

## **FAGRAPPOR - GEOTEKNIKK**

**OSC-30-H003-G-RA-00001**

### **B4**



## **1107304 OCEAN SPACE CENTRE**

Prosjekt	Ocean Space Centre
Kontrakt	K202
Byggherre	Statsbygg
Utgiver	Multiconsult Norge AS
Utskriftsdato	03.12.2021
Sist endret	03.12.2021
Henvendelser kan rettes til	Statsbygg Postboks 232 Sentrum, 0103 Oslo Telefon: 22 95 40 00 Epost: <a href="mailto:postmottak@statsbygg.no">postmottak@statsbygg.no</a> Internett: <a href="http://www.statsbygg.no">http://www.statsbygg.no</a>

---

RAPPORT

# Ocean Space Centre

---

OPPDRAKSGIVER

Statsbygg

EMNE

Entreprise K202 - Fagrapport geoteknikk –  
Løsmasser spunt

DATO / REVISJON: 3. desember 2021 / 01

DOKUMENTKODE: 10216159-RIG-RAP-003

---



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	<b>Ocean Space Centre</b>	DOKUMENTKODE	10216159-RIG-RAP-003
EMNE	Entreprise K202 - Fagrapport, geoteknikk – Løsmasser/spunt	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Statsbygg</b>	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/prosjektering gjort i utviklingsfasen/forprosjektet for byggegrop Fløy B fram til 1.12.2021 for Ocean Space Centre på Tyholt i Trondheim. Endringer for havbasseng og sjøgangsbasseng i november 2021 er inkludert, mens endringer i planer øst for bassengene er vist for planer pr januar 2021.

Som grunnlag for prosjekteringen er det utført nye geotekniske grunnundersøkelser i 2020, I tillegg foreligger undersøkelser fra tidligere utbygging av området i 1969-1972.

Det er i tillegg utført kjerneboringer i berg og hydrogeologiske undersøkelser i løsmasse/bergbrønner. Disse er presentert i egne rapporter.

Grunnen på tomta består under topplag av tilførte fyllmasser i tidligere utbyggingsfaser og vegetasjonsdekke/tørskorpeleire 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.

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

Byggeropa for B-fløya er prosjektert som kombinert åpen skjæring og spuntoppstøttet i løsmasser og utsprengning av berg. Spuntkonstruksjon tilrås utført med tett rørsput boret ned i berg og forankret med skråstag til berg.

Byggegrope er modellert i 3D.

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

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.

01	3.09.2021	Rapport utarbeidet for KS	Håvard Narjord	Andreas Berger	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Topografi .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Grunnforhold .....</b>	<b>6</b>
3.1	Tidligere geotekniske grunnundersøkelser .....	6
3.2	Nye geotekniske grunnundersøkelser .....	6
3.3	Løsmasser/Bergoverflate .....	6
3.3.1	Generelt .....	6
3.3.2	Dybde til berg/bergoverflate .....	7
3.3.3	Bergmodell.....	7
3.4	Behov for supplerende undersøkelser .....	8
<b>4</b>	<b>Byggegrop.....</b>	<b>9</b>
4.1	Generelt .....	9
4.2	Spuntoppstøtting .....	9
4.3	Sammensatt byggegrop .....	11
4.4	Drenering/vannhåndtering .....	12
4.5	Orienterende mengder .....	13
<b>5</b>	<b>Naboforhold .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Videre arbeider.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>15</b>

## 1 Innledning

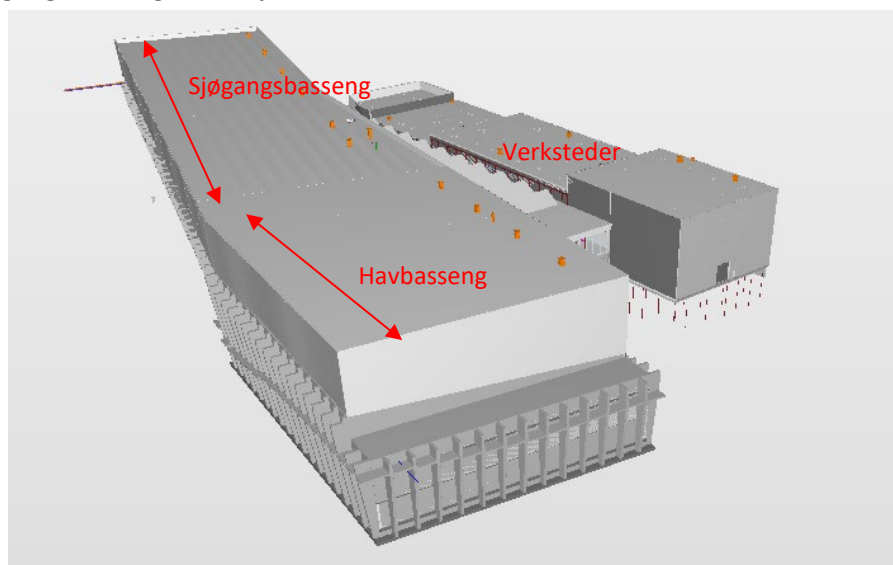
Multiconsult utarbeider sammen med Statsbygg grunnlag for totalentreprise på grunnarbeider for fløy B for planlagt nytt Ocean Space Centre på Tyholt i Trondheim. Denne rapporten omfatter en oppsummering av geoteknisk prosjektering gjennom forprosjekt levert desember 2020, og gjennom optimaliseringsfase i 2021.

Fløy B omfatter tomta for planlagt Sjøgangsbasseng og Havbasseng samt verkstedbygg se Figur 1-1



Figur 1-1 Oversiktsplan Tyholt - Fra arkitektens beskrivelse

Bygningsutforming som er lagt til grunn er pr januar 2021, bortsett fra Havbasseng og Sjøgangsbasseng som er justert noe i november 2021. Utsnitt fra BIM-modell i Figur 1-2 viser



planlagt bygg.

Figur 1-2 Sjøgangsbasseng, Havbasseng og Verksteder - BIM-modell RIB januar 2021

## 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 sylindrerprøver
- 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/.

Det må for detaljprosjekteringen vurderes supplerende grunnundersøkelser for å redusere risiko for mengdefordeling mellom løsmasser og berg.

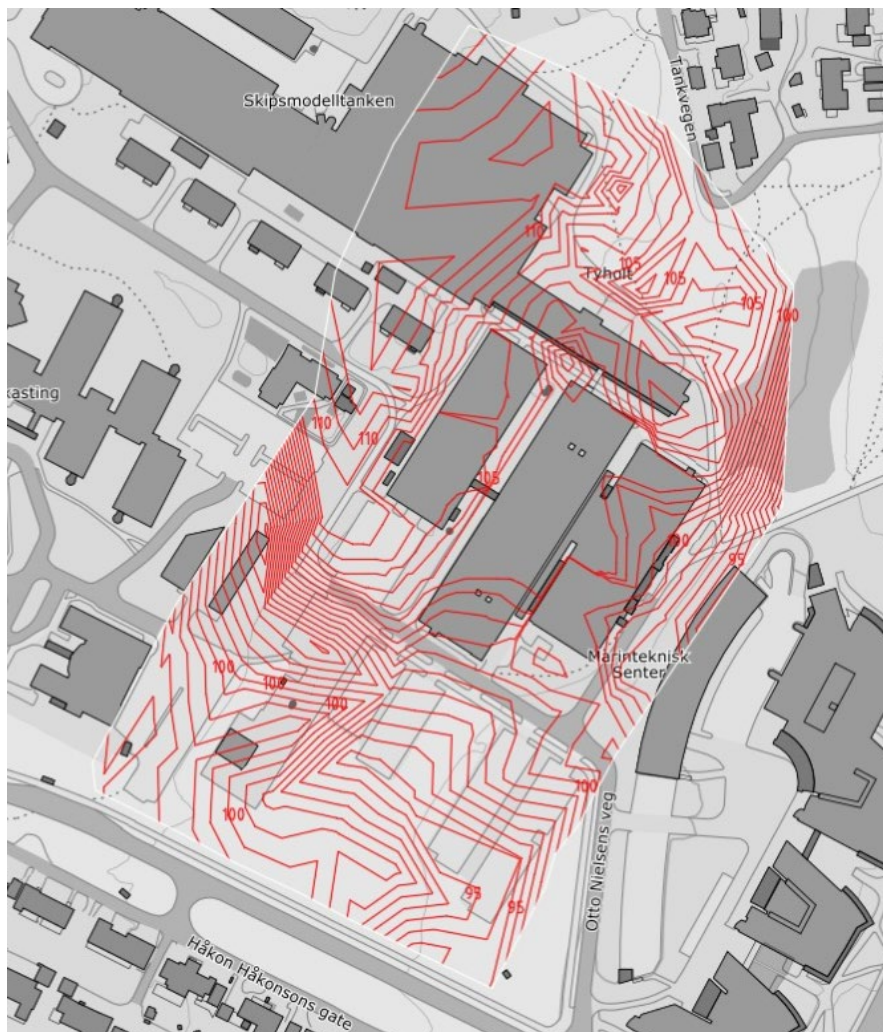
### 3.3 Løsmasser/Bergoverflate

#### 3.3.1 Generelt

Løsmassemektheten 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.







Figur 3-2 Bergkotekart generert fra trianguleringsmodell - Fig 3-1

### 3.4 Behov for supplerende undersøkelser

For detaljprosjekteringen må det vurderes behov for supplerende undersøkelser for forbedring av bergmodell/overflate. Dette vil ha betydning for volumfordeling mellom løsmasser og berg, spunt og staglengder.

Det er foreløpig registrert behov for suppleringer i følgende områder:

- Bergbeliggenhet i forankringsområde spunt mot Otto Nielsens veg, mot Tyholttårnet og mot øst.
- Det er avdekket en renne/forsenkning i bergoverflaten i nordre del av Havbassenget. Nåværende bergmodell i området er basert på boringer med 25-40 m avstand, slik at nøyaktigheten av bergmodellen her er noe usikker.
- Videre må det planlegges overvåking av grunnvannsstand (poretrykkmålere) rundt byggegropa for å vurdere og iverksette tiltak for å redusere/unngå grunnvanssenking.

## 4 Byggegrøp

### 4.1 Generelt

Byggegrøpene vil komme delvis i løsmasser og delvis i berg. Av plasshensyn og begrensning av utgravingsvolum, er det behov for oppstøtting av byggeropa på enkelte deler. Åpne skjæringer i byggegrøpa er forutsatt med helning 1:2 for å ivareta overflatesstabilitet under lang anleggsperiode. For grøfter og ledningstraseer, kan graving forutsettes med helning 1:1 for gravedybder inntil 3 m.

Selv om det er faste leirmasser på tomta, vil trafikk/transport og nedbør/frost kunne redusere bæreevne i anleggsperioden, slik at det må forutsettes anleggsveger tilpasset anleggsmaskoiner og bortledning av overflatevann.

I sørøst er det behov for noe oppfylling til planlagt gulvnivå. Fylling må utføres som kvalitetsfylling med pukkmasser som legges ut i henhold til NS 3458. Matjord/organiske masser må fjernes før oppfylling.

Uttak av berg er beskrevet i egen fagrapport. Det samme gjelder grunnvannsforhold og hydrogeologiske undersøkelser og vurderinger.

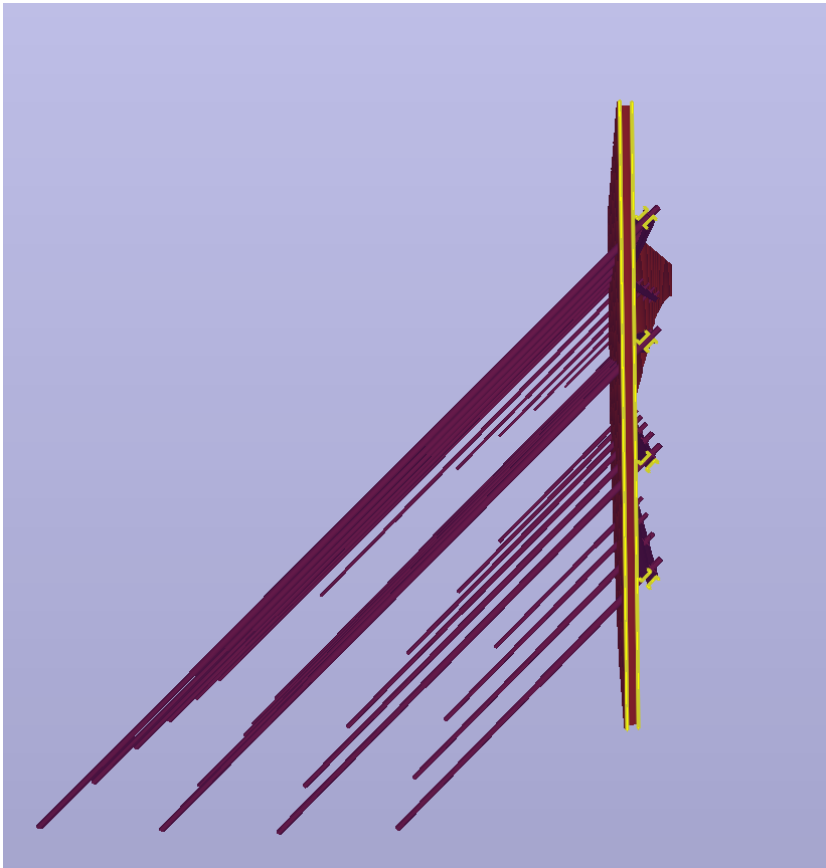
### 4.2 Spuntoppstøtting

Spuntoppstøtting er valgt for oppstøtting av løsmasser i byggeropa. Løsmassene er meget faste og tradisjonell ramming av spuntprofiler vil medføre stor risiko for at spunt 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.

Det er generelt forutsatt innboring 1 m i berg.

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.

Figur 4-1 viser et snitt gjennom spuntmodellen med 4 stagrader.

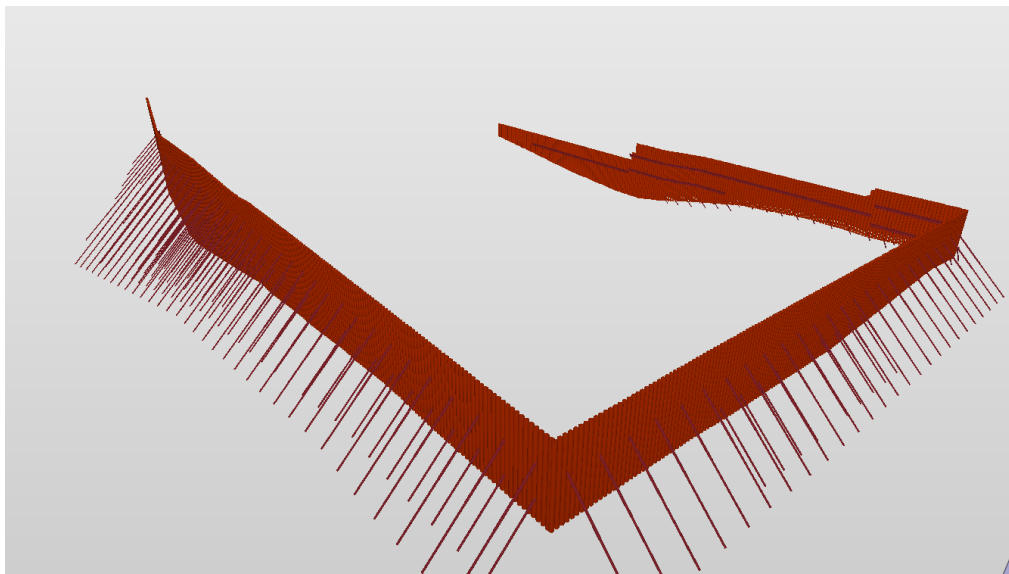


Figur 4-1 Snitt gjennom spuntveggmodell med 4 stagrader

Følgende dimensjoner for spuntkonstruksjon er foreløpig beregnet/vurdert:

- Rørspunt: Ø406x10
- Stag: Stangstag eller lissestag, 1500kN i dimensjonerende kapasitet
- Puter: 2xUNP320

Erfaringer fra bransjen viser at en dimensjon på ca Ø400 mm har vært mest teknisk og økonomisk gunstig for en rørspunt med låser. Markedssituasjon for stalleverranser vil imidlertid også innvirke på dette, slik at dette må vurderes nærmere og optimaliseres i detaljprosjekteringen



Figur 4-2 Utsnitt spuntmodell

Spunt installeres fra terreng mot Tyholtårnet i nordvest og mot Otto Nielsen veg i sørvest, mens det forgraves til 1 m under framtidig gulv/terrengnivå mot verkstedbyggene i sørøst.

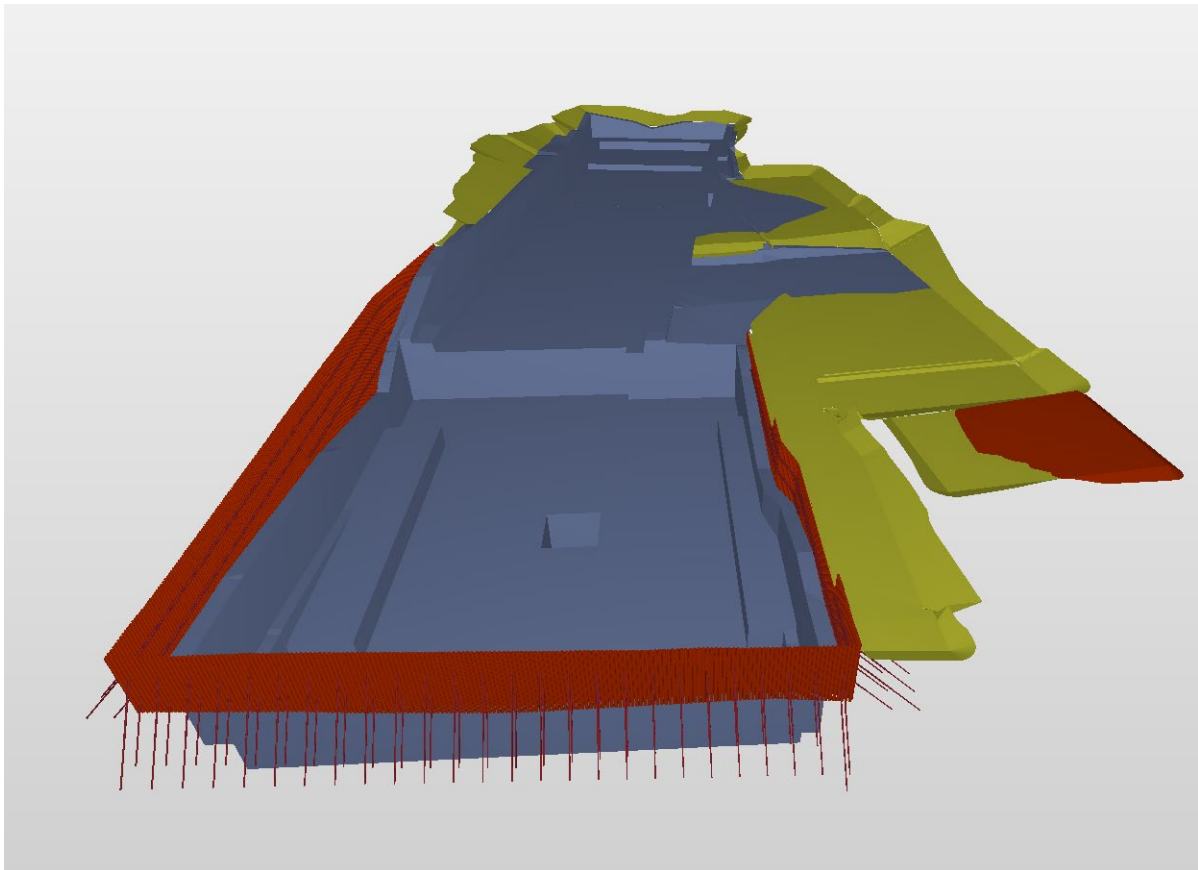
Figur 4-2 viser spuntmodellen sett mot nordøst.

### 4.3 Sammensatt byggegropp

Byggegroppa for fløy B har generelt planum ca 23 m under dagens terrengoverflate, der løsmassetykkelse varierer og er opptil ca 16 m. Sentralt i Havbassenggroppa er det en dypere del (senterpit) som går 10 videre i dybden.

Figur 4-3 viser BIM-modell av byggegroppa. NB Byggegropp øst for havbasseng/sjøgangsbasseng er for planer pr januar 2021, og ikke oppdatert for endringer senere.

Byggegroppa er generelt prosjektert med utgraving/utsprenget av planum til 25 cm under uk bunnplate, og avretting med 25 cm pukk. Samme avrettingstykkelse er forutsatt på områder med løsmasser.



Figur 4-3 BIM-modell som viser prosjertert byggegrop fløy B, Rødt er spunt, grønt viser skjæring i løsmasser og blått er skjæring i berg, rødt felt nederst er oppfylling.

#### 4.4 Drenering/vannhåndtering

Hydrogeologisk rapport /4/ angir at forventete vannmengder av grunnvann inn i byggegropa er i størrelse 3,6 til 35 m<sup>3</sup> per døgn, mens nedbørmengder vil være opptil 106 m<sup>3</sup>/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.

#### 4.5 Orienterende mengder

Basert på BIM-modell av byggerop er følgende orienterende mengder beregnet:

Tekst	Enhet	Mengde	Kommentar
Løsmasseuttak	Tfm <sup>3</sup>	162.000	Inkluderer også volum utenfor bassengene, kfr. planer pr januar 2021 <sup>x)</sup>
Berguttak	Tfm <sup>3</sup>	180.000	Inkluderer også volum utenfor bassengene, kfr. planer pr januar 2021 <sup>x)</sup>
Spuntoppstøtting	m <sup>2</sup>	2680	Boret 1 m ned i berg.
Stag i berg for spunt	stk	192	Forankringslengde i berg antas 5m
Puter spunt	lm	1150	Dobbel pute UNP320

<sup>x)</sup> Mengdene utenfor bassengene utgjør overslagsmessig 34000m<sup>3</sup> løsmasser og 2000 m<sup>3</sup> berg.

## 5 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 tomta der løsmassemektingen 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 løsmassemekting 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 løsmassemekting 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 vurderes 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.

## 6 Videre arbeider

Videre geoteknisk prosjektering i detaljeringsfase må omfatte bl. annet:

- Tilpasning/optimalisering av gravenivåer og utspreningsnivåer mot fundamenter og gulvkonstruksjoner.
- Detaljberegninger av oppstøtting/spuntkonstruksjoner
- Setningsanalyser for naboområder på grunn av grunnvannssenkning i byggefase
- Planer og beskrivelser for kontroll av poretrykk/grunnvannstand på naboområder

## 7 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-002 «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)