagforankring til berg, og det er videre forutsatt forankringsnivåer hver 3. m videre i dybden for større oppstøttingshøyder.

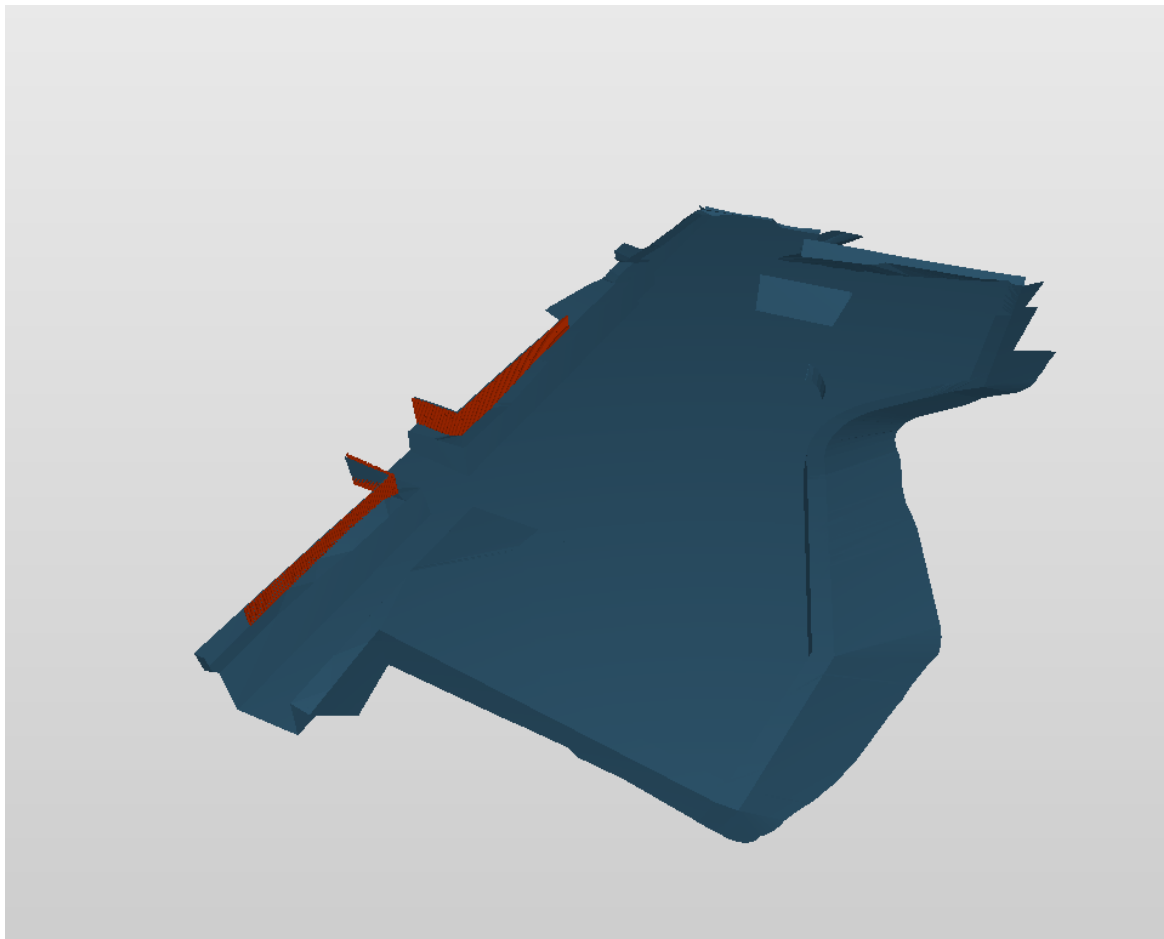
Bergskjæringer er for modell og kalkyle forenklet antatt med gjennomsnittlig helning 10:1. Dette er på grunn av forutsatt pallhøyde på 10 m og 1 m hylle for bergsikring og ansett neste pall kfr. rapport 10216159-RIGberg-RAP-001 /3/, se Figur 4.



Figur 6 Prinsippsnitt bergskjæringer, fra rapport 10216159-RAP-RIGberg-RAP-001 /3/.

5.2 Fløy A

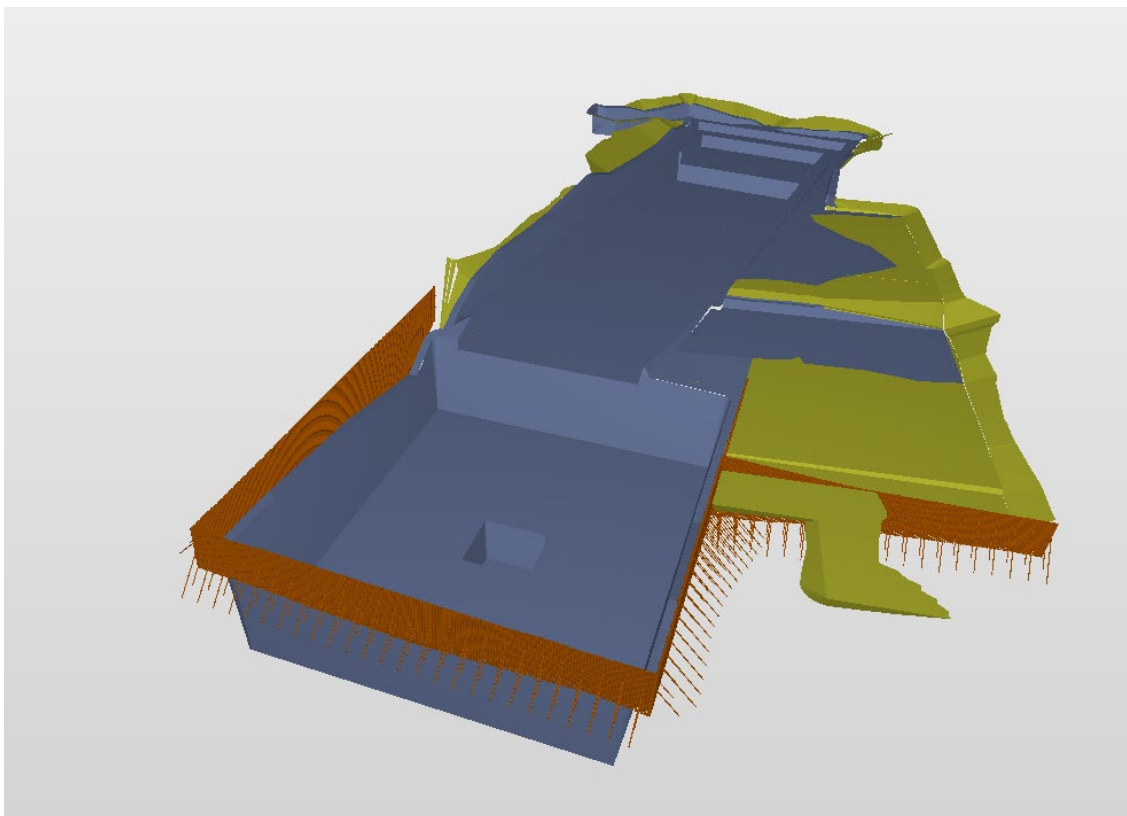
Byggegroppa kan etableres med åpen graving ned til berg og graving inntil eksisterende bygningsdeler som ikke skal rives. For å opprettholde adkomst langs eksisterende sjøgangsbasseng er det lagt inn spuntoppstøtting langs sjøgangsbasseng ved planlagt ny kulvertforbindelse. Videre er det behov for utsprengning av berg ned til kjellerplanum. Figur 5 viser modell av byggegroppa sett mot sørvest.



Figur 7 Modell byggegropp fløy A. Rødt er spunt, og blått er åpen graving/sprengning.

5.3 Fløy B

Byggegroppa for fløy B er opptil ca 40 m under dagens terrengoverflate, der største løsmassetykkelse er ca 15 m og resten i berg. Figur 6 viser BIM-modell av byggegroppa pr 24.11.2020.



Figur 8 BIM-modell som viser prosjektert byggegropp fløy B, brunt er spunt, grønt viser løsmasser og blått er berggrunn

Det er lagt til grunn oppstøtting av løsmassene i byggegroppa for Havbassenget på 3 sider med stagforankring i berg av rørsputen med opptil 4 stager. For laboratoriebyggene sør for havbassenget er det også lagt inn spuntoppstøtting mellom kjeller og kjellerløs del i vest. For øvrig er det åpen graving i løsmasser og utsprengning av berg.

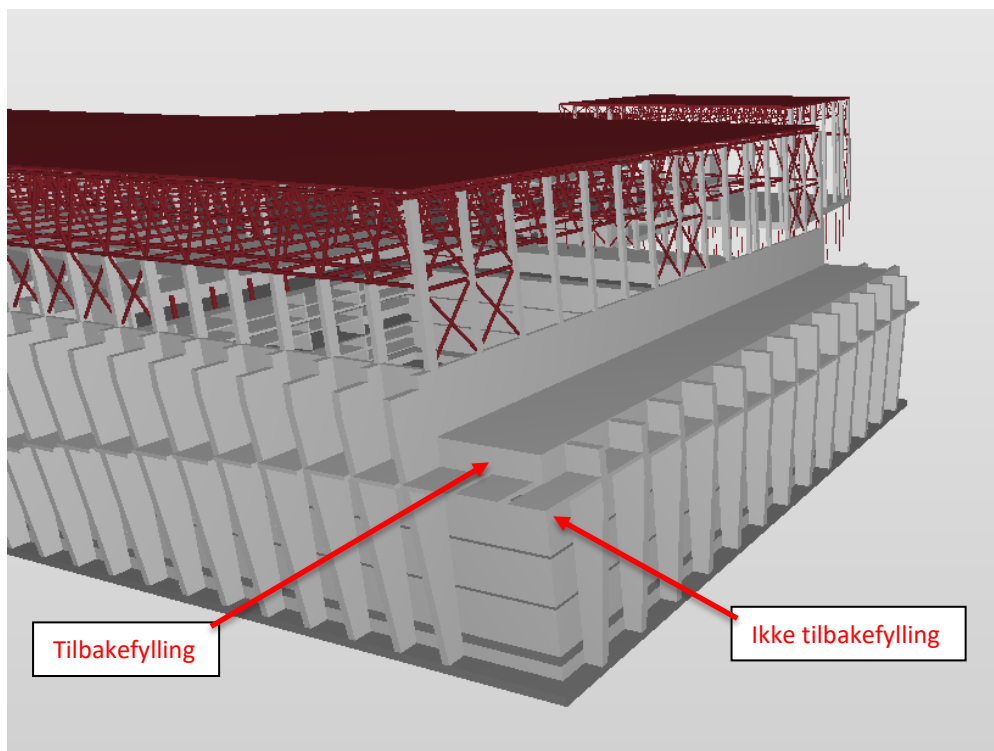
5.4 Drenering/vannhåndtering

Hydrogeologisk rapport /4/ angir at forventete vannmengder av grunnvann inn i byggegroppa er i størrelse 3,6 til 35 m³ per døgn, mens nedbørmengder vil være opptil 106 m³/døgn. I byggeperioden forutsettes GV senket til sprengningsplanum for etablering av bunnplate, mens det legges dreneringsnivå 1 m over bunnplate i resten av byggetiden. I permanentsituasjonen legges dreneringsnivå på kote 102 som maksimalt fremtidig grunnvannsnivå.

6 Fundamentering

I hovedsak vil nybygg fundamenteres direkte på utsprengt/avrettet berg. For å unngå setningsdifferanser og ulik fundamenteringsprisnipp, anbefales bygningsdeler som kommer på løsmasser fundamentert ved stålkjernepeler eller pilarer til berg.

For å kontrollere horisontaltrykk mot bassengvegger, fylles det ikke tilbake masser mellom berg og betongvegger. Videre oppfylling over berg mot bassengveggene må utføres til dels med lette fyllmasser for å redusere jordtrykk mot veggene.



Figur 9 Utsnitt RIB-modell som viser grensesnitt mellom tilbakefylling/ikke tilbakefylling

7 Naboforhold

Nabobebyggelse er ikke kartlagt i detalj. Eksisterende bygg på Marinteknisk senter er ut fra tidligere undersøkelser og bildemateriale fra utbyggingen forutsatt fundamentert på berg.

Tyholttårnet er ut fra mottatte tegninger fundamentert på berg, mens omliggende lavbygg sannsynligvis er fundamentert direkte på de faste leirmassene i området. For øvrig antas småhusbebyggelsen sør for Otto Nielsen veg å være fundamentert på faste leirmasser. Det samme antas for Telenorbygget sør øst for tomte der løsmassemekktigheten tilsier at det er direktefundamentert på fast grunn.

Basert på hydrogeologisk rapport, vil grunnvannssenkning inntre i et influensområde på 50 til 240 m fra den dype byggegropa for Havbassenget. Det er i hovedsak begrenset løsmassemekktighet i dette området og løsmassene er meget faste leirmasser, med generelt lite setningspotensiale. Det er ikke utført detaljerte analyser i denne fasen, men uten tiltak for å opprettholde grunnvannstand/poretrykk forventes setningstørrelser på maksimalt 1-2 cm der det er løsmassemekktighet over 10 m. Vi vurderer at dette eventuelt vil synligjøres ved dører/vinduer som må justeres. Om det er nødvendig og mulig med kostbare tiltak for å unngå grunnvannssenkning må

vrderes nærmere i detaljfasen. Det bør uansett utføres en grundig bygningsbesiktigelse og registrering av nabobebyggelse innen influensområdet før byggestart, og poretrykkmålinger og setningsmålinger for kontrolloppfølging og dokumentasjon under arbeidene.

8 Videre arbeider

Videre geoteknisk prosjektering i detaljeringsfase må omfatte bl. annet:

- Tilpasning/optimalisering av gravenivåer og utsprengningsnivåer mot fundamenter og gulvkonstruksjoner.
- Detaljberegninger av oppstøtting/spuntkonstruksjoner
- Detaljberegninger av jordtrykk/grunntrykk/pelefundamentering som input til RIB
- Setningsanalyser for naboområder på grunn av grunnvannssenkning i byggefase
- Beskrivelser av grunnarbeider, både geotekniske arbeider/bergarbeider.
- Planer og beskrivelser for kontroll av poretrykk/grunnvannstand på naboområder

9 Referanser

- /1/ Multiconsult, datarapport 10215547-RIG-RAP-001 «Ocean Space Centre – Geotekniske grunnundersøkelser» (januar 2020)
- /2/ Multiconsult, datarapport 10216159-RIG-RAP-001 «Ocean Space Centre Datarapport poretrykkmålinger» (desember 2020)
- /3/ Multiconsult, 10216159-RIGberg-RAP-001 «Ocean Space Centre Resultater fra kjerneboring, vurdering av bergforhold, berguttak og bergsikring» (november 2020)
- /4/ Multiconsult, 10216159-RIGh-RAP-001 «Ocean Space Centre - Hydrogeologiske undersøkelser» (november 2020)
- /5/ Standard Norge Eurokode 0, «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+NA:2008+NA:2016,» 2002.
- /6/ Standard Norge Eurokode 7, «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016,» 2004
- /7/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)», (2008)
- /8/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK17)», (2017)