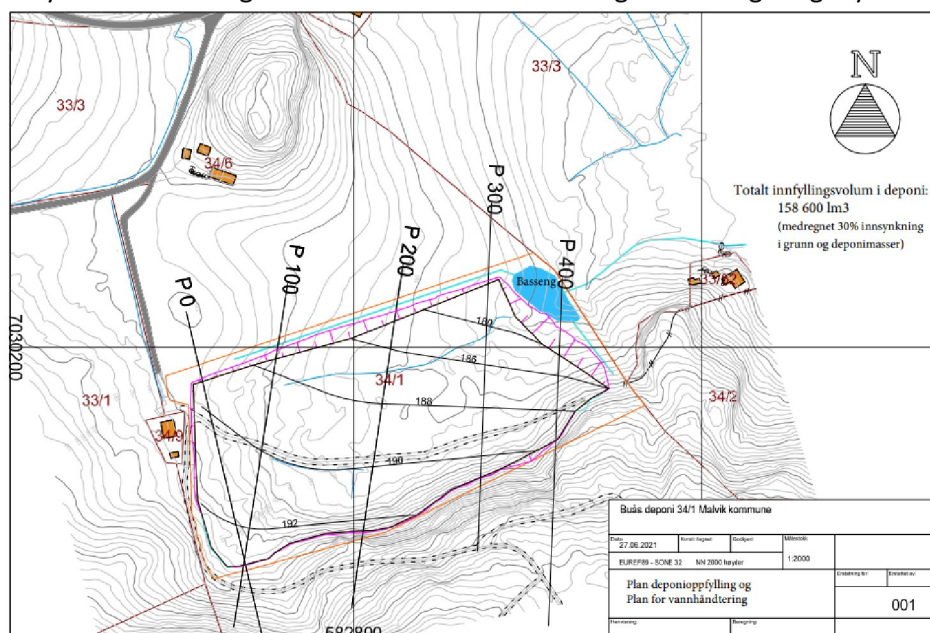


Notat	PROSJEKTNUMMER: 1316	PROSJEKT: Buås deponi, Hønstad Geoteknisk vurdering
FORFATTER: Neda Zderic Depina	<i>Neda Zderic Depina</i>	DATO: 2022-11-15
KONTROLL: Arnstein Watn	Watn Arnstein Digitally signed by Watn Arnstein DN: cn=Watn Arnstein Date: 2022.11.16 11:33:08 +01'00'	DATO: 2022-11-16
OPPDRAAGSGIVER: Brødr Bjerkli AS	REFERANSE:	GRADERING: Åpen

Bakgrunn

WatnConsult AS er bedt om å gjøre en geoteknisk vurdering vedrørende et planlagt deponi i Buås på Hønstad, Malvik kommune. Det aktuelle området er vist i figur 1. Det aktuelle området ligger innenfor et tynt befolket boligområde med små familiehus og fritidsboliger og krysses av skiløype.

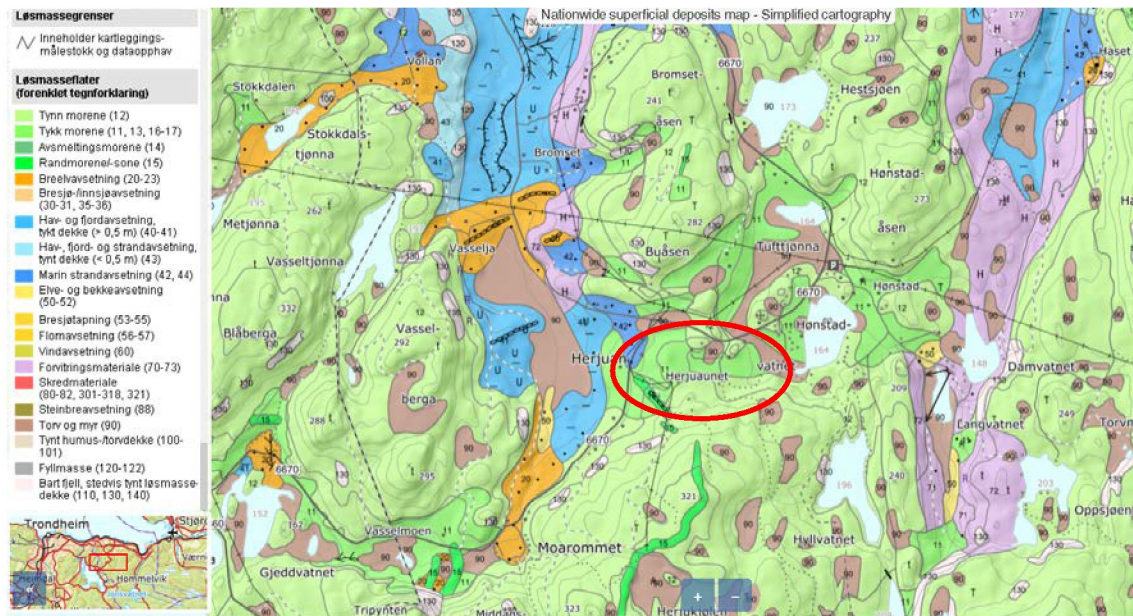


Figur 1: Det aktuelle området.

WatnConsult AS har gjort en gjennomgang av eksisterende opplysninger om grunnforholdene i området og planer for deponiet. Det er også gjort en befaring med prøvegraving. På dette grunnlaget er det gjort en vurdering av premissene for etableringen av deponiet med geotekniske vurderinger. Vårt oppdrag er avgrenset til geotekniske vurderinger og omfatter ikke andre forhold som hydrologiske eller miljøtekniske problemstillinger knyttet til etablering av deponiet.

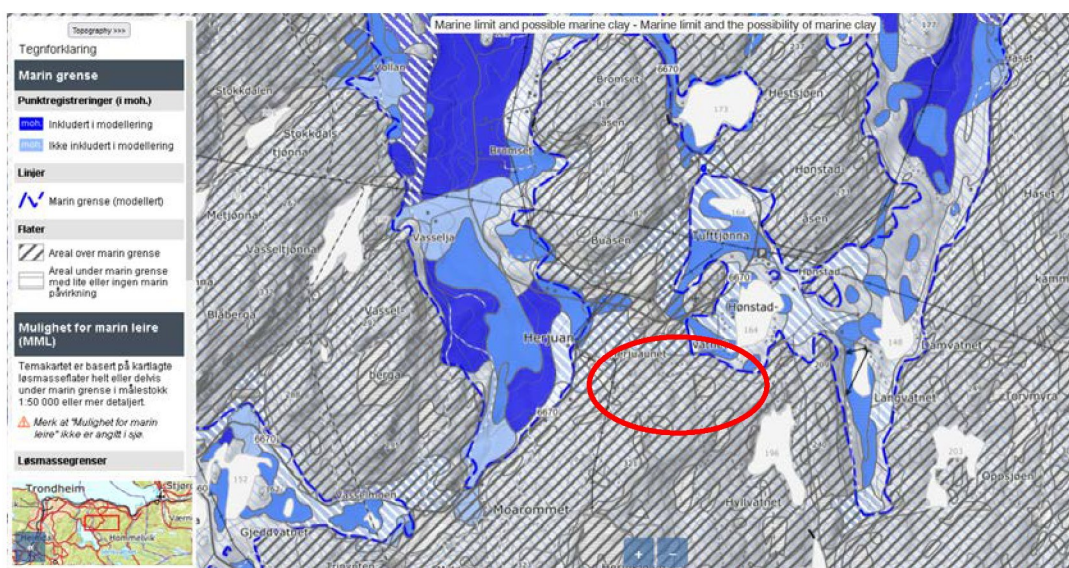
Grunnforhold

Løsmassekart fra NGU i figur 3 viser at området ligger i et område med morene, torv og myr.



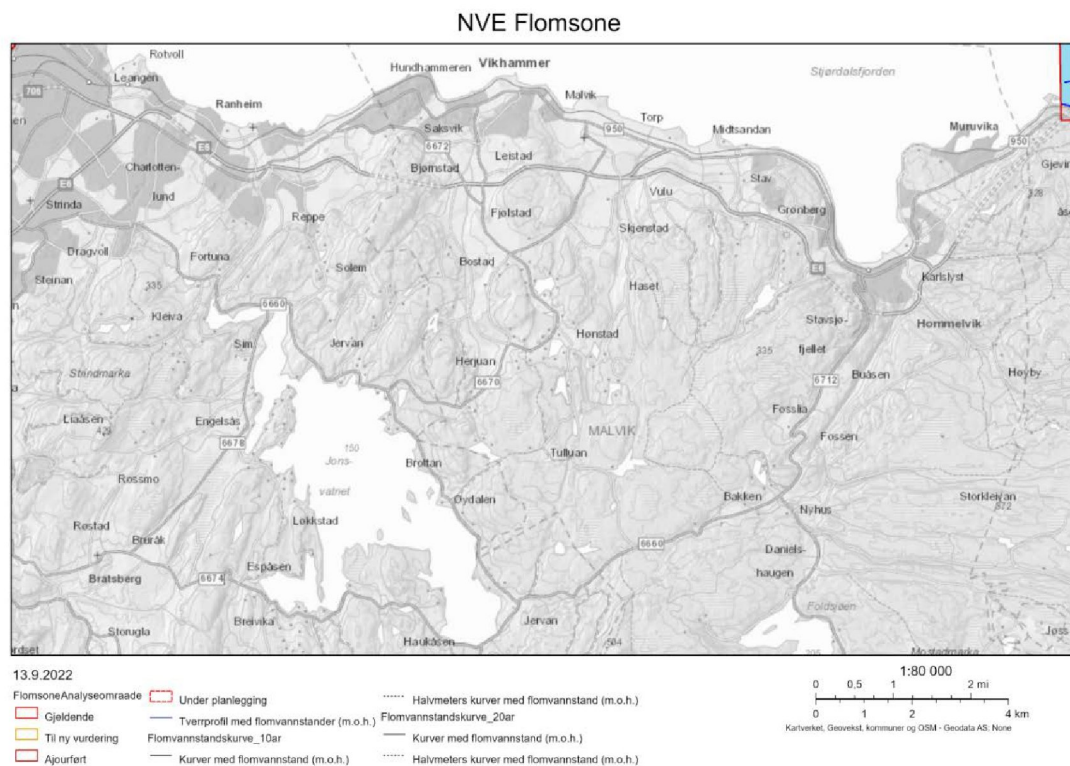
Figur 2: NGUs løsmassekart. Kilde: ngu.no

Figur 3 viser mulighet for marin leire i et kart fra NGU. Marin leire er stort sett fraværende i det aktuelle området fordi det aktuelle området ligger hovedsakelig over marin grense. Bare i en liten del av det nordøstlige området av det planlagte deponiet er det mulighet for marin leire.



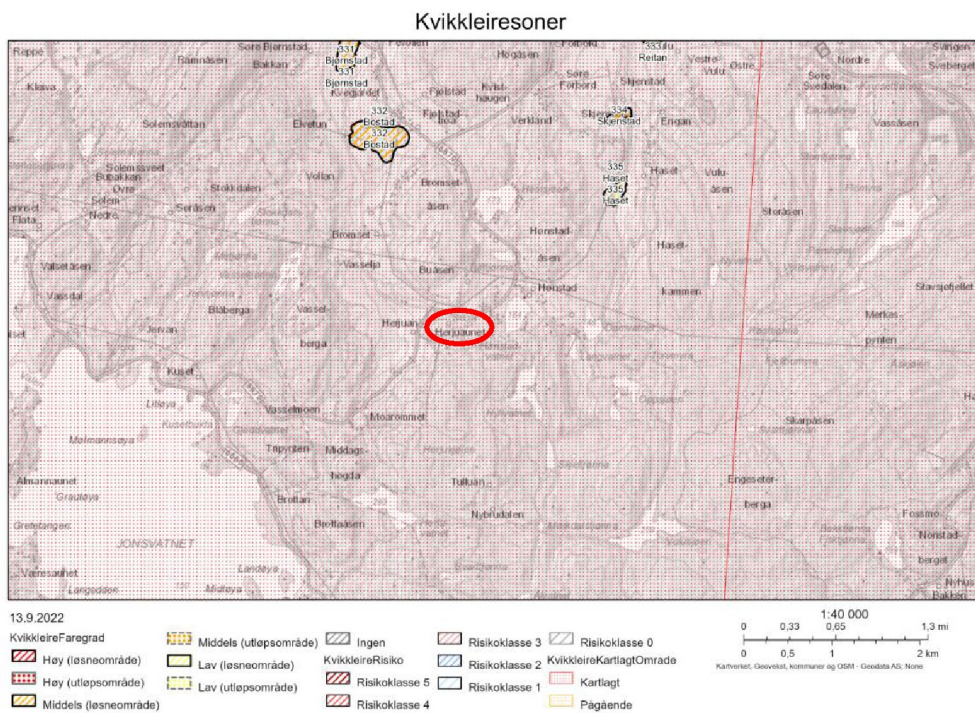
Figur 3: Mulighet for marin leire. Kilde: ngu.no

NVEs kart i figur 4 viser at det aktuelle området ikke er et flompåvirket område.



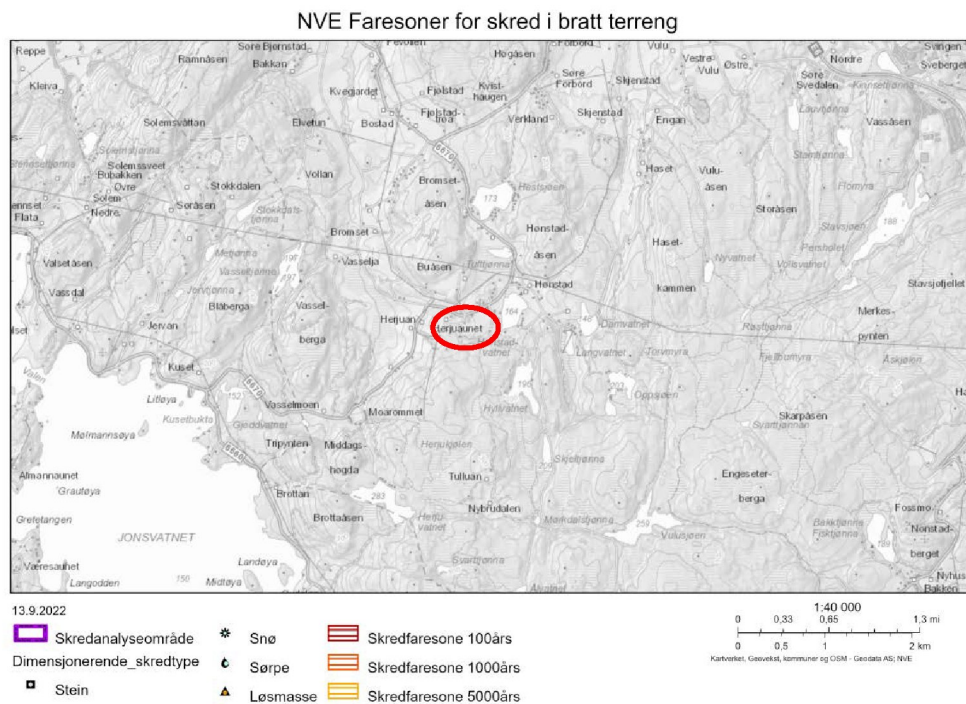
Figur 4: Flom aktsomhetsområde. Kilde: nve.no

Det er ingen registrerte kvikkleiresoner i det aktuelle området, som vist i figur 5.



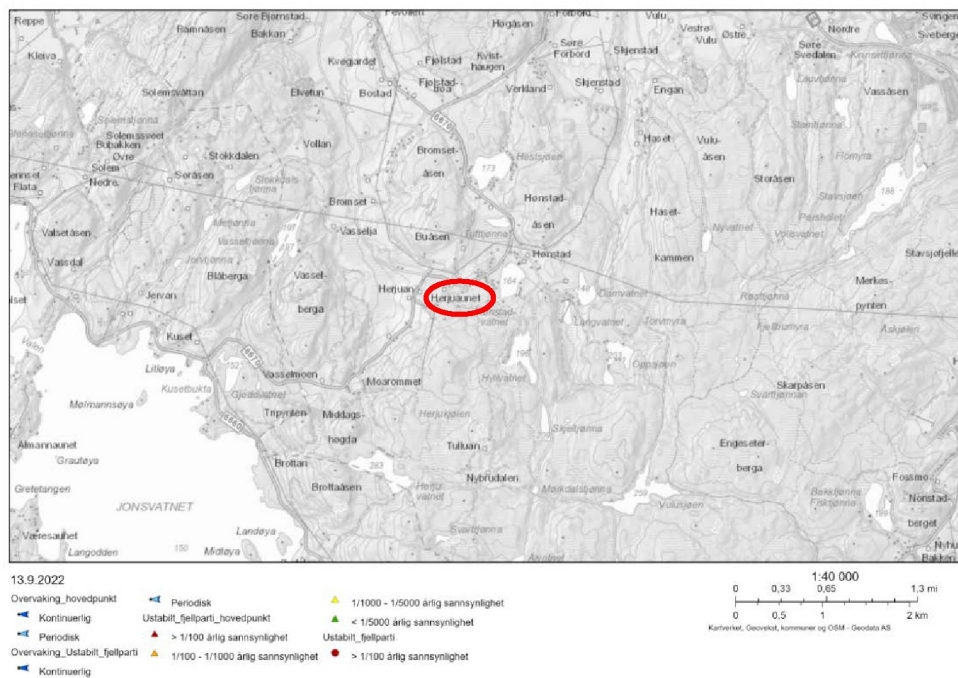
Figur 5: Kvikkleire faregrad. Kilde: nve.no.

Figur 6 viser skredfaresoner i det aktuelle området. Fra figur 6 kan vi se at planområdet ikke påvirkes av snøskred eller steinsprang.



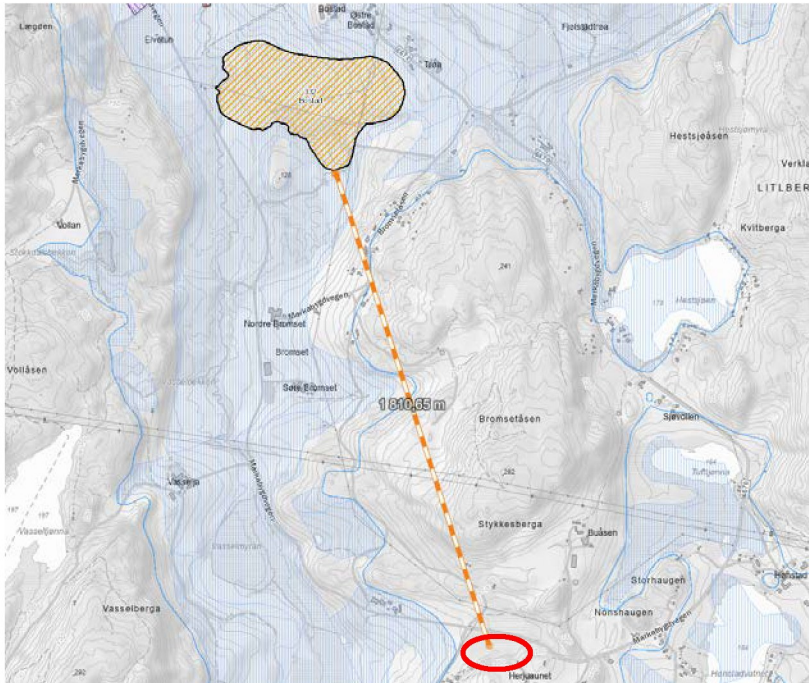
Figur 6: Faresoner for skred i bratt. Kilde: nve.no.

Figur 7 viser NVEs faresoner for store fjellskred i det aktuelle området. Det er ingen store fjellskredfaresoner i det aktuelle området.



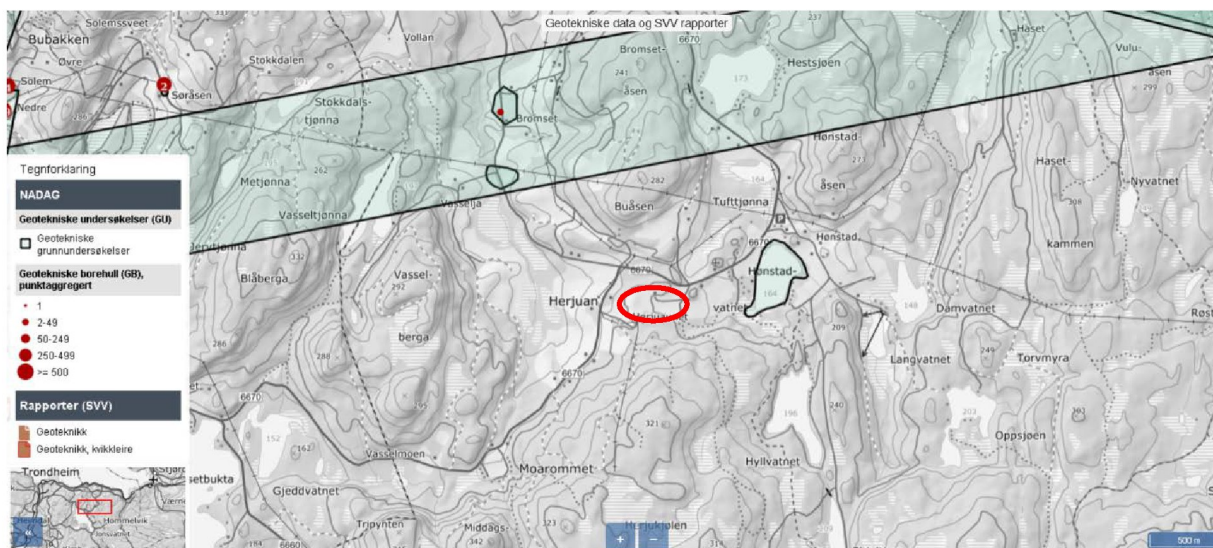
Figur 7: Faresoner for store fjellskred. Kilde: nve.no.

Det ble foretatt flere geotekniske undersøkelser i forbindelse med kartlegging av kvikkleire fra Statens Vegvesen, figur 8. Kvikkleire ble identifisert nordvest for det aktuelle området, som vist i figur 8. Dette området ligger imidlertid nesten 2 km unna og anses ikke å være relevant for det planlagte deponiet.



Figur 8: Registrerte faresoner for kvikkleire Kilde: nve.no.

Figur 9 viser tidligere geotekniske undersøkelser i det aktuelle området fra NADAG. Tidligere undersøkelser ble gjennomført for å vurdere vannkvaliteten i innsjøen ved siden av det aktuelle området.



Figur 9: Geotekniske undersøkelser i området. Kilde: NADAG.

Befaring

Befaringen ble gjennomført på 14. og 16. september 2022. Terrenget er en blanding av gress- og skogsområder. Det er ingen tegn til sig i skråninger og trær står tilnærmet vertikalt, til tross for relativt bratte skråninger. Berg i dagen ble registrert på flere steder i det aktuelle området og det synes gjennomgående å være relativt tynt løsmassedekke over berg. Figur 11 viser flere lokasjoner med berg i dagen.



Figur 10: Lokasjonen av det planlagte deponiet.





Figur 11: Lokasjoner med berg i dagen.

I forbindelse med befaringen ble det også gjennomført prøvegravinger av løsmassene. Fire utgravingen ble gjennomført for å vurdere grunnforhold i det aktuelle området. Lokasjoner av de fire utgravingene er vist i tabell 1 og figur 12.

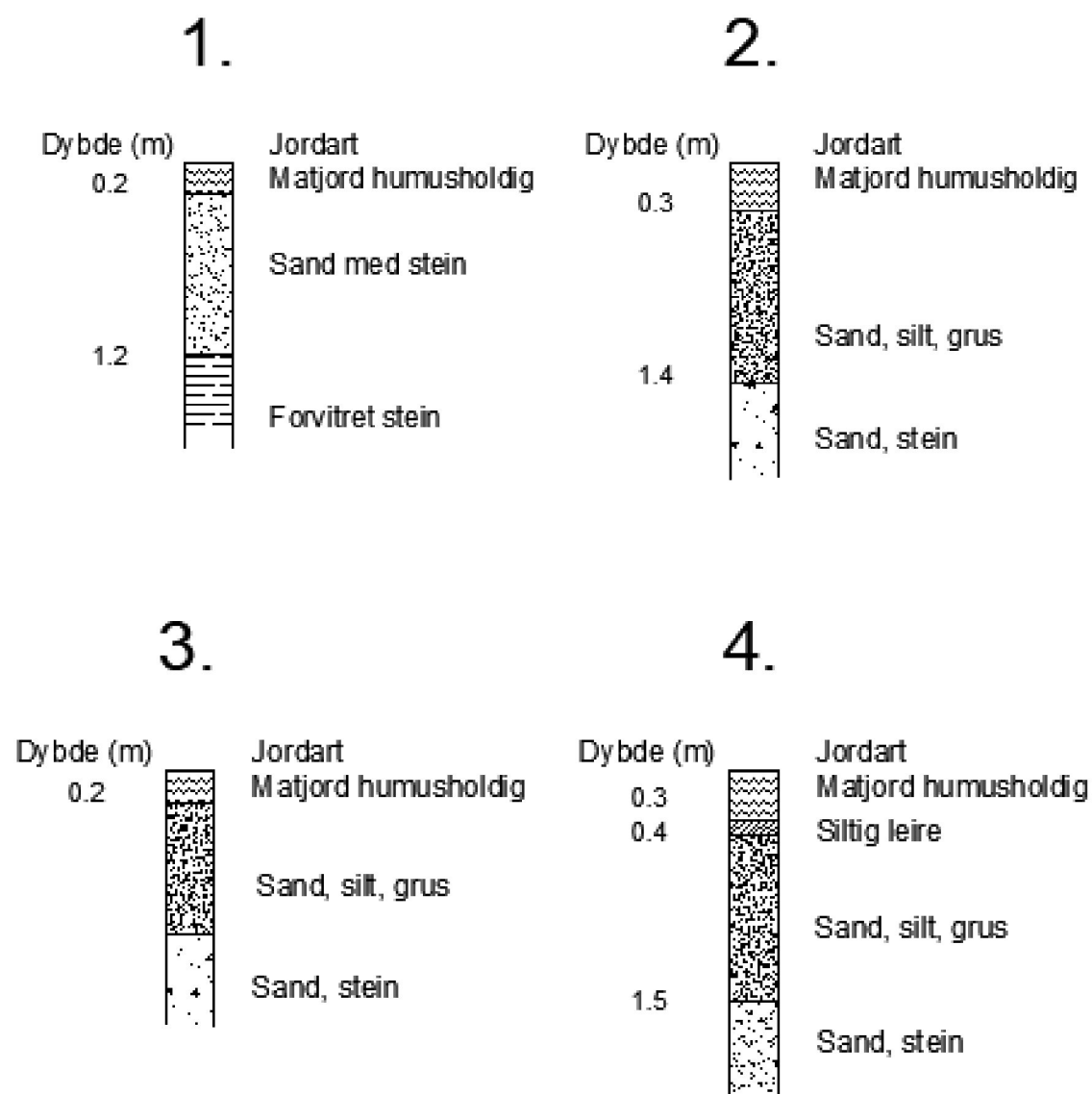
Tabell 1: Koordinater for å grave testhullet.

Utgraving	NORD	ØST
1	63° 23' 24.5"	10° 39' 21.2"
2	63° 23' 24.4"	10° 39' 26.8"
3	63° 23' 26.3"	10° 39' 34.1"
4	63° 23' 27.3"	10° 39' 33.5"



Figur 12: Lokasjoner av de fire utgravingene.

Figur 13 oppsummerer resultater av utgravingene. Fra figur 13 kan man se at humusholdig matjord ble funnet øverst til en dybde som varierer mellom 0,2 og 0,4 m. Under humuslaget, fant vi et lag med jord som inneholder fraksjoner fra fin sand til grus. Lagtykkelsen varierte mellom 0,9 og 1,2 m. Utgravingen ble avsluttet mot forvitret berg ble funnet på lokasjonen 1 og større stein og blokker på andre lokasjoner som hindret dypere utgravingen med gravemaskinen.



Figur 13: Grunnforhold på de tre utgravingene.



Figur 14: Første utgraving.

Grunnforholdene i den første utgravingen er vist i figur 14. Det øverste laget består av matjord/humusholige masser til en dybde på 0,1-0,2 m. Under det øverste laget ble det funnet et lag med silt, sand og grus fraksjoner. På ca 1,2 m ble utgravingen avsluttet på grunn av forvitret berg. Det ble vanskelig å grave dypere og utgravingen ble stoppet. Det ble ikke registrert grunnvann ned til utgravingsdybden.



Figur 15: Andre utgravingen.

Den andre utgravningen er vist i figur 15. Det øverste laget består av humus til en dybde på ca. 0,3 m. Under det øverste laget ble det funnet et lag med sand og silt fraksjoner til ca. 1 m dybde. På 1,4 m dybde fant vi sand og stein med finere masser som kan være humus eller leire fraksjoner. Utgravingen ble avsluttet på 1,4 m dybde på grunn av meget stor motstand. Grunnvann ble ikke observert.

Figur 16 viser den tredje utgravingen. Det øverste laget består av humus til en dybde på ca. 0,2 m. Under det øverste laget ble det funnet et lag med sand og silt fraksjoner til ca. 1 m dybde. På 1 m dybde fant vi sand og stein og utgravingen ble avsluttet på grunn av meget stor motstand. Grunnvann ble ikke observert.



Figur 16: Tredje utgravingen.

Den fjerde utgravingen ble utført lenger nord under skiløypa på den nedre siden av tomten, se figur 12. Det øverste laget består av humus til en dybde på ca. 0,2-0,3 m. Et tynt leirig og siltig lag (ca. 0,1

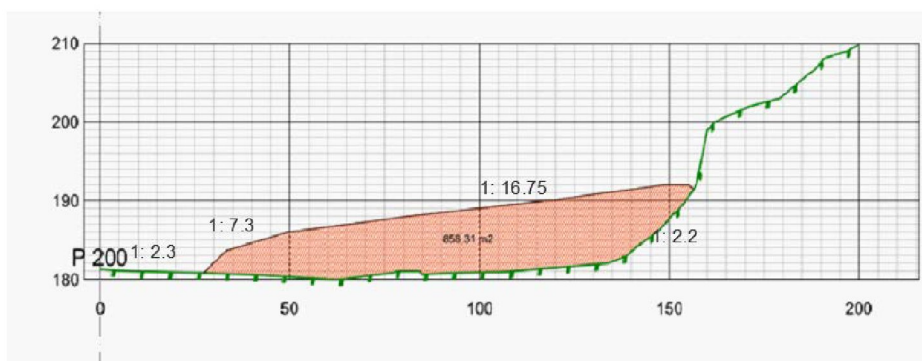
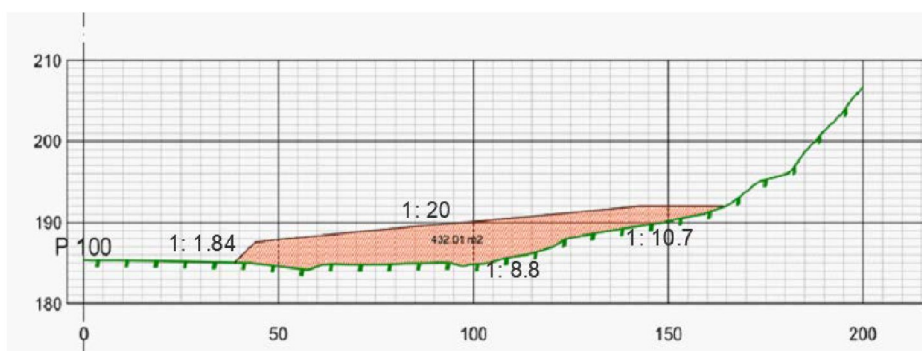
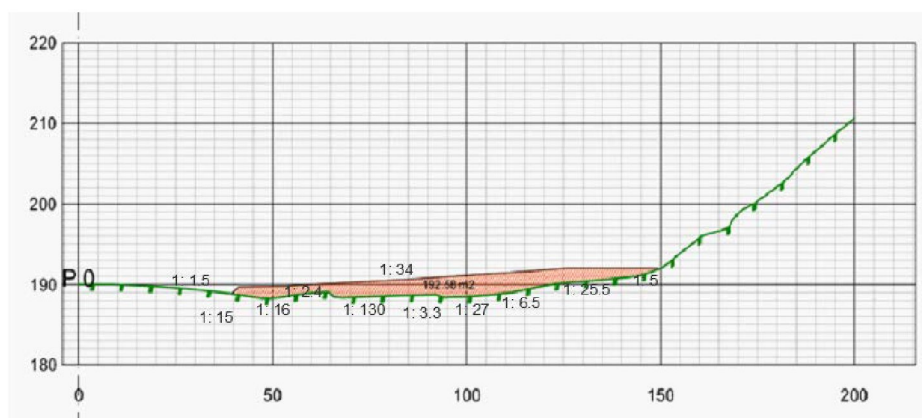
m) ble oppdaget under det øverste laget. Under dette, er et lag med silt, sand og grus fraksjoner til en dybde på ca. 1,5 m. Det ble vanskelig å grave dypere enn 1,5 m og utgravingen ble stoppet. Grunnvann ble ikke observert og det ble ikke registrert vanninnstrømning ned til gravedybden.

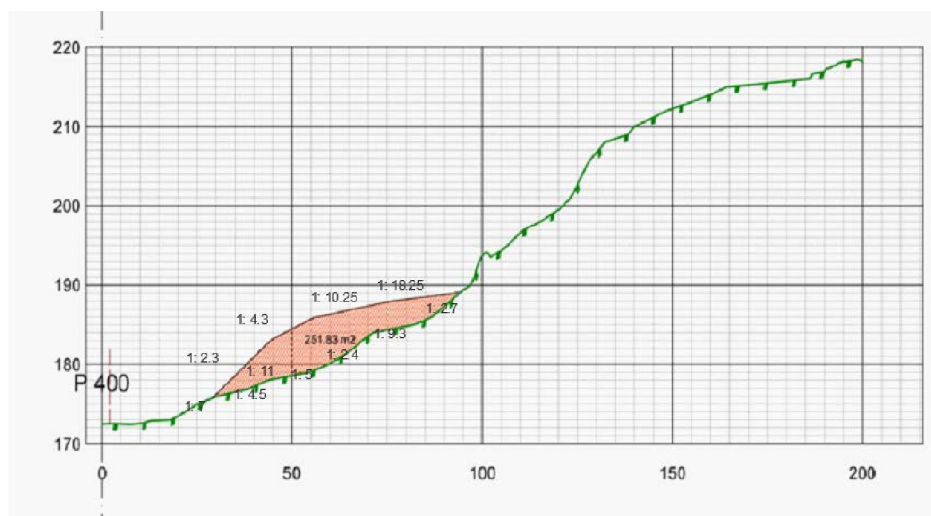
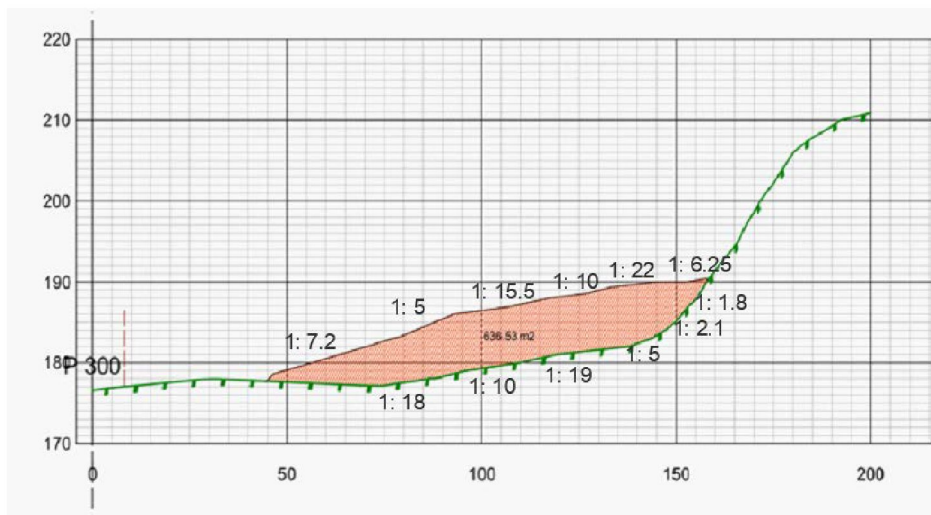


Figur 17: Fjerde utgravingen.

Deponiet

Figur 18 viser tversnittsprfiler i det planlagte deponiet med beregnede helninger av terrenget og fyllingen. Posisjonering av tversnittsprfiler er vist i figur 1.





Figur 18: Tverrsnittsprofiler med helninger av terrenget og fyllingen.

Grunnleggende vurderinger

Tiltaksklasse fastsettes ut fra Veiledning om byggesak § 9-4 Tabell 2. Kriterier for tiltaksplassering for prosjektering bestemmer tiltaksklasse for prosjektet. I det aktuelle tilfellet plasseres dette prosjektet i tiltaksklasse 1.

Andre byggverk og tiltak med oversiktlige og enkle grunnforhold, som i dette prosjektet, plasseres i tiltaksklasse 1. Prosjektet plasseres på denne bakgrunn i geoteknisk kategori 1.

Geoteknikk

Utarbeidelse av grunndata og fundamentering med eventuelt sikringstiltak for bygg, anlegg eller konstruksjon.

Tiltaksklasse 1	Tiltaksklasse 2	Tiltaksklasse 3
Småhus inntil 3 etasjer. Andre byggverk inntil 2 etasjer med oversiktlige og enkle grunnforhold. Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 1.	Fundamentering av byggverk med 3-5 etasjer. Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet. Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 +NA plasseres i pålitelighetsklasse 2.	Byggverk med flere enn 5 etasjer Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er lite utviklet. Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 3 og 4.

Figur 19: Tiltaksklasser fra Veiledning om byggesak § 9-4. oppdeling i tiltaksklasser.

Det aktuelle tiltaket innebærer terrengplanering og faller inn under kategori K2 i NVE's veileder for inngrep i kvikkleireområdet /4/. Området ligger ikke i en registrert faresone for kvikklire og det er ikke funnet kvikkleire eller materiale med sprøbruddsegenskaper ved undersøkelsene. Det er derfor ikke gjort videre vurderinger knyttet opp mot retningslinjene i NVE's veileder.

Geotekniske vurderinger

De geotekniske problemstillingene er knyttet til 2 forhold:

- Stabilitet
- Setninger

Stabilitet

Det aktuelle området ligger delvis under marin grense, men prøvegravingen har vist at det er et relativt tynt løsmassedekke med sand, grus og siltmasser under et høvre humusholdig topplag. Det er ikke registrert kvikkleire eller materiale med sprøbruddsegenskaper. Det er ut fra dette konkludert med at det ikke er fare for områdestabilitet og stabilitetsvurderingene er derfor begrenset til lokal stabilitet for det planlagte deponiet. Skredfaren er begrenset på grunn av gode grunnforhold med relativt tynt dekke over forvitret berg eller lag med stein og sand (1-1,5 m). Stabiliteten av den planlagte fyllingen er avhengig av materialegenskaper for fyllmassene, terrenghelning og lagdeling og egenskaper for jordlagene under fyllingen. Deponiet planlegges som et generelt deponi for rene masser som kan inneholde ulike typer jordmasser fra bløt leire til pukk. For å tilpasse utformingen av deponiet til forskjellige mulige jordtyper er det generelt henvist til anbefalinger i «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger» fra Statens Vegvesen, 2014 /5/.

Fyllingsskråninger

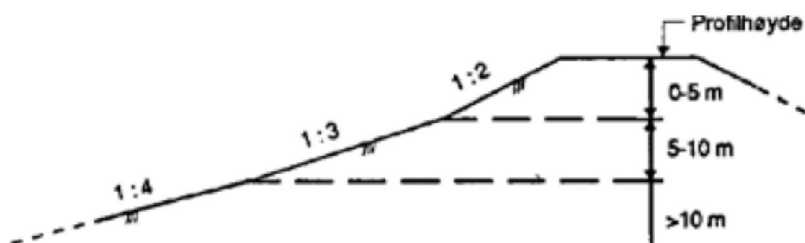
Utføring av deponiet og stabiliteten av fyllingen er avhengige av materialer i deponiet. Derfor må utforming av fyllingen tilpasses til jordmassene som blir deponert i fyllingen. Skråningshelningen skal tilpasses jordartens stabilitetsegenskaper og erosjonsforholdene. Tabell 2 og figur 20 viser de største skråningshelninger som skal benyttes /5/.

Tiltaket er planlagt med fylling opp til 8 meters høyde i søndre del, med reduksjon av massefyllingen ned til 0 i nordre del av området. For den lokale stabiliteten, med de gitte grunnforhold vil et slik tiltak virke stabiliserende for området sør for tiltaket, som har en relativt bratt skråning ned mot jordbruksarealet.

Tabell 2: Største skråningshelninger /5/.

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,25 *
Grus	1:1,5
Sand	1:2
Fin sand/silt	1:2
Leire	Se figur 21

* 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 20: Største tillatte skråningshelning for leirfylling /5/.

Erosjonssikring

Ved oppbygging av fyllinger må det sørges for tilstrekkelig sikkerhet mot skader på grunn av erosjon. Dette gjelder både overflateerosjon av fyllingen og dypereliggende erosjon som kan føre til ustabilitet/utrasing. Det må også tas hensyn til bekker som renner langs fyllingene, da disse kan erodere betydelig over lengre perioder. Overflateerosjon oppstår når vann strømmer over en ubeskyttet jordflate, f.eks. ved sterk nedbør, snøsmelting eller utbrudd av grunnvann. Erosjon kan være et problem i alle løsmasser, men det er spesielt stort i forbindelse med fyllinger som er bygd opp av ensgraderte finkornige masser. Den vanligste måten for å sikre denne typen masser mot erosjon er å kle inn skråningene med et annet materiale som motstår erosjon. Dette kan innebære steinplastring, erosjonsnett i tillegg til tilsåing eller beplantning. Fyllinger bygd opp av friksjonsjordarter (silt og sand) vil som oftest ikke inneholde humus/organisk materiale. Det kan vurderes tilsetning av et jordforbedringsmiddel i overflaten slik at vekst kan etableres, dersom overflaten skal erosjonssikres ved vegetasjonsetablering.

Setninger

Det må påregnes noe setninger over tid i de utlagte fyllmassene. Størrelsen av setningene vil avhenge av type fyllmasser og høyde av oppfyllingen.

Foreliggende planer for deponiet tilsier relativt små setninger som ikke vil innebære noe noen utfordring for nærliggende bebyggelse eller infrastruktur. Det er ikke kjent om det ligger teknisk infrastruktur i bakken (rør, kabler) som kan bli påvirket av evt. setninger. Dette må sjekkes ut av tiltakshaver før oppstart.

Tiltaket kan utføres som beskrevet og planlagt med største helningene i tabell 2. Følgende forutsetninger legges til grunn for anbefalingen:

- Matjord som mellomagres skal fordels over et større område, og det skal ikke legges opp hauger større enn 2-3 meter med maksimal høyde 1,5 meter, dersom den antas å bli liggende mer enn ett år før bruk
- Innkjøring av masse kan skje i henhold til plan, men det skal ikke etableres deponi høyere enn 2-3 meter, før massen doses ut.
- Utdosing av masse skal gjennomføres på en slik måte at lagene ikke er høyere enn 1,5 meter eller med tykkelse fra /4/ hvis komprimering skal gjennomføres. Dette betyr at innkjørt masse skal til enhver tid doses ut over et større område.
- Ved observasjon av begynnende utglidninger, ras, deformering av terreng, skal geotekniker kontaktes snarest. En typisk indikasjon vil kunne være at trær luter utover i skråningen, eller at det oppstår større vannansamlinger eller vannfremsig.

Referanser

1. NGU løsmassekart, <https://www.ngu.no/emne/kvart%C3%A6rgeologiske-kart-l%C3%B8smassekart>
2. NVE Faresonekart <https://temakart.nve.no/link/?link=faresoner&layer=5&field=kommunenavn&value=Melhus&buffer=10000>
3. DiBK, Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning, <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-1/>
4. NVE (2020): NVE (2020): NVE, Veileder 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred". Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
5. SVV, Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v221.pdf>