

ADRESSE COWI

Karvesvingen 2
0579 Oslo

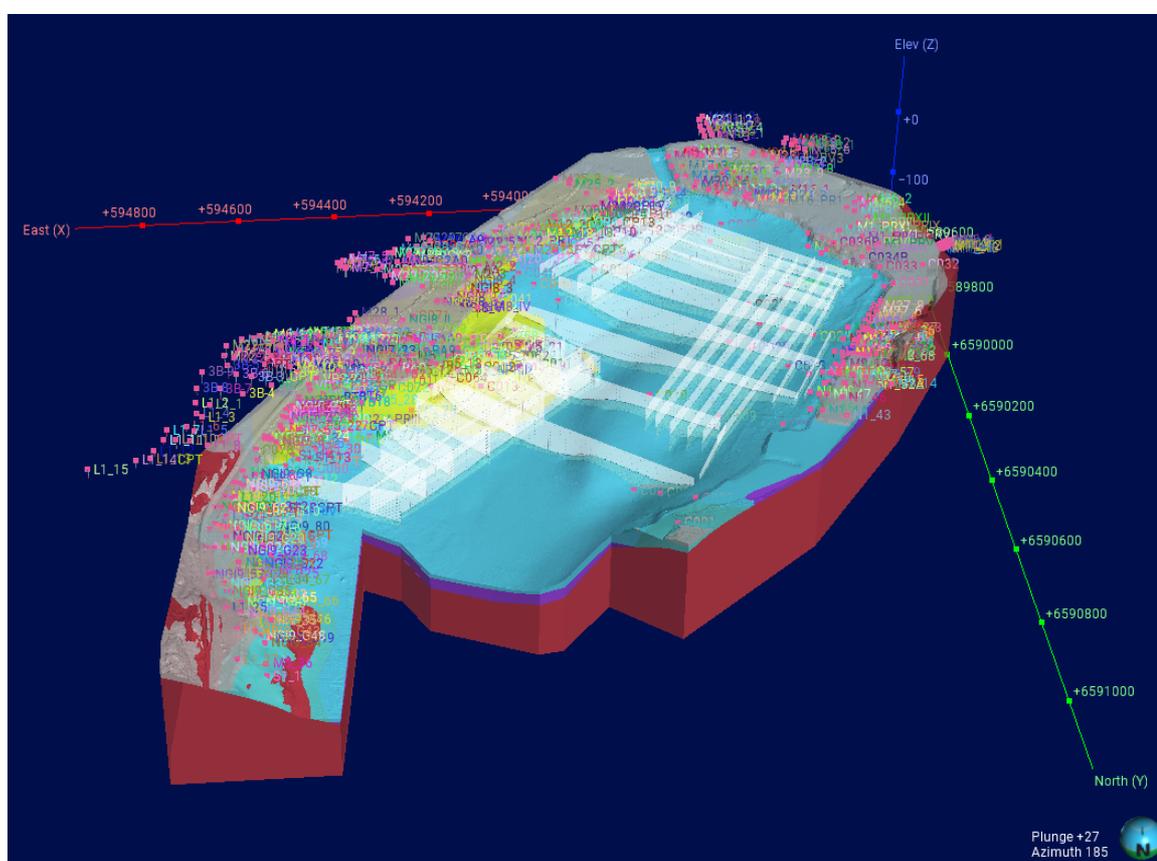
TLF +45 21 49 76 88

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.no

FØLGESKRIV GRUNNFORHOLDSMODELL

GEOTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSE INDRE MOSSESUND



| | | | | | |
|------------|---------------------|--|------------|-------------|--------------|
| 01 | | 16.05.2025 | OSLD | KVRD | HSBO |
| VERSJON | REVISJONEN GJELDER | DATO | UTARBEIDET | KONTROLLERT | GODKJENT |
| PROJEKTNR. | DOKUMENTNR. | PROSJEKTNAVN | | PRODUSENT | ANTALL SIDER |
| A289609 | A289609-RAP-RIG-002 | Geoteknisk grunnundersøkelse Indre Mossesund | | COWI | 13 |

INNHOOLD

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Innledning | 3 |
| 1.1 | Leveranse | 3 |
| 2 | Modell | 4 |
| 2.1 | Lagdelling | 4 |
| 2.2 | Modellavgrensning | 5 |
| 3 | Grunnlag | 6 |
| 3.1 | Topografi | 6 |
| 3.2 | Geotekniske grunnundersøkelser | 6 |
| 3.3 | Sub bottom profiler og multistråleekkolodd | 9 |
| 3.4 | Støttepunkter bergmodell | 12 |
| 3.5 | Befaringsoppsett | 12 |
| 3.6 | Usikkerhet i modell | 12 |
| 3.7 | Visuell kontroll av grunnlag | 12 |

1 Innledning

Denne grunnforholdsmodellen har blitt produsert med programmet Leapfrog versjon 2024.1 i forbindelse med geotekniske grunnundersøkelser og innledende geotekniske vurderinger for Renere havn-prosjektet ved Indre Mossesund.

Modellen har blitt produsert for å få en bedre oversikt over grunnforholdene og hvordan lagdelingen av ulike løsmassetypene forandrer seg over de ulike områdene av sundet. For Indre Mossesund er det spesielt interessant å vite utbredelsen av sagflisen.

Modellen kan brukes ved detaljprosjektering når stabiliteten av skrånningene skal vurderes. Modellen er bygget basert på tolkninger av utførte grunnundersøkelser av både gammel og ny dato. Modellen er kontrollert gjennom COWI sine egne rutiner, men ved bruk i stabilitetsanalyser er det nødvendig sjekke lagdelingen opp mot eksisterende grunnundersøkelser og ikke bruke modellen blindt.

1.1 Leveranse

Modellen leveres i koordinatsystem UTM 32 med høydereferanse NN2000.

Leveransen i prosjektet er som følger:

Tabell 1-1 Oversikt over leveransen

| Hva | Navn | Filformat | Kommentar |
|-----------------------------|---|-----------|---|
| Leapfrog-modell | GM_Indre Mossesund | .aproj | Åpnes med Leapfrog works |
| Visnings-modell Leapfrog | GM_Indre Mossesund_visning | .ifview | Åpnes med Leafrog viewer |
| DWG | GM_«materiale»_younger, GM_«materiale»_older eller GM_«materiale»_volum | .dwg | «Younger» representerer øverste og «older» representerer nederste flate av laget. «volum» representerer hele laget som ett eller flere volum. |
| Geosuite-prosjekt | IMGU_grunnforholdsmodell_Geosuite | .zip | Arbeidsprosjekt i Geosuite der tolkninger og endringer av grunnlaget er lagt inn. |

2 Modell

Leapfrog versjon 2024.1 ble brukt for å lage grunnforholdsmodellen.

Tolkninger av grunnundersøkelser er lagt inn med Geosuite Presentation Version 15.4. Noen av borpunktene har blitt modifisert i Leapfrog for å hjelpe modelleringen. Berg i dagen punkter er lagt direkte inn som punkter i modellen. I tillegg er tolkede SUB-bottom profiler lagt inn i Leapfrog og georeferert ved hjelp av dwg av traseene fra sjøbunnskartleggingen.

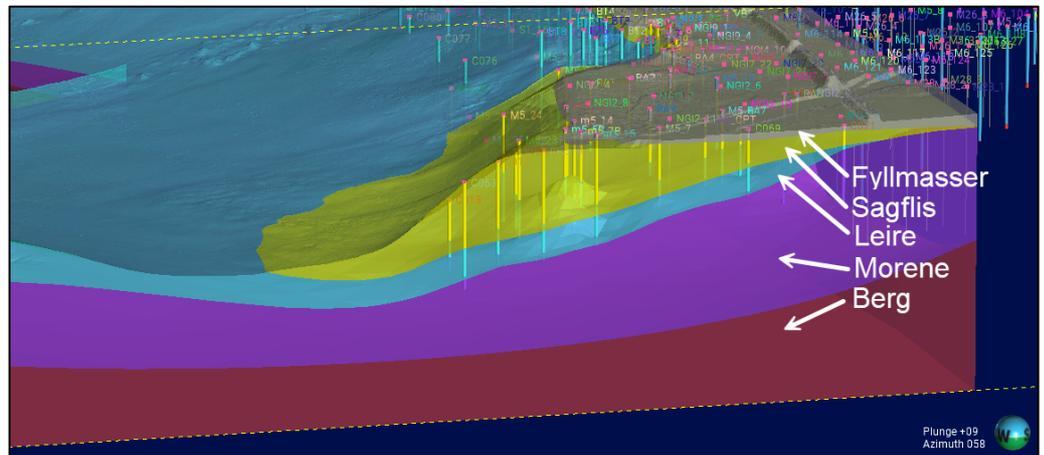
Modellen er en noe forenklet og laget med hensyn på detaljprosjektering og geotekniske vurderinger knyttet til renere havn-prosjektet. Dette ved for eksempel ikke modellere mindre sand og siltlag eller dypere leirelag under morenelaget, siden ikke disse dype lagene vil påvirke stabilitetsberegningene.

2.1 Lagdeling

Lagdelingen av grunnen i modellen kan beskrives som følgende:

- > Fyllmasser
 - > Topplag rundt sundet med utfyllinger av faste friksjonsmasser og sprengstein. Det kan finnes lommer av mindre faste masser som organisk materiale og silt som ikke er modellert.
- > Sagflis
 - > Ligger i hovedsak på østsiden av sundet i og ved Sagmuggkanten. Sagflisen er i hovedsak et biprodukt fra oppgangssagene som tidligere ble brukt oppover langs Mosseelva. Sagbruksvirksomheten har en historie som strekker seg flere århundrer tilbake, og det har dermed samlet seg store mengder med overskuddsmasser i sundet. Fra grunnundersøkelsene ser man en tykkelse på Sagmuggkanten på mer enn 30 meter på det meste.
- > Leire
 - > Det er mye leire i og rundt Mossesundet. Leirelaget har stedvis innskutte lag av sand eller silt som ikke er modellert, men som kan inkluderes for eksempel i stabilitetssnitt ved å se på nærliggende totalsonderinger. Det er ikke modellert det øvre slamlaget på bunn av sundet, og denne må legges til ved opptegning av tverrsnitt til stabilitetsanalyser.
- > Morene
 - > Den langstrakte endemorenen Raet fra isens stans for omtrent 12 000 år tilbake strekker seg lang kysten og forbi Moss. I og ved Mossesundet blir morenen beskrevet som en leimorene fra tidligere geotekniske rapporter. Det er mulig å se en lagdeling av et fastere morenelag over mektige leirelag. Dette er modellert som ett morenelag, men kan differensieres i stabilitetsberegninger ved å tegne opp med totalsonderinger i snittet.

- > Berg
 - > I modelleringen av berg er det benyttet totalsonderinger med bergpåvisning med boring 3 meter ned i berg ved (stoppkode 94) og berg i dagen-støttepunkter. I tillegg blir alle sonderinger uten bergpåvisning tatt med ved at bergmodellen ikke går over disse punktene.



Figur 2-1 Utlipp av en tverrsnitt av modellen med visning av lagdeling.

I modellen har denne lagdelingen navngivningen fra tolkningen i Geosuite som er gitt i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Navngivning av lagdeling i modell og for dwg-filene

| Lagnavn | Materiale |
|--------------------------|------------|
| Ukjent materiale | Fyllmasser |
| Annet organisk materiale | Sagflis |
| Leire | Leire |
| Morene | Leimorene |
| Berg | Berg |

2.2 Modellavgrensning

Influensområdet til prosjektet omfatter grunnforholdene i sundet, samt områdene rundt sundet det stabiliteten kan bli påvirket av de ulike tiltakene ved tildekking av masser.

Modellen er lateralt avgrenset til jernbanen øst for Mossesundet, Øisteins gate og Helgerødgate sør for sundet og bergskjæring vest for sundet, samt avgrensningen til bunnskanning i nord.

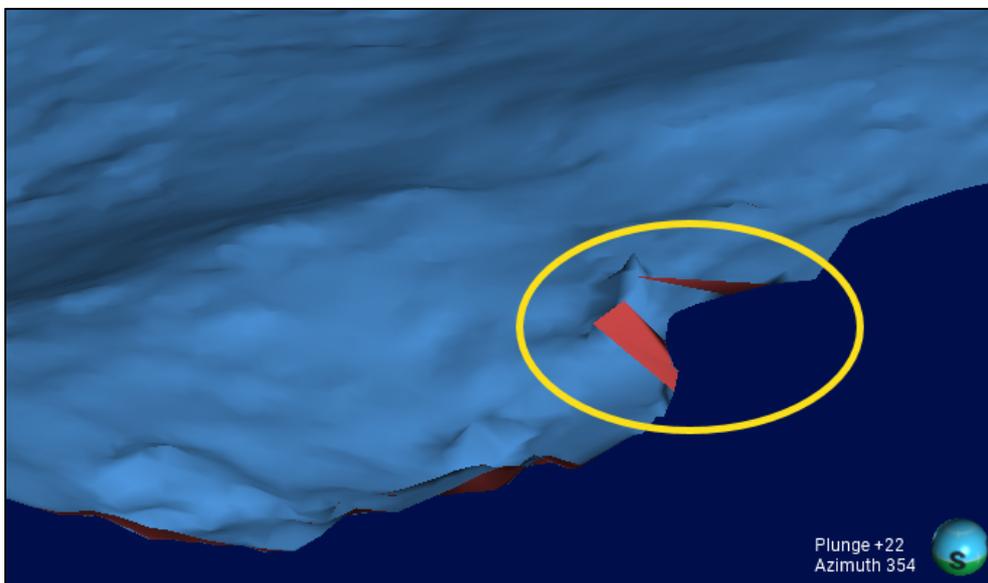
Modellen er avgrenset i høyden av topografien gitt av bunnskanning og data fra høydedata.no. Den er også avgrenset -75 meter under havoverflaten.

3 Grunnlag

3.1 Topografi

Topografien i modellen er topografi hentet fra hoydedata.no (november 2024) som er "sydd sammen" med en bunnskanning i Leapfrog med buffersone 10 meter og oppløsning på 10 m. Bunnskanning, som ble utført i februar og april 2024, har en nøyaktighet på ca.30x30cm, og data fra hoydedata.no 1x1m.

DWG-meshet av bunnskanning måtte endres noe i kantene for å kunne sy det sammen med topografiske meshet. Dette ble gjort ved å fjerne noen triangler i AutoCAD, og Figur 3-2 viser et eksempel på et punkt som ble endret. Dette meshet ligger inne ved navn «Bunnmodell Mossesundet nn2000_EDITED_2 – Diverse»



Figur 3-1 Utklipp fra dwg "Bunnmodell Mossesundet nn2000" som viser et eksempel på et sted der kanten av meshet er endret på.

3.2 Geotekniske grunnundersøkelser

Det er et stort grunnlag av tidligere grunnundersøkelser i og rundt Mossesundet. Geotekniske grunnundersøkelser har tidligere blitt samlet i et Geosuite-prosjekt av Multiconsult, og oppsummert i en sammenstillingrapport [1]. Det er sammenstilt data fra 43 rapporter som strekker seg over en tidsperiode fra 1940-tallet til i dag bestående av over 700 borpunkter. Et utvalg av disse punktene har blitt inkludert i modellen basert på metode, kvalitet og avstand til sundet.

I Tabell 3-1 er en oversikt over rapportene knyttet til sammenstillingsrapporten. Vi har også mottatt grunnundersøkelser fra Höegh eiendom som vises i Tabell 3-2.

I tillegg har det COWI utført 66 antall totalsonderinger i Mossesundet, 23 CPTU og 21 prøveserier. Dette ble gjennomført i perioden oktober 2024 til februar 2025 fra flåte og på land.

Alle punkter som ligger i geoarkivet er med og bidrar til modellering av bergmodellen, selv om de ikke ligger innenfor avgrensningen til modellen («boundary filter» er av) og selv om det ikke er lagt inn tolkning på punktene.

Tabell 3-1 Oversikt over tidligere grunnundersøkelser fra sammenstillingsrapport [1]

| Referanse | Firma | Kommentar |
|-----------|--------------|--|
| M1 | Noteby | Kun prøver. Utelatt i modellering, men kontrollert opp mot modell og godt samsvar. |
| M2 | Multiconsult | 2 stk lagt tolkning basert på rapport |
| M3 | Noteby | 2 stk lagt tolkning basert på rapport |
| M4 | Noteby | Utelatt i modellering |
| M5 | Multiconsult | Medtatt vest for jernbane og utelatt øst for jernbane. Punkt 19, 23 og 24 i sjø viser stor uoverensstemmelse med bunnskanning og tolkninger er derfor ignorert i Lithology-filen i Leapfrog. |
| M6 | Noteby | Utelatt fra modellering |
| M7 | Noteby | Utelatt pga avstand (øst for jernbane). |
| M8 | Noteby | Utelatt fra tolkning pga nyere grunnlag i området (N1) |
| M9 | Multiconsult | Utelatt pga avstand (øst for jernbane). Ligger inne med prefiks M6(100-seiren), og ikke endret fra grunnlag. |
| M10 | Noteby | Et punkt i GS arkiv. Utelatt i modellering |
| M11 | Noteby | Lagt til bergpunkter |
| M12 | Noteby | Utelatt pga usikkerhet |
| M13 | Noteby | Utelatt pga usikkerhet |
| M14 | Noteby | Medtatt bergpunkter i sjø |
| M15 | Noteby | Ett punkt. Lagt til tolkning |
| M16 | Noteby | Utelatt pga usikkerhet og nyere punkter i nærheten |
| M17 | Noteby | Utelatt pga usikkerhet |
| M18 | Multiconsult | Utelatt pga avstand |
| M19 | Noteby | Utelatt pga usikkerhet |
| M20 | Noteby | Fleste punkt utelatt pga usikkerhet, men 3 punkt med prøve og cpt inkludert. |

| | | |
|------|----------------|---|
| M21 | Multiconsult | Medtatt. Lile øst for jernbanen |
| M22 | Multiconsult | Lagt til tolkning, men utenfor avgrensning til modell. |
| M23 | Multiconsult | Lagt inn tolkninger. Bergpunkt i M23_8 og M23_9 fjernet i modell |
| M24 | Multiconsult | Lagt inn tolkninger |
| M25 | Multiconsult | Utelatt pga avstand (øst for jernbane) |
| M26 | Multiconsult | Utelatt pga avstand (øst for jernbane) |
| M27 | Multiconsult | Lagt inn tolkninger |
| M28 | Multiconsult | Utelatt pga avstand (øst for jernbane) |
| M29 | Multiconsult | Øst for jernbane, men lagt inn noen tolkninger |
| M30 | Multiconsult | Lagt inn tolkninger |
| M31 | Multiconsult | Utelatt pga avstand |
| NGI1 | NGI | Lagt til tolkninger |
| NGI2 | NGI | Utelatt pga usikkerhet og nyere boringer i området |
| NGI3 | NGI | Lagt til tolkninger |
| NGI4 | NGI | Lagt til tolkninger der det er prøver |
| NGI5 | NGI | Fjellsonderinger |
| NGI6 | NGI | Ligger ikke inne i GS arkiv. Ikke lagt til tolkninger. |
| NGI7 | NGI | Lagt til noen tolkninger basert på datarapport og områdestabilitetsrapport. |
| NGI8 | NGI | Lagt til noen tolkninger. |
| NGI9 | NGI | Lagt inn tolkninger basert på datarapport. |
| S1 | SWECO | Lagt inn tolkninger. Høyde på borpunkter endret i geoarkivet fra borlogg. |
| N1 | Norconsult | Lagt inn tolkninger |
| L1 | Løvlien Georåd | Lagt inn tolkninger |

Tabell 3-2 Referanse til mottatte borpunkter fra Høegh Eiendom utenom grunnlag fra sammenstillingsrapport

| Ref | Firma | Kommentar |
|-------|----------------|---|
| BT | SWECO | Lagt inn tolkninger. Dokumentnr.: 10227771 RIG_R01_A02. Kunde: Verket Bolig AS. |
| 3B | Løvlien Georåd | Lagt inn tolkninger. Har ikke tilgang på tilhørende datarapport. |
| RA | Løvlien Georåd | Lagt inn tolkninger. Har ikke tilgang på tilhørende datarapport. |
| VB | Løvlien Georåd | Lagt inn tolkninger. Har ikke tilgang på tilhørende datarapport. |
| Ingen | Løvlien Georåd | Lagt inn tolkninger. Har ikke tilgang på tilhørende datarapport. Dette er borpunkter i GS arkiv: 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, og 13 |
| M32 | Multiconsult | Lagt inn tolkninger. |

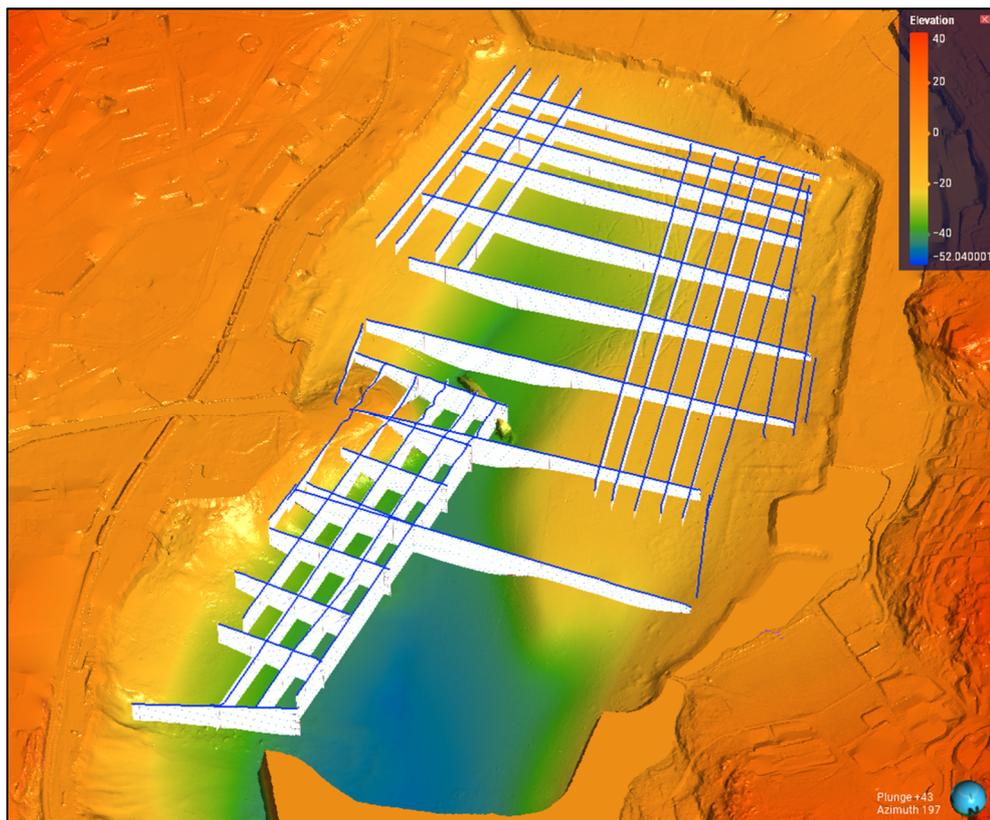
3.3 Sub bottom profiler og multistråleekkolodd

Det ble i 2024 utført en sjøbunnskartlegging av Veseth AS. I grunnforholdsmodellen har det blitt benyttet sjøbunnskanningen utført med multistråleekkolodd (MBE) til topografi, samt 39 sjøbunnsprofiler utført med den geofysiske metoden Sub Bottom Profiler (SBP). De seismiske profilene fra SBP-skanningen vises i Figur 3-2

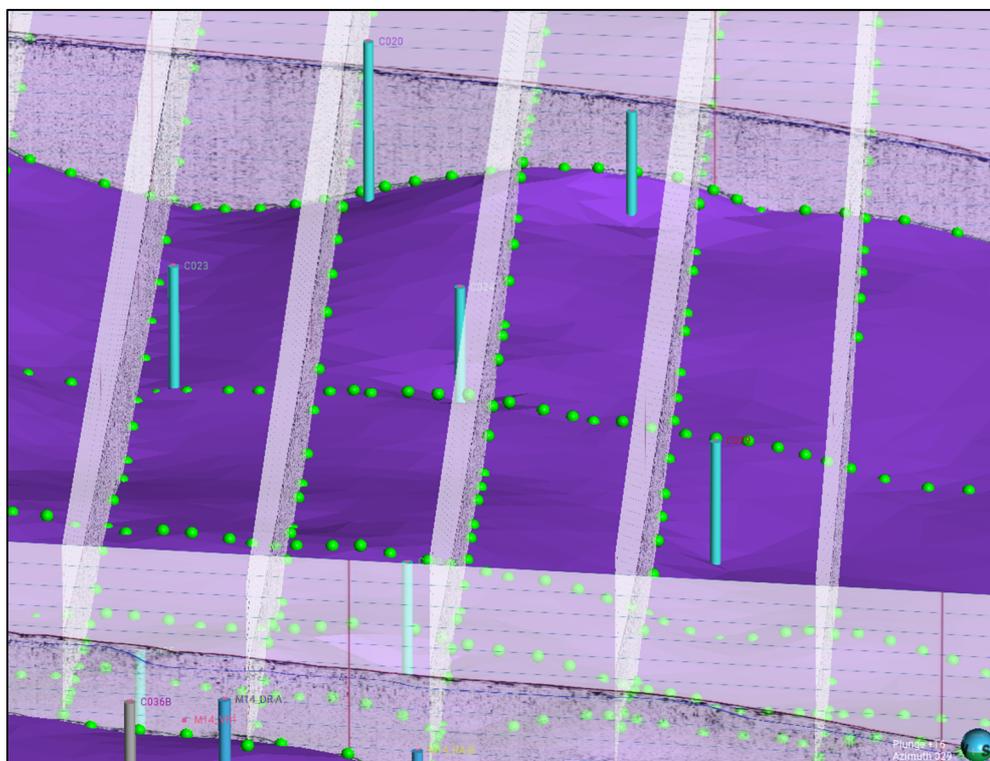
Profilene fra SBP ble lagt inn manuelt i Leapfrog basert på dwg-sporene fra gps av båten. De seismiske profilene ble benyttet til å modellere morenelaget/overgang mellom leire og morene da det ble sett godt samsvar mellom SBP profilene og totalsonderingene for morenelaget som man kan se i Figur 3-3. I profilene er morenelaget markert med grønn linje i grunnlaget fra Veseth AS. Laget ble inkludert i modellen ved å manuelt legge inn punkter som var inkludert inn i oppbygningen av laget. Disse punktene vises i Figur 3-3 og Figur 3-4.

Det er også lagt inn punkter for berg i de to nordligste seismiske profilene som viser bergtolkning (lilla linje).

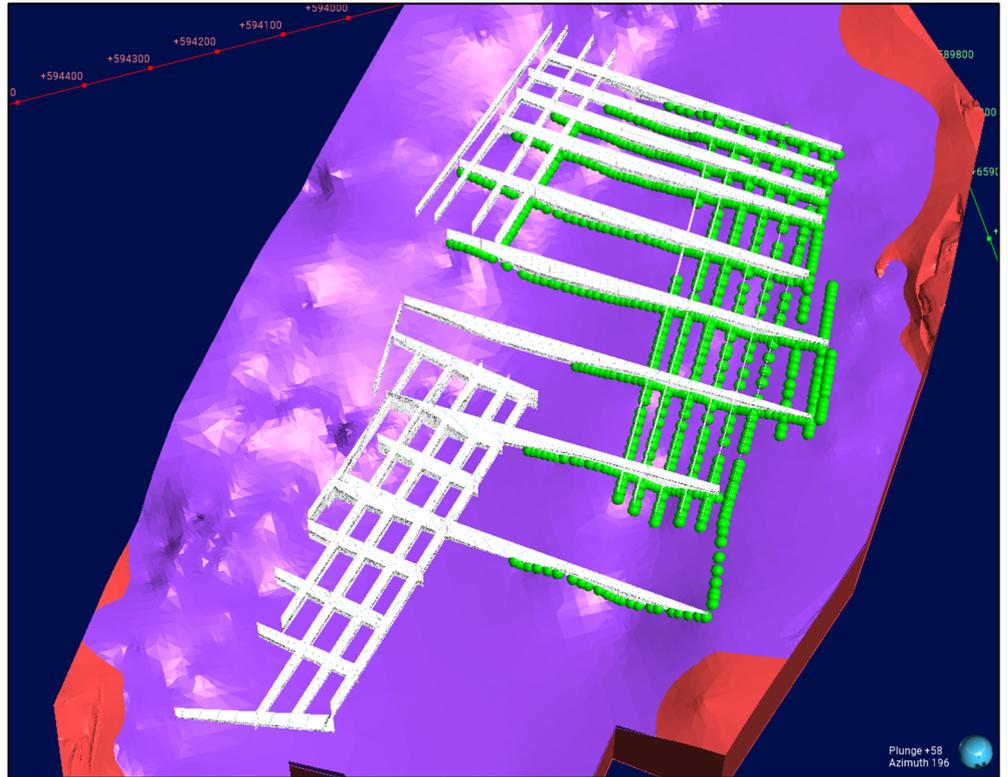
Ved sagfliskanten var det observert en stor uoverensstemmelse med bunnskanning, som vises i Figur 3-5 og profilene samt tolkninger sammenlignet med totalsonderinger, og SBP-profilene ble dermed ikke hensyntatt i tolkningen i dette området.



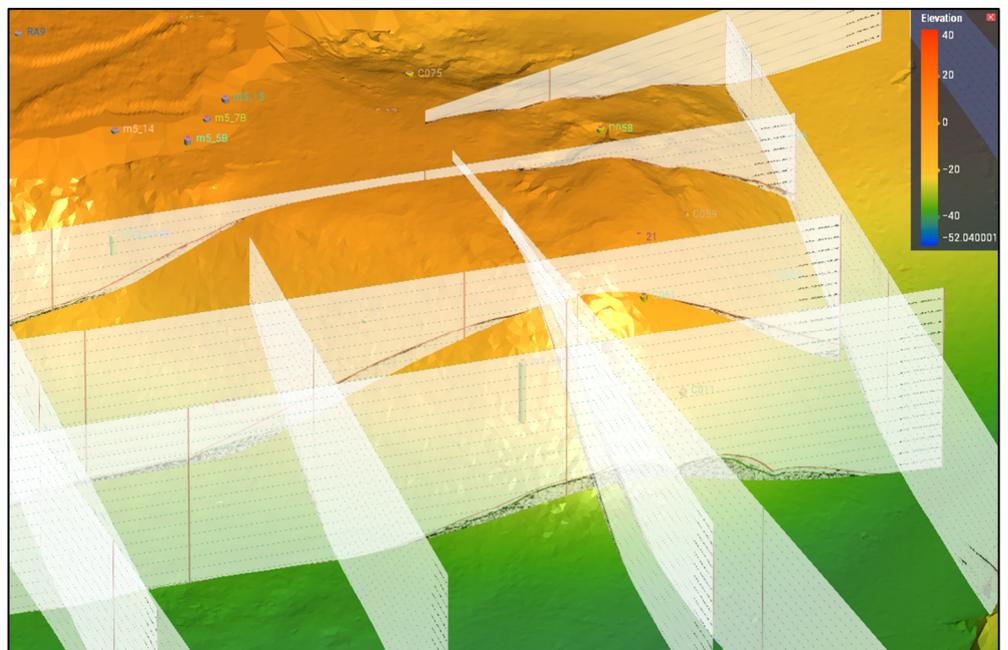
Figur 3-2 Utklipp fra Leapfrog med oversikt over topografi og sub-bottom profiler. Sporene fra båten vises i blått.



Figur 3-3 Utklipp fra Leapfrogmodell med SBP-profiler og totalsonderinger (stolper), punkter som er manuelt lagt inn (grønt) og modellert morenelag (illa).



Figur 3-4 Utklipp fra Leapfrogmodell. Oversikt over morenemodellen (lilla farge) med SBP-profiler og punkter som er manuelt lagt inn (grønt)



Figur 3-5 Utklipp fra Leapfrogmodell med topografi og SBP-profiler som viser en uoverensstemmelse ved sagflisekanten.

3.4 Støttepunkter bergmodell

Det er lagt inn støttepunkter for berg i dagen. Plassering av berg i dagen ble tatt ut ifra skråfoto fra 1881.no, og lagt inn som punkter direkte inn i Leapfrog-modellen.

Det er også lagt inn støttepunkter 5 meter under sjøbunn for å senke berg og morenelaget helt i nord av modellen.

3.5 Befaringsoppsett

Det er ikke gjennomført befaringsoppsett i forbindelse med modellen.

3.6 Usikkerhet i modell

Modellen er basert på tolkninger av grunnundersøkelser og geofysiske undersøkelser som innebærer flere mulige kilder usikkerhet og feil. I modellen er data som avviker eller profiler som kan være krevende å tolke ikke hensyntatt i oppbyggingen av lagdelingen.

I Tabell 3-1 er det beskrevet hva som er gjort av endringer av det mottatte grunnlaget enten i Leapfrog eller i Geosuite.

I sammenstillingrapporten er usikkerheter av de tidligere utførte grunnundersøkelsene beskrevet. De kan oppsummeres som:

- > Koordinatene fra eldre rapporter kan avvike da de er digitalisert etter skannet kopi. Rapporter før 90-tallet kan dermed ha opptil 10-20 meter forskyvning.
- > Hvis det ikke har vært angitt høyde av borpunkt har denne blitt satt til 0.00.
 - > For boringer på sjøen så kan dette antageligvis gi en feil på +-40 cm maksimalt.

I Leapfrog viewer er det mulig å se hvilke borpunkt det er lagt inn tolkninger på og hvor morenelaget er blitt modellert fra seismiske profiler. Man kan dermed bruke dette til å vurdere usikkerhet av modellen ved å se hvor det evt. mangler data.

På grunn av usikkerheter knyttet til modellen er det ved bruk av modellen til å lage beregningsnett er det nødvendig sammenligne modell med nærliggende borpunkter.

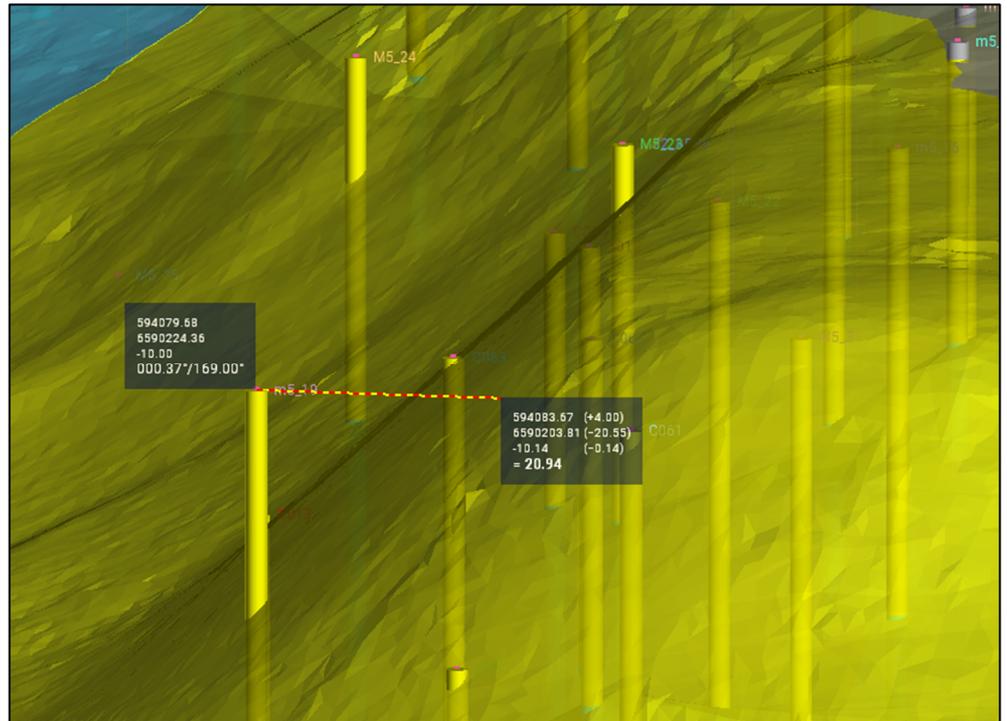
3.7 Visuell kontroll av grunnlag

Det er utført visuell kontroll av modellen kontinuerlig ved arbeid med grunnlag og å sette opp modellen. Det har blant annet blitt avdekket punkter som har feil høyde i inne i Geosuite, og dette har blitt rettet opp i inne i Geosuite-prosjektet som er levert.

Ved Sagmuggkanten er det noen totalsonderinger fra kilde M5, som har en høyde som tilsvarer mange meter over terreng/topografi-overflaten i modellen. I Figur 3-6 kan man se dette ved M5_19, M5_23 og M5_24. Det er ikke sannsynlig at dette kommer av en endring i terrenget da det ikke er tegn til undervannskred tilsvarende disse størrelsene, men det kommer sannsynligvis av en feil i posisjon til den utførte sonderingen eller innmåling.

I Figur 3-6 fremkommer det at borpunkt er omtrent 20 meter fra en posisjon på Sagmuggkanten med samme høyde. Koordinatene er kontrollert opp imot data-rapport. Tolkningene av disse tre punktene ble dermed fjernet i Leapfrog.

Se Tabell 3-1 og 3-2 for mer info om grunnlaget.



Figur 3-6 Mulig feilkilde ved totalsondering M5_19 der høyde til borpunktet er omtrent 12 meter over topografi i modell. Samme tendens kunne også sees ved M5_23 og M_24 som er henholdsvis omtrent 3 og 7 meter over topografi.