

Vangslia utvikling AS

► Geoteknisk vurdering og veiledning for etablering av skredvoll

Vangslia Fjellandsby

Oppdragsnr.: 52106473 Dokumentnr.: 52106473-RIG-R01 Versjon: J01 Dato: 2021-12-17



Oppdragsgiver: Vangslia utvikling AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Ola Fjøsne
Rådgiver: Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Oppdragsleder: Kristin Reitan
Fagansvarlig: Kristin Reitan
Andre nøkkelpersoner: Torgeir Døssland

J01	2021-12-17	For bruk	KrRei	ToDos	KrRei
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Innhold

1	Orientering	4
2	Grunnundersøkelser	8
3	Terrenganalyse	13
4	Geoteknisk vurdering/anbefaling	15
4.1	Vurdering av stedlige masser	15
4.2	Alternative fremgangsmåter for oppbygging av skredvoll	15
4.3	Stabilitets- og bæreevnevurdering	16
4.4	Fundamentering	16
5	Konklusjon	18
6	References	19

Vedlegg

Innhold	Vedleggsnr.
Situasjonsplan, tegning nr. C001, Hoel og Sønner AS, 24.05.2021	A
Plan og snitt tegning nr. D001, Hoel og Sønner AS, 24.05.2021.	B

1 Orientering

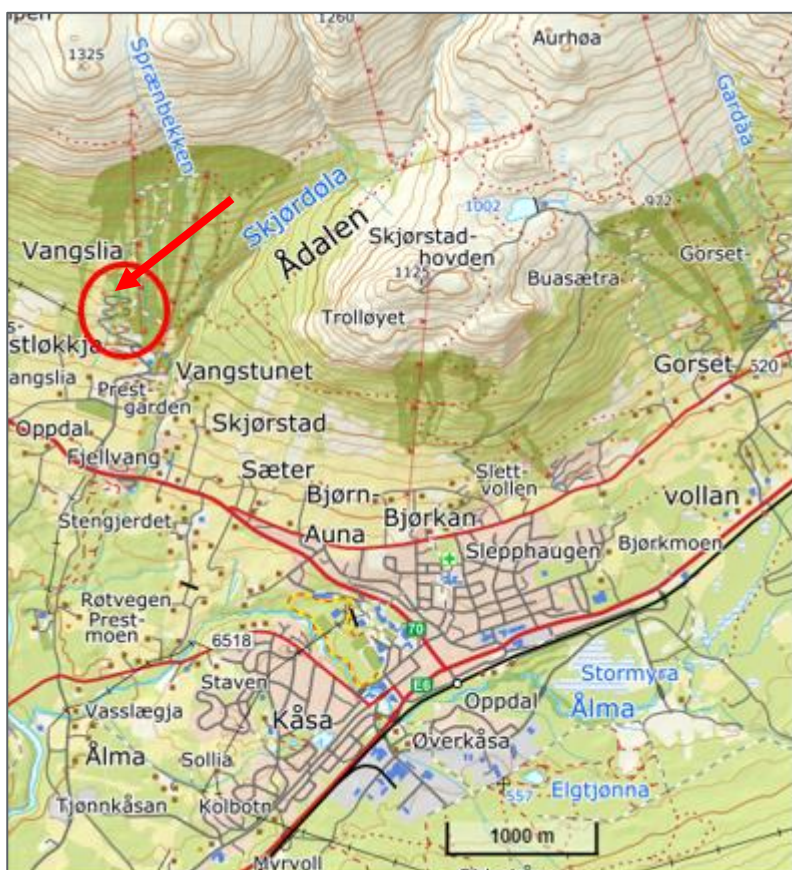
Norconsult AS er engasjert av Vangslia utvikling AS v/Ola Fjøsne for å bistå med vurdering og veiledning i forbindelse med etablering av skredvoll, i Vangslia i Oppdal kommune.

Hoel og Sønner AS er ansvarlig prosjekterende og utførende. De har tegnet skredvollen basert på instruksjoner fra NGI v/Frode Sandersen.

Denne rapporten skal avklare:

- 1) Om de stedlige massene kan benyttes til oppbygging av skredvollen
- 2) Fundamenteringsanbefalinger
- 3) Om man kan få stabilitets- og/eller bæreevneproblematikk i forbindelse med etablering av denne skredvollen.
- 4) Anbefalt fremgangsmåte

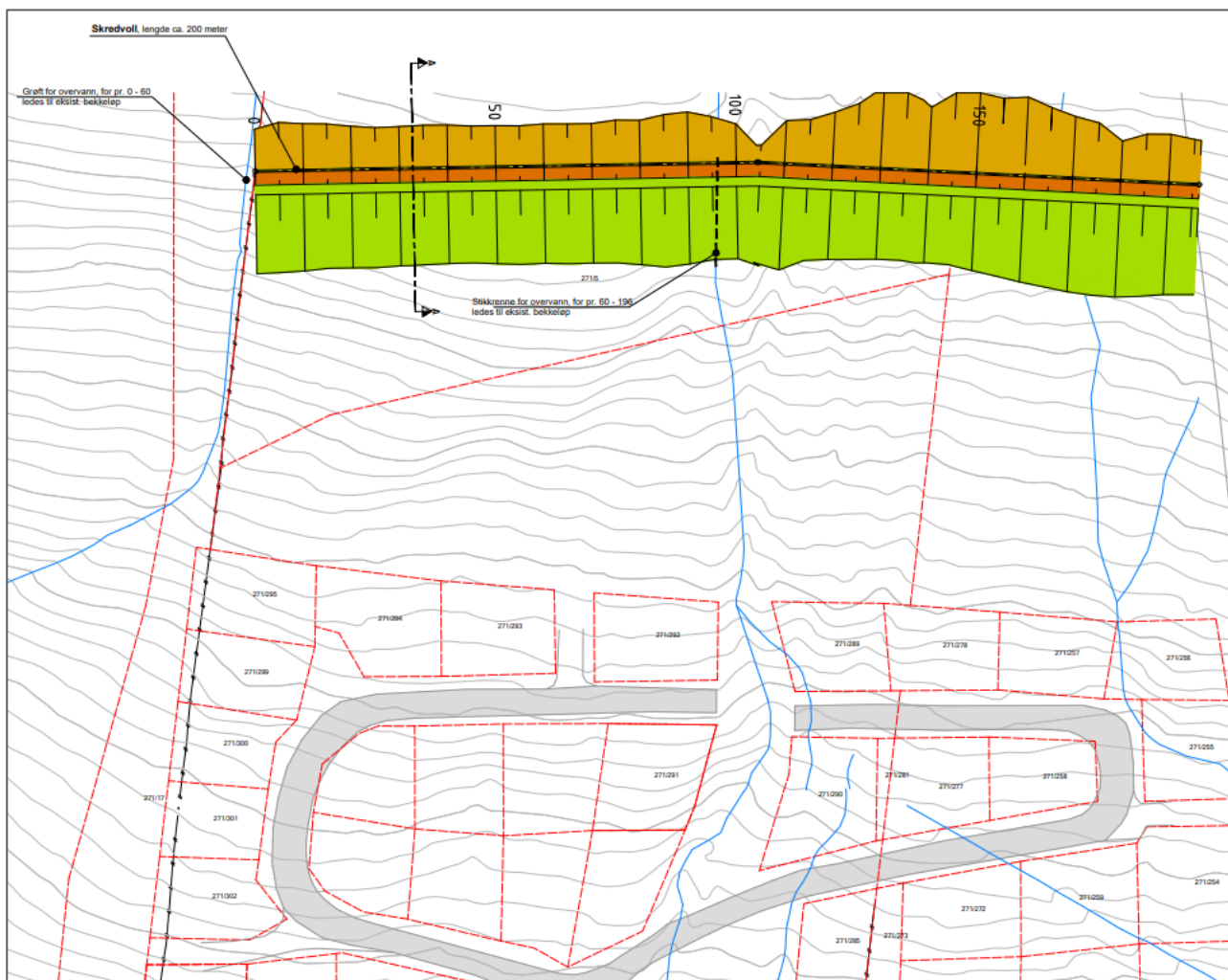
Denne rapporten er ikke en geoteknisk prosjekteringsrapport, men vurdering av muligheter og veiledning, samt avklaring av spesifikke spørsmål.



Figur 1: Oversiktskart over Oppdal sentrum [1], hvor det aktuelle tiltaksområdet er ringet inn med rød sirkel. Rød pil viser til området ovenfor Vangslia fjellandsby, hvor det skal etableres en skredvoll.

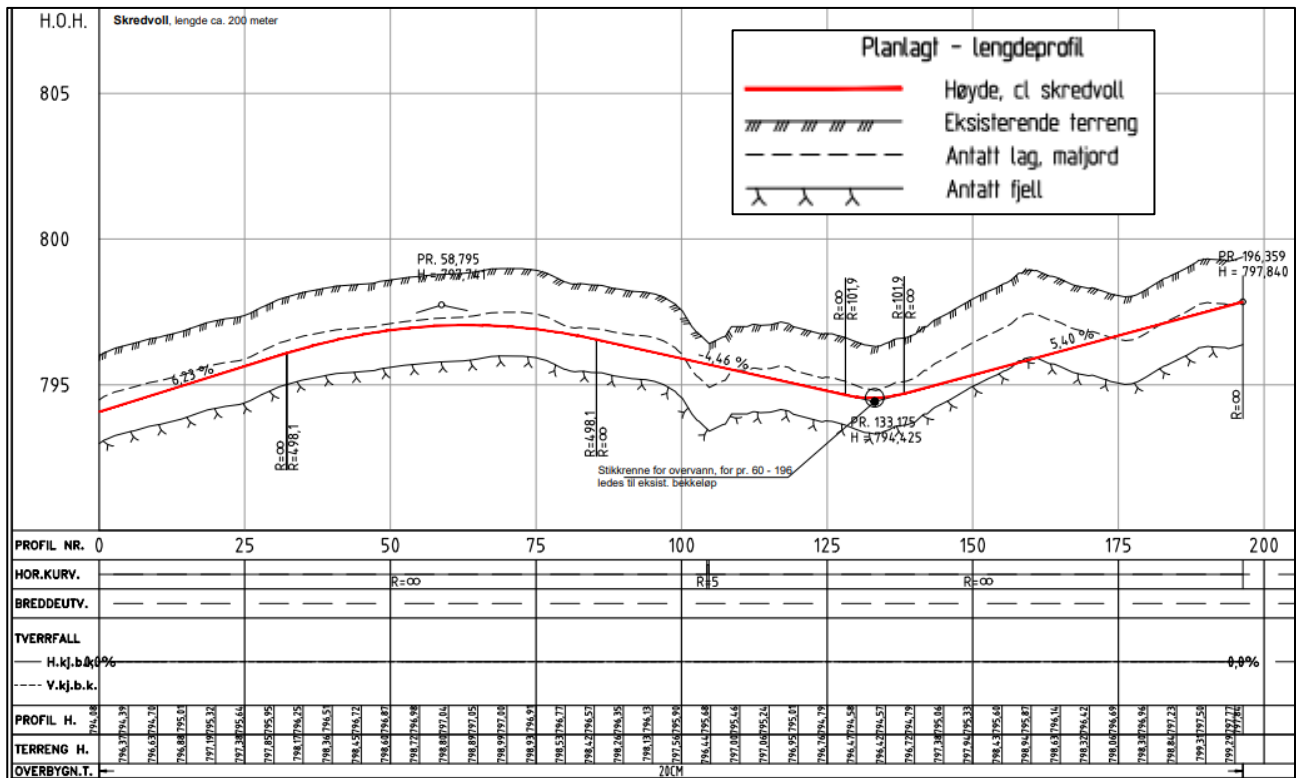
Geotekniker Kristin Reitan utførte feltarbeid 27.08.2021. Til stede under feltarbeidet var også Ola Fjøsne fra Vangslia utvikling AS, og gravemaskinsjåfør fra Dale Makin AS. Feltarbeidet skulle gi bedre avklaring av grunnforhold i forbindelse med etablering av en skredvoll og 3 områder med hyttetomter. Feltarbeidet er oppsummert i et befaringsnotat, datert 08.10.2021 [2].

Detaljert plassering av skredvullen vises i Figur 2, hvor man kan se plasseringen i forhold til de øverste tomtene i hyttefeltet. Skredvollens lengde er ca. 200 meter. Det er planlagt grøft for overvann fra profil 0 til 60, der vannet skal ledes til eksisterende bekkeløp. Det er også planlagt en stikkrenne for overvann ved ca. profil 96, som skal lede overvann for profil 60 til 196 ned til et annet eksisterende bekkeløp.



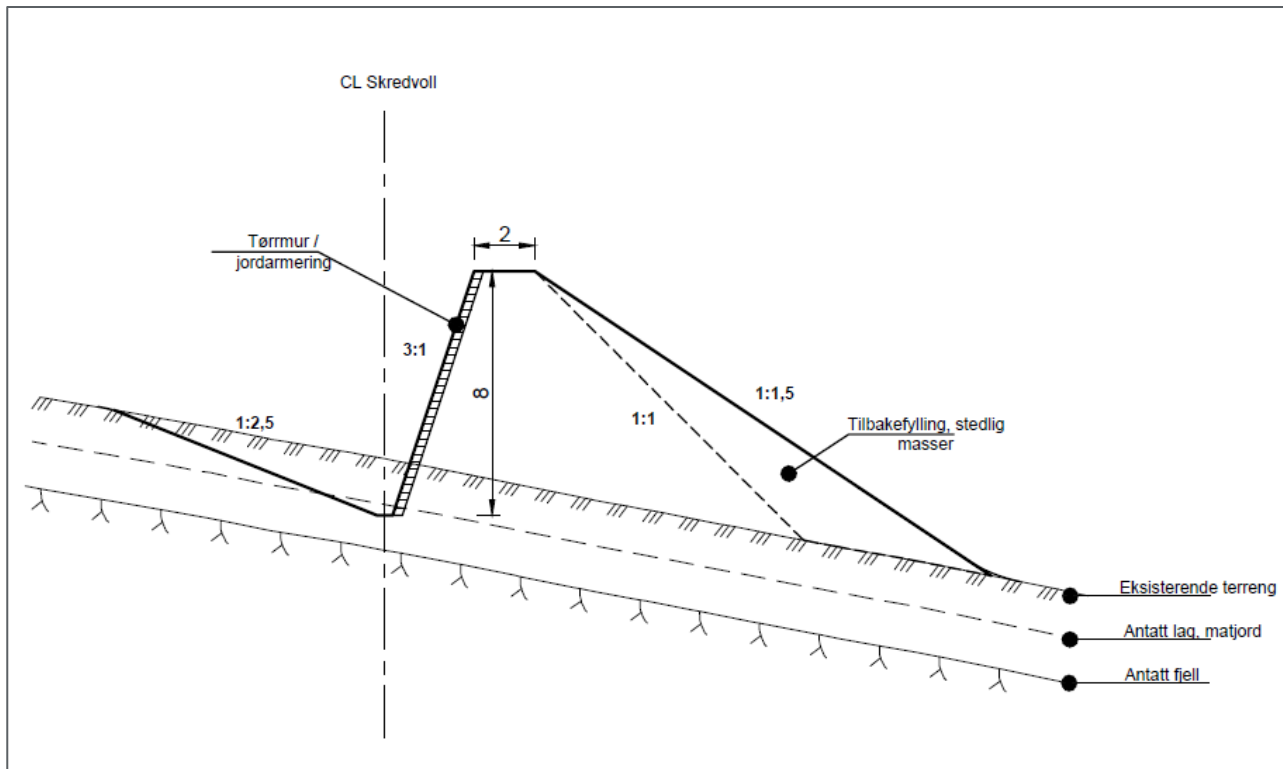
Figur 2: Utsnitt fra tilsendt informasjonsgrunnlag: Situasjonsplan, tegning nr. C001, Hoel og Sønnar AS, 24.05.2021. På utsnittet ser man tomtene i øvre del av hyttefeltet i Vangslia Fjellandsby og plassering av skredvoll i forhold til disse.

Figur 3 viser dagens terrengforløp i lengdeprofil, antatt dybde på matjordlaget og antatt berg. Den røde streken viser antatt fundamentersdybde for skredvollen, og terrenghelningen i lengdeprofil. Dette visualiserer tydeligere dreinsveiene som er tiltenkt, med fall ut mot grøft for overvann, samt fall inn fra begge sider, mot stikkrennen ved ca. profil 96.



Figur 3: Utsnitt fra tilsendt informasjonsgrunnlag: Situasjonsplan, tegning nr. D001, Hoel og Sønner AS, 24.05.2021. Utsnittet viser terrengforløpet langs skredvolltraseen.

Tverrsnitt av skredvullen er presentert i Figur 4 og viser et 8 meter høyt profil med 2 meter bredde på topp. Det skal graves ut på oversiden av vollen (det er dette som er angitt som lys oransje i Figur 2), og settes opp tørrmur/jordarmoring på støtsiden (angitt som mørk oransje i Figur 2). Selve vollen er delt inn i 2, der kjernen har en helning på 1:1, for øvrig uten presisering av hvilke type masser som skal benyttes, og en tilbakefylling av stedlige masser med helning 1:1,5 ytterst.



Figur 4: Utsnitt fra tilsendt informasjonsgrunnlag: Situasjonsplan, tegning nr. D001, Hoel og Sønner AS, 24.05.2021. Tverrsnitt av skredvoll.

2 Grunnundersøkelser

I forbindelse med befaring og prøvegraving 27.08.2021 ble det prøvegravd i tre posisjoner, som vist i Figur 5 nedenfor. Alle tre posisjoner er målt inn med GPS. Resultatet fra grunnundersøkelsene er fra før oppsummert i befaringsnotatet [2], men gjengis også i detalj i denne rapporten.



Figur 5: Bakgrunnsbildet for denne figuren er hentet fra norgeskart.no [1]. Innmålingen, som er merket med røde sirkler på tomtekartet er innmålt og oversendt av Ola Fjøsne, som gjorde innmålingene undervis i feltarbeidet.

Posisjon 1 (øst):

Vått myrterreng inne i skogen. Massene bærer preg av at det er våtmarksområde. Vanskelig å bedømme om det er vannførende lag i prøveprofilen, potensielt over/under det blålige laget ved 1,5 – 1,8 meters dybde.



Terrengnivå: +798,7 moh.

0,0 – 0,5 m	Torv og humusholdig grus og sand.
0,5 – 1,5 m	Sandig morenemateriale.
1,5 – 1,8 m	Mer finkornet morenemateriale, blålig på farge og vått (mulig dette er et tettere lag enn øvrig materiale).
1,8 – 2,5 m	Sandig morenemateriale (vått).
2,5 – 3,1 m	Sand.

Posisjon 2 (midt):

Tørt, åpent beiteområde.



Terrengnivå: +795,5 moh.

- | | |
|-------------|--|
| 0,0 – 0,5 m | Torv/matjord og humusholdig grus og sand. |
| 0,5 – 1,8 m | Sandig materiale, antatt humusholdig, men noe kan være farge på mineralene. |
| 1,8 – 3,0 m | Sand/sandig morenemateriale i flere sjikt oppå hverandre. |
| 3,0 – 3,7 m | Fast finkornig morenemateriale, noe fuktig, men ikke tilsig av vann eller rennende masser. |

Posisjon 3 (vest):

Åpent beiteområde, men med noe mer vegetasjon enn i posisjon 2.
Det generelle inntrykket er at posisjon 2 og 3 har tilnærmet like avsetninger.



Terrengnivå: +796,0 moh.

- | | |
|--------------|---|
| 0,0 – 0,5 m | Torv/matjord og humusholdig grus og sand. |
| 0,5 – 1,5 m | Sandig materiale, antatt humusholdig, men noe kan være farge på mineralene. |
| 1,5 – 2,5 m | Morenemateriale av samme sammensetning som lengre ned, men løsere lagret. |
| 2,5 – 3,75 m | Faste morenemasser. Man kan ta ut hele stykker av morenemateriale, likt som i posisjon 2 (se ekstra bilde nedenfor, Figur 6). |



Figur 6: Nærbilde av den faste morenen fra bunnen av prøvegropen i posisjon 2. Veldig fast materiale med stein og grus omgitt av en siltig/sandig matriks. Den faste morenen i posisjon 3 var tilsvarende som denne.

Generelt inntrykk av de stedlige massene:

1. Torv/matjord til ca. 0,5 meters dybde. Massene under matjorda kan også ha innslag av humus/organisk materiale til en viss dybde, dette ser man i hovedsak på brunfargen på massene.
2. Under torv/matjord ca. 1 meter med sandig materiale.
3. Løse lagret sand/sandig morenemateriale.
4. Fast morenemateriale.

Laboratoriebeskrivelse av massene:

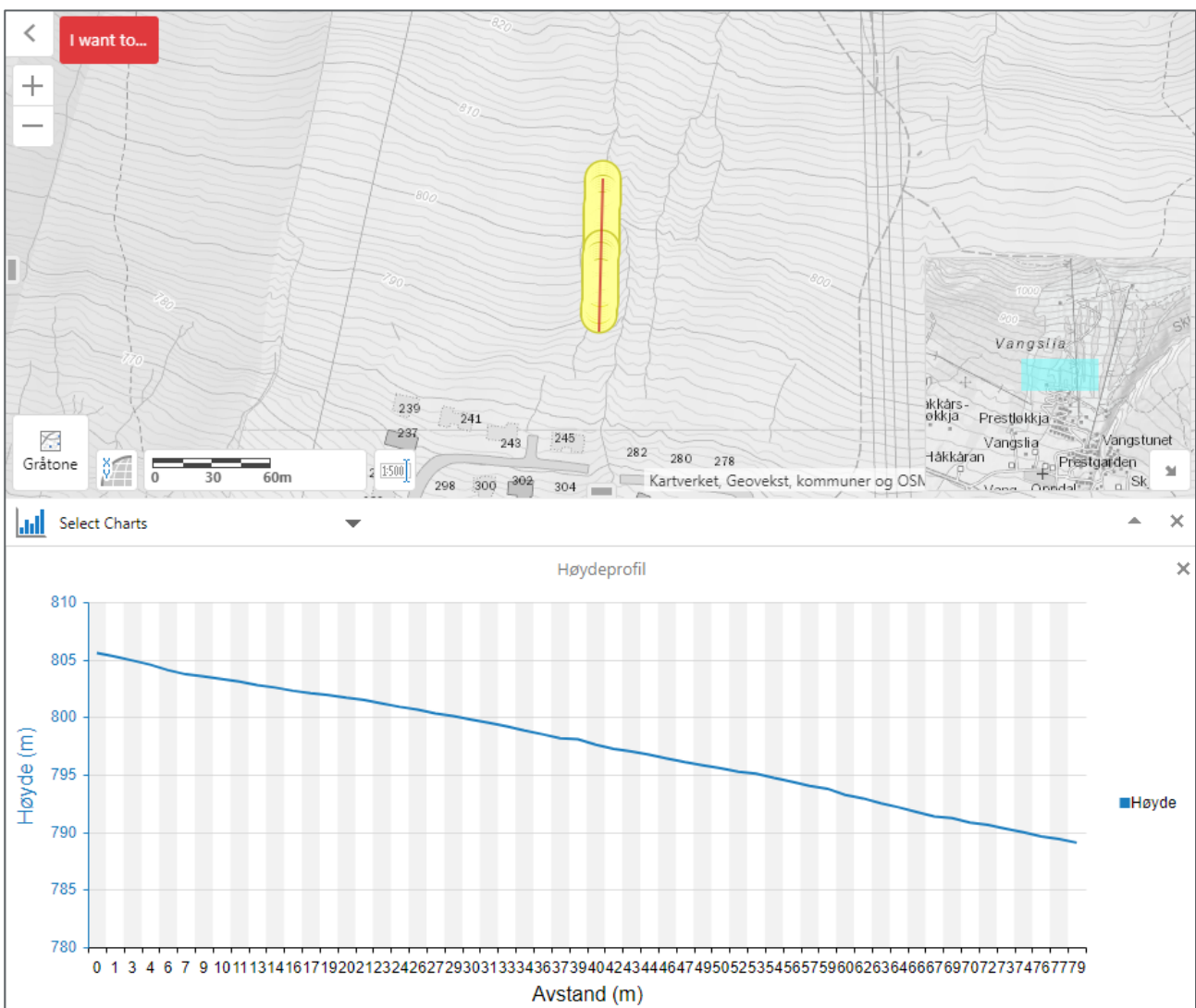
Det er gjort en visuell beskrivelse av utvalgte prøver i laboratoriet (i hovedsak de med finest kornstørrelse):

Prøve nr.	Visuell beskrivelse
Posisjon 1 (øst):	
1_2 (lag over bunnen)	Grusig sand med noe silt
1_1 (bunn av prøvegrop)	Siltig sand med gruskorn
Posisjon 2 (midt)	
2_2 (lag over bunnen)	Grusig sand
2_1 (bunn av prøvegrop)	Siltig sand med gruskorn
Posisjon 3 (vest)	
3_2 (lag over bunnen)	Fin sand med noe slit og gruskorn, 1 stein
3_1 (bunn av prøvegrop)	Siltig sand med noe gruskorn

3 Terrenganalyse

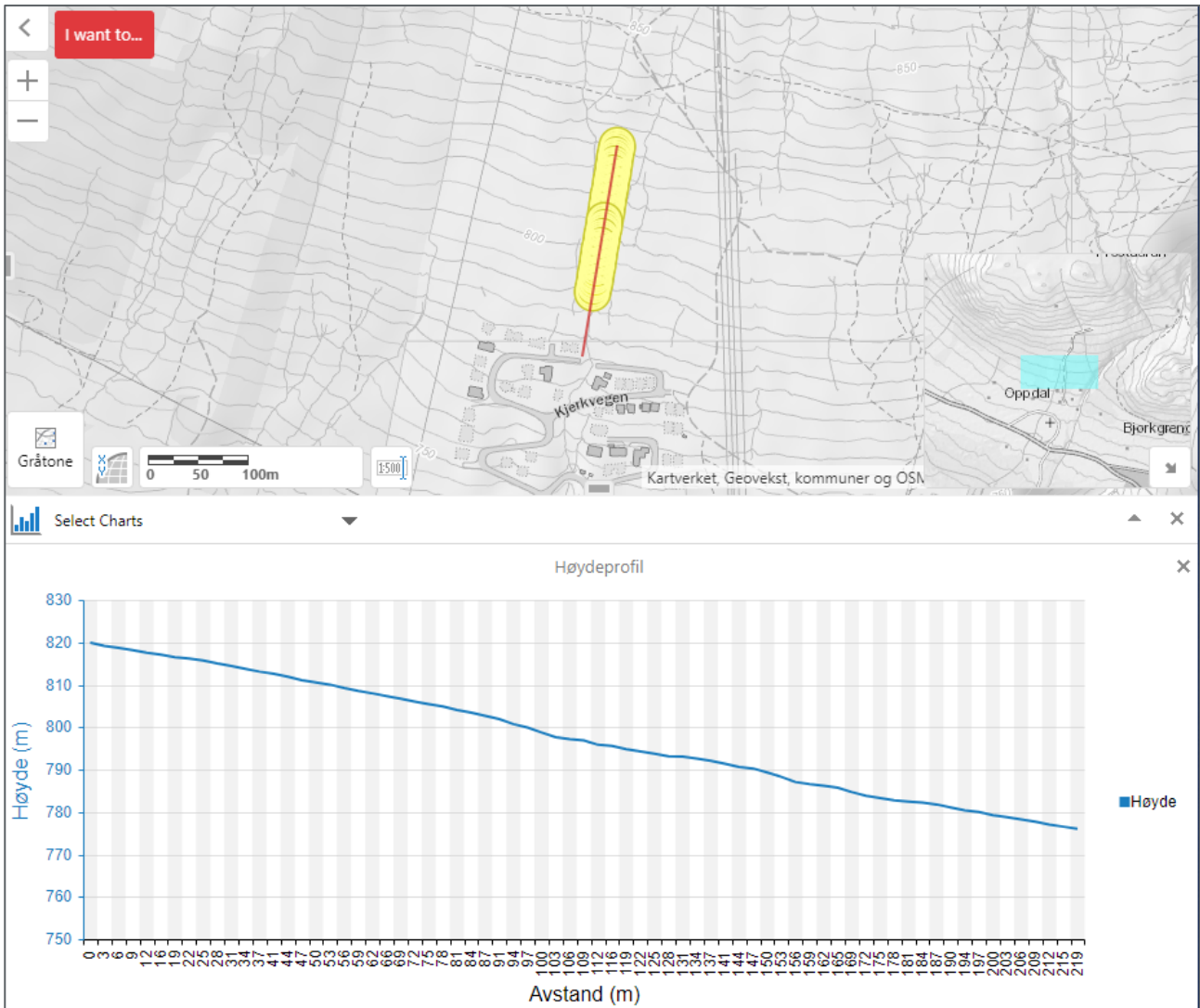
I terrenganalyse benyttes nettbaserte tjenester med mulighet for å sette opp høydeprofil. I denne rapporten benyttes NVE-atlas til denne analysen [3].

Nedenfor er det presentert et terrengprofil gjennom tverrsnittet av skredvollen Figur 7. Oversiden av vollen ligger på ca. 805 moh. og nedre del ligger på ca. 790 moh. som utgjør en høydeforskjell på ca. 15 meter over en utstrekning på 73 meter. Dette gir en terrenghelning på ca. 11,6 grader (ca. 1:5) i fotavtrykket til skredvollen.



Figur 7: Terrengprofil gjennom tverrsnittet av skredvollen. Tegnet opp i NVE-atlas [3].

Det er også gjort en generell analyse der snittet strekker seg et stykke ovenfor og nedenfor skredvullen, som vist nedenfor i Figur 8. Høydeforskjellen i denne analysen er 44 meter og utstrekning på 219 meter. Dette gir en terrenghelning på ca. 11,3 grader (ca. 1:5). Så den generelle analysen over et lengre strekke sammenfaller godt med terrenget i fotavtrykket av skredvullen.



Figur 8: Utsnitt fra NVE atlas [3], der det er tegnet et snitt gjennom skredvollens plassering og ned mot øvre del av hyttefeltet, og generert et høydeprofil i det aktuelle snittet. Selve skredvullen ligger fra ca. kote 791 og opp til ca. kote 803.

4 Geoteknisk vurdering/anbefaling

4.1 Vurdering av stedlige masser

De stedlige massene kan generelt beskrives (fra terreng) som:

- 1) Torv/matjord
- 2) Sandig materiale
- 3) Middels fast morenemateriale bestående av grusig sand med noe silt
- 4) Fast morenemateriale bestående av siltig sand med gruskorn

Tabell 1: Parameterne er hentet fra Figur 2.39 «Anbefalte jordparametere ved dimensjonering av landkar og støttemur», i Håndbok V220 fra Statens vegvesen [4].

Materiale	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel [°]	Attraksjon, a [kPa]
Løst lagret sandig materiale	17	33	5
Fast sandig materiale	18	36	5
Fast siltig materiale	19	33	10

En konservativ betraktning vil være å benytte parametere for en generell indre friksjonsvinkel på 33 grader ($\tan \phi = 0,65$).

4.2 Alternative fremgangsmåter for oppbygging av skredvoll

Alternativ 1:

Tverrsnittet av skredvullen som er vist i Figur 4 deler inn vollen i en kjerne, med helningsgrad 1:1 (45 grader), med et ytre lag av stedlige masser med helningsgrad 1:1,5. For å kunne oppnå en stabil kjerne med helningsgrad 1:1, uten andre tiltak må man benytte sprengtstein uten subbus/finstoff. Det må også legges inn fiberduk av tilstrekkelig kvalitet (sannsynligvis bruksklasse 4) for å skille sprengtstein og laget av stedlige masser. Med denne løsningen er det ikke forutsatt bruk av prinsippet «armert jord», altså ikke systematisk oppbygging med horisontale jordarmeringsnett. For å oppnå så bratt helning som 3:1 på støtsiden må derfor tørrmuren bygges som en fullverdig mur med tilstrekkelig tykkelse til å ta opp jordtrykket fra fyllingskjernen. Med så bratt helning som 1:1 på lesiden, vil det være fordelaktig å legge ut tilbakefylte, stedlige masser på nedsiden i takt med utlegging av sprengtstein slik at en hele tiden har en stabil skråning med fronthelning på 1:1,5.

Alternativ 2:

Skredvullen kan bygges opp, hovedsakelig av stedlige masser, ved å benytte jordarmering. Der fiberduk, jordarmering, «forskalings-» eller «monteringsselement» for eksempel av armeringsjern gjør det mulig å legge ut massene lagvis, med god komprimering av hvert enkelt lag. Tilføring av drenerende masser mellom jordarmeringene forhindrer ugunstig poretrykksoppbygging, og gir mer heft for armeringen. I en slik konstruksjon er det jordarmeringen som sikrer en stabil front både på trykk og le-side. Tørrmuren på støtsiden av vollen vil i dette tilfellet bare være en forblending, og kan bygges svært tynn, slik det er antydnet på tegning D001.

Uansett alternativ så anbefales det at skredvollen detaljprosjekteres iht. kap. 16 i håndbok V220 fra Statens vegvesen [4]. Dette med tanke på detaljert beskrivelse av jordarmeringen, eksempelvis: karakteristisk materialstyrke på jordarmeringen, at drenerende masser mellom lagene er i tråd med spesifikasjoner fra leverandør av jordarmering, armeringslengder, og lagtykkelse på hvert lag.

4.3 Stabilitets- og bæreevnevurdering

Basert på de massene som er påvist ved prøvegraving, og visuell beskrivelse i laboratoriet er det gjort en generell vurdering av hvilke parametere som kan benyttes ved videre vurdering mtp. stabilitet og bæreevne.

Tangens til friksjonsvinkel anbefalt i kapittel 4.1 nedskalert med sikkerhetsfaktor 1,5.

Med sikkerhetsfaktor på 1,5 vil skråninger oppnå tilfredsstillende stabilitet der terrenget er slakere enn 1:2,5.

I terrenganalysen har vi konkludert med en terrenghelning på 1:5, som er slakere enn 1:2,5.

4.4 Fundamentering

Organiske masser:

All masse med humus/organisk innhold må graves bort, da denne type masser vil gi store langtidssetninger. I tillegg vil det være en destabiliserende faktor mtp. vollen som skal etableres oppå massene.

Omrørte masser:

Masser av den karakter som er avdekket i felt og laboratoriearbeid tilsier at massene vil kunne påvirkes negativt ved tilføring av vann, og kan bli noe flytende. Det er derfor viktig å drenere vekk vann så godt som råd, og grave bort alle omrørte masser før etablering av skredvollen.

Drenering:

Generell drenering av tiltaksområdet er det første som må på plass i anleggsfasen, slik at man har god kontroll på overflatevann og eventuelt grunnvann, før selve utgravingen for skredvollen starter. Den generelle dreneringen opprettholdes som en del av tiltaket.

Som det kommer frem av Figur 2 så er det planlagt å benytte til dels naturlig fall ut mot drengrøfter som igjen fører vannet ut mot eksisterende bekkeløp. Her er det viktig at fall på drenering og drengrøfter er tilfredsstillende, slik at vannet renner unna.

Dreneringen må ligge i front av skredvoll/tørrmur, og det er viktig at den er dimensjonert slik at det ikke samler seg vann på vollens støttside. Dette vil medføre en ekstra drivende last, samt gi potensielt poretrykksoppbygging i selve skredvollen, som kan virke destabiliserende for en eventuell tørrmur.

Det anbefales å benytte fiberduk for å forhindre at finstoff blander seg inn i dreneringssystemet.

Også i forbindelse med etablering av dreneringsgrøfter skal det utføres normal komprimering iht. NS 3458 [5], og det må benyttes drenerende masser av fraksjon 20-120 mm eller mer finkornig (uten finstoff/subbus).

Komprimering:

Det er spesielt viktig med tilfredsstillende komprimering, både for den lagvise oppbyggingen av skredvollen og i dreneringsarbeidet.

All komprimering er anbefalt utført som normal komprimering iht. NS 3458 [5].

Frostsikring:

Løsmasser bestående av silt og fin sand er noe eller svært telefarlig materiale, og må tas høyde for i fundamenteringsarbeidet.

Ifølge Statens vegvesen sin håndbok V220 [4], regner man frostfri dybde som:

$$z_F = K_F \cdot \sqrt{F}$$

der:

z_F = frostfritt dyp i cm

K_F = frostdybdefaktor avhengig av jordart, se figur 13.7

F = frostmengden i h⁰C

Materialbetegnelse	Frostdybdefaktor - K_F
Stein (pukk, steinfylling, steinig grus)	1,4
Sand og grus. (sandig grus, steinig morene)	1,0
Silt (siltig morene, sandig silt)	0,85
Leire og blandingsjord (leirholdige morenearter)	0,7
Torv	0,3

Figur 13.7 Frostdybdefaktoren K_F for ulike jordarter.

Under tørrmuren må man ta høyde for at det skal masseutskiftes med gode drenerende masser. K_F for slike masser er 1,4.

Dimensjonerende frostmengde for Oppdal kommune er ifølge håndbok N200 [6]:

Kommune nr.	Kommune- navn	Årsmiddel- temp., °C	Frostmengder, h ⁰ C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
1634	Oppdal	2,8	10000	16000	20 000	32 000	0,65	2,21

Frostfridybde for Oppdal kommune blir da:

$$Z_{F100} = 1,4 \cdot \sqrt{32000} = 250 \text{ cm} \approx 2,5 \text{ m}$$

$$Z_{F10} = 1,4 \cdot \sqrt{20000} = 198 \text{ cm} \approx 2,0 \text{ m}$$

Siden konstruksjonen ikke er kritisk mtp. frost vil det være tilstrekkelig å benytte Z_{F10} i eventuell prosjektering.

5 Konklusjon

Skredvullen skal stå på et terreng med ca. helning 1:5 ovenfor et hyttefelt i Vangslia Fjellandsby. Etter instruksjoner fra NGI har Hoel og Sønner AS tegnet vollen, som skal være 8 meter høy og 200 meter lang. Støtsiden av vollen er inntegnet med tørrmur/jordarmering. Støtsiden for voll er tegnet med helning 3:1 og nedsiden er tegnet med 1:1,5 i stedlige masser, med en kjerne på 1:1. Det er også tatt hensyn til drenering og vannhåndtering.

Vi er bedt om å avklare 4 punkt mtp. etablering av skredvullen. Disse oppsummeres kort nedenfor:

1) Om de stedlige massene kan benyttes til oppbygging av skredvullen

Ja, de stedlige massene kan benyttes til oppbygging av skredvoll under visse forutsetninger, som tydeliggjøres i denne rapporten.

2) Fundamenteringsanbefalinger

All humusholdig/organisk masse må graves vekk før etablering av skredvullen.

Massene er noe siltholdig, og vil med stor sannsynlighet være vannømfintlig. Alle omrørte masser må graves bort i før man starter å anlegge vollen.

Fraksjoner av silt og fin sand er telefarlig materiale, og vil kunne føre til setningsskader og bevegelser i vollen, med mindre man gjør frostsikrende tiltak.

3) Om man kan få stabilitets- og/eller bæreevneproblematikk i forbindelse med etablering av denne skredvullen.

Det er gjort en generell terrenganalyse for et lengre snitt som starter et stykke ovenfor traseen for skredvullen, gjennom vollen, og videre ned til øvre del av hyttefeltet. Det er også gjort en terrenganalyse av et tverrsnitt av selve fotavtrykket for vollen og analysene viser helningsgrad på hhv. 11,3 og 11,6 grader (tilsvarer ca. 1:5).

Vår vurdering er at det er fullt mulig å oppnå en tilfredsstillende stabilitet av vollen med den oppbygginga som er beskrevet i rapporten.

4) anbefalt fremgangsmåte

- I arbeidet med denne type masser må man ha god kontroll på overflatevann og grunnvann, og lede dette vekk fra arbeidsområdet, da massene sannsynligvis er vannsensitive masser. Før gravearbeidene for skredvullen starter bør det utføres en generell drenering av området, som kan bestå også etter ferdigstilling av tiltaket.
- All humusholdig/organisk masse må graves vekk før etablering av voll.
- All omrørt masse må graves vekk før etablering av voll.
- Selve oppbyggingen av skredvullen kan utføres på flere måter. For å kunne benytte mest mulig stedlige masser anbefales Alternativ 2 med jordarmering. Uansett alternativ som velges bør en ha en mer detaljert prosjektering og beskrivelse iht. kapittel 16 i håndbok V220 [4]
- Drenering av selve tiltaket er skissert, men det må påses at dreneringen er godt nok dimensjonert og at den har tilstrekkelig fall.
- Komprimering iht. NS 3458 [5], både for voll og drenggrøfter.
- Frostdybde er beregnet til ca. 2 meter. Både alternativ 1 og 2 er relativt sikker ved god drenasje av massene. Ved oppføring av tørrmur bør det vurderes om det skal utføres frostsikringstiltak.

6 References

- [1] Kartverket, «Norgeskart.no,» 19 08 2021. [Internett].
Available:
<https://www.norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=16&lat=6949745.62&lon=26206.43&markerLat=6949745.615622468&markerLon=26206.42807309559&p=searchOptionsPanel&sok=FI%C3%B8vegen>.
- [2] Norconsult AS, «52106473-RIG-N01 Befaringsnotat fra Vangslia Fjellandsby,» Norconsult AS, 2021.
- [3] «NVE-atlas,» 14 06 2021. [Internett]. Available:
<https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [4] Statens Vegvesen, «Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging,» Statens Vegvesen, 2018.
- [5] Norsk Standard, «NS 3458 Komprimering – Krav og utførelse,» 2004.
- [6] Statens Vegvesen, «Håndbok N200, Vegbygging,» Statens Vegvesen, 2014.

