

# Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

ØVRE PARTI AV VESTBYBEKKEN -  
DETALJPROSJEKTERING AV EROSJONSSIKRING

DOK.NR. 20230614-02-R  
REV.NR. 0 / 2025-01-15

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



## Prosjekt

Prosjekttittel: Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus  
Dokumenttittel: Øvre parti av Vestbybekken - Detaljprosjektering av erosjonssikring  
Dokumentnr.: 20230614-02-R  
Dato: 2025-01-15  
Rev.nr. / Rev.dato: 0/

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Nannestad kommune  
Kontaktperson: Stian Kroken  
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 2023-11-28

## for NGI

Prosjektleder: Hallvard Skrede  
Utarbeidet av: Hallvard Skrede, Ingar Haug Steinholt  
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

## Sammendrag

NGI har i perioden 2021-2023 utført skredfarevurderinger for Nannestad kommune, og gitt kommunen anbefalinger om å prioritere sikringstiltak i enkelte områder vest for Teigebyen (kommunesenteret) for å forebygge potensielle skredhendelser. Foreliggende rapport omfatter detaljprosjekteringen av erosjonssikring ved prosjektdelområdet «øvre parti av Vestbybekken», like vest for sentrum av Teigebyen.

Sikringstiltaket skal forebygge videre erosjon langs partier hvor det er kartlagt pågående erosjon med skredutsatt terreng i overkant. Skråningene i overkant av bekken har lav beregnet stabilitet, og det er derfor viktig å forhindre videre erosjon og undergraving langs skråningsfot i ravinen.

Rapporten inneholder prosjekteringsgrunnlag og bakgrunn for dimensjonering.

Før igangsettelse, må gjøremålene listet opp i kap. 5.2 være utført.

## Innhold

|          |                                                            |           |
|----------|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Bakgrunn</b>                                            | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Prosjekteringsforutsetninger</b>                        | <b>8</b>  |
| 2.1      | EKO: Pålitelighetsklasse og kontrollklasser                | 8         |
| 2.2      | EK7: Geoteknisk kategori                                   | 9         |
| 2.3      | EK8: Seismisk klasse                                       | 9         |
| 2.4      | NVEs 1/2019: Krav til områdestabilitet - Tiltakskategorier | 9         |
| 2.5      | SAK10: Tiltaksklasse                                       | 10        |
| <b>3</b> | <b>Prosjektbeskrivelse</b>                                 | <b>10</b> |
| 3.1      | Beskrivelse av tiltaket                                    | 10        |
| 3.2      | Beskrivelse av sikringsobjekt                              | 11        |
| 3.3      | Områdestabilitet (skredfare)                               | 11        |
| 3.4      | Overordnet om grunnforhold                                 | 15        |
| <b>4</b> | <b>Anleggsbeskrivelse</b>                                  | <b>16</b> |
| 4.1      | Geometri og materialer                                     | 16        |
| 4.2      | Estimerte mengder for tiltak (arealer og volum)            | 17        |
| 4.3      | Anleggsperiode                                             | 17        |
| 4.4      | Anleggsveier                                               | 18        |
| 4.5      | Erosjonssikring                                            | 24        |
| 4.6      | Rydding av vegetasjon                                      | 25        |
| 4.7      | Mellomlagring av masser                                    | 26        |
| 4.8      | Forurensede masser                                         | 27        |
| 4.9      | Kontrollplan                                               | 27        |
| 4.10     | Ferdigstilling                                             | 27        |
| <b>5</b> | <b>Generelle kommentarer</b>                               | <b>27</b> |
| 5.1      | FDV                                                        | 27        |
| 5.2      | Før igangsettelse                                          | 28        |
| 5.3      | Andre lovkrav og hensyn                                    | 28        |
| <b>6</b> | <b>Stabilitetsberegninger og bæreevne</b>                  | <b>29</b> |
| 6.1      | Bæreevnevurderinger                                        | 29        |
| 6.2      | Skråningsstabilitet                                        | 29        |
| <b>7</b> | <b>Dimensjonering av erosjonssikring</b>                   | <b>30</b> |
| <b>8</b> | <b>Referanser</b>                                          | <b>32</b> |

## Tegninger<sup>1</sup>

|               |                                                                      |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|
| VBOP-PL1-O    | <u>O</u> versikt over tiltaksområdet                                 |
| VBOP-PL2-PoGU | <u>P</u> rofiler og <u>g</u> runn <u>u</u> ndersøkelser              |
| VBOP-PL3-AV   | <u>A</u> nleggs <u>v</u> eier                                        |
| VBOP-PL4-ML   | <u>M</u> ellom <u>l</u> agringsområde                                |
| VBOP-PL5-AT   | <u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Arbeidsbeskrivelse erosjonssikring |

## Vedlegg

|           |                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------|
| Vedlegg A | Kontrollplan for geotekniske arbeider                 |
| Vedlegg B | Beregningsresultater                                  |
| Vedlegg C | Faktaark: Faregradsklassifisering for spesifikt parti |

## Kontroll- og referanseside

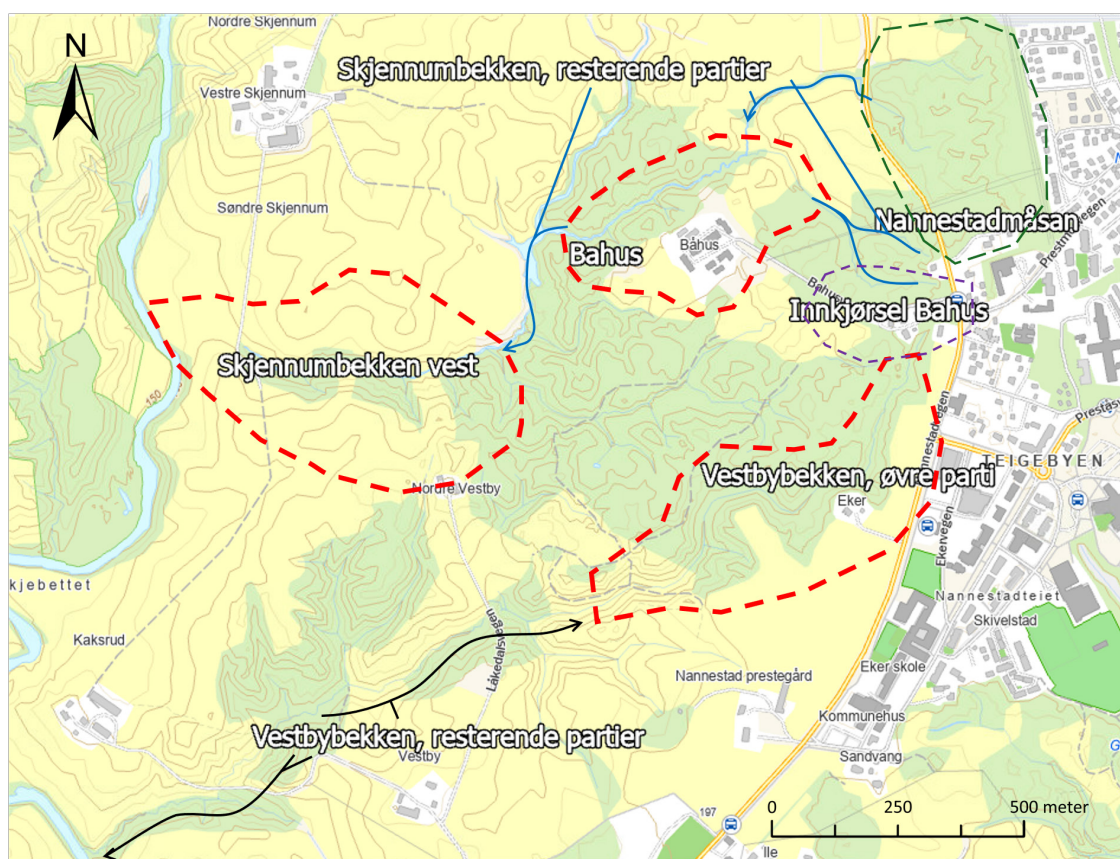
---

<sup>1</sup> Prefiks «VBOP» står for prosjektdelområdet Vestbybekken, øvre parti

# 1 Bakgrunn

NGI har tidligere, på oppdrag for Nannestad kommune, utført vurderinger av områdestabiliteten (dvs. faren for kvikkleireskred) i deler av ravinlandskapet vest for Teigebyen på overordnet nivå, se Figur 1-1. Vurderingene er beskrevet i NGI-rapportene 20210599-01-R tom. -04-R (ref. /1/-/4/). Vurderingene er utført i flere omganger, med stadig økende detaljeringsgrad og prioritering av områder, som er vurdert nærmere basert på trinnvise risikovurderinger. Med grunnlag i geotekniske og hydrauliske analyser for disse områdene har NGI anbefalt kommunen å utføre flere sikringstiltak (20210599-04-R, kap. 6 og 8.2, /4/). Nannestad har derfor engasjert NGI til å utføre detaljprosjektering av sikringstiltak for tre utvalgte områder. Denne rapporten inneholder detaljprosjekteringen av sikringstiltak i øvre parti av Vestbybekken.

Underveis i prosjekteringsfasen er det utført nye grunnundersøkelser, rapportert i 20230614-04-R /5/, med påfølgende tolking av materialparametere som grunnlag for beregninger av skråningsstabilitet, dokumentert i rapport 20230614-05-R /6/.



Figur 1-1 Kart over overordnet prosjektområde. Delområdene som planlegges sikret (BA, SBV og VBOP) er markert med røde stiplede linjer. Denne rapporten omhandler sikring av det øvre partiet i Vestbybekken.

## 2 Prosjekteringsforutsetninger

Krav til prosjektering er gitt av forskrifter og standarder, hjemlet i plan- og bygningsloven (pbl, /7/). Spesielt relevant er byggteknisk forskrift (TEK 17, /8/) og byggesaksforskriften (SAK 10, /9/). Sikringstiltaket er underlagt fagområdet «geoteknikk». Geotekniske arbeider omfavnes av to forskjellige kapitler i byggteknisk forskrift (TEK17, /8/): [§7-3](#) som omhandler «fare for kvikkleireskred» (områdeskred) og [§10-2](#) som omhandler «konstruksjonssikkerhet», herunder at byggverk/-grunnforhold skal være stabile under utførelse og i endelig tilstand (og uten uakseptable setninger).

Det angis under [§10-2](#) at krav til tiltak kan oppfylles ved å prosjektere etter Norsk Standard NS-EN 1990 /10/ (omtalt som «Eurokode 0», forkortet «EK0»), og underliggende standarder i samme serie. For geoteknisk prosjektering gjelder Eurokode 7 og 8 (EK7 og EK8, /11/-/12/). Det nevnes også at nasjonale tillegg (NA) er førende. I hver av standardene skal byggverk/tiltak (enten helhetlig eller inndelt i deloppgaver) klassifiseres for fastsettelse av tekniske krav og kontrollomfang.

### 2.1 EK0: Pålitelighetsklasse og kontrollklasser

Pålitelighetsklassen (CC/RC-1 tom. -4) bestemmes etter tabell NA.A1(901) i EK0 /10/. Der flere klasser (CC/RC) er aktuelle for en type byggverk/tiltak, skal det gjøres spesielle vurderinger av bruddkonsekvenser. Dette er tilfellet for alle typer grunnarbeider (linje 4 og 14 i tabellen). I tillegg skal det for grunnarbeider tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Type byggverk/tiltak som anses mest passende for sikringstiltaket etter tabellen er «*grunnarbeider i kompliserte tilfeller*», fremfor «*grunnarbeider ved enkle og oversiktlige grunnforhold*», da det er mektige forekomster av sprøbruddmateriale i grunnen, samt at leiren/løsmassene i området har relativt lav skjærfasthet (1). Videre anses selve arbeidene som ukompliserte (2).

Et eventuelt skred utløst i ravinen kan ramme: boligene ved Eker, potensielt veier lengre nede i ravinesystemet, samt anleggsarbeidere involvert i utførelsen. I tillegg kan ev. skred medføre sekundære virkninger, som f.eks. frykt og uro i lokalsamfunnet pga. nærhet til sentrum. Vedlegg B i EK0 /10/ angir konsekvensen som «middels» (CC2) der boliger og bygg med personopphold kan rammes, mens i NVEs metodeveileder for kartlegging av kvikkleiresoner gis «skredutsatt bebygd område med mindre enn 5 boenheter» laveste positive score-verdi ved klassifisering av konsekvens. Konsekvensene ved tiltaket anses derfor som «små» til «middels». (3)

Basert på det overstående (punkt 1-3) foreslås derfor pålitelighetsklasse CC/RC-2 som igjen medfører krav til kontrollomfang etter prosjekterings- og utførelseskontrollklasse **PKK2** og **UKK2**. For kontrollklassene KK2 tom. KK4 medfølger det krav om «utvidet kontroll», dvs. kontroll av tredjepart.

## 2.2 EK7: Geoteknisk kategori

Fastsettelse av krav etter EK7 inndeles i geoteknisk kategori (GK) 1 tom. 3, beskrevet i EK7 kap. 2.1(10) tom. (21) /11/. Ettersom tiltaket er «konvensjonelt» og det er «vanskelige grunnforhold» men ikke «eksepsjonelt vanskelige» anses **GK2** passende.

## 2.3 EK8: Seismisk klasse

Jamfør EK0 punkt 3.2(2)P siste ledd (s. 28, /10/) skal man som del av prosjektering vurdere grensetilstand blant annet mht. seismisk dimensjonerende situasjon etter EK8 /12/. Ettersom tiltaket kun omfatter erosjonssikring, anses seismisk klasse I (**SK-I**) som passende, og «påvisning av motstand mot seismisk påvirkning» kan således utelates.

## 2.4 NVEs 1/2019: Krav til områdestabilitet - Tiltakskategorier

TEK17 pålegger vurderinger av områdestabilitet (fare for kvikkleireskred) i enhver byggesak (og ev. reguleringssaker), hvorpå forskriftens veileder (DiBK, /13/) angir at krav til sikkerhet blir oppfylt dersom man vurderer områdestabilitet i tråd med NVEs veileder nr. 1/2019 og 9/2020 /14/-/15/. Kravene i veilederne /14/-/15/ differensieres avhengig av hvilken type tiltak som planlegges, angitt etter tiltakskategori (K0-K4), som også er definert nærmere i TEK17s veileder /13/.

Det planlagte sikringstiltaket i det øvre partiet av Vestbybekken er ment å forebygge skred som kan ramme eksisterende bebyggelse. Krav til sikring mot områdeskred gjelder kun for nye tiltak. For sikring av skråninger utenom nye byggetiltak stilles det ikke konkrete krav til sikkerhetsnivå. Selve sikringstiltaket er likevel et tiltak etter pbl, og sikringen må dermed prosjekteres ut ifra gjeldende regelverk.

### 2.4.1 Sikkerhetskrav

Tiltaket omfatter erosjonssikring, herunder tilkjøring og oppfylling av masser i ravinen (dvs. terrengendringer), og klassifiseres således i **tiltakskategori K2**. Kravene for K2-tiltak er:

- Tiltak skal ikke forverre stabiliteten, eller:
- Ved ev. forverring skal krav om absolutt sikkerhetsfaktor<sup>2</sup> tilfredsstilles:

$$F_{cu} \geq 1.40 \cdot f_s = 1.61^3 \text{ og } F_{c,\phi} \geq 1.25^4.$$

Det er for øvrig ikke krav om faresoneutredning for K2-tiltak.

Utover kravene for K2-tiltak i seg selv, er det egne krav til prosjektering av K2-tiltak, herunder spesifikke krav til geoteknisk kompetanse, samt at prosjektering/områdestabilitetsvurderingene kvalitetssikres internt i prosjekterende foretak.

<sup>2</sup> En beregnet verdi som angir sikkerhet mot skred, hvor  $F < 1.0$  tilsier teoretisk brudd. Sikkerhetsfaktoren angir forholdet mellom stabiliserende krefter og drivende krefter langs en potensiell glideflate.

<sup>3</sup>  $F_{cu}$  er beregnet sikkerhetsfaktor for udrenert tilstand, dvs. korttidsstabilitet ved raske lastendringer.

<sup>4</sup>  $F_{c,\phi}$  er beregnet sikkerhetsfaktor for drenert tilstand, dvs. langtidsstabilitet der det ikke forventes å skje hurtige lastendringer.

## 2.5 SAK10: Tiltaksklasse

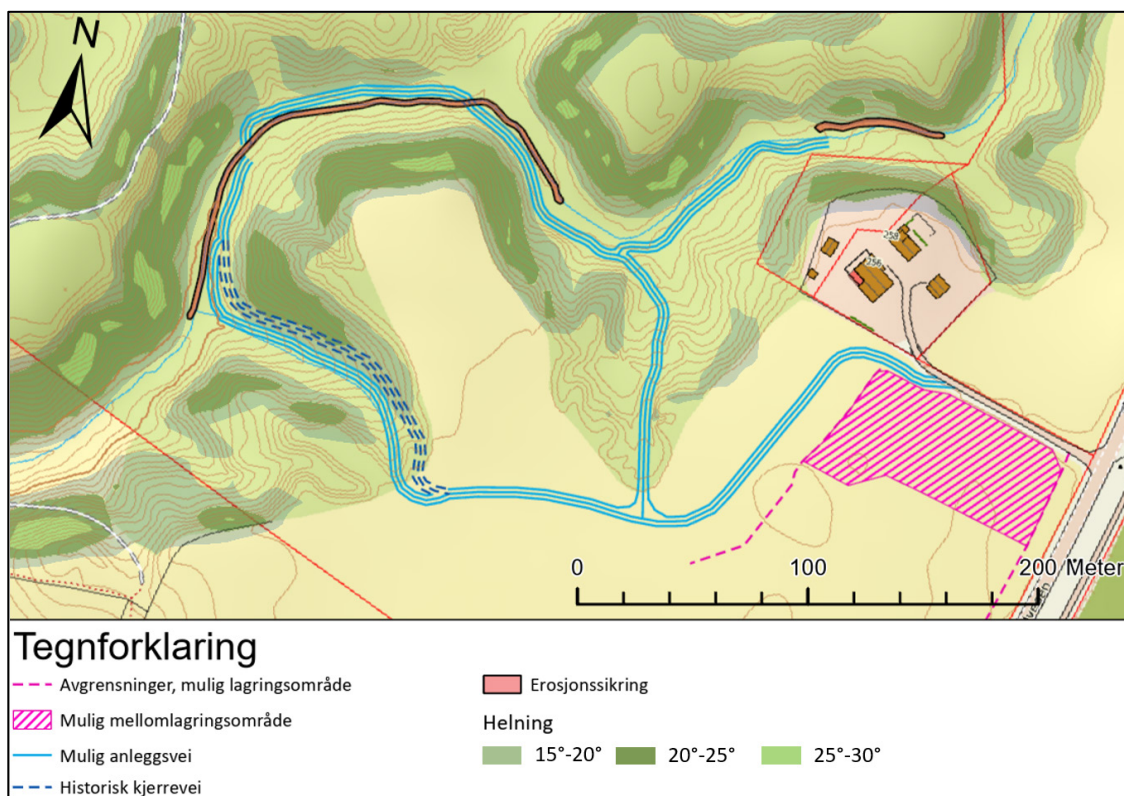
Etter SAK10 §9-3 skal oppgaver knyttet til tiltak inndeles i tiltaksklasser (1 til 3). Tiltaksklassen fastsettes/godkjennes av kommunen, men foreslås av ansvarlig søker (SAK10 §§9-3 og 9-4).

Som prosjekterende anbefaler NGI at sikringstiltaket ved Vestbybekken klassifiseres under **tiltaksklasse 2** jf. SAK10 §9-4, da tiltaket er av «... *liten kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til middels til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet, ...*». Iht. SAK10 §14-2 er det krav om uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering for tiltak i tiltaksklasse 2 og 3, og slik kontroll må dermed utføres før igangsettelse.

## 3 Prosjektbeskrivelse

### 3.1 Beskrivelse av tiltaket

Sikringstiltaket omfatter erosjonssikring av øvre parti av Vestbybekken, fordelt over to strekninger, et 50-meters parti rett i nedkant av eneboligene ved Eker, samt en 250-meters strekning lengre nedstrøms, se Figur 3-1. Beskrivelse av tiltaket og henvisninger til tegninger er gitt i kap. 4.



Figur 3-1 Avgrensning av prosjektert tiltak, inkludert arealer for mellomlagring og anleggsveier.

## 3.2 Beskrivelse av sikringsobjekt

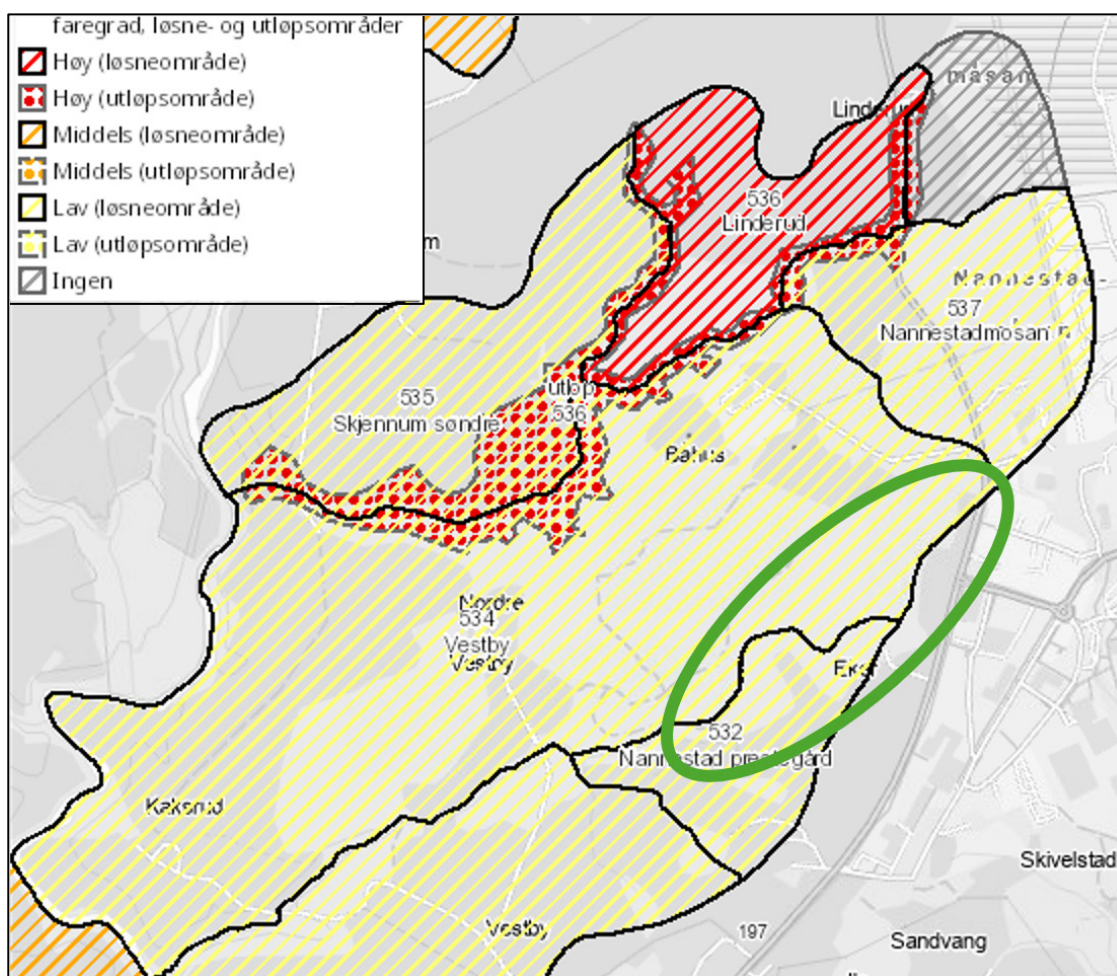
For potensielle skred utløst langs de spesifikke partiene av ravinen som skal sikres, er to eneboliger ved Eker særlig utsatt: Nannestadvegen 256 og 258 (gnr/bnr. 27/3/3 og 27/86). Utover dette, strekker anslått løsneområde (se vedlegg C) seg et godt stykke inn på jordene nært fylkesveien vest for sentrum. Kommunen anser det som viktig å sikre mot eventuelle skred langs den aktuelle ravinen på grunn boligene ved Eker og på grunn av løsneområdets nærhet til sentrum med mange leilighetsbygg, ulike sentrumsfunksjoner slik som kommunehus, ungdomsskole, videregående skole, forretninger og fylkesvei mm., se Figur 1-1. Et eventuelt skred utløst i ravinen vil dermed kunne skape frykt og uro i lokalsamfunnet. I tillegg kan det også være andre sekundære virkninger av et skred med tanke på ravinesystemet nedstrøms (f.eks. skredmasser over tilkomstveier, oppdemming, etc.).

## 3.3 Områdestabilitet (skredfare)

Dette kapitlet oppsummerer kort vurderinger av områdestabiliteten (dvs. av skredfaren) gjort i tidligere studier (rapport 20210599-04-R /4/), med noe supplerende info. NGIs tidligere vurderinger har ikke omfattet fullstendig utredning av faresoner, men snarere omfattet identifisering av områder som er utsatt for høy risiko, og hvor skredfaren vurderes å være høy. På denne måten er det påvist områder med skredfare, som NGI har anbefalt kommunen å prioritere å sikre.

En «fullstendig» faresoneutredning er ikke påkrevet i prosjektet (krav oppgitt i kap. 2.4), da det ikke er planlagt tiltak som utløser krav til slik utredning. Eksisterende faresoner på Romerike revideres for tiden i regi av NVE gjennom forenklede soneutredninger (ref. [link](#)). En fullstendig faresonekartlegging er derfor ikke gjort i prosjektet, men deler av vurderingene overlapper.

Prosjektdelområdet Vestbybekken, øvre parti (VBOP) ligger i den eksisterende kvikkleirefaresonen «532 Nannestad prestegård» (Figur 3-2) som ble etablert i 2004 /16/ etter oppdeling av den tidligere faresonen Kjønsstad (1984, /17/-/18/). Vurderingene begrenser seg til ravinen langs Vestbybekken, fra avkjørselen mot Bahun, forbi Eker og ned til enden av beitemarken nordvest i sonen (532).



Figur 3-2 Prosjektdelområdet «Vestbybekken, øvre parti» (markert i grønt) ligger i den eksisterende faresonen «532 Nannestad prestegård».

I tidligere skredfarevurderinger /2/-/4/ har det vært fokusert på partiet langs Vestbybekken som går fra innkjørselen til Bahu og forbi Eker, vest for sentrum. Skråningene der har beregningsmessig lav stabilitet (ref. beregningsprofil A2\_1, A2\_2, A3 og A4 presentert i rapport 20210599-04-R /4/, se også Figur 3-3), og har således liten robusthet mot reduksjon av sikkerhetsfaktor<sup>2</sup> (f.eks. som følge av erosjon, eller belastning av skråningstopp). Videre er erosjonen nede i ravinen nærmest fraværende langs størsteparten av undersøkt parti langs ravinen (befart strekning er markert med svart i Figur 3-4), men det er et 50-meters strekk under boligene ved Eker med «litt» til «noe» erosjon: fra observasjonspunkt VBOP-O12 og til -O16 i Figur 3-4. I tillegg er det et parti med «litt» til «noe» erosjon 200 meter nedstrøms fra der igjen, som strekker seg over 250 meter: fra VBOP-O20 til -O37 i Figur 3-4. Nedstrøms punkt VBOP-O37, ute i beitelandskapet nedom skogen, avtar erosjonen vesentlig.

I tillegg til markering av observasjoner i Figur 3-4 viser figuren topografiske endringer mellom innmålt terrengmodell fra 2010 og 2020. Generelt sett har det blitt utført en del arrondering og planering i området vest/sørvest for Teigebyen i etterkrigstiden og frem

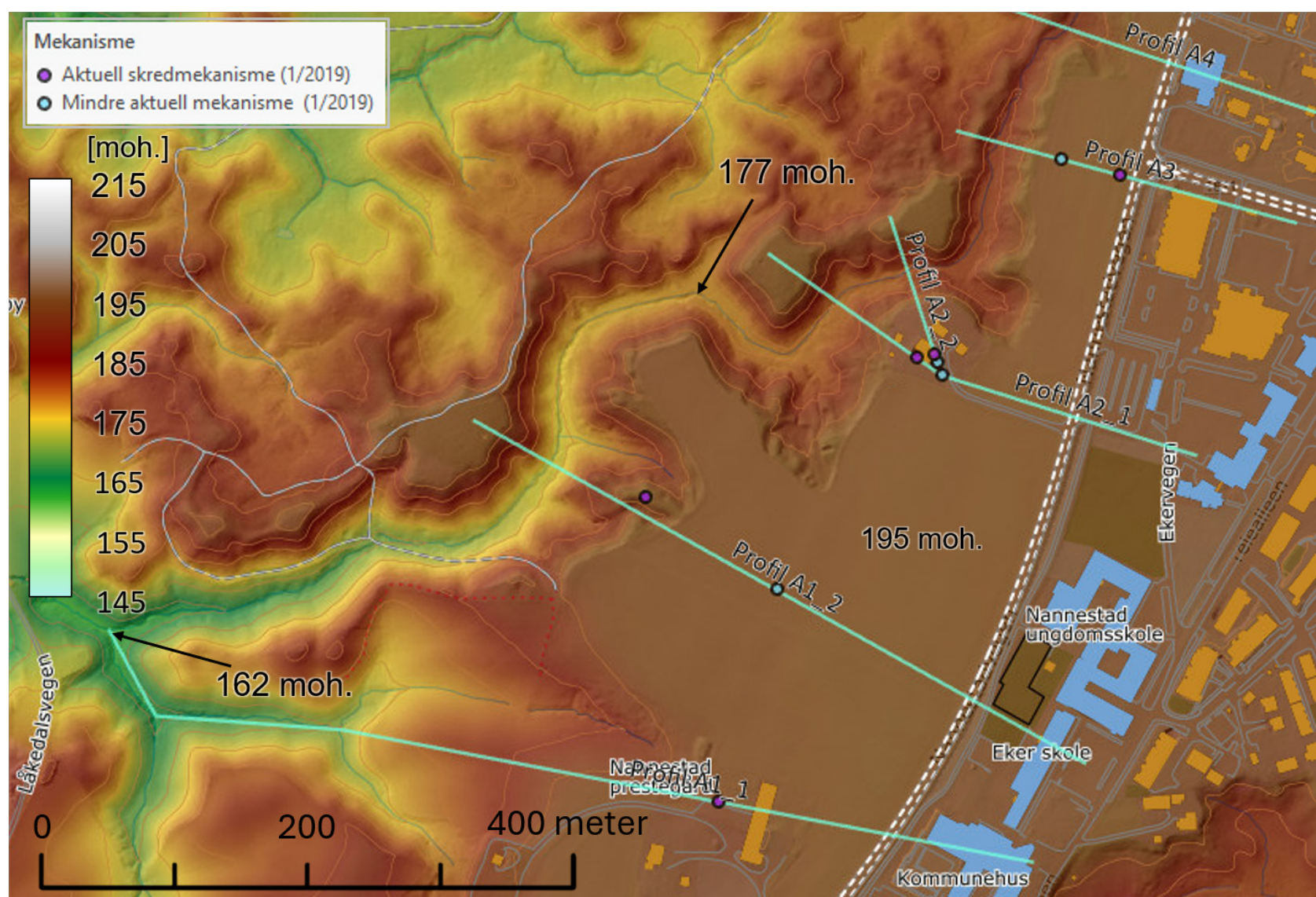
til nå. De siste 10-15 årene er det bl.a. fylt ut i (tidligere) ravinearm øst for Eker for opparbeidelse av jordbruksareal (blå-rosa markering i Figur 3-4), i tillegg til noen oppfyllinger for opparbeiding av eiendom eller dyrket mark (i blått). Førstnevnte oppfylling har vært stabilitetsmessig gunstig, mens de sistnevnte er ugunstige. Før 2010 (dvs. ikke markert i figuren) er det ved Eker både fylt i skråningsfot (som er positivt for stabilitetsforholdene), samtidig som plataet er utvidet (dvs. fylt ut ved skråningstopp) (som er negativt for stabilitetsforholdene). Effekten av terrenginngrep lokalt ved Eker er derfor ikke entydig<sup>5</sup>.

Utover disse endringene, er det i Figur 3-4 markert mindre endringer langs ravinen: (1) i skogdekte områder, der endringene i hovedsak skyldes at terrengmodellen som ble målt inn i 2010 er meget grov i skog, og (2) på beitemark som skyldes sig og nedtråkking av beitedyr, i tillegg til noen små utglidninger (grønt). Som en avsluttende kommentar til Figur 3-4 kan det nevnes at det 500 meter nordvest for Vestbybekken er markert et skredarr (som skyldes en skredhendelse i 2012).

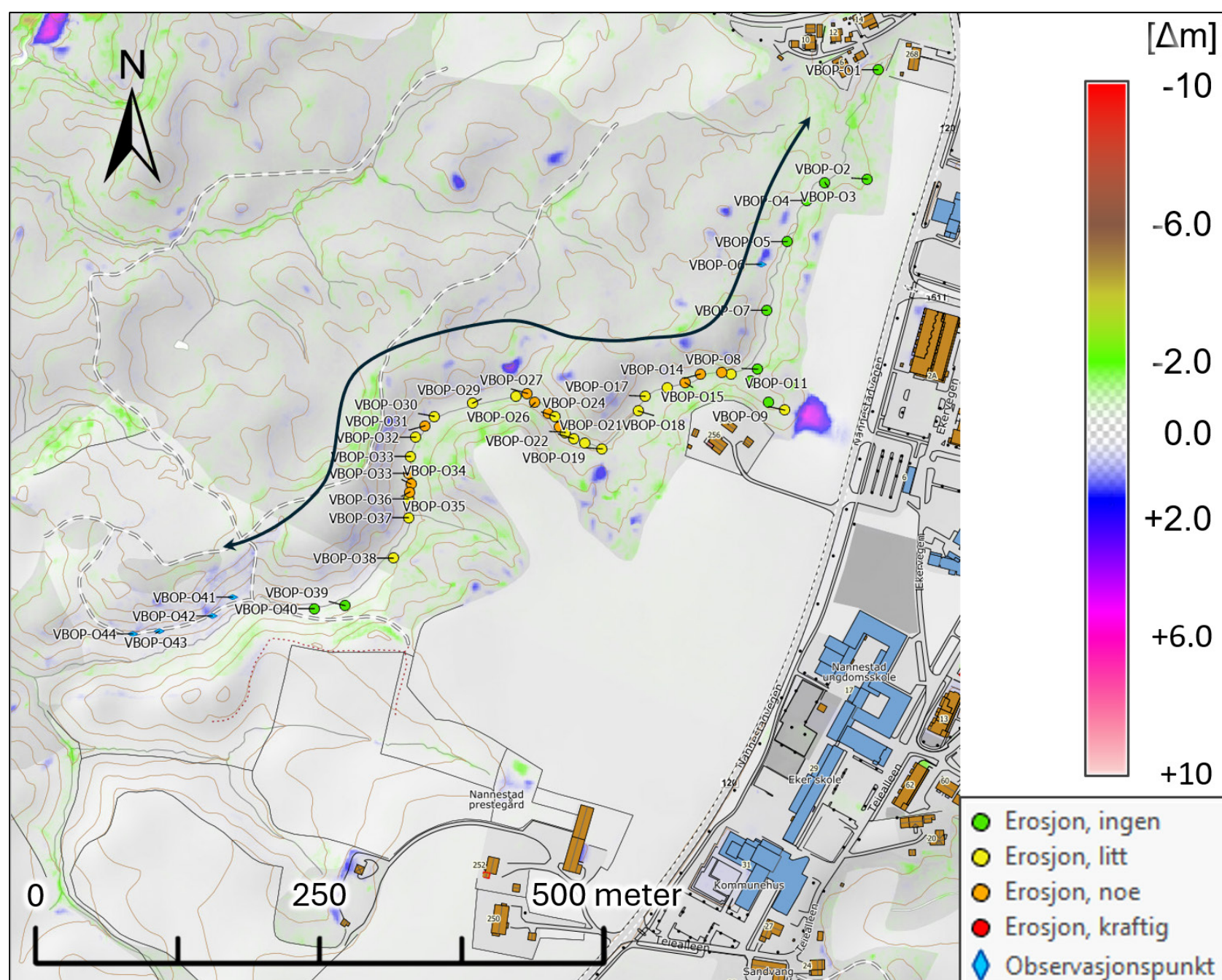
Ila. 2024 har det blitt utført supplerende grunnundersøkelser i prosjektområdet. Lokalt i profiler ved nye undersøkelser tolkes utstrekningen av ev. områdeskred å være noe mindre enn opprinnelig anslått. Datagrunnlaget fra området er imidlertid relativt mangelfullt for å gjøre en detaljert soneavgrensing (gjelder spesielt mot vest og sørvest), og opptegnet løснеområde (vedlegg C) er derfor forsiktig antatt, og dermed muligens noe større enn reelt løśnieområde.

---

<sup>5</sup> Strengt tatt er endring av stabilitetsforhold som følge av topografiske inngrep også avhengig av lagdeling, hvor inngrep i enkelte tilfeller ikke følger nevnte tendenser.



Figur 3-3 Høydenivå i platå- og ravinlandskapet vest for Teigebyen vist med fargegradient. Terenget faller generelt mot elva Leira i sørvest (ca. 1km nedstrøms fra venstre ende i figuren, total lengde på bekken er 2.25km). Kartet viser også plassering av profiler benyttet for vurderingene i rapport 202105904-R/4/, og punkter som viser «estimert bakkant av teoretiske løsenområder» (oppdaterte) etter kriterier i 1/2019/15/. Avhengig av antatt bruddmekanisme (rotasjonsbrudd/retrogressiv skred) varierer antatt utstrekning av løseområder i de viste profilene fra 70 til 300 meter fra skråningsfot.



Figur 3-4 Kart med endring av terrengnivå i perioden 2010-2020 (vist med delvis gjennomsiktig fargegradient), samt klassifisering av erosjon ved punkter langs Vestbybekken. Skredfarevurderingene er knyttet strekningen markert med svart pil i figuren.

For bestemmelse av passende sikkerhetsnivå for partiet av ravinen som skal sikres, er «sårbarheten for utløsende hendelser» vektlagt. Beregningsmessig stabilitet er generelt veldig lav langs ravinen og det er stedvis stor mektighet av sprøbruddmateriale i området. Samtidig begrenser eventuelle skredutløsende faktorer seg i hovedsak til erosjon (såfremt tiltak utført i nærområdet følger lovkrav til forutgående vurderinger). Passende skredforebyggende tiltak må altså forhindre utglidninger langs bekken og forhindre videre stabilitetsmessig forverring langs ravinen. Erosjonssikring ved utsatte partier anses å være dekkende for dette behovet. Det understrekes imidlertid at det ved eventuell nybygging i området gjelder strengere krav enn erosjonssikringen som er planlagt i denne rapporten. Erosjonssikring i seg selv faller innunder K2-tiltak.

Ifm. søknad til NVE for tilskudd til sikringstiltaket er det utført en lokal faregradsklassifisering for det spesifikke skråningspartiet som skal sikres, se **vedlegg C**. Estimert faregrad lokalt for skråningspartiet langs sikringspartiet lengst nedstrøms er funnet å være «middels», med 24 (av 51 mulige) poeng. Etter ferdigstilt sikringstiltak forventes poengsummen å reduseres til 21, men faregraden lokalt for dette spesifikke partiet vil likevel forbli «middels». Imidlertid vil tiltaket forebygge potensiell skredutløsende erosjon langs utsatte partier, og reell skredfare og dermed også risiko vil dermed reduseres en hel del, selv om dette ikke gjenspeiles i lavere faregrad i klassifiserings-systemet.

Det gjøres oppmerksom på at vurdering av lokal faregrad ikke kan anvendes for helhetlig sikring av faresoner der det planlegges ny bebyggelse (dvs. tiltak som medfører tilflytting). I slike tilfeller, må hele sonen utredes og vurderes, med utgangspunkt i tiltaks-kategori for planlagt tiltak.

### 3.4 Overordnet om grunnforhold

Prosjektområdet ligger i et område med marine avsetninger med stor mektighet (tykkelse > 30-50 m+), i hovedsak leire. Lagdelingen varierer langs platålandskapet vest for Teigebyen, men typisk er det fra to til fire meter med tørrskorpeleire og/eller sand over underliggende uforvitret leire (ref. /3/, /20/, /21/). I leiravsetningene er det innskytende lag av sand, typisk 0.5-2 meter tykke. Den uforvitrede leiren har en overgang fra lite sensitiv til meget sensitiv ved rundt 7-12 meters dybde i grunnen langs platået, med en overgang til sprøbruddmateriale de første 1-3 meterne hvorpå leiren karakteriseres som kvikk ved større dybder.<sup>6</sup>

Nede i ravinen (VBOP-1 tom. VBOP-NAV5 /5/) består de øverste 1.5-2.5 meterne av vekslende lag med myr, leire og sand, påfulgt av 2-5 meter fast uforvitret lite sensitiv leire over middels fast til fast sensitiv leire ned til 10-15 meters dybde (med stedvis tynne innskytende lag av sand med tykkelse 10-20 cm). Ved VBOP-2 er det en overgang til sprøbruddmateriale ved ca. 4.5 meters dybde. Ved borpunkt VBOP-1 er det ikke påvist en slik overgang, men leiren der karakteriseres som middels sensitiv ved dybder større enn 4-5 meter.

<sup>6</sup> Grenseverdi for sprøbruddmateriale er lik  $s_{u,r} \leq 1.27$ , og for kvikkeleire lik  $s_{u,r} \leq 0.33$ , iht. ISO 17892-6 /19/.

For vurdering av bæreevne er skjærfasthet midlet (på forsiktig side) mht. lagdelte grunt beliggende løsmasser. Karakteristiske verdier for intakt aktiv udrenert skjærfasthet ( $s_{u,a}$ ) i grunne forekomster av leire er tolket til henholdsvis 33 kPa ved høydenivå med Teigebyen-plataet og 40 kPa nede i ravinen (/3/, /5/). Lokalt ved VBOP-1 (i ravinen) er det tolket et svært tynt lag (5-10 cm) med skjærfasthet ( $s_{u,A}$ ) nedmot 20 kPa. Målt skjærfasthet i dette tynne laget er den laveste i prosjektområdet, men på grunn av lagtykkelsen anses ikke verdiene som representative for bæreevnevurderinger.

Grunne undersøkelser (til dybder < 3 m) med lommevingebor samt prøvetaking langs bekkeleiet viser varierende verdier på omrørt skjærfasthet ( $s_{u,r}$ ) i grunne leirforekomster, varierende mellom 8-30 kPa.

## 4 Anleggsbeskrivelse

Tiltaket er kort beskrevet i kap. 3.1. Overordnet skal det etableres erosjonssikring nede i ravinen fordelt over to strekninger. I praksis omfatter prosjektet også flere andre underaktiviteter, derunder: etablering av anleggsveier, vegetasjonsrydding, levering/-tilkjøring av masser, eventuell plassering av masser i mellomager med forutgående opparbeiding av mellomagringsområde osv. I tillegg vil generelle poster inngå, slik som: rigg, prosjektadministrasjon, kontroll og dokumentasjon osv.

Det er foreløpig ikke utarbeidet detaljert mengdebeskrivelse, og det er ikke avgjort om anbudsgrunnlaget skal baseres på NS3420 /22/ eller SVVs prosesskoder (SSV-PK) /23/.

Grunnlaget for dimensjonering av erosjonssikringen og midlertidige tiltak slik som mellomlagring og vei er presentert i kap. 0 og 7.

### 4.1 Geometri og materialer

#### 4.1.1 Geometri

Entreprenøren må tilpasse erosjonssikringen lokalt nedover bekkeleiet ut fra forholdene. Strekningen som skal erosjonssikres er tegnet opp i VBOP-PL1-O, og en generell beskrivelse av sikring er presentert i Figur 7-2.

Tykkelsen på erosjonssikringen er relativt liten ( $\leq 0.5$ m). Dermed ville nøyaktigheten til innmålt terrengmodell i området (0.25x0.25m) hatt stor betydning for erosjonssikringens utforming dersom en 3D-anleggsmodell skulle vært lagt til grunn for arbeidene. Av den grunn ble det besluttet at erosjonssikringen skal utføres og tilpasses etter funksjonsbeskrivelse og typisk profil (se Figur 7-2), fremfor at det arbeides etter en 3D-modell.

#### 4.1.2 Referansesystem

Ved opptegning av erosjonssikringen er senterlinjen blitt tildelt et referansesystem angitt ved «løpemeter» (LM) fra start til slutt av senterlinjen.

### 4.1.3 Materialer

Tilkjøpte materialer:

- Grove masser for oppfylling i bekkeleiet: Samfengt sprengstein (dvs. usortert/velgradert). Krav til steinstørrelse/korngradering (D) er lik for begge strekningene som skal sikres, se Tabell 7-1.
- Dersom sideskråningene i erosjonssikringen blir bratte eller delvis bratte (hhv. helning mellom 1:1-1:1.5 og 1:1.5-1:2) skal det i sideplastringen benyttes steinstørrelse med hhv. dobbel og halvannen gang så stor steinstørrelse som oppfylling for øvrig, dvs.  $D_{\text{sideplastring}} = 1.5 \times D$  til  $2 \times D$  (se kap. 7).

## 4.2 Estimerte mengder for tiltak (arealer og volum)

Et overordnet estimat på mengder tilknyttet aktivitetene i sikringstiltaket er presentert i Tabell 4-1.

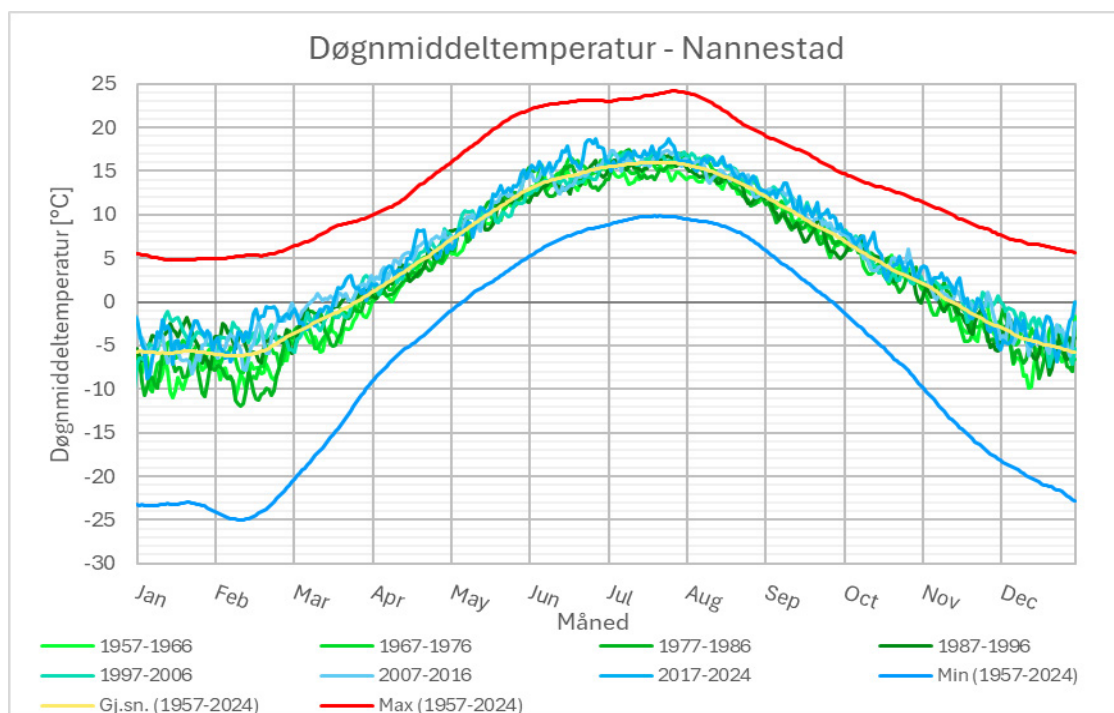
Tabell 4-1 Overslagsmessige mengder for hovedarbeider i sikringsprosjektet.

| Aktivitet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Lengde [m] | Areal [m <sup>2</sup> ] <sup>1</sup> | Volum (pa) [m <sup>3</sup> ] <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Anleggsveier på dyrket mark og i utmark <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 250-400    |                                      |                                           |
| Vei som eventuelt må forsterkes/utbedres (traktorveier, tidligere skiløype og kjerrevei) <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                   | 350-500    |                                      |                                           |
| Vegetasjonsrydding (arealer: langs bekk ifm. erosjonssikringsarbeider og for anleggsvei)                                                                                                                                                                                                                                                |            | 5 000 -10 000                        |                                           |
| Erosjonssikring (samfengt sprengstein)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 300        |                                      | 250-500                                   |
| Disponibelt areal/volum for mellomlagring <sup>4</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            | 4 250+                               | 4 000+                                    |
| <sup>1</sup> Areal i horisontalplanet.<br><sup>2</sup> pa = <b>p</b> rosjekterte <b>a</b> nbrakte masser.<br><sup>3</sup> Spennet i anslått lengder er ekskludert/inkludert tilkomstvei i vestre ravinene, se kap. 4.4.2.<br><sup>4</sup> Markert areal i VBOP-PL4-ML angir et teoretisk mulig mellomlagringsområde (se også kap. 4.7). |            |                                      |                                           |

## 4.3 Anleggsperiode

Anleggsarbeidene planlegges utført i vinterhalvåret for mest mulig gunstige arbeidsforhold, mtp. kjøring av anleggsmaskiner på dyrket mark og i terrenget, samt av hensyn til naturen (utenfor hekketiden, mm.). Basert på Meteorologisk institutts (MET) interpolerte værdatasett for Norge er historisk temperaturdata ved Teigebyen som vist i Figur 4-1.

Det er ut fra klimadata forventet tele i grunnen fra første halvdel av november til siste halvdel av mars (dvs. tele i ca. 120+ dager). Tidligste og seneste perioder med kuldegrader i løpet av året gjennom de siste 70 årene, er hhv. i starten av oktober og i slutten av april (ca. 200 dager forskjell).



Figur 4-1 Trender for døgnmiddeltemperatur gjennom året ved Teigebyen. Det er forventet tele i grunnen fra første halvdel av november til siste halvdel av mars. Data er hentet fra [SeNorge.no](https://www.se-norge.no) (værd data fra målestasjoner interpolert til et 1x1 km<sup>2</sup>-rutenett for hele Norge, utført av MET). Representativ høyde for 1x1 km<sup>2</sup>-dataruten er lik 184 moh.

## 4.4 Anleggsveier

Det er lagt opp til et par alternative traséer for tilkomstvei fra platået vest for Teigebyen ned til ravinen, se tegning VBOP-PL3-AV. Det vil være nødvendig å krysse dyrket mark for å komme seg ned i ravinen som skal sikres, og etablering av anleggsvei må derfor foregå på en måte som best mulig ivaretar matjorden. Den dyrkede marken med matjordlag skal tilbakeføres etter endt tiltak. Eventuelle ekstra hensyn som må tas, f.eks. til drenerør i grunnen, må avklares med grunneier. Videre er plassering av riggområde ikke fastsatt, og dermed heller ikke eventuelle tilhørende tilkomstveier. Overnevnte aspekter må planlegges og avtales med berørte grunneiere. De foreslåtte tilkomstveiene er vurdert mht. stabilitet og bæreevne.

### 4.4.1 Forutsetninger

Ettersom detaljprosjekteringen utføres før entreprenør er kontrahert, er det uavklart hvilke typer maskiner som vil benyttes. Det er i beregninger mm. derfor tatt utgangspunkt i relativt tunge maskiner og kjøretøy for et sikringsprosjekt av slik karakter, hhv. Grave-maskiner med 30 tonns driftsvekt og dumper med 23 tonns driftsvekt (ca. 50 tonn fullastet). Det bemerkes at ravinen som skal fylles igjen stedvis er trang, og at størrelsen på mest effektivt/hensiktsmessig maskineri langs ravinen vil kunne begrenses av dette, se Figur 4-2. Maskinlastene benyttet i beregninger er altså ikke basert på forventninger

om hvilke kjøretøy som er mest hensiktsmessige, men representerer de antatt tyngste maskinene som forventes å kunne bli benyttet i et slikt prosjekt. Dersom lettere maskiner benyttes i selve prosjektet, kan marktrykket til disse maskinene likevel være høyere enn for nevnte kjøretøy, og hensyn til bæreevne må derfor avklares før igangsettelse uansett.



*Figur 4-2 Øverst: Bilde tatt fra punkt VBOP-O15 mot nordøst. Nederst: Bilde tatt fra punkt VBOP-O13 mot sørvest. Lokalt langs dette partiet er det begrenset arbeidsplass. Punktenes plassering er vist i Figur 3-4.*

#### 4.4.2 Traséer

I tegning VBOP-PL3-AV er det skissert mulige anleggsveier ned til ravinen. Det tas utgangspunkt i at tilkomstvei kan legges via eksisterende avkjørsel fra fylkesveien mot Eker. Derifra kan transporten gå over dyrket mark og ned i ravinen via eksisterende traktorvei/skispor i øst eller gammel kjerrevei/skispor i vest. Avhengig av organisering mtp. anleggstrafikk er det **trolig besparende om det kun etableres én tilkomstvei** ned i ravinen fremfor begge skisserte veier.

Traktorveien i nordøst, nærmest Eker, har en helning oppmot 1:5 ( $\sim 12^\circ$  / 20%), mens veien i vest er litt slakere, ca 1:8 ( $\sim 7^\circ$  / 13%). Eksisterende kjerrevei i vestre ravinearm er smalere og trolig i ganske dårlig stand. Dersom man skal legge vei via vestre ravinearm, må man enten (1) utvide kjerreveien og tilføre ca.  $1.5 \text{ m}^3$  masser per løpemeter langs foten av veien for stabilisering, eller (2) legge ut ny anleggsvei i bunn/midten av ravinearmen fremfor å bruke eksisterende kjerrevei, se Figur 4-3. Stabilitetsmessig er alternativ (2) mest gunstig. Anbefalt vei er opptegnet med heltrukken linje i VBOP-PL3-AV.



*Figur 4-3 Bilde fra bunn av vestre ravinearm, søndre alternative rute for tilkomstvei. Den eksisterende veien (skispor/gammel kjerrevei) som er synlig bakerst til venstre i bildet har trolig ikke blitt vedlikeholdt på noen tiår, og det forventes at det må gjøres utbedringer for å kunne benytte den igjen, i tillegg til at foten av veien må utvides med tilkjørte masser. Eventuelt er det mulig å etablere helt ny vei i midten av ravinearmen.*

Videre, nede i ravinen kan traktorvei/skispor benyttes som anleggsvei. Stedvis vil veien trolig kreve oppretting, samt muligens behøve forsterking, se Figur 4-4. Der det er praktisk/hensiktsmessig kan sprengsteinsfyllingen som legges ut i ravinen benyttes som anleggsvei midlertidig under anleggsfasen.



*Figur 4-4 Det går skispor som følger bekken fra løpemeter LM180 til og med LM450 som kan benyttes som anleggsvei. Skisporet er ikke lengre i bruk og derfor ikke vedlikeholdt. Stedvis er traseen undergravd og behøver oppretting.*

#### 4.4.3 Utforming

Der anleggsvei legges over dyrket jord, skal det alltid gjøres tiltak for å fordele lastene over større areal og skåne underliggende jord. Tilleggslasten på underjord (B-lag) må ikke overstige 50 kPa<sup>7</sup>, det innebærer at det kan være nødvendig å grave til side en del jord før utlegging av anleggsvei.

Som nevnt i kap. 4.3 er arbeidene planlagt utført i perioden oktober – april. Da forventes det at det normalt vil være tørt i grunnen, hvilket vil øke jordens bæreevne betydelig. I tillegg vil det kunne legges seg et snødekke som bidrar til å fordele laster utover større arealer i grunnen. Ved slike optimale forhold vil det være mindre behov for anleggsvei. Det må likevel forutsettes at det i perioder kan være plussgrader med vedvarende og/eller kraftig nedbør i form av regn, inkludert eventuell snøsmelting under arbeidene. Det må derfor etableres anleggsveier som kan brukes også under slike forhold.

Det finnes flere alternative måter å utforme anleggsveier på. Hensikten med å bygge anleggsveier er at marktrykket fra anleggsmaskinene skal fordeles over større arealer, samt at underlaget av leirmasser ikke skal forstyrres gjennom kontakt med belter og hjul. Dermed motvirker man degradering av underlaget, slik at framkommeligheten sikres under hele anleggsperioden. I tillegg forhindrer man lokale brudd under anleggs-maskinene. Anleggsveiene er tenkt som midlertidige, og skal legges ut slik at man på en hensiktsmessig måte kan fjerne anleggsveier ved avslutningen av arbeidene. Foreslått oppbygning av vei (0.4-0.5 meters høyde) er som følger:

- (1) I forkant av bygging av anleggsvei skal moldjord (inntil ca. 25-30 cm) graves bort og legges til side.
  - a. For dyrket mark: Dersom tilleggslast på underliggende jord fra maskinlast og ev. anleggsvei overstiger 50 kPa må ytterligere masser graves til side (A-, B- og ev. C-sjikt skal sorteres);
- (2) deretter legges det ut underliggende fiberduk\*;
- (3) 10-15 cm med pukk, fraksjon 32-64 eller tilsvarende;
- (4) geonett med passende dimensjon legges ut på traubunn: ~rundt 30-40 mm ruteåpning for kornstørrelse inntil 64mm,
- (5) ytterligere 25-30 cm pukk; og
- (6) 5-10 cm finstoff/grus i toppen (f.eks. fraksjon 0-16 eller 0-20 mm).

\* Ifølge NorGeoSpec vedlegg B /24/ skal fiberduk-klasse 2 være tilstrekkelig. Dersom det er arealer hvor det lokalt er lavere fasthet i jorden (myr/bløt og meget bløt leire,  $s_u \leq 25$  kPa), bør det benyttes klasse 3.

Dreneringsveier (inkl. stikkrenner) må ordnes etter forventet behov. Pukk vil i stor grad virke drenerende og således redusere dette behovet. I tillegg vil det kunne være behov for diverse forarbeider, herunder:

- A) Rydding av vegetasjon (se kap. 4.6).
- B) Eventuell fortanning (både mht. tverrfall og fall i lengderetning), aktuelt for helninger brattere enn 1:3 (18°).

<sup>7</sup> NGI kjenner ikke til at det finnes omforente krav til «maksimale tilleggslasten» på B-lag eller kriterier for å bestemme av dette. Som referanse er maksimal tillatt tilleggslast på matjord 50 kPa i Bane NORs prosjekt InterCity Sandbukta-Moss-Såstad. /25/

Anleggsveier er ment å være midlertidige, slik at det ikke er satt noen krav til setninger/-deformasjoner over tid utover at veiene skal være brukbare. Dvs. at entreprenør kan tilpasse innsatsen som legges i anlegging av vei ut fra egne behov. Behov for oppretting av veien underveis i arbeidene pga. spordannelse må påregnes.

Andre metoder for etablering av anleggsveier eller arbeidsplattform er eksempelvis utlegging av stokkmatter, geonett med planker, eller ulike typer plater rett på grunnen, se Figur 4-5. Det er opp til entreprenør hvilke løsninger som velges, imidlertid skal marktrykket av vei- og maskinlaster ikke overstige jordens bæreevne (estimert til  $q_{dim} = 84 \text{ kPa}$  og  $104 \text{ kPa}$  for grunnen hhv. på plataet og nede i ravinen, ref. kap. 6.1). På dyrket mark må anleggsvei inkludert trafikklast ikke gi en tilleggslast på underjord (B-lag) som overstiger  $50 \text{ kPa}$ .



Figur 4-5 Eksempler på ulike løsninger for etablering av anleggsvei. Merk at løsninger som egner seg på flatt terreng ikke nødvendigvis egner seg like bra i bratt terreng. Bilde (1) viser utlegging av vei med fiberduk, geonett og fyllmasser ([Dahl.no](http://Dahl.no)), (2) bruk av stokkmatter på bløt leire (NGI), og (3-4) geonett med og uten planker/ol. ([NVE.no](http://NVE.no) - «god praksis nr. 9»).

#### 4.4.4 Restriksjoner/føringer for anleggsveier

- (1) Når entreprenør er kontrahert, må det avklares hvilke typer maskiner som skal benyttes, hvorpå det må kontrolleres om forutsetningene gitt i denne rapporten fremdeles innfris, eller om det må gis ytterligere føringer, slik som lastbegrensninger, trasévalg, osv.
- (2) Det skal ikke graves i naturlige skråninger ifm. oppretting eller utvidelse av veier.

(3) For strekningen mellom Eker og østre traktorvei ned til ravinen skal det holdes en avstand på minst 30 meter fra skråningskant.

(3a) Anleggsvei kan legges nærmere skråningstopp dersom etablering av vei utføres etter prinsipp om masseskifting, der utgravde masser stadig kjøres bort fra skråningen og til en sikker avstand fra skråningstopp. Kompensasjon skal ta høyde for både last av vei og kjøretøy.

(4) Dersom man skal benytte kjerreveien i vestre ravinearm, er det behov for utlegging av masser langs foten av veien for stabilisering.

#### 4.4.5 Annet

(1) Entreprenøren (eller ev. tiltakshaver) må sørge for nødvendig renhold for å unngå støvplager og smusstransport på privat vei til husstander, samt ved avkjørsel til fylkesvei. Disse adkomstveiene skal stadig holdes ryddige og åpne for trafikk.

(2) Nødvendig vedlikehold av veier pga. skader fra anleggstrafikk skal utføres kontinuerlig. Entreprenøren er ansvarlig for å utbedre ev. skader som påføres eksisterende veier under anleggsarbeidene, samt å fjerne midlertidige anleggsveier og overlevere grunnen i samme stand som den var ved anleggsstart, etter nærmere avtale med grunneier.

## 4.5 Erosjonssikring

### 4.5.1 Rekkefølgebestemmelser

Erosjonssikring skal foregå etter følgende beskrivelser:

#### **Før utlegging av masser:**

- 1) Lokalt der stein skal legges ut, skal det først:
  - a) fjernes vegetasjon, som legges til siden, og
  - b) moldjord skal graves til side slik at mineraljorden\* eksponeres, eller inntil 20 cm graving (gjelder både sideveis og i dybden).

\* Med mineraljord menes leire, silt og sand med lavt organisk innhold.

#### **Utlegging av masser:**

- 2) Det legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet:
  - a) Dimensjonerende steinstørrelse (D) varierer langs oppfyllingen, se Tabell 7-1 og Figur 7-1.
  - b) Tykkelsen på bunnplastring skal være minst lik  $1.5 \times D_{maks}$ .
  - c) Utlegging av stein skal følge prinsipper illustrert i Figur 7-2.
  - d) Vannet må ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp, ettersom dette medfører at bekken vil kunne grave i sideskråninger under anleggsarbeidet.
  - e) I enden av de to partiene som erosjonssikres skal erosjonssikringen etableres med nedgrunnet stein de nederste og øverste 10 meterne. Bekken skal ende opp med et relativt likt fall før og etter overgangen mellom opprinnelig grunn og sikrede partier.

- i) Oppgraving av stedlige masser, og igjenfylling med sprengstein skal tas «skuff for skuff». Dvs. det skal ikke graves bort masser over et 10 meters strekk før det så legges stein ut i bekken.
- f) Stedvis der det er praktisk/hensiktsmessig kan sprengsteinfyllingen benyttes som anleggsvei under anleggsfasen.
- 3) Dersom bekken etter utlegging av masser ikke renner i dagen, men gjennom fyllingen må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen.
  - a) Tetteribber etableres ved å grave bort drenerende fyllmasser over en kort seksjon (1-2 meters bredde, på tvers av senterlinjen). Dvs. det skal graves helt ned til opprinnelig bekkenivå/terrengnivå. Sideveis utstrekning på tetteribbene må være tilstrekkelig til at vannet ikke går rundt, men over tetteribbene.
  - b) Etter utgraving gjenfyller man seksjonen med tette masser (f.eks. finkornig jord).
    - i) Underkant av tetteribbene må erosjonssikres enten i forkant eller underveis av oppfylling av tettemassene, samt at toppen av tetteribbene erosjonssikres til slutt. Erosjonssikring utføres med grov stein:  $D_{50,ribber} = 2 \times D_{50}$  (se kap. 7).
  - c) Fortrinnsvis bør tetteribbene etableres per 30 cm fall langs bekken, dvs. per 15 meter ved 2% fall, per 20 meter ved 1.5% fall, per 30 meter ved 1.0% fall, etc. Eventuelt kan man tilpasse avstanden dersom man etablerer tetteribbene til slutt:
    - i) Dersom etablering av tetteribber gjøres i senere stadier av oppfyllingen og utføres nedenfra og oppstrøms, vil man kunne tilpasse avstanden mellom tetteribbene enkeltvis.
- 4) Når erosjonssikringen er ferdig lagt ut, kan ev. moldjord lagt til side, legges langs kanten på sidene av bekkeleiet.

## 4.5.2 Toleranser

Toleranse for steinfylling er som følger:

- Tykkelsen har toleranser på mellom -5 cm og +20 cm relativt til kriterier i kap. 7.

Tverrprofilen må være utformet slik at bekken:

- Følger opprinnelig bekkeløp.
- Ikke har innsnevring av tverrsnittet, ettersom innsnevringen kan resultere i at vann ledes over skuldrene på bekkeløpet og graver nye løp til side for oppfyllingen.

## 4.6 Rydding av vegetasjon

Ryddet vegetasjon (hogst, stubber, døde trær mm.) legges i ranker til side for anleggsarealer (anleggsvei, erosjonssikring mm.), dvs. på et ordnet/ryddig vis. Se også punkt 4) i kap. 4.5.1.

## 4.7 Mellomlagring av masser

Mellomlagring av masser kan gjøres langs bunnen av ravinedalen som skal sikres og ved anvist område på jordet, se VBOP-PL4-ML. Matjord er ømfintlig for bearbeiding og transport, og maskinførere mfl. som er på prosjektet skal alltid etterstrebe god ivaretagelse av matjorden. Mellomlagringsområder skal tilbakeføres ved endt tiltak.

Hvordan arealet benyttes/organiseres mht. mellomlagring av ulike masser, traséer for anleggsveier etc. er opp til entreprenøren. Dersom mellomlagring på jordet kan unngås, bør dette prioriteres, ellers bør det etterstrebes å benytte minst mulig areal. Før igangsetting, må eventuelle hensyn, slik som drenerør mm., avklares med grunneier.

Ved opparbeiding av arealer for mellomlagring på dyrket mark, skal moldjord (~20-30 cm) graves opp og legges til side i egne ranker direkte på grunnen (ikke høyere enn H = 0.5 m). Deretter legges det ut filterduk som underlag for mellomlagringsmasser. Dette bidrar både til at man unngår innblanding i underliggende masser, samtidig som det forenkler separasjon av masser når massene skal fjernes. Opparbeiding av arealer kan gjøres fortløpende etter behov. Når sikringstiltaket er ferdigstilt og mellomlagringsmasser fjernet, skal arealene tildekkes igjen med den utgravde moldjorden.

For mellomlagring gis følgende føringer:

- Ev. mellomlagring på jordet skal holde:
  - (1) 12 meters avstand fra fylkesvei (tilsvarer omtrent 7 meters avstand fra vannledninger i grunnen)<sup>8</sup>, og
  - (2) 50 meters avstand fra skråningstopp.
- Det skal alltid legges anleggsvei innenfor og til/fra mellomlagringsområder. Anleggsveier skal bidra til å fordele marktrykk utover større areal, og dermed motvirke slitasje og kompaktering av matjorden.
- Tilkjøpte masser og ev. oppgravde masser fra jordet skal mellomlagres, sortert etter fire kategorier:
  - Tilkjøpte masser
  - O-/A-sjikt, dvs. øvre lag med moldjord (hentet fra dybde~20-30cm)
  - B-sjikt eller «mellomlag» (dybde~30-80cm)
  - Ev. C-sjikt eller «undergrunnslag» av stedlige masser eller "mineraljord"\* (dybde~80cm+)
- Tykkelsen av utlagte masser kan maksimalt være 1.5 meter.
- Masser skal legges ut skånsomt. Matjord skal bearbeides minst mulig.
- Det skal kun benyttes skuffe for flytting av matjord, dvs. dosing av matjord tillates ikke.
- Overvann på mellomlagringsområdet håndteres av entreprenøren, herunder etablering av dreneringsgrøfter ol. Pytter og lokal oppbløting bør unngås, da det gjør jorden mer ømfintlig for kompaktering, og dermed forringelse av matjorden.

<sup>8</sup> Ved grunnarbeider, boring osv. skal det alltid gjøres kabelpåvisning i forveien, uten langvarig opphold mellom påvisning og oppstart.

- Ved langvarig oppbevaring av moldjord eller ev. finkornige masser, skal massene tildekkes med presenning for å unngå oppbløting.
- Tildekking av masser gjelder også for kortere perioder, dersom det forventes vedvarende tungt regnfall eller snø.

## 4.8 Forurensede masser

Det er ikke forventet at man påtreffer forurensede masser under arbeidet. Tiltakshaver må kontaktes ved mistanke om dette.

Dersom forurensede masser mistenkes eller påtreffes, må entreprenør i samråd med tiltakshaver etablere en plan for håndtering av slike masser før arbeidene fortsetter i aktuelt område.

## 4.9 Kontrollplan

Det henvises til kontrollplan i vedlegg A.

## 4.10 Ferdigstilling

Når sikringstiltaket er ferdigstilt, skal dyrket mark tilbakeføres, midlertidige anleggsveier fjernes og grunnen overleveres i samme stand som den var ved anleggsstart, etter nærmere avtale med grunneier.

# 5 Generelle kommentarer

## 5.1 FDV

Tiltaket er dimensjonert for å være en mest mulig bestandig løsning, med så lavt behov for vedlikehold som mulig. Raviner er imidlertid dynamiske systemer på grunn av naturlige prosesser: Vegetasjon vil kunne påvirke tiltaket ved f.eks. røtter, velte trær etc. Dette kan lede vannet i bekken bort fra det steinsatte robuste partiet av bekkeløp, og over i de stedlige massene til side for sikret bekkeløp. Det kan også være svakheter i hydrauliske modelleringer, grunnlagsdata (værddata), eller endring av nedbørsfeltet oppstrøms, mm. Dette kan ev. over tid resultere i at sikrede partier ikke er tilstrekkelig robuste til at sikringen motstår gjentatte ekstremværhendelser.

Av denne grunn forutsettes det at ansvarlig for tiltaket (ref. kap. [11.5.1.2](#), NOU 2022:3 /26/, og [Forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv.](#) /27/) organiserer inspeksjoner ved planlagte intervaller for å identifisere eventuelle skader på sikrings-tiltaket, slik at skader (av betydning for tiltakets funksjon) kan rettes opp i. Etter ferdigstilling med attest år «X», bør tiltaket forslagsvis inspiseres etter: X+1 år, X+3 år, og hvert femte år etter dette. Det må understrekes at disse intervallene ikke er absolutte, men tilpasses etter utviklingen i ravinen. Dersom større skader oppstår utenom disse tidspunktene, må det gjøres tiltak for å utbedre skadene.

## 5.2 Før igangsettelse

Før anleggsarbeidet kan igangsettes, må følgende oppgaver utføres:

- Denne prosjekteringsrapporten må undergå uavhengig kontroll etter SAK10 [§14-2](#), herunder også utvidet kontroll (dvs. kontroll av tredjepart) etter Eurokode 0 /10/.
- Uavhengig kontrollør av utførelse (UAK UTF) må være engasjert.
- Entreprenør, UAK UTF, prosjekterende (NGI) og tiltakshaver (Nannestad kommune) må ha oppstartsmøte.
- Det må kontrolleres (av RIG) at forutsetningene gitt i rapporten innfris for maskinene entreprenøren planlegger å benytte ved arbeidene.
- Byggherre/tiltakshaver må utarbeide SHA-plan.
- Entreprenør må lage HMS-plan og etablere system for rapportering.
- Riggområde må bestemmes.
- Anleggstrafikk over privat eiendom må planlegges, og avtales med grunneier (-e).
- For eventuelle tiltak på dyrket mark må det tas hensyn til ev. drensrør. Eventuell oversikt over drensrør må etterspørres av grunneier.

## 5.3 Andre lovkrav og hensyn

Sikringsprosjektet omfatter grunnarbeider som er underlagt fagområdet geoteknikk. Imidlertid er grunnarbeider også forbundet med andre deler av lovverket som ikke inngår i fagområdet geoteknikk. Andre aspekter, som tiltakshaver og/eller entreprenøren må ta hensyn til utover det som er nevnt i denne rapporten, er eksempelvis (1) naturmangfold, (2) kulturminner, (3) miljøkjemi (forurensset jord), (4) hensyn til rør, ledninger, telefon- og høyspentlinjer, osv.

Angående punkt (1) har Nannestad kommune bestilt kartlegging av natur i prosjektområdet i 2024.

Angående punkt (3) er det ikke forventet at det påtreffes forurensede masser under arbeidene. Det er gjort undersøkelser i den arronderte ravinen, hvor det kun ble observert mineraljord.

## 6 Stabilitetsberegninger og bæreevne

Vurderinger av skråningsstabilitet og bæreevne oppsummeres kort her og gjennomgås i detalj i vedlegg B.

### 6.1 Bæreevnevurderinger

Med krav om  $F_{cu} \geq 1.4$  i Eurokode 7 /11/ er dimensjonerende bæreevne til naturlig grunn (terreng) for to høydenivåer estimert til:

$$(185-195 \text{ moh.}) \quad q_{\text{dim}} = \frac{\bar{s}_u \cdot N_c}{F_{cu}} = \frac{(0.7 \cdot 33 \text{ kPa}) \cdot 5.14}{1.4} = \underline{84 \text{ kPa}}$$

$$(170-185 \text{ moh.}) \quad q_{\text{dim}} = \frac{(0.7 \cdot 40 \text{ kPa}) \cdot 5.14}{1.4} = \underline{103 \text{ kPa}}$$

Forutsatt at det benyttes dumpere med totallast inntil ca. 50 tonn, medfører det behov for anleggsvei med i overkant av hhv. 40 og 50 cm tykkelse etter beskrivelse i kap. 4.4.3.

For å forhindre forringelse av matjorden er maksimal tillatt høyde 1.5 m for mellomlagring av masser på jordet (ved anviste områder).

### 6.2 Skråningsstabilitet

Fra tidligere vurderinger presentert i rapport 20210599-04-R /4/ er det kjent at skråningene langs ravinen har beregningsmessig dårlig stabilitet (ref. beregningsprofil A2\_1, A2\_2, A3 og A4, se også Figur 3-3). Nye undersøkelser nede i ravinen tyder på at skjærfastheten i bunn av ravinen er marginalt høyere enn benyttet i disse beregningene.

I forbindelse med planleggingen av erosjonssikringen er det utført beregninger for å vurdere sikker utførelse, herunder anleggstrafikk og trygg plassering av mellomlagringsarealer. Detaljer om beregningene er presentert i vedlegg B.

Resultatene viser at anleggsvei langs skråningen sørvest for boligene på Eker må ha en minste avstand på 30 meter fra skråningstoppen ved det bratteste partiet av skråningen, se VBOP-PL3-AV. Tilsvarende må eventuell mellomlagring av masser oppe på platået ha en avstand på ca. 50 meter fra skråningstopp når anleggstrafikk og -vei medregnes.

Tversgående av kjerreveien i vestre ravinearm, langs profil AV2, er estimert skråningsstabilitet dårlig. Dersom det blir aktuelt å legge vei ned der, må man enten (1) utvide kjerreveien og legge ut ca. 1.5 m<sup>3</sup> masser i foten per løpemeter (helning lik 1:2), eller (2) legge ut ny anleggsvei i bunn av ravinearmen fremfor å bruke eksisterende kjerrevei. Stabilitetsmessig er alternativ (2) mest gunstig. Anbefalt vei er opptegnet med heltrukken linje i VBOP-PL3-AV.

## 7 Dimensjonering av erosjonssikring

Hovedformålet med sikringstiltaket av bekken nedenfor husene på Eker og lengre nedstrøms er å forebygge at vannet over tid graver seg ned, eller inn i sideskråninger og forårsaker utglidninger som igjen kan initiere kvikkleireskred. Vurdert dimensjonerende flomstørrelse er basert på topografisk analyse vha. NVEs web-verktøy NEVINA, og er tillagt et påslag som følge av usikkerheter forbundet med dreneringsveier fra Teigebyen til Vestbybekken (som skyldes manglende oversikt over overvannsnett i Teigebyen).

For aktuelt nedbørsfelt, hentet fra NEVINA, er den dimensjonerende vannføringen inkludert klimapåslag:  $Q_{200, \text{klima}} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . I de hydrauliske beregningene er det tillagt ytterligere  $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$  i vannføring for dimensjonering av stabil steinstørrelse til erosjonssikringen. Hydrauliske beregninger er utført ved hjelp av programmet HEC-RAS, hvorpå resulterende dimensjonerende vannhastighet og -dyp er beregnet til henholdsvis  $2.1 \text{ m/s}$  og  $0.4 \text{ m}$  for det øvre partiet (LM20-LM75), og  $2.3 \text{ m/s}$  og  $0.7 \text{ m}$  for det nedre partiet (LM210-LM455). Steinstørrelsene er beregnet ved hjelp av Maynords formel, med vannhastighet og -dyp som inngangsparametere.

Tabell 7-1 angir dimensjonerende kornfordelingskurver (steinstørrelser, angitt ved D) for bunnsikring av bekkeløpet, illustrert i Figur 7-2.

Dersom det etableres bratte sideskråninger (fra 1:1.5 til 1:1 i helning) må sidene i kanalen sikres med stein med dobbel steinstørrelse av verdier beskrevet i Tabell 7-1, dvs.  $D_{\text{sideplastring}} = 2 \times D$ . Tilsvarende vil delvis bratte sideskråninger (helning fra 1:2 til 1:1.5) behøve stein med halvannen ganger så stor dimensjon:  $D_{\text{sideplastring}} = 1.5 \times D$ . Tykkelsen på sideplastringslaget skal være minst  $2 \times D_{50, \text{sideplastring}}$ .

For den praktiske gjennomføringen av sikringstiltaket vises det til NVEs sikringshåndbok /28/. I NVEs veileder for erosjonssikring /29/ oppgis følgende:

*«Sikringslag av samfengt masse vurderes ut fra forholdene. Om en kjenner kornfordelingen i et samfengt dekklag, kan en beregne sluttresultatet etter at finstoffet i øvre deler av massene er ferdig utvasket, både erodert volum og endelig utvasket dekklag.»*

For å ivareta graderingen i sikringslaget i anleggsgjennomføringen vises det til sikringshåndboka /28/, som skriver følgende:

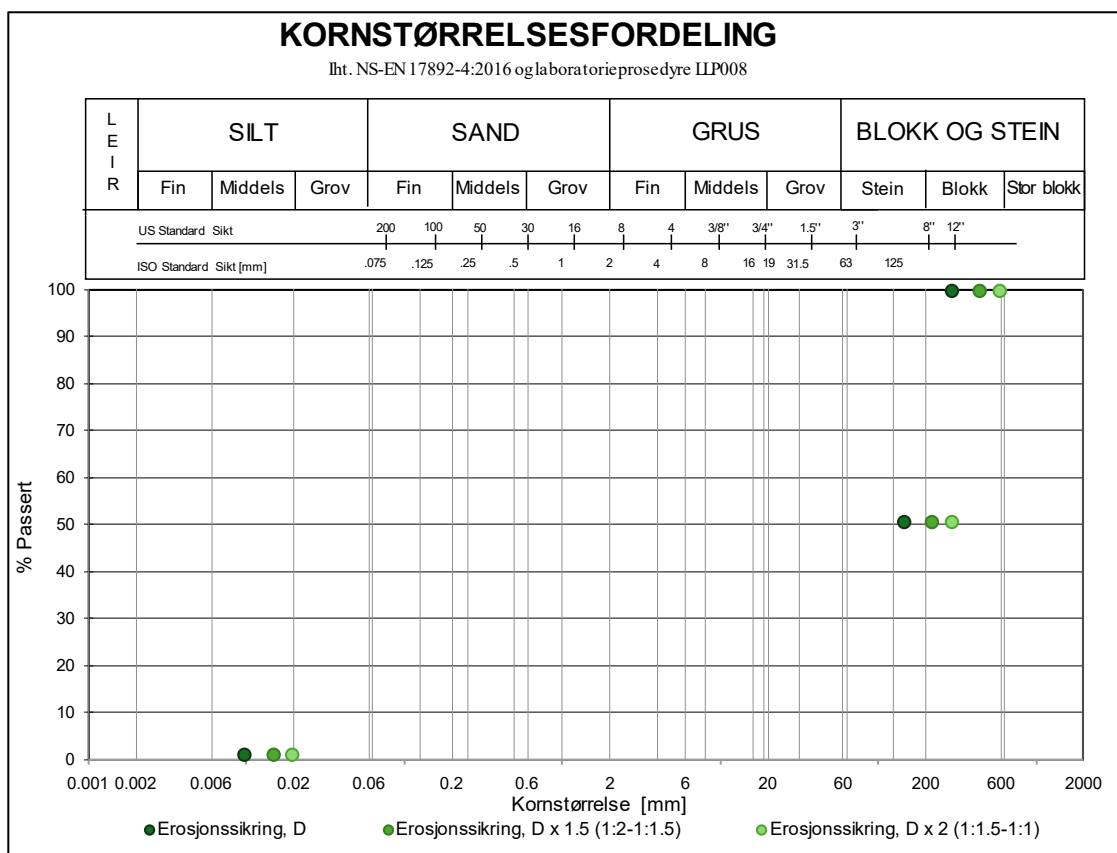
*«Det er viktig at man ivaretar den beskrevne graderingen og steinstørrelse for steinmassene for hvert lass. Maskin på stedet må gjennomføre en sortering av steinmassene på tipp i elva. De groveste fraksjonene plasseres nederst og ytterst <sup>9</sup> der en kan vente størst belastning på sikringen. De resterende massene bygges opp til et solid blandet filter mot grunnmassene innenfor. Tykkelsen av steinlaget er avhengig av den dimensjonerende størrelsen på steinen. Siden belastningen fra strømkreftene reduseres fra*

<sup>9</sup> Dvs. i kontaktflaten med vannet.

bunnen og opp mot toppen av sikringslaget<sup>9</sup>, må man sørge for at steinstørrelse og tykkelse på steinlaget er størst ved bunnen<sup>9</sup> og avtar mot toppen.»

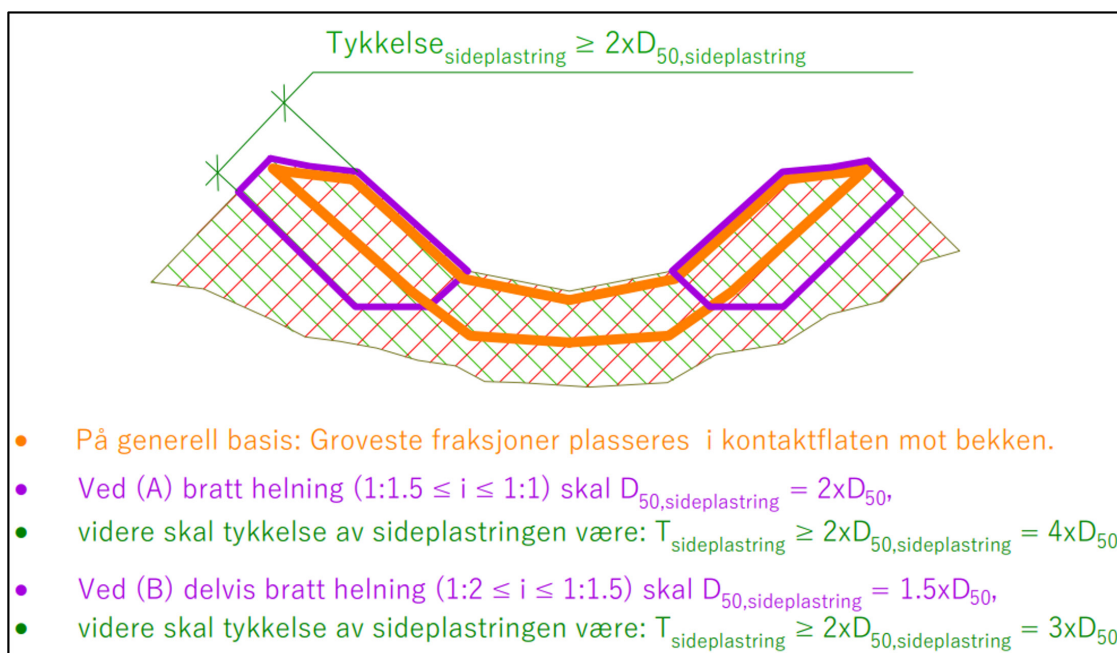
Tabell 7-1 Beregnede kornfordelingskurver (steinstørrelser) for bunnsikring langs bekken.

| Seksjon langs senterlinje | D <sub>min</sub> [cm] | D <sub>50</sub> [cm] | D <sub>maks</sub> [cm] |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Øvre parti LM20-LM75      | 0                     | 15                   | 30                     |
| Nedre parti LM210-LM455   | 0                     | 15                   | 30                     |



Figur 7-1 Veiledende kornfordelingskurver for begge strekningene som skal erosjonssikres. Ved utlegging av tverrprofil med sideskråninger brattere enn 1:2 og 1:1.5 skal materiale i sideskråningene ha steinstørrelser hhv. 1.5 til 2 ganger større enn bunnplastringen for øvrig, vist med lysere farge i diagrammet.

Lokalt ved avslutningen av de erosjonssikrede partiene vil hastigheten øke sammenlignet med opprinnelig situasjon. For å forhindre erosjon i overgangene fra sikrede partier til opprinnelig grunn må erosjonssikringen etableres med nedgrunnet stein de nederste og øverste 10 meterne av begge partiene som sikres. Fallet på bekken skal bli jevnt fra partiene som erosjonssikres og inn på opprinnelig bekkeløp, slik at man unngår å lage lokale fall i bekken som ellers ville medført lokal økt erosjon.

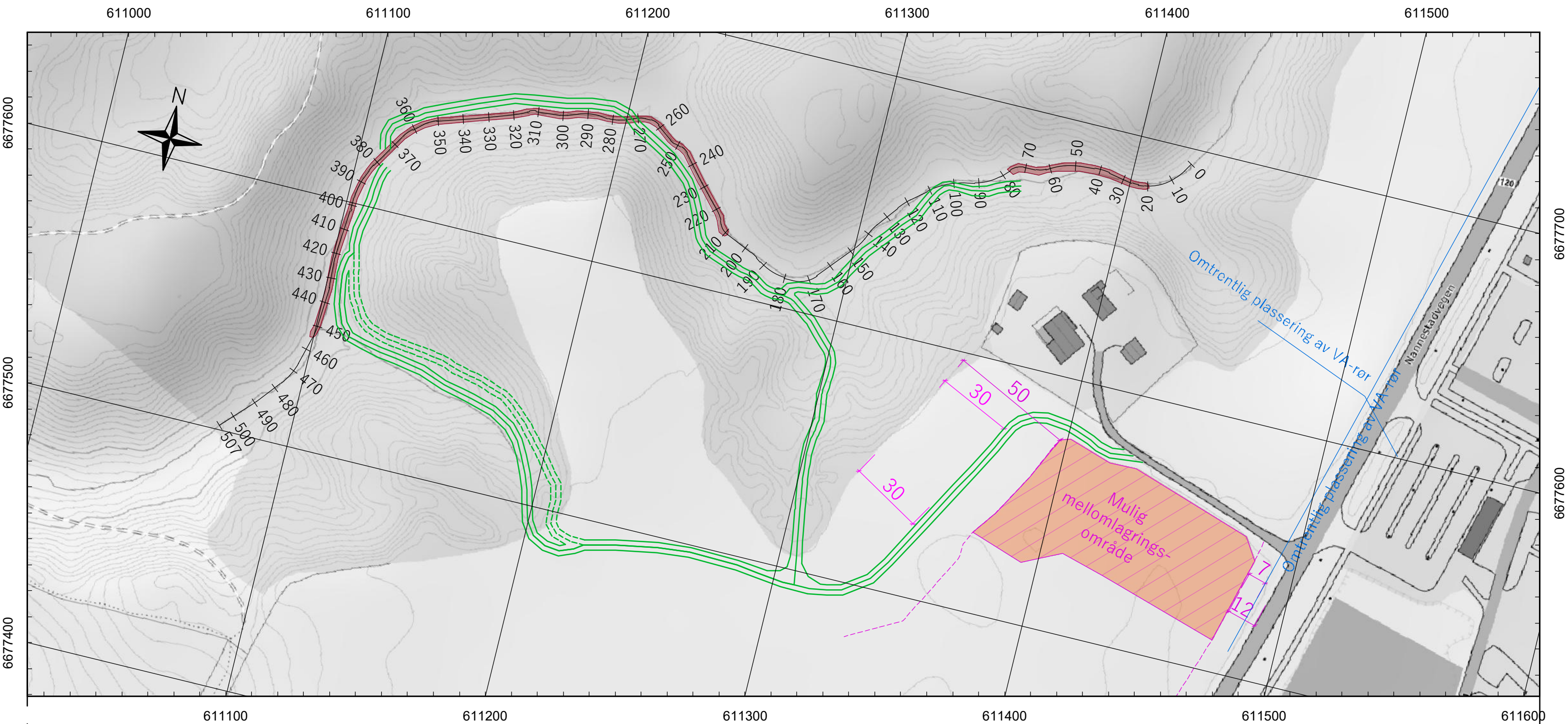


Figur 7-2 Prinsippskisse for oppfylling av samfengt sprengstein, med fremheving av beskrivelser gitt i NVEs sikringshåndbok /28/. Angitt helninger gjelder helning på sideskråninger.

## 8 Referanser

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (NGI) *Forprosjekt: Geoteknisk og hydrologisk vurdering*. NGI rapport 20210599-01-R, dato: (2021-11-05).
- /2/ NGI (2022) *Hydraulisk modellering og innledende risikovurdering for kvikkleireskred i Nannestad*. NGI rapport 20210599-02-R, dato: (2022-11-17).
- /3/ NGI (2023) *Geoteknisk datarapport, Teigebyen vest og Bahus, Nannestad*. NGI rapport 20210599-03-R, dato: (19.06.2023).
- /4/ NGI (2023) *Vurdering av områdestabilitet Nannestad sentrum vest og Bahus*. NGI rapport 20210599-04-R, dato: (2023-09-04).
- /5/ NGI (2024) *Geoteknisk datarapport: Undersøkelser for detaljprosjektering - Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-04-R, dato: (2024-08-08).
- /6/ NGI (2024) *Tolking av beregningsparametere – Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-05-R, dato: (2024-08-29).
- /7/ Kommunal og distriktsdepartementet (KDD) (2009) *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) (pbl)*. LOV-2008-06-27-71, sist endret dato: (2024-01-01). Ikrafttredelse fra (2009-07-01). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/lov/2008-06-27-71>.
- /8/ KDD (2017) *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift) (TEK17)*. FOR-2017-06-19-840, sist endret dato: (2024-01-01). Ikrafttredelse fra (01.07.2017). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840>.
- /9/ KDD (2010) *Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften) (SAK10)*. FOR-2010-03-26-488, sist endret dato: (2024-01-01). Ikrafttredelse fra (2010-07-01). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2010-03-26-488>.
- /10/ Standard Norge (SN) (2002). *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Sist endret: (2016-05-01). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1990-2002a1-2005ac-2010na-2016>.

- /11/ SN (2004). *Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Sist endret: (2020-12-18). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1997-1-2004a1-2013na-2020>.
- /12/ SN (2004) *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger*. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Sist endret: (30.06.2021). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1998-1-2004a1-2013na-2021>.
- /13/ Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) (2017) *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Sist endret dato: (2023-10-01). Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- /14/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2020) *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse*. NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, dato: (2020-12). Tilgjengelig fra: [https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2020/eksternrapport2020\\_09.pdf](https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2020/eksternrapport2020_09.pdf).
- /15/ NVE (2020) *Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*. NVE veileder nr. 1/2019, dato: (2020-12). Tilgjengelig fra: [https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019\\_01.pdf](https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf).
- /16/ NGI (2004) *Program for økt sikkerhet i vassdrag: Vurdering av risiko for skred*. NGI rapport 20001008-12, dato: (2004-12-20).
- /17/ NGI (1984) *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Nannestad*. NGI rapport 81071-1, dato: (1984-05-09).
- /18/ NGI (1994) *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Nannestad - Boreresultater*. NGI rapport 810071-2, dato: (1994-03-18).
- /19/ SN (2017) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 6: Konusprøving*. NS-EN ISO 17892-6:2017, dato: (06.2017).
- /20/ Norconsult AS (2015) *Områderegulering Nannestad sentrum: Grunnundersøkelser, datarapport*. Norconsult rapport 5152479-1, dato: (2019-05-21).
- /21/ Løvlien Georåd AS (2014) *Geoteknisk rapport: Påbygg u-skole og kommunehus, Nannestad*. Løvlien rapport 14163 nr. 1, rev. 02, dato: (2015-11-16).
- /22/ SN (2022) *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner: Del F: Grunnarbeider*. NS 3420-F:2022+AC. Fastsett: (2022-01-01), sist endret: (2022-11-01). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/nb/ns-3420-f-2022ac-2022>.
- /23/ Statens vegvesen (SVV) (2014) *Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter: Hovedprosess 1-7*. SVV håndbok R761. Rev. 02, dato: (2018-07-09). Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r761-prosesskode-1-05072018.pdf> og [https://trafikksiden.motocross.io/informasjon/statens\\_vegvesen/faghandboker/R761\\_Proesskode\\_1.html](https://trafikksiden.motocross.io/informasjon/statens_vegvesen/faghandboker/R761_Proesskode_1.html).
- /24/ NorGeoSpec (SINTEF, SVV, mfl.) (2012) *A Nordic system for the certification and specification of geosynthetics and geosynthetic-related products*. Rev. 01, dato: (2016-012-14). Tilgjengelig fra: <https://www.norgeospec.org/acms/norgeospec/guideline/>.
- /25/ NGI (2020) *Belastning på underjord (B-layer) i området ved Carlberg*. NGI teknisk notat 20190539-20-TN.
- /26/ Olje- og energidepartementet, Gjerdrumutvalget (2022) *Norges offentlige utredninger NOU 2022: 3: På trygg grunn — Bedre håndtering av kvikkleirerisiko*. Dato: (2022-03-28). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2022-3/id2905694/>.
- /27/ Energidepartementet (2005) *Forskrift om kommunalt tilsyn med anlegg for sikring mot flom, erosjon og skred og anlegg for å bedre vassdragsmiljøet* (Forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv.). FOR-2005-06-17-655, ikrafttredelse fra: (2005-06-17). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-06-17-655>.
- /28/ NVE (2020) *Sikringshåndboka*. Sist oppdatert: (2024-06-21) Tilgjengelig fra: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/>.
- /29/ NVE (2009) *4/2009 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Tilgjengelig fra: [http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009\\_04.pdf](http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009_04.pdf).



FORKLARINGER:

- Oppfylling, erosjonssikringsmasser (samfengt sprengstein)
- Mulig mellomlagringsområde
- Aktuelle anleggsveier (oppfylling av stein kan ev. også benyttes underveis)
- Avgrensning, anleggsvei og mellomlagring se VBOP-PL3-AV og -PL4-ML.
- Avgrensning, mulig mellomlagringsområde
- Senterlinje, bekk (referansesystem)
- Vannledning

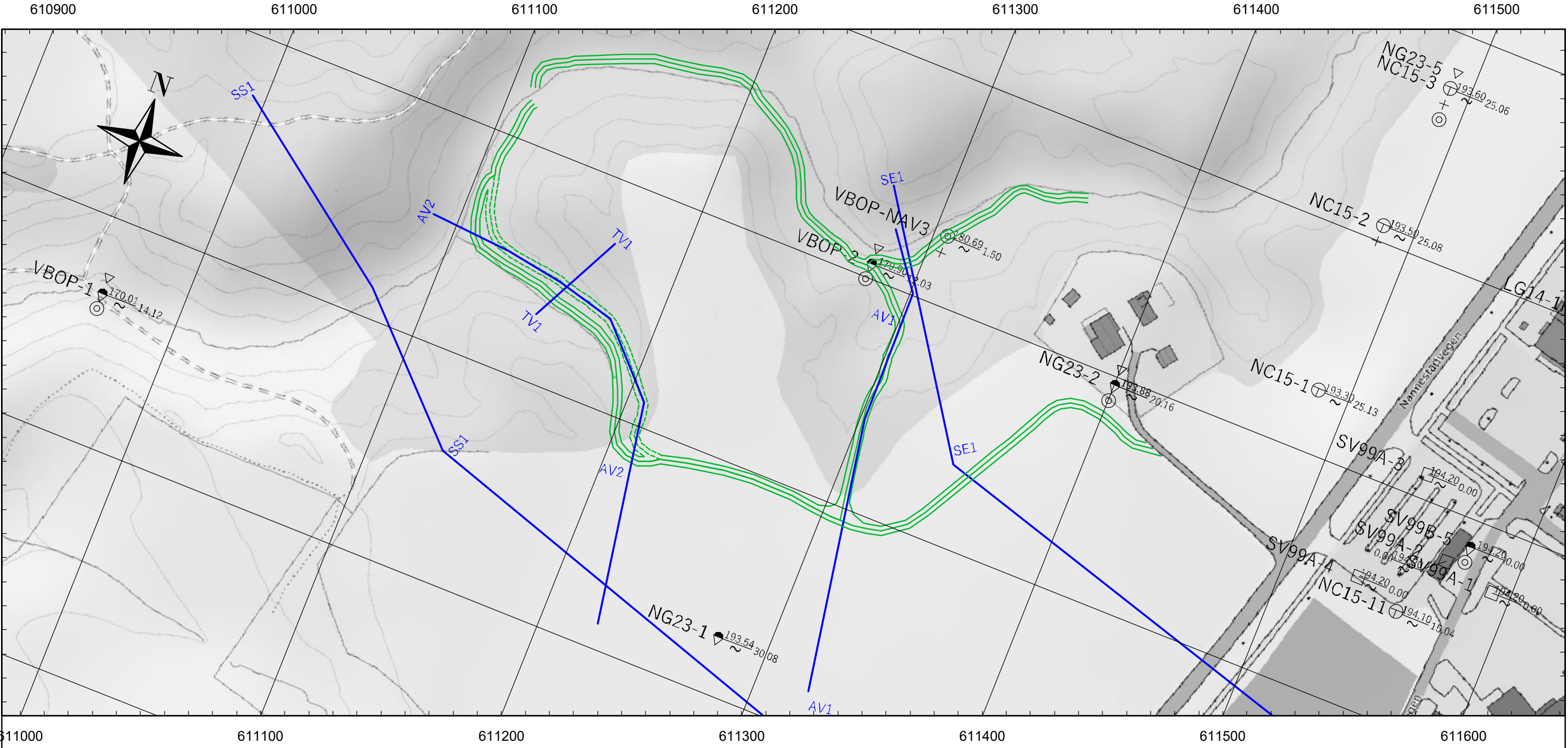
BESKRIVELSER:

Plantegningen viser partiene av Vestbybekken som skal erosjonssikres, mulige aktuelle anleggsveier samt mulig område for mellomlagring.

HENVISNINGER:

Plantegninger:  
Profil og grunnundersøkelser: VBOP-PL2-PoGU  
Anleggsveier: VBOP-PL3-AV  
Mellomlagring: VBOP-PL4-ML

|                                                                        |               |                    |                |                                                                                                     |          |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 00                                                                     | Anbudstegning | 2024-10-01         | HSk            | JLS                                                                                                 | HHe      |
| Rev.                                                                   | Beskrivelse   | Dato               | Tegn.          | Kontr.                                                                                              | Godkj.   |
| Nannestad kommune                                                      |               | Status             |                | -                                                                                                   |          |
| Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                       |               | Original format    |                | A3 (297x420mm)                                                                                      |          |
| 20230614-02-R                                                          |               | Tegningens filnavn |                | G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF\RTI\1.2 - Plantegninger\VBOP - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg |          |
| PL1-O - Plantegning 1: Oversikt over tiltaksområdet                    |               | Målestokk          |                | 1:1500                                                                                              |          |
| Erosjonssikring/oppfylling, mulige anleggsveier og mellomlagringsareal |               | NGI                |                |                                                                                                     |          |
| Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion                            |               | Dato               | Konstr./Tegnet | Kontrollert                                                                                         | Godkjent |
| NO-0806 Oslo, Norway                                                   |               | 2024-10-01         | HSk            | JLS                                                                                                 | HHe      |
| T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48                              |               | Oppdragsnr.        | Tegningsnr.    | Rev.                                                                                                |          |
| www.ngi.no                                                             |               | 20230614           | VBOP-PL1-O     | 00                                                                                                  |          |



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering

⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vingeoring
- ⚡ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering

⊖ Poretrykksmåling

⚓ Fjell i dagen

+ Innmåling med GNSS (moh.)

Borhull nr.      Terreng (bunn) kote      Boret dybde  
Antatt kote, bergoverflate/      (+ boret i fjell)  
( ~ berg ikke påtruffet)

— Profil - Tolket løsmasseprofil og ev. stabilitetsberegninger

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:  
VBOP: NGI rapport 20230614-04-R  
NG23: NGI rapport 20210599-03-R  
LG14: Løvlien rapport 14163 nr. 1, rev. 02  
NC15: Norconsult rapport 5152479-1

|                                                                                                                                       |               |                                   |                |                                                                                                    |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                       |               |                                   |                |                                                                                                    |          |
| 00                                                                                                                                    | Anbudstegning | 2024-10-25                        | HSk            | IHS                                                                                                | HHe      |
| Rev.                                                                                                                                  | Beskrivelse   | Dato                              | Tegn.          | Kontr.                                                                                             | Godkj.   |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                 |               | Status                            |                |                                                                                                    |          |
|                                                                                                                                       |               | -                                 |                |                                                                                                    |          |
|                                                                                                                                       |               | Original format<br>A3 (297x420mm) |                |                                                                                                    |          |
| 20230614-02-R<br>PL2-PoGU - Plantegning 2:<br>Profil og grunnundersøkelser                                                            |               | Tegningens filnavn                |                | G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF\RIT1.2 - Plantegninger\VBOP - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg |          |
|                                                                                                                                       |               | Målestokk                         |                |                                                                                                    |          |
|                                                                                                                                       |               | 1:1750                            |                |                                                                                                    |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |               | Dato                              | Konstr./Tegnet | Kontrollert                                                                                        | Godkjent |
|                                                                                                                                       |               | 2024-10-15                        | HSk            | JLS                                                                                                | HHe      |
|                                                                                                                                       |               | Oppdragsnr.                       | Tegningsnr.    |                                                                                                    | Rev.     |
|                                                                                                                                       |               | 20230614                          | VBOP-PL2-PoGU  |                                                                                                    | 00       |



## FORKLARINGER:

--- Aktuelle anleggsveier (oppfylling av stein kan ev. også benyttes underveis)

X Sikkerhetsavstand anleggsvei

--- Senterlinje, bekk (referansesystem)

## RESTRIKSJONER:

Det skal ikke graves i skråninger ifm. oppretting eller utvidelse av veier.

For strekningen mellom Eker og østre traktorvei ned til ravinen skal det holdes en avstand på minst 30 meter fra skråningskant.

- Anleggsvei kan legges nærmere skråningstopp dersom etablering av vei utføres etter prinsipp om masseskifting, der utgravde masser stadig kjøres bort fra skråningen og til en sikker avstand fra skråningstopp.

## BESKRIVELSER:

Tegningen viser skisserte mulige anleggsveier. Etablering av anleggsvei må foregå på en måte som best mulig ivaretar matjorden. All dyrket mark skal tilbakeføres etter endt tiltak.

Det tas utgangspunkt i at tilkomstvei kan legges via eksisterende avkjørsel fra fylkesveien mot Eker. Derifra kan transporten gå over dyrket mark og ned i ravinen via eksisterende (A) traktorvei/skispør i øst, og/eller (B) ravinearmen i vest. Avhengig av organisering mtp. anleggstrafikk er det trolig besparende om det kun etableres én tilkomstvei ned i ravinen fremfor begge skisserte veier.

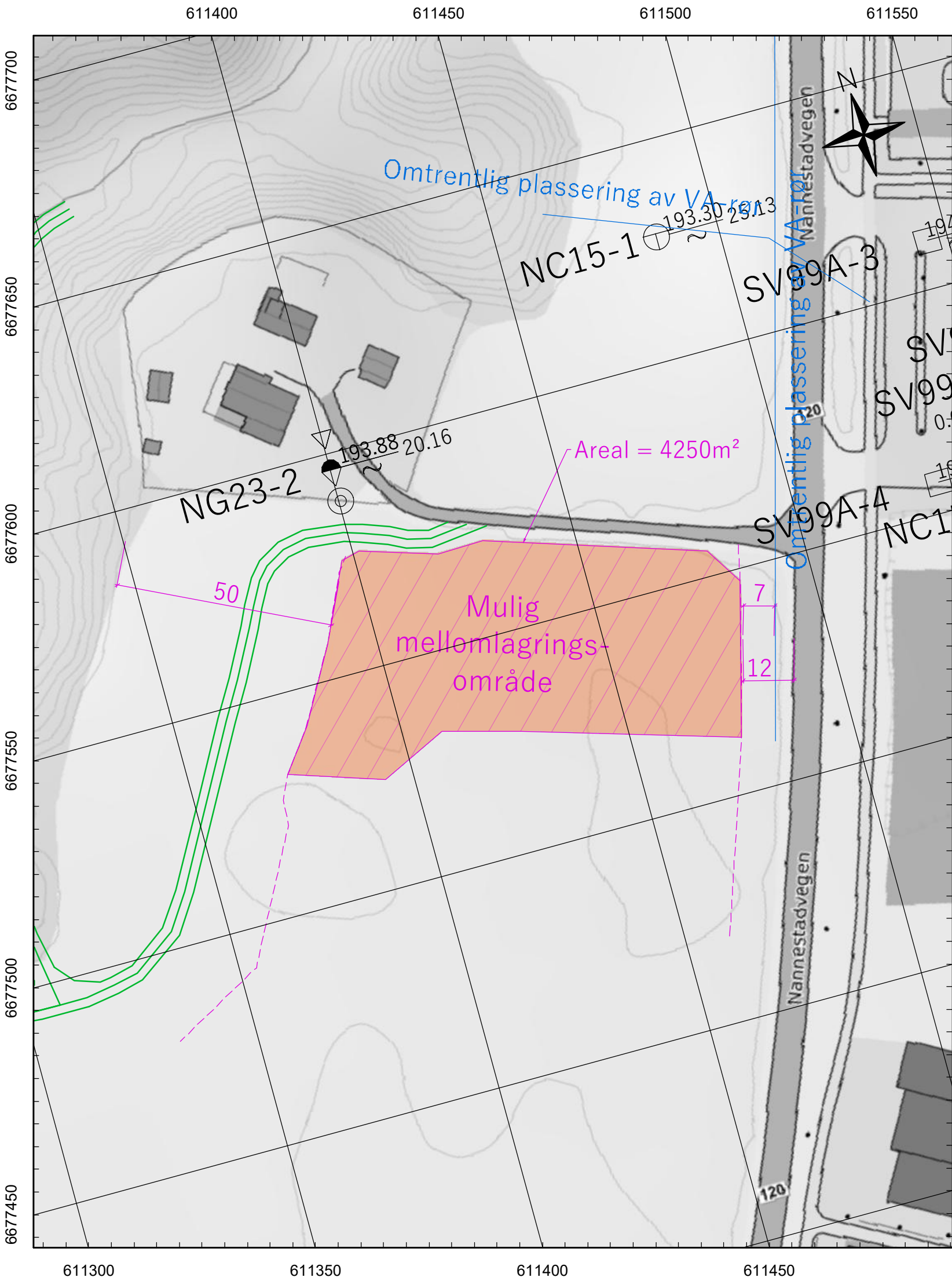
Det er stedvis behov for oppretting av eksisterende traktorveier på grunn av mindre og større utglidninger. I tillegg må man muligens forsterke veistrekk og/eller legge ut nytt underlag for å kunne benytte disse veiene.

Dersom man skal legge vei via vestre ravinearm (B), må man enten (1) utvide kjerreveien (markert med stiplede linjer) og tilføre 1.5 m³ masser per løpemeter langs foten av veien for stabilisering, eller (2) legge ut ny anleggsvei i bunn/midten av ravinearmen fremfor å bruke eksisterende kjerrevei (markert med heltrukne linjer).

Der det er praktisk kan utlagt sprengstein i bekkeløpet tas i bruk som anleggsvei, hvorpå dandering av bekkeløpet gjøres til slutt. Vannet skal stadig ledes i det opprinnelig bekkeløpet og ikke til side for løpet, slik at man unngår undergraving i sideskråninger.

Når sikringstiltaket er ferdigstilte skal midlertidige anleggsveier fjernes og grunnen overleveres i samme stand som den var ved anleggsstart, etter nærmere avtale med grunneier.

|                                                                                                                                       |               |                                                                                                    |                           |                                                                                       |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                    |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                    |                           |                                                                                       |                 |
| 00                                                                                                                                    | Anbudstegning | 2024-11-10                                                                                         | HSk                       | JLS                                                                                   | HHe             |
| Rev.                                                                                                                                  | Beskrivelse   | Dato                                                                                               | Tegn.                     | Kontr.                                                                                | Godkj.          |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                 |               | Status                                                                                             |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               | -                                                                                                  |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               | Original format<br>A3 (297x420mm)                                                                  |                           |                                                                                       |                 |
| 20230614-02-R<br>PL3-AV - Plantegning 3: Anleggsveier                                                                                 |               | Tegningens filnavn                                                                                 |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               | G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF\RIT1\2 - Plantegninger\VBOP - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                    |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               | Målestokk                                                                                          |                           |  |                 |
|                                                                                                                                       |               | 1:1250                                                                                             |                           |                                                                                       |                 |
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                    |                           |                                                                                       |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |               | Dato<br>2024-11-10                                                                                 | Konstr./Tegnet<br>HSk     | Kontrollert<br>JLS                                                                    | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                       |               | Oppdragsnr.<br>20230614                                                                            | Tegningsnr.<br>SBV-PL3-AV |                                                                                       | Rev.<br>00      |



FORKLARINGER:

- Mulig mellomlagringsområde
- Avgrensning, mulig mellomlagringsområde
- Vannledning
- Aktuelle anleggsveier

BESKRIVELSE:

Mellomlagring av masser kan gjøres langs bunnen av ravinedalen som skal sikres og ved anvist areal på jordet. Matjord er ømfintlig for bearbeiding og transport, og maskinførere mfl. som er på prosjektet skal alltid etterstrebe god ivaretagelse av matjorden. Mellomlagringsområder skal tilbakeføres ved endt tiltak.

Hvordan mellomlagringsarealet benyttes/organiseres mht. mellomlagring av ulike masser, traséer for anleggsveier etc. er opp til entreprenøren. Dersom mellomlagring på jordet kan unngås bør det prioriteres, ellers bør det etterstrebres å benytte minst mulig areal. Før igangsetting må eventuelle hensyn, slik som drenerør mm. avklares med grunneier.

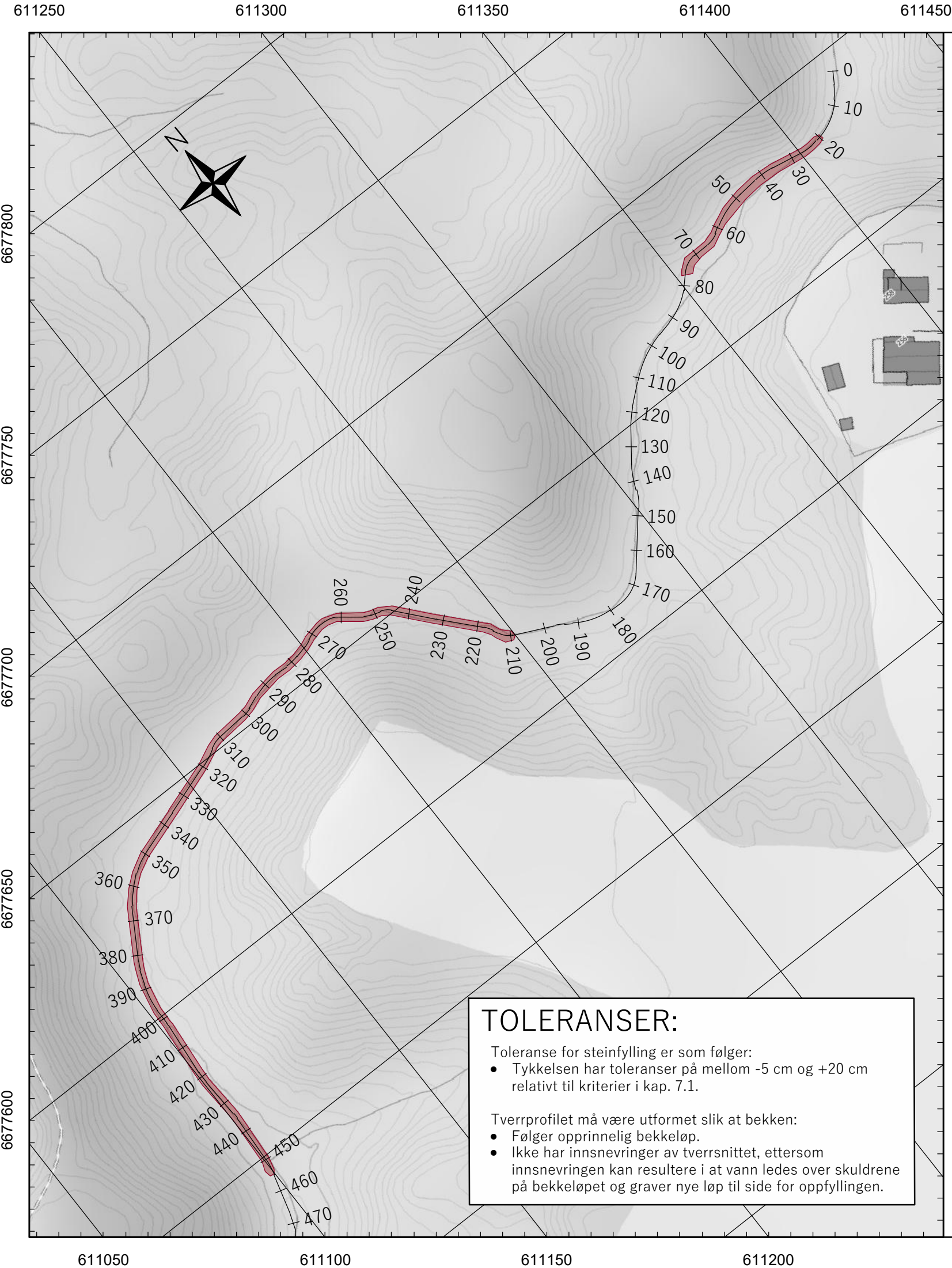
Ved opparbeiding av arealer for mellomlagring på dyrket mark skal moldjord (~20-30cm) graves opp og legges til side i egne ranker direkte på grunnen (ikke høyere enn H=0.5m). Deretter legges det ut filterduk som underlag for mellomlagringsmasser. Dette bidrar både til at man unngår innblanding i underliggende masser, samtidig som det forenkler separasjon av masser når massene skal fjernes. Opparbeiding av arealer kan gjøres fortløpende etter behov. Når sikringstiltaket er ferdigstilt og mellomlagringsmasser fjernet skal arealene tildekkes igjen med den utgravede moldjorden.

Føringer:

- Ev. mellomlagring på jordet skal holde:
  - (1) 12 meters avstand fra fylkesvei (tilsvarer omtrent 7 meters avstand fra vannledninger i grunnen), og
  - (2) 50 meters avstand fra skråningstopp.
- Det skal alltid legges anleggsvei innenfor og til/fra mellomlagringsområder. Anleggsveier skal bidra til å fordele marktrykk utover større areal, og dermed motvirke slitasje og kompaktering av matjorden.
- Tilkjøpte masser og ev. oppgravde masser fra jordet skal mellomlagres sortert etter fire kategorier:
  - Tilkjøpte masser
  - O-/A-sjikt, dvs. øvre lag med moldjord (hentet fra dybde~20-30cm)
  - B-sjikt eller "mellomlag" (Dybde~30-80cm)
  - Ev. C-sjikt eller "undergrunnslag" av stedlige masser eller "mineraljord" (leire, silt, sand) ~(Dybde 80cm+)
- Tykkelsen av utlagte masser kan maksimalt være 1.5 meter.
- Masser skal legges ut skånsomt. Matjord skal bearbeides minst mulig.
- Det skal kun benyttes skuffe for flytting av matjord, dvs. dosing av matjord tillates ikke.
- Overvann på mellomlagringsområdet håndteres av entreprenøren, herunder etablering av dreneringsgrøfter ol. Pytter og lokal oppbløting bør unngås da det gjør jorden mer ømfintlig for kompaktering, og dermed forringelse av matjorden.
- Ved langvarig oppbevaring av moldjord eller ev. finkornige masser, skal massene tildekkes med presenning for å unngå oppbløting.
- Tildekking av masser gjelder også for kortere perioder, dersom det forventes vedvarende tungt regnfall eller snø.

Detaljer vedrørende eventuelle forurensede masser er gitt i hoveddelen av rapporten.

|                                                                                                                                       |               |                                                                                                                       |                                                                                       |                    |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                                       |                                                                                       |                    |                 |
| 00                                                                                                                                    | Anbudstegning | 2024-11-10                                                                                                            | HSk                                                                                   | JLS                | HHe             |
| Rev.                                                                                                                                  | Beskrivelse   | Dato                                                                                                                  | Tegn.                                                                                 | Kontr.             | Godkj.          |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                 |               | Status<br>-                                                                                                           |                                                                                       |                    |                 |
|                                                                                                                                       |               | Original format<br>A3 (297x420mm)                                                                                     |                                                                                       |                    |                 |
|                                                                                                                                       |               | Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF_RIT1.2 - Plantegninger\VBOP - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg |                                                                                       |                    |                 |
| 20230614-02-R<br>PL4-ML - Plantegning 4: Mellomlagringsområde                                                                         |               | Målestokk<br><br>1:1000                                                                                               |  |                    |                 |
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                                       |                                                                                       |                    |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |               | Dato<br>2024-11-10                                                                                                    | Konstr./Tegnet<br>HSk                                                                 | Kontrollert<br>JLS | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                       |               | Oppdragsnr.<br>20230614                                                                                               | Tegningsnr.<br>VBOP-PL4-ML                                                            |                    | Rev.<br>00      |



### FORKLARINGER:

Erosjonssikring

Senterlinje, bekk  
(referansessystem)

### REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

Før utlegging av masser:

1) Lokalt der stein skal legges ut, skal det først:

- a) fjernes vegetasjon, som legges til siden, og
- b) moldjord skal graves til side slik at mineraljorden\* eksponeres, eller inntil 20cm graving (gjelder både sideveis og i dybden).

\* Leire, silt og sand med lavt organisk innhold.

Utlekking av masser:

2) Det legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet:

- a) Dimensjonerende steinstørrelse (D) varierer langs oppfyllingen, se Tabell 7-1 og Figur 7-2 i rapporten.
- b) Tykkelsen på bunnplastring skal være minst lik  $1.5 \times D_{maks}$
- c) Utlekking av stein skal følge prinsipper illustrert i Figur 7-1.
- d) Vannet må ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp, ettersom dette medfører at bekken vil kunne grave i sideskråninger under anleggsarbeidet.
- e) I enden av de to partiene som erosjonssikres skal erosjonssikringen etableres med nedgrunnet stein de nederste og øverste 10 meterne. Bekken skal ende opp med et relativt likt fall før og etter overgangen mellom opprinnelig grunn og sikrede partier.
  - i) Oppgraving av stedlige masser, og igjenfylling med sprengstein skal tas «skuff for skuff». Dvs. det skal ikke graves bort masser over et 10 meters strekk før det så legges stein ut i bekken.
- f) Stedvis der det er praktisk/hensiktsmessig kan sprengsteinfyllingen benyttes som anleggsvei under anleggsfasen.

3) Dersom bekken etter utlegging av masser ikke renner i dagen, men gjennom fyllingen må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen.

- a) Tetteribber etableres ved å grave bort drenerende fyllmasser over en kort seksjon (1-2 meters bredde, på tvers av senterlinjen). Dvs. det skal graves helt ned til opprinnelig bekkenivå/terrengnivå. Sideveis utstrekning på tetteribbene må være tilstrekkelig til at vannet ikke går rundt, men over tetteribbene.
- b) Etter utgraving gjenfyller man seksjonen med tette masser (f.eks. finkornig jord).
  - i) Underkant av tetteribbene må erosjonssikres enten i forkant eller underveis av oppfylling av tettemassene, samt at toppen av tetteribbene erosjonssikres til slutt. Erosjonssikring utføres med grov stein:  $D50, ribber = 2 \times D50$  (se kap. 7.1 i rapporten).
- c) Fortrinnsvis bør tetteribbene etableres per 30 cm fall, dvs. per 15 meter ved 2% fall, per 20 meter ved 1.5% fall, per 30 meter ved 1.0% fall, etc. Eventuelt kan man tilpasse avstanden dersom man etablerer tetteribbene til slutt:
  - i) Dersom etablering av tetteribber gjøres i senere stadier av oppfyllingen og utføres nedenfra og oppstrøms vil man kunne tilpasse avstanden mellom tetteribbene enkeltvis.

4) Når erosjonssikringen er ferdig lagt ut kan ev. moldjord lagt til side, legges langs kanten på sidene av bekkeleiet.

|                                                                                                                                       |               |                                                                                                                           |                            |                    |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|-----------------|
|                                                                                                                                       |               |                                                                                                                           |                            |                    |                 |
| 00                                                                                                                                    | Anbudstegning | 2024-11-10                                                                                                                | HSk                        | IHS                | HHe             |
| Rev.                                                                                                                                  | Beskrivelse   | Dato                                                                                                                      | Tegn.                      | Kontr.             | Godkj.          |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                 |               | Status<br>-                                                                                                               |                            |                    |                 |
|                                                                                                                                       |               | Original format<br>A3 (297x420mm)                                                                                         |                            |                    |                 |
|                                                                                                                                       |               | Tegningens filnavn<br>G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.2 - Plantegninger\VBOP - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg |                            |                    |                 |
| 20230614-02-R<br>PL5-AT - Plantegning 5: Anleggstegning<br>Arbeidsbeskrivelse erosjonssikring                                         |               | Målestokk<br>1:1250                                                                                                       | NGI                        |                    |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |               | Dato<br>2024-11-10                                                                                                        | Konstr./Tegnet<br>HSk      | Kontrollert<br>IHS | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                       |               | Oppdragsnr.<br>20230614                                                                                                   | Tegningsnr.<br>VBOP-PL5-AT | Rev.<br>00         |                 |

# Vedlegg A

## KONTROLLPLAN FOR GEOTEKNISKE ARBEIDER

## A1 Kontrollplan

| Element                             | Aktivitet                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kontroll                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Merknader                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HMS-plan og system for rapportering |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               |
|                                     | <p>Entreprenørens HMS-plan skal omfatte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arbeidsforhold og sikkerhet for personell.</li> <li>➤ Rutiner for varsling og sikring (varslingsplan).</li> <li>➤ Beredskap og tiltak mot forurensning og skade ved utslipp eller uhell.</li> <li>➤ Vernerunder</li> </ul> | HMS-plan skal baseres på byggherrens SHA-plan og være en del av internkontrollsystemet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Anleggsfasen kan medføre risiko for arbeidere.                                                                                                                                                                                |
|                                     | Etablere system for rapportering                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Et system for rapportering må være utarbeidet i forkant av oppstart. Rapportering skal dokumentere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Massetransport, materialer, erosjonssikring, ev. graving osv.</li> <li>➤ Bildedokumentasjon, ev. innmålinger, skjemaer og mengdebeskrivelser, osv.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Dokumentasjon skal tilgjengeliggjøres for byggherre fortløpende/ intervallbasert.</p> <p>Rutiner for rapportering og format på dokumentasjonen skal avtales før igangsettelse.</p>                                         |
| Forberedende arbeider               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                               |
|                                     | Rydding av vegetasjon                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Vegetasjon ryddes etter behov ifm. anlegging av vei og for å etablere arbeidsrom for utlegging av erosjonssikring.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |
|                                     | Istandsetting av eventuelt mellomlagringsområde på jordet                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>1) Vei til og innenfor mellomlagringsområde må istandsettes.</p> <p>a) For mellomlagring på jordet skal det holdes ca. 12 meters avstand fra fylkesvei og tilsvarende 50 meter avstand fra skråningskant sør for Eker.</p> <p>2) Eventuell vegetasjon må ryddes og moldjord graves til side i forveien av utlegging av masser. Ranker med moldjord skal ikke bli høyere enn 0.5 m.</p> <p>3) Det legges ut fiberduk for enklere separasjon av masser senere.</p> <p>4) Arealer er inndelt og markert for ulike massetyper (tilkjørte masser, A-/O-sjikt, B- og C-sjikt).</p> <p>5) Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt).</p> | <p>Opplistede punkter er generelle, i tillegg til spesifikke for mellomlagring ved anviste områder på jordet og i ravinedal, anvist med farget tekst.</p> <p>Opparbeiding av mellomlagringsområde kan gjøres fortløpende.</p> |

| Element          | Aktivitet                                                         | Kontroll                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Merknader                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Etablering av anleggsveier                                        | <p>1) Trafikale løsninger for anleggstrafikk via Eker må planlegges og avtales med tiltakshaver og berørte grunneiere.</p> <p>2) Det må lages en plan / avsettes arealer for anleggsveier ifm. anleggsutførelsen, mtp. møteplasser osv. i forveien av oppstart. Byggherre og geotekniker skal godkjenne entreprenørens plan for adkomstveier før oppstart. Planen kan oppdateres underveis i prosjektet.</p> <p>a) Anleggsvei som passerer sør for boligene ved Eker skal ha en minste avstand på ca. 30 meter til skråningen.</p> <p>b) Ev. bruk av kjerrevei forutsetter utlegging av masser langs foten av veien (1.5m<sup>3</sup> per løpemeter).</p> <p>3) Eventuelt forarbeid:</p> <p>a) vegetasjonsrydding,</p> <p>b) grave til side moldjord. For dyrket mark skal ekstra masser graves bort dersom tilleggslast på grunnen fra anleggsvei og maskin overstiger 50 kPa (avgravd mengde skal kompensere ev. overstigende last),</p> <p>c) påse at overvann dreneres bort. Oppbløting under veier må unngås.</p> <p>5) Veier etableres fortløpende etter behov, se 2).</p> <p>6) Vei skal være etablert til og innenfor mellomlagringsområder.</p> | <p>Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veioverbygning.</p> <p>Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt)</p> <p>Det skal ikke graves i eller nær skråninger ved etablering, oppretting eller utvidelse av vei.</p> |
| Løpende arbeider |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                               |
|                  | Produksjonsunderlaget skal være tilgjengelig hos maskinførere mm. | Kontroll av at relevant produksjonsunderlag er tilgjengelig for maskinførerne: Tegninger (VBOP-PL1 tom. -PL5).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                               |
|                  | Massetyper                                                        | <p>1) Kontroll av tilkjørte masser:</p> <p>a) Kontroll av at erosjonssikringsmaterialet består av egnet materiale (samfengt sprengstein, dimensjoner jf. kap. 7.1 i rapporten).</p> <p>2) Kontroll av at ulike sjikt (O/A, B og C) sorteres ved graving, mellomlagring og tilbakelegging.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                               |

| Element        | Aktivitet       | Kontroll                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Merknader                                                                                                                                                                                              |
|----------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | Mellomlagring   | 1) Mellomlagring skal kun foregå ved anvist mulig mellomlagringsområde eller i ravinen som skal sikres.<br>2) Nødvendige forarbeider skal være gjort (se bolk lengre oppe).<br>3) Høyde på fyllinger skal ikke overstige 1.5 meter.<br>4) Ulike sjikt skal lagres separat med tydelig markering av massetype.<br>5) Drensgrøfter for lokal vannhåndtering mm. ordnes etter behov (preventivt)*.<br>6) Ved langvarig lagring av moldjord eller finkornige masser (leire og silt) skal massene tildekkes med presenning for å unngå oppbløting. Det samme gjelder også for kortere perioder, dersom det forventes vedvarende tungt regnfall eller snøvær.<br>7) Dersom forurensede masser mistenkes eller påtreffes, må det etableres en plan for håndtering av slike masser i samråd med tiltakshaver før arbeidene fortsetter i aktuelt område. | Det må etterstrebes at matjord bearbeides minst mulig, og aldri doses eller pakkes.<br><br>* Det er viktig å unngå pytter og lokal oppbløting ettersom det gjør jorden mer ømfintlig for komprimering! |
|                | Anleggsveier    | 1) Daglig kontroll av brukbarhet til anleggsveier og renhold av veibane på privat vei, samt ved avkjørsel til kommunal vei (dvs. renhold og åpent for trafikk).<br>2) Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |
|                | Erosjonssikring | Kontroller at utførelse er i tråd med beskrivelser i kap. 4.5 og tegning VBOP-PL5-AT.<br><br>Kontroller at oppfylling av sprengstein oppnår spesifisert tykkelse og steindimensjon.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                        |
| Ferdigstilling |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                        |
|                |                 | Ved ferdigstilling skal:<br>1) Mellomlagringsområder tilbakeføres.<br>2) Midlertidige anleggsveier fjernes.<br>3) Dyrket mark og annen berørt grunn tilbakeføres til opprinnelig stand.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Etter nærmere avtale med grunneier.<br>– F.eks. nyopprettet vei behøver ikke nødvendigvis å tilbakeføres til opprinnelig stand.                                                                        |

| Element      | Aktivitet                         | Kontroll                                                                                                                                                                                                                                   | Merknader |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Rapportering |                                   |                                                                                                                                                                                                                                            |           |
|              | Varsling i forbindelse med avvik. | Gjøres i henhold til varslingsplan.                                                                                                                                                                                                        |           |
|              | Generell rapportering.            | Kontroll av at dokumentasjon videresendes til byggherre fortløpende/<br>intervallbasert i henhold til etablerte rutiner og i riktig format.<br><br>Kontrollere at det utarbeides sluttdokumentasjon (som vil inngå i "FDV-dokumentasjon"). |           |

# Vedlegg B

## BEREGNINGSRESULTATER

## Innhold

|           |                                             |          |
|-----------|---------------------------------------------|----------|
| <b>B1</b> | <b>Beregningsforutsetninger</b>             | <b>3</b> |
| B1.1      | Terrengmodell                               | 3        |
| B1.2      | Jordparametere                              | 3        |
| B1.3      | Anleggslaster                               | 3        |
| <b>B2</b> | <b>Resultater fra bæreevneberegninger</b>   | <b>4</b> |
| B2.1      | Estimert minste bæreevne for naturlig grunn | 4        |
| B2.2      | Mellomlagring                               | 4        |
| B2.3      | Anleggsveier                                | 5        |
| B2.4      | Bæreevne for oppfylling i ravine            | 6        |
| <b>B3</b> | <b>Stabilitetsberegninger</b>               | <b>6</b> |
| B3.1      | Tidligere beregninger                       | 6        |
| B3.2      | Beregningsresultater                        | 7        |
| <b>B4</b> | <b>Referanser</b>                           | <b>9</b> |

## Figurer<sup>1</sup>

### Profiler (for opptegning av lagdeling og påfølgende stabilitetsberegninger):

|                    |                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| VBOP-P-AV1 og -AV2 | Profil, <u>a</u> nleggs <u>v</u> ei 1 og 2                           |
| VBOP-P-TV1         | Profil, <u>t</u> verrsnitt som krysser profil AV2                    |
| VBOP-P-SE1         | Profil, <u>S</u> ør for <u>E</u> ker                                 |
| VBOP-P-SS1         | Profil, <u>S</u> ør i <u>s</u> kogen                                 |
| VBOP-S-AV1 og -AV2 | Stabilitetsberegninger, profil « <u>a</u> nleggs <u>v</u> ei 1 og 2» |
| VBOP-S-TV1         | Stabilitetsberegninger, <u>t</u> verrsnitt som krysser profil AV2    |
| VBOP-S-SE1         | Stabilitetsberegninger, <u>S</u> ør for <u>E</u> ker                 |

1 Prefiks «VBOP» står for prosjektdelområdet Vestbybekken, øvre parti.

## B1 Beregningsforutsetninger

### B1.1 Terrengmodell

Benyttet terrengmodell i beregningsprofiler og ved modellering av tiltaket er kartverkets rasterdatasett: «Gjerdrum Ullensaker Nannestad 5pkt 2020», innmålt april 2020 ([link: hoeydedata.no](http://hoeydedata.no)). Datasettet har en punkttetthet på 5 punkter per meter, dvs. raster-rutenettet har en tetthet på 0.25m x 0.25m. For ytterkanter av tiltaksområdet er punkttettheten redusert til 1m x 1m av hensyn til ytelse i programvare (AutoCAD).

Ettersom terrengmodellen er 4 år gammel, vil det stedvis kunne være forskjeller mellom modellert og reell terrengoverflate, dette gjelder særlig langs bekkeleiet hvor det foregår erosjon. I hovedsak innebærer det at reell/dagens situasjon for skråningene kan være litt forverret stabilitetsmessig, dersom det har skjedd erosjon av et visst omfang.

### B1.2 Jordparametere

Resultater fra parametertolking og bakgrunn for valg av jordparametere er presentert i rapport 20230614-05-R /B1/.

### B1.3 Anleggslaster

#### Forutsetninger

Det tas utgangspunkt i at de tyngste maskinene som benyttes i arbeidene er grave-maskiner med inntil ca. 30 tonns driftsvekt og dumpere med 23 tonns driftsvekt. For en 30-tonns graver med full skuff, forutsettes en høyeste totalvekt lik 36 tonn (355 kN). Med 800 mm belter gir dette et marktrykk på 55.5 kPa. Tilsvarende vil en fullastet 23-tonns dumper ha en vekt inntil 51.5 tonn (505 kN). I teknisk beskrivelse av en vilkårlig dumper (ref. /B4/) er tilhørende marktrykk lokalt på terrengoverflaten oppgitt til å være 168 kPa for et fullt lass.

#### Geotekniske vurderinger

Nevnte marktrykk opptrer lokalt i kontaktflaten mellom terreng og dekk/belter. Lokale belastninger, slik som f.eks. maskinlaster, fordeles over større arealer med dybden (lastspredning), og hvilke størrelsesnivå på last/spenninger som anses representative for beregninger av stabilitet er således avhengig av problemstillingen som vurderes. Det antas at last fordeles jevnt i dybden, med et areal som øker med en helning 2:1 fra hjul/belter i bredde- og lengderetning. Lasten angis som «representativ» for en gitt dybde  $p_{rep}(z)$ , der  $z$  betegner «dybde». Jamfør tabell A.3 i Eurokode 7 del 1 /B2/ skal det benyttes en «partialfaktor for variable ugunstige laster»:  $\gamma_Q = 1.3$ . Dermed er dimensjonerende last i beregninger  $p_{rep,dim}(z) = \gamma_Q \cdot p_{rep}(z)$ .

En detaljert gjennomgang av vurderinger av last mot dybde er gitt i kapittel B2 som omhandler lokal bæreevne. Ved vurdering av skråningsstabilitet medregnes maskinlaster på to vis:

- 1) For små glidefater er lastene idealisert medregnet som jevnt fordelt over rektangler med sidekant 4-7 meter. Eksempelvis, for en fullastet dumper tverrstilt i en skråning benyttes  $p_{rep,dim} = 29 \text{ kPa}$ , fordelt over 4 meter.
- 2) For glideflater med antatt stor bredde (der 2D-beregninger ikke lengre er representative) benyttes mindre laster. Da tilpasses lastene slik at momentet fra kjøretøy blir lik i modellering av store bruddflater (med stor bredde inn i planet) som i mindre bruddflater (med mindre bredde).

Variable laster medregnes ikke for tilfeller som er gunstige. Dette innebærer at lastene kun inkluderes på drivende side av beregnede glidesirkler (de simulerte bruddflatene).

## B2 Resultater fra bæreevneberegninger

### B2.1 Estimert minste bæreevne for naturlig grunn

Basert på undersøkelser med CPTU i prosjektdelområdet er det tolket to karakteristiske verdier for intakt aktiv udrenert skjærfasthet ( $s_{u,a}$ ) i grunne forekomster av leire, henholdsvis 33 og 40 kPa ved høydenivå med Teigebyen-plataet og nede i ravinen /B1/.

Ved klassisk bæreevneteorier /B3/ med bæreevnefaktoren  $N_c$  (2.57 - 5.14) tas det utgangspunkt i én skjærfasthetsverdi for hele glideflaten, heretter kalt gjennomsnittlig  $\bar{s}_u$ . For tilfellet med 1) ADP-faktorer:  $D = 0.63$  og  $P = 0.35$ ; 2) flatt terreng; og 3) ingen økning av  $s_u$  i dybden er  $\bar{s}_u = 0.7 \cdot s_{u,a}$ . Med krav om  $F_{cu} \geq 1.4$  i Eurokode 7 /B2/ er dimensjonerende bæreevne til naturlig grunn (terreng) for to høydenivåer estimert til:

$$(185-195 \text{ moh.}) \quad q_{dim} = \frac{\bar{s}_u \cdot N_c}{F_{cu}} = \frac{(0.7 \cdot 33 \text{ kPa}) \cdot 5.14}{1.4} = \underline{84 \text{ kPa}}$$

$$(170-185 \text{ moh.}) \quad q_{dim} = \frac{(0.7 \cdot 40 \text{ kPa}) \cdot 5.14}{1.4} = \underline{103 \text{ kPa}}$$

### B2.2 Mellomlagring

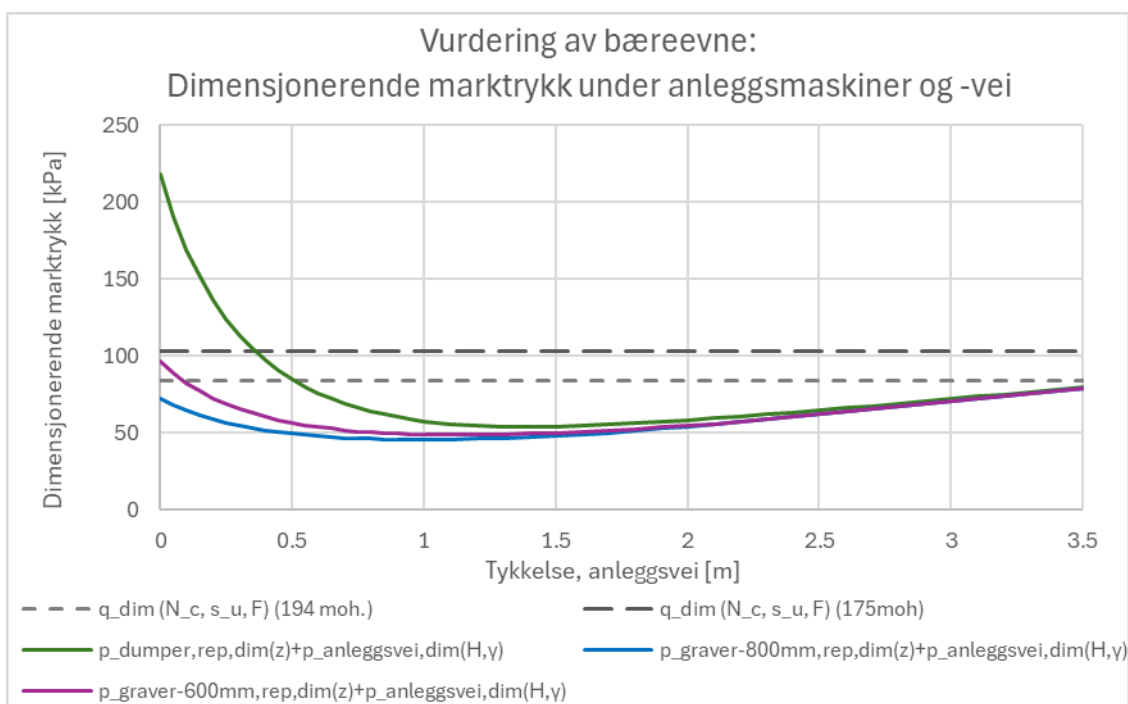
Det er planlagt mellomlagring på jordet ved innkjørselen til Eker, med en minste avstand på 7 meter fra vannrør og ledninger i grunnen. De øvre 2-4 meterne på jordet/platålandskapet består av moldjord, tørrskorpeleire og sand (ref. borpunkt NG23-1, -2, -7 /B5/ og NC15-1, -2, -3, -11 /B6/) med varierende lagtykkelser og således også varierende bæreevne. Lagdelingen er tilsvarende nedover i ravinene, men lagtykkelse over uforvitret leire er litt mindre: 1-3 meter (ref. borpunkt NG23-15 /B5/, VBOP-1 og VBOP-2 /B7/). Imidlertid har den underliggende uforvitrede leiren noe høyere skjærfasthet nedover i ravinen sammenlignet med oppe på plataet.

Forringelse av underliggende matjord er en viktig problemstilling ved mellomlagring på jordet, og det stilles derfor egne krav til oppfylling der, se kap. 4.7 eller tegning VBOP-

PL4-ML. Langs bekken skal det ikke legges ut mer masser enn at største høydeforskjell på noe tidspunkt under arbeidene er 1.5 meter.

## B2.3 Anleggsveier

Den dimensjonerende bæreevnen ( $q_{dim} = 84\text{--}103\text{ kPa}$ ) er antatt gyldig for all horisontal terrengoverflate langs Vestbybekken og oppe på platået, gitt en viss minimumsavstand fra skråningskanter (se også merknader til slutt i kapittel B2.4). I Figur 2-1 vises et diagram med «dimensjonerende representativt marktrykk»  $p_{rep,dim}(z)$  for ulike tykkelser av anlagt anleggsvei, medregnet anleggsveiens egenvekt. Diagrammet viser at det for angitt bæreevne ( $q_{dim}$ ) og for dumpere med totalvekt 50 tonn vil være behov for etablering av anleggsvei med tykkelse lik ca. 0.4 og 0.5 meters tykkelse hhv. på platået og nede i ravinen. Dette behøves for å fordele lasten av dumpere over stort nok areal til at sikkerheten mot lokale brudd er tilfredsstillt, jf. Eurokode 7 /B2/.



Figur 2-1 Dimensjonerende representativt marktrykk ( $p_{rep,dim} = \gamma_Q \cdot p_{rep}$ ) lokalt under anleggsmaskiner på anleggsvei, medregnet anleggsveiens egenvekt ( $\gamma_{vekt} = 20\text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma_G = 1.0$ ). Laster antas fordelt jevnt over et areal som utvides i dybden med en faktor på 2:1 fra hjul/belter i bredde- og lengderetning.

Dersom det benyttes andre type massetransportkjøretøy med mindre vekt, kan krav om anleggsvei likevel være gjeldende. Eksempelvis, dersom smale/vanlige belter benyttes (600 mm) på en 30-tonns gravemaskin fremfor 800mm, vil det medføre krav om et tynt dekke ( $< 15\text{ cm}$ ) på platået jf. nevnt metodikk. I praksis må anleggsveien typisk være noe tykkere for å få skikkelig samvirke mellom lokal terrengoverflate, anleggsveien og maskinlast. Dersom maskinlaster kan fordeles over større arealer vha. stive plater, stokk-

matter, geonett eller lignende hjelpemidler fremfor utlegging av fyllmasser (se kap. 4.4.3), kan slike alternativer benyttes, såfremt bæreevnen ( $q_{dim} = 84\text{--}103\text{ kPa}$ ) ikke overskrides.

## B2.4 Bæreevne for oppfylling i ravine

Det legges opp til at oppfyllingen av steinmasser i bekkeleiet benyttes som anleggsvei etter hvert som massene legges ut. For å kontrollere at man unngår å initiere grunnbrudd under oppfyllingen er det utført beregninger for maskinlaster ytterst på enden av oppfyllingen for ulike fyllingstykkelser (inkludert partialfaktor). For 30-tonns gravere med 600 mm belter og fullastede dumpere (51.5 tonn) behøves 0.5 meter oppfylling for kjøring helt til enden av oppfyllingen.

### Merknader til bæreevnevurderinger:

Ikke-konservative faktorer:

- 1)  $q_{dim} = 84$  og  $103\text{ kPa}$  gjelder «ren vertikal last».
- 2) Bæreevnefaktoren gjelder for flatt (horisontalt) terreng, ikke i skråning.
- 3) Lokale variasjoner i udrenert skjærfasthet ( $s_u$ ) kan forekomme.
- 4) Leirens uforstyrrede (intakte) skjærfasthet ( $s_u$ ) vil kunne degraderes ved deformasjoner (dvs. bearbeiding, kjøring, mm.). Dette vil kunne motvirkes/ forebygges ved å legge ut duk/bærelag på terreng, som fordeler laster jevnt utover større arealer enn ved direkte belastning fra kjøring med belter rett på opprinnelig terreng, og som hindrer omrøring som følge av kontakt mellom leire og belter.

Konservative faktorer:

- 1) Laveste tolkede intakte skjærfasthet  $s_{u,A}$  er  $33\text{--}40\text{ kPa}$  basert på resultater fra trykksondering, dvs. uforstyrret leire karakteriseres som middels fast. Basert på innsamlede data bør bæreevnen generelt sett være bedre enn estimert dimensjonerende bæreevne.
- 2) Leirens udrenerte skjærfasthet ( $s_u$ ) øker med dybden.
- 3) Tele i drenert og delvis drenert jord vil kunne øke bæreevnen betraktelig. I praksis innebærer det at jorden kan bære tyngre laster før den går til brudd. Med bæreevne her menes last lokalt under maskinen, ikke til forveksling med «skråningsstabilitet». Kjøring med ev. tyngre utstyr må alltid avklares med geotekniker.

## B3 Stabilitetsberegninger

### B3.1 Tidligere beregninger

Fra tidligere vurderinger presentert i rapport 20210599-04-R /B8/ er det kjent at skråningene langs ravinen, nord og sør om Eker, har beregningsmessig lav stabilitet (ref. beregningsprofil A2\_1, A2\_2, A3 og A4, med resultater oppsummert i tabell 5-3 ref. /B8/). I vurderingene varierte beregnet udrenert sikkerhetsfaktor fra 1.0-1.2, og anslått

drenert sikkerhet varierende fra 1.0-1.3. Nye undersøkelser nede i ravinen tyder på at skjærfastheten i bunn av ravinen er marginalt høyere enn benyttet i vurderingene i rapport 20210599-04-R /B8/.

## B3.2 Beregningsresultater

I forbindelse med planleggingen av erosjonssikringen er det utført beregninger for å vurdere sikker utførelse, herunder anleggstrafikk og trygg plassering av mellomlagringsarealer. 4 profiler er vurdert: VBOP-S-AV1, -AV2, -TV1 og -SE1. De tre førstnevnte er brukt for vurdering av tilkomstvei ned i ravinen, og sistnevnte er brukt for vurdering av sikker avstand fra skråningskant med hensyn til passerende anleggsvei og med hensyn til mellomlagringsområde.

For lokalt begrensede laster slik som maskinlast er 3D-effekter medregnet (se kap. B1.3). For vurdering av sikker avstand fra skråningstopp til anleggsvei og -last (VBOP-S-AV1) ble avstanden (og tilhørende bredde) økt inkrementelt inntil kravene i kap. 2.4 ble innfridd. Samtidig er maskinlast justert, slik at belastningen stadig gir samme lik resultant/momentkraft for «en hel antatt bruddform». Aktuelle tilkomstveier er vurdert på tilsvarende vis, med justering av anleggsveiens utstrekning nedover skråningen slik at lastene stadig er på drivende side av modellerte bruddflater, og lastene ytterst i bruddflatene.

For hvert profil er det estimert en «realistisk bruddmekanisme» mht. bredde og last, i tillegg til beregninger som fungerer som «teoretisk nedre grensebetingelse» der ingen 3D-effekter medregnes. Ettersom GeoSuites 3D-funksjon er teoretisk idealisert, er det for dimensjonering tatt utgangspunkt i middelveiden av estimert «realistisk» sikkerhetsfaktor og nedre grensebetingelse.

For profil VBOP-S-SE1 er forutsetningene i idealiseringene i GeoSuite relativt godt innfridd, og 3D-resultater er for dette spesifikke profilet ansett som representative. Se konklusjon i kap. B3.2.1.

For profil VBOP-S-AV1 er nedre grenseverdi for  $F_{cu}$  beregnet lik 1.5, og realistisk  $F_{cu}$  estimert til 2, middelveiden av  $F_{cu}$  blir lik 1.75, og krav til sikkerhetsfaktor er dermed innfridd.

For profil VBOP-S-AV2 er laveste beregnede  $F_{cu}$  lik 1.44, og realistisk estimat lik 1.88, middelveiden av  $F_{cu}$  blir lik 1.66, og krav til sikkerhetsfaktor er dermed innfridd.

For profil VBOP-S-TV1, som går på tvers av profil VBOP-S-AV2, er beregnet skråningsstabilitet lav. Kjerreveien i foten av skråningen i dette profilet, og belastning av anleggsvei og maskinlast vil for de fleste bruddflater der være på stabiliserende side. Derimot, for de bruddflatene der vei og last er på drivende side, vil det nødvendigvis være noe forverring. I det aktuelle profilet er forverringen av sikkerhetsfaktor under en desimal ( $F_{cu}$  er lik 1.20 før og etter), men det vil behøves utlegging av noe stabiliserende fyllmasser i foten av veien for å sikre at man ikke forverrer stabiliteten

(anslått at  $1.5 \text{ m}^3$  per løpemeter fylling med en helning på 1:2 opp mot anleggsvegen vil være tilstrekkelig).

Beregnet drenert sikkerhetsfaktor er stadig høyere enn krav for beregnede «nedre teoretiske grensebetingelse» i alle profiler, unntatt profilet VBOP-S-TV1: resultat R6 med  $F_{c,\phi}=1.23$ . Imidlertid, lasten i den beregningen er altfor stor (ikke realistisk) for en 2D-betraktning. For en mer realistisk forventet «mest ugunstige tilfelle» er estimert sikkerhetsfaktor beregnet til  $F_{c,\phi}=1.36$ . Middelerdien er da  $F_{c,\phi}\approx 1.3$ . Det må uansett legges ut masser i nedkant av kjerreveien, ref. forrige avsnitt.

### B3.2.1 Konklusjon

Resultatene viser at anleggsvei på platået langs skråningen sørvest for boligene på Eker må ha en minste avstand på 30 meter fra skråningstoppen ved det bratteste partiet av skråningen. Tilsvarende må eventuell mellomlagring av masser oppe på platået ha en avstand på ca. 50 meter fra skråningstopp når last fra anleggstrafikk og -vei medregnes.

Anleggsvei i ravinearmen rett sør for Eker kan benyttes uten videre sikringstiltak, utover hensyn mtp. bæreevne, se kap. B2.3.

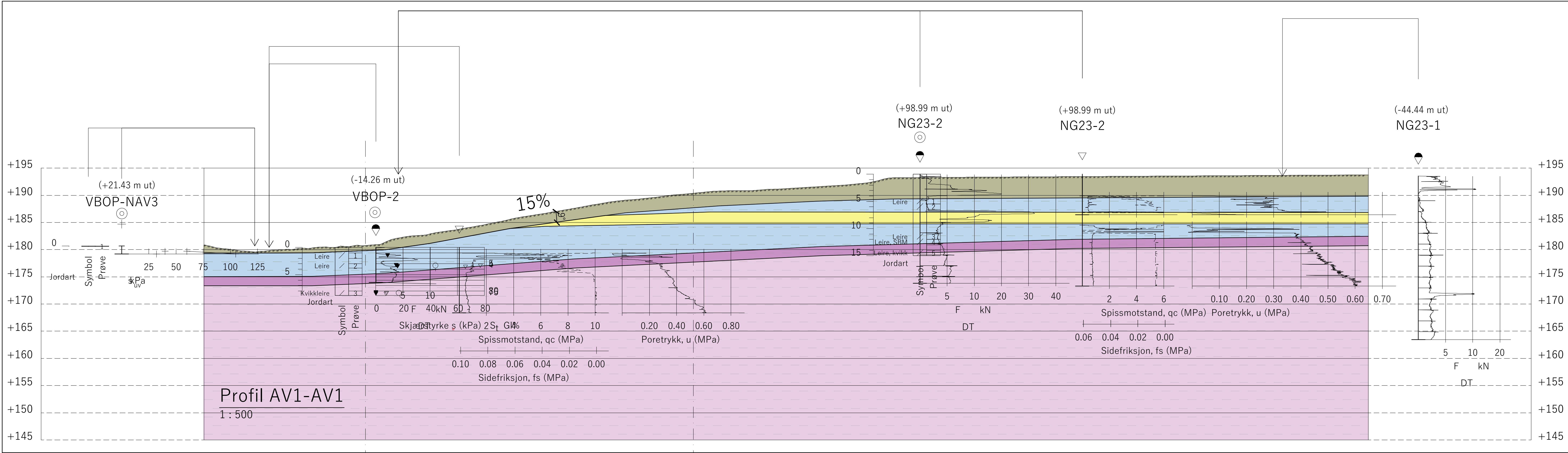
Eventuell anleggsvei via sørvestre ravinearm kan enten gå via:

- 1) kjerreveien, som da må utvides og stabiliseres med masser som legges ut langs foten av veien (helning 1:2 og ca.  $1.5 \text{ m}^3$  masser per løpemeter), eller
- 2) langs bunn av ravinearmen, fremfor å bruke eksisterende kjerrevei.

Stabilitetsmessig er alternativ (2) mest gunstig. Alternativene (1) og (2) er markert med hhv. stiplet og heltrukken linje i VBOP-PL3-AV.

## B4 Referanser

- /B1/ NGI (2024) *Tolking av beregningsparametere – Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-05-R, dato: (2024-08-29).
- /B2/ Standard Norge (2004). *Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Sist endret: (2020-12-18). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1997-1-2004a1-2013na-2020>.
- /B3/ Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU) Institutt for bygg- og miljøteknikk (IBM) Faggruppe for Geoteknikk (2016) Kompedium: *TBA4105: Geoteknikk Beregningsmetoder*. Trondheim.
- /B4/ HD Hyundai Infracore Europe: Develon (tidligere Doosan) (2023). *Informasjonsbrosjyre: Rammestyrte dumper: DA30: DA45*. Develon dokument D4600521-NO, dato (2023-06). Tilgjengelig fra: [https://rosendalmaskin.no/wp-content/uploads/2017/12/NO\\_DA30\\_DA45\\_Brochure\\_D4600521\\_06-2023.pdf](https://rosendalmaskin.no/wp-content/uploads/2017/12/NO_DA30_DA45_Brochure_D4600521_06-2023.pdf).
- /B5/ NGI (2023) *Geoteknisk datarapport, Teigebyen vest og Bahus, Nannestad*. NGI rapport 20210599-03-R, dato: (19.06.2023).
- /B6/ Norconsult AS (2015) *Områderegulering Nannestad sentrum: Grunnundersøkelser, datarapport*. Norconsult rapport 5152479-1, dato: (2019-05-21).
- /B7/ NGI (2024) *Geoteknisk datarapport: Undersøkelser for detaljprosjektering - Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-04-R, dato: (2024-08-08).
- /B8/ NGI (2023) *Vurdering av områdestabilitet Nannestad sentrum vest og Bahus*. NGI rapport 20210599-04-R, dato: (2023-09-04).

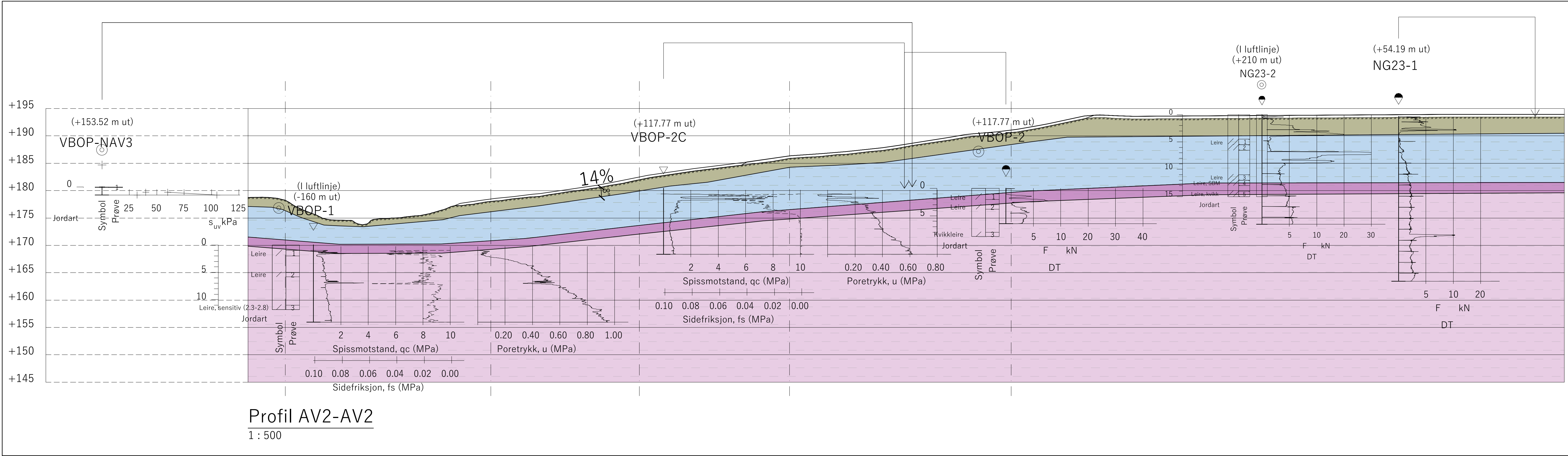


- FORKLARINGER:**
- Tørsskorpeleire
  - Leire
  - Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)
  - Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)
  - Faste masser (sand, grus)
  - Terrengoverflate

**BESKRIVELSER:**  
Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: leire, silt, sand og grus. Ved VBOP-2 nede i ravinen er øvre lag sand, myr og fast leire om hverandre. Dypere, ved ca. 4.5 meters dybde er det en overgang til sprøbrudmateriale.

**HENVISNINGER:**  
Grunnundersøkelser:  
VBOP: NGI rapport 20230614-04-R  
NG23: NGI rapport 20210599-03-R  
Plantegning: BA-PL2-PoGU

|                                                                                                                                         |                    |                                                    |                                                    |                              |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                                         |                    |                                                    |                                                    |                              |                 |
| 00                                                                                                                                      | Originalt dokument | 2024-11-04                                         | HSk                                                | IHS                          | HHe             |
| Rev.                                                                                                                                    | Beskrivelse        | Dato                                               | Tegn.                                              | Kontr.                       | Godkj.          |
| Nannestad kommune                                                                                                                       |                    | Status                                             |                                                    |                              |                 |
| Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                                        |                    | Original format<br>A3.0 (297x1189mm)               |                                                    |                              |                 |
| 20230614-02-R                                                                                                                           |                    | Målestokk                                          |                                                    | 1:300                        |                 |
| Profil AV1: Anleggsvei/traktorvei                                                                                                       |                    | Tolket lagdeling ved anleggsvei/traktorvei ned til |                                                    | Vestbybekken like sørom Eker |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no |                    | Dato<br>2024-11-04<br>Oppdragsnr.<br>20230614      | Konstr./Tegnet<br>HSk<br>Tegningsnr.<br>VBOP-P-AV1 | Kontrollert<br>IHS           | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                         |                    |                                                    |                                                    | Rev.<br>00                   |                 |



Profil AV2-AV2  
1 : 500

FORKLARINGER:

- Tørskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)
- Terrengoverflate

BESKRIVELSER:

Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: leire, silt, sand og grus.

Ved begge boringene nede i ravinen, VBOP-1 og -2, er øvre lag sand, myr og fast leire om hverandre. Dog med forskjellig tykkelse (0-1.5 mot 0-2.5 meter). Videre er det en overgang til sprøbrudmateriale (SBM) ved ca. 4.5 meters dybde i VBOP-2, mens det ikke er tolket noen lsik overgang ved VBOP-1. Imidlertid er leiren middels sensitiv med lav omrørt skjærfasthet i VBOP-1 ved 10 meters dybde ( $s_{u,r} = 2.3-2.8$  kPa) jf. ISO 17892-6:2017.

Boring NG23-2 og VBOP-1 er lagt til i tverrsnittet i etterkant av "generering", og angitt distanse er derfor ikke vinkelrett på profil-linjer, men oppgitt med korteste distanse til nærmeste profilinje-knekkpunkter.

HENVISNINGER:

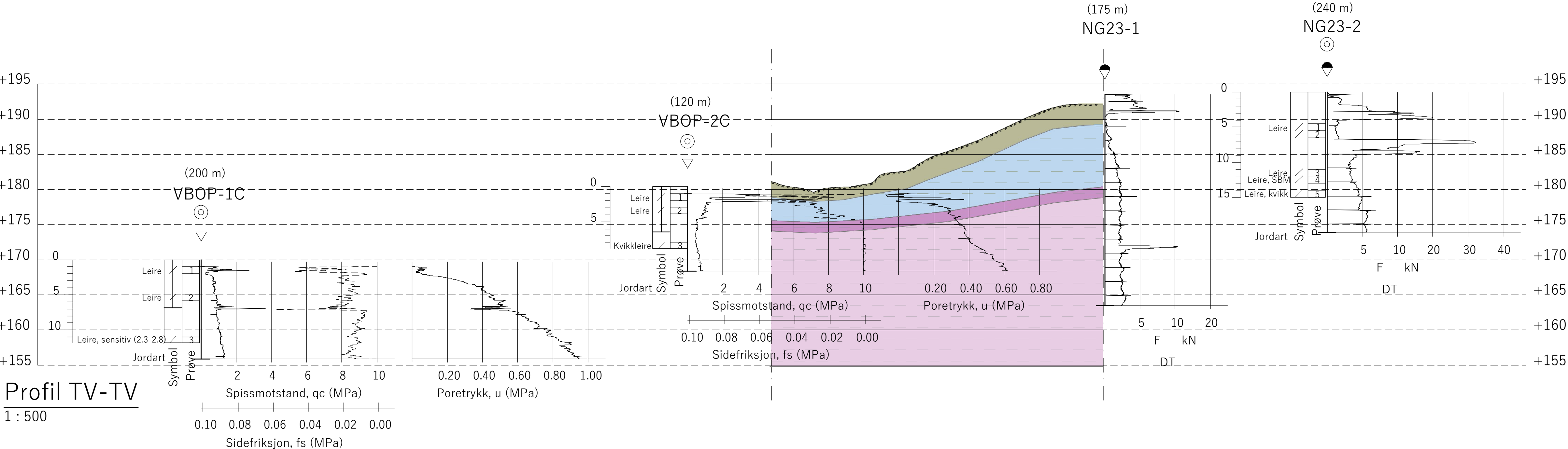
Grunnundersøkelser:  
VBOP: NGI rapport 20230614-04-R  
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning: BA-PL2-PoGU

|                                                                                                                                                          |                    |                                                                                                                                  |                                                    |                    |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| 00                                                                                                                                                       | Originalt dokument | 2024-11-04                                                                                                                       | HSk                                                | IHS                | HHe             |
| Rev.                                                                                                                                                     | Beskrivelse        | Dato                                                                                                                             | Tegn.                                              | Kontr.             | Godkj.          |
| Nannestad kommune                                                                                                                                        |                    | Status                                                                                                                           |                                                    |                    |                 |
| Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                                                         |                    | Original format<br>A3.0 (297x1189mm)<br>Tegningens filnavn: G:\prosjekt\20230614\AUTOGRAF\RT13.1_Lagdeling_FO_VBOPProfil_AV2.dwg |                                                    |                    |                 |
| 20230614-02-R<br>Profil AV2: Anleggsvei/traktorvei<br>Tolket lagdeling ved anleggsvei/traktorvei ned til<br>Vestbybekken, via sørlig kjerrevei/ravinearm |                    | Målestokk<br>1:300                                                                                                               | NGI                                                |                    |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no                  |                    | Dato<br>2024-11-04<br>Oppdragsnr.<br>20230614                                                                                    | Konstr./Tegnet<br>HSk<br>Tegningsnr.<br>VBOP-P-AV2 | Kontrollert<br>IHS | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                                          |                    |                                                                                                                                  |                                                    | Rev.               | 00              |

Profil TV-TV

1 : 500



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)
- Terrengoverflate

BESKRIVELSER:

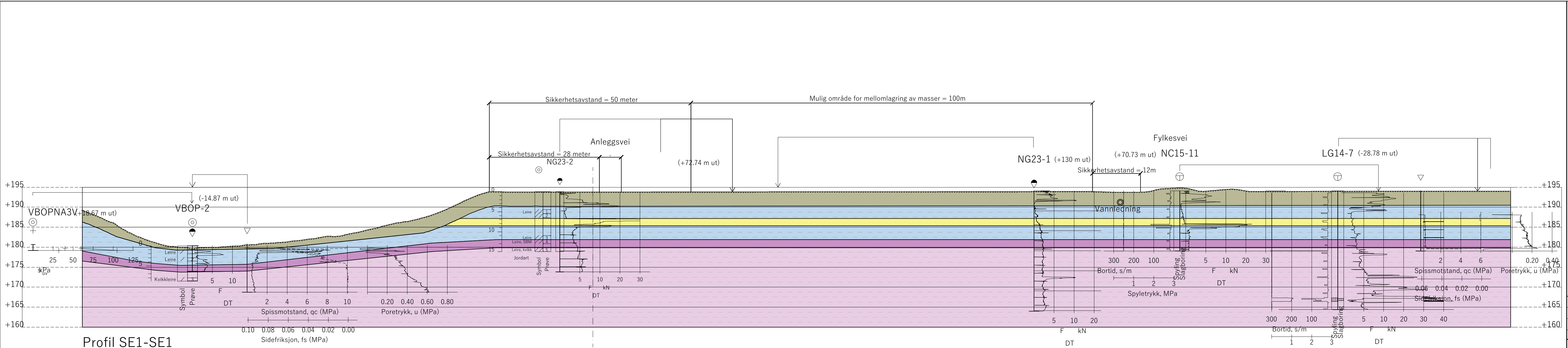
Porfil på tverrs av ravinearm med kjerrevei. Ravinearmen går ned til ravinen Vestbybekken. Nærmeste borpunkter nede i ravinen er VBOP-1 og -2, hhv. 200 meter mot vest og 120 meter øst. Overflatiske løsmasser ved disse punktene består av lag med sand, myr og fast leire om hverandre. Dog med forskjellig tykkelse (0-1.5 mot 0-2.5 meter). Videre er det en overgang til sprøbruddmateriale (SBM) ved ca. 4.5 meters dybde i VBOP-2, mens det ikke er tolket noen lsik overgang ved VBOP-1. Imidlertid er leiren middels sensitiv med lav omrørt skjærfasthet i VBOP-1 ved 10 meters dybde ( $s_{u,r} = 2.3-2.8$  kPa) jf. ISO 17892-6:2017. VBOP-2 med minst gunstig lagdeling vektlegges mest i tegningen.

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:  
VBOP: NGI rapport 20230614-04-R  
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning: BA-PL2-PoGU

|                                                                                                                                                    |                    |                                                                                              |                                                                                       |                    |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
|                                                                                                                                                    |                    |                                                                                              |                                                                                       |                    |                 |
| 00                                                                                                                                                 | Originalt dokument | 2024-11-05                                                                                   | HSk                                                                                   | IHS                | HHe             |
| Rev.                                                                                                                                               | Beskrivelse        | Dato                                                                                         | Tegn.                                                                                 | Kontr.             | Godkj.          |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                              |                    | Status<br>-                                                                                  |                                                                                       |                    |                 |
|                                                                                                                                                    |                    | Original format<br>A3.0 (297x1189mm)                                                         |                                                                                       |                    |                 |
|                                                                                                                                                    |                    | Tegningens filnavn<br>G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF\RT1\3. Lagdeling\FO - VBOP\Profil TV1.dwg |                                                                                       |                    |                 |
|                                                                                                                                                    |                    |                                                                                              |                                                                                       |                    |                 |
| 20230614-02-R<br>Profil TV1: Tverrsnitt - anleggsvei/kjerrevei<br>Tolket lagdeling ved kjerrevei ned til<br>Vestbybekken, via sørvestlig ravinearm |                    | Målestokk<br><br>1:350                                                                       |  |                    |                 |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no              |                    | Dato<br>2024-11-05                                                                           | Konstr./Tegnet<br>HSk                                                                 | Kontrollert<br>IHS | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                                    |                    | Oppdragsnr.<br>20230614                                                                      | Tegningsnr.<br>VBOP-P-TV1                                                             | Rev.<br>00         |                 |



Profil SE1-SE1  
1 : 500

FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (sand, grus)
- Terrengoverflate

BESKRIVELSER:

Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: leire, silt, sand og grus. Ved VBOP-2 nede i ravinen er øvre lag sand, myr og fast leire om hverandre. Dypere, ved ca. 4.5 meters dybde er det en overgang til sprøbrudmateriale.

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:  
VBOP: NGI rapport 20230614-04-R  
NG23: NGI rapport 20210599-03-R  
LG14: Løvlien rapport 14163 nr. 1, rev. 02  
NC15: Norconsult rapport 5152479-1

Plantegning: BA-PL2-PoGU

|      |                    |            |       |        |        |
|------|--------------------|------------|-------|--------|--------|
| 00   | Originalt dokument | 2024-11-02 | HSk   | IHS    | HHe    |
| Rev. | Beskrivelse        | Dato       | Tegn. | Kontr. | Godkj. |

Nannestad kommune

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

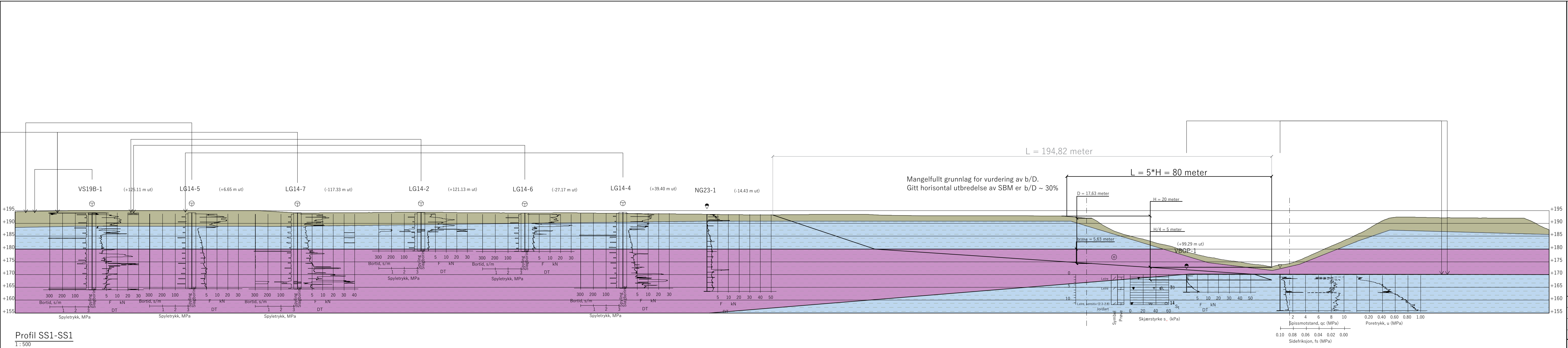
20230614-02-R  
Profil SE1: Sør for Eker  
Tolket lagdeling sør for Eker, mot Vestbybekken

Status  
Original format  
A3.0 (297x1189mm)  
Tegningens filnavn

Målestokk  
1:400

NGI

|                                                                                                                                         |                                               |                                                    |                    |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|-----------------|
| NGI<br>Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no | Dato<br>2024-11-02<br>Oppdragsnr.<br>20230614 | Konstr./Tegnet<br>Hsk<br>Tegningsnr.<br>VBOP-P-SE1 | Kontrollert<br>IHS | Godkjent<br>HHe |
|                                                                                                                                         |                                               |                                                    |                    | Rev.<br>00      |



Profil SS1-SS1  
1 : 500

FORKLARINGER:

- Tørreskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (sand, grus)
- Terrangoverflate

BESKRIVELSER:

Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: leire, silt, sand og grus. Ved VBOP-1 nede i ravinen er øvre lag (0-1.5m) sand, myr og fast leire om hverandre. Ved større dybde går leiren fra lite til middels sensitiv over til middels mot antatt høy sensitivitet. Leiren ved 10 meters dybde i VBOP-1 har en omrørt skjærfasthet på 2.3-2.8 kPa etter ISO 17892-6:2017.

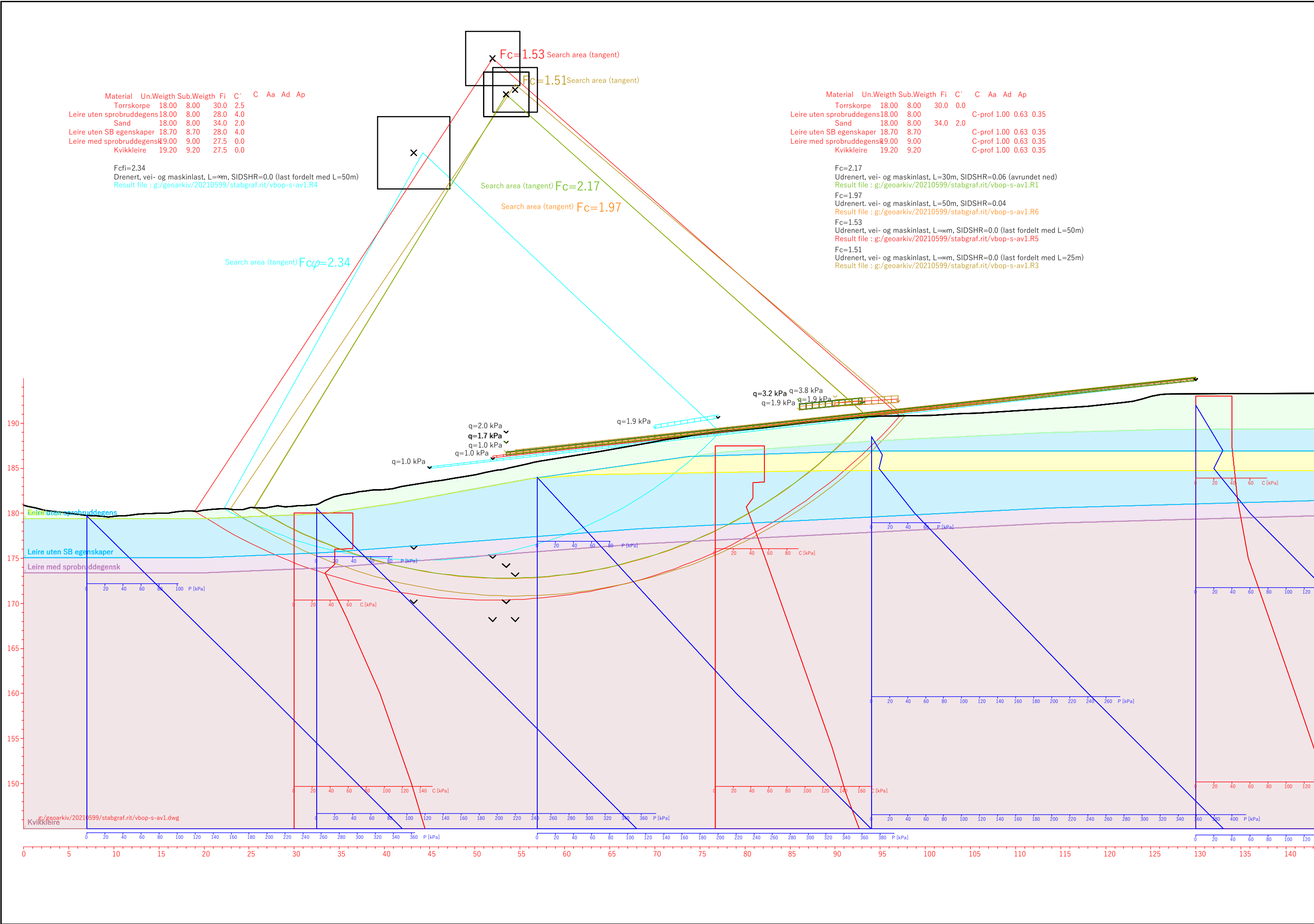
Ev. forekomst og utbredelse av sprøbrudmateriale (SBM) i skråningen og overgang fra ikke-SBM til SBM indikert i NG23-1 er ukjent.

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:  
VBOP: NGI rapport 20230614-04-R  
NG23: NGI rapport 20210599-03-R  
LG14: Løvlien rapport 14163 nr. 1, rev. 02  
VS19B: VSO rapport 19225 (2019-07-17)

Plantegning: BA-PL2-PoGU

|                                                                                                                                                                                            |                    |  |                                                                      |                |                                                                                       |          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|----------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|
|                                                                                                                                                                                            |                    |  |                                                                      |                |                                                                                       |          |     |
| 00                                                                                                                                                                                         | Originalt dokument |  | 2024-11-05                                                           |                | Hsk                                                                                   | IHS      | HHe |
| Rev.                                                                                                                                                                                       | Beskrivelse        |  | Dato                                                                 | Tegn.          | Kontr.                                                                                | Godkj.   |     |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus<br><br>20230614-02-R<br>Profil SS1: Sør i skogen<br>Tolket lagdeling sør i skogen i det øvre partiet av Vestbybekken |                    |  | Status                                                               |                |                                                                                       |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | -                                                                    |                |                                                                                       |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | Original format                                                      |                |                                                                                       |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | A3.0 (297x1189mm)                                                    |                |                                                                                       |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | Tegningens filnavn                                                   |                |                                                                                       |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | G:\prosjekt\20230614\AUTOGRAF\RT13.1_LagdelingFO-VBOP\Profil SS1.dwg |                |                                                                                       |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | Målestokk                                                            |                |  |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | 1:625                                                                |                |                                                                                       |          |     |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no                                                      |                    |  | Dato                                                                 | Konstr./Tegnet | Kontrollert                                                                           | Godkjent |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | 2024-11-05                                                           | Hsk            | IHS                                                                                   | HHe      |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | Oppdragsnr.                                                          | Tegningsnr.    | Rev.                                                                                  |          |     |
|                                                                                                                                                                                            |                    |  | 20230614                                                             | VBOP-P-SS1     | 00                                                                                    |          |     |



### FORKLARINGER:

Tørrskorpeleire

Leire

Sand

Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)

Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)

### BESKRIVELSER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon ( $F_{c,u}$ ) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ( $F_{c,\phi}$ ) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer). Beregninger er gjort for dagens terreng, i tillegg til ulike lastsituasjoner med utlagt bærelag for anleggsvei på eksisterende kjerrevei, og last fra anleggsmaskiner.

Beregninger er utført for å vurdere om det er mulig å benytte traktorveien/skitraséen for anleggstrafikk ned i ravinen etter krav i EK7 og NVEs 1/2019. Beregninger er utført iterativt, hvor: (A) bredden på bruddkropp er justert til det som fremstår mest realistisk i plantegning (stadig med vekt på store bredder der 3D-effekter gir minst andelsmessig bidrag til stabiliteten), og (B) tilsvarende er laster fra anleggsmaskiner også justert, slik at momentkraften fra maskinen som inngår i beregnet sikkerhetsfaktor alltid er lik uavhengig av vurdert bredde.

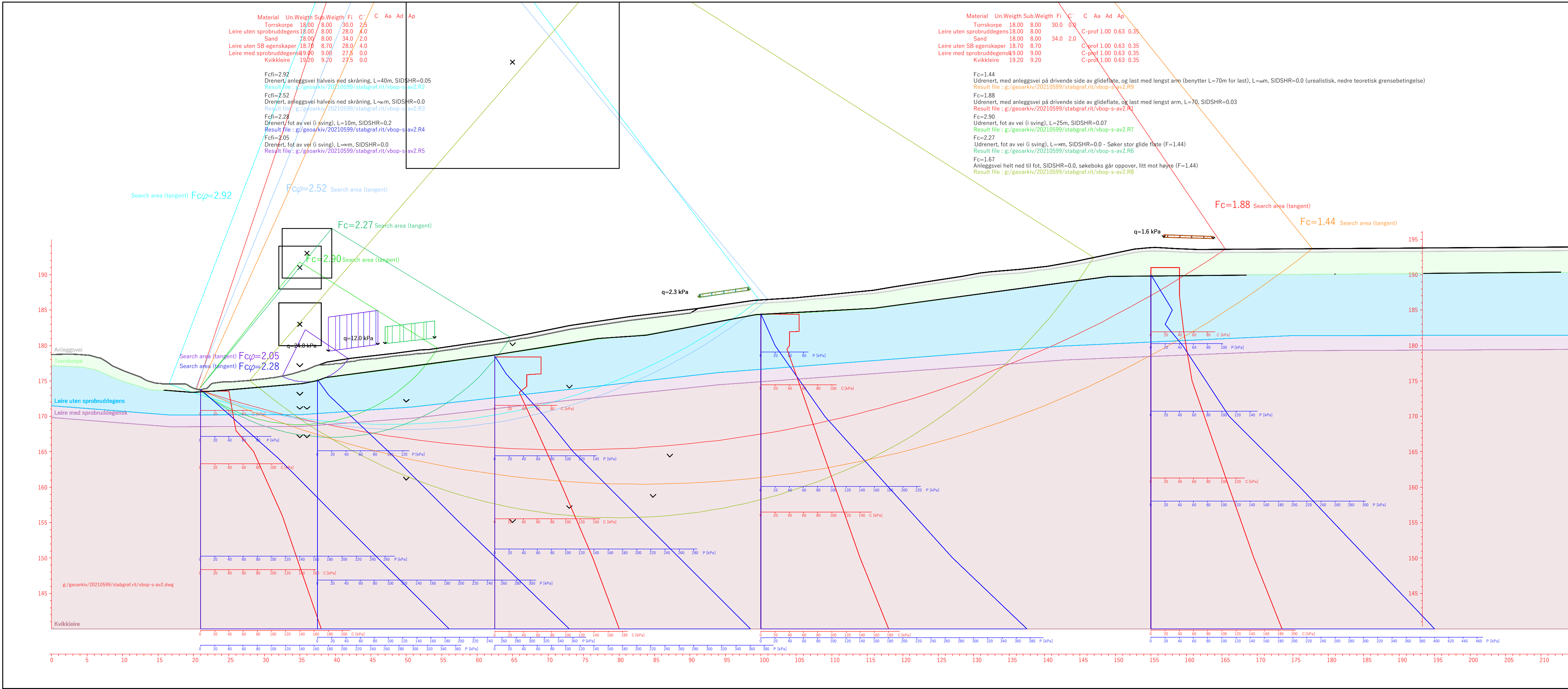
Udrenerte beregninger er vist både med og uten medregnede 3D-effekter - Strengt tatt går laster mot null når L går mot  $\infty$ , men det er medregnet last for en nedre teoretisk grensebetingelse. Medregnet 3D-effekter, dvs. med laster tilpasset slik at momentkraft fra vei og maskinlast blir representativ, er sikkerhetsfaktor  $F_{cu} = 2$ . Nedre grensebetingelse for drenerte beregninger viser tilstrekkelig sikkerhet.

Basert på resultatene for dette snittet er det akseptabelt å kjøre ned i ravinen, uten videre sikring (f.eks. avlasting i topp for slakere vei).

### HENVISNINGER:

Plantegning: VBOP-PL3-AV

|                                                                                                                                                         |                    |                                     |                |                                                                                                            |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                                         |                    |                                     |                |                                                                                                            |          |
| 00                                                                                                                                                      | Originalt dokument | 2024-11-14                          | HSk            | JLS                                                                                                        | HHe      |
| Rev.                                                                                                                                                    | Beskrivelse        | Dato                                | Tegn.          | Kontr.                                                                                                     | Godkj.   |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                                   |                    | Status                              |                |                                                                                                            |          |
|                                                                                                                                                         |                    | -                                   |                |                                                                                                            |          |
|                                                                                                                                                         |                    | Original format<br>A3.2 (297x594mm) |                |                                                                                                            |          |
| 20230614-02-R<br>Stabilitetsberegning, profil AV1: Anleggsvei/traktorvei<br>Resultater for anleggsvei og -maskiner<br>Drenerte og udrenerte beregninger |                    | Tegningens filnavn                  |                | G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF-RTT1.5 - Stabilitetsberegninger\FO - Vestbybekken, Øvre Parti\VBOP-S-AV1.dwg |          |
|                                                                                                                                                         |                    | Målestokk                           | 1:400          |                                                                                                            |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no                   |                    | Dato                                | Konstr./Tegnet | Kontrollert                                                                                                | Godkjent |
|                                                                                                                                                         |                    | 2024-11-14                          | HSk            | JLS                                                                                                        | HHe      |
|                                                                                                                                                         |                    | Oppdragsnr.                         | Tegningsnr.    |                                                                                                            | Rev.     |
|                                                                                                                                                         |                    | 20230614                            | VBOP-S-AV1     |                                                                                                            | 00       |



## FORKLARINGER:

- Anleggsvei
- Tørskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ( $s_{u,r} \leq 1.27$  kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ( $s_{u,r} \leq 0.33$  kPa, ISO 17892-12)

## BESKRIVELSER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon ( $F_{c,u}$ ) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ( $F_{c,\phi}$ ) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer). Beregninger er gjort for ulike lastsituasjoner med utlagt bærelag for anleggsvei på eksisterende kjerrevei, og last fra anleggsmaskiner.

Beregninger er utført for å vurdere om det er mulig å benytte kjerreveien for anleggstrafikk ned i ravinen etter krav i EK7 og NVEs 1/2019. Det antas at beregnet skråningsstabilitet vil være relativt lik som vist her, dersom det legges anleggsvei midt i ravinearmen fremfor via eksisterende kjerrevei. - Forskjellen mellom å bruke eksisterende kjerrevei og legge ny vei midt i ravinearmen, begrenser seg hovedsakelig til bæreevne lokalt i foten av veien, dvs. på tvers av veien/opptegnet tverrsnitt, se VBOP-S-TV1.

Beregninger er utført iterativt, hvor: (A) bredden på bruddkropp er justert til det som fremstår mest realistisk i plantegning (stadig med vekt på store bredder der 3D-effekter gir minst andelsmessig bidrag til stabiliteten), og (B) tilsvarende er laster fra anleggsmaskiner også justert, slik at momentkraften fra maskinen som inngår i beregnet sikkerhetsfaktor alltid er lik uavhengig av vurdert bredde.

Basert på resultatene for dette snittet er det akseptabelt å kjøre ned i ravinen, uten videre sikring (f.eks. avlastning i topp for slakere vei). Bæreevne lokalt på tvers av kjerreveien er en annen sak. Håndberegninger viser at foten av veien ikke bør overstige 2 meters høyde (gitt helning 1:1 eller brattere) (anslaget forutsetter belastning med dumper og anleggsvei utlagt over eksisterende kjerrevei), se også VBOP-S-TV1. Det må ikke graves i eller nært veien, da den går nedover en bratt skråning (tverrstilt ift. opptegnet snitt).

## HENVISNINGER:

Plantegning: VBOP-PL3-AV

|                                                         |                    |                                                |                |             |          |
|---------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------|----------------|-------------|----------|
|                                                         |                    |                                                |                |             |          |
|                                                         |                    |                                                |                |             |          |
| 00                                                      | Originalt dokument | 2024-11-10                                     | HSK            | JLS         | HHe      |
| Rev.                                                    | Beskrivelse        | Dato                                           | Tegn.          | Kontr.      | Godkj.   |
| Nannestad kommune                                       |                    | Status                                         |                |             |          |
| Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus        |                    | Original format                                |                |             |          |
|                                                         |                    | A3.1 (297x841mm)                               |                |             |          |
|                                                         |                    | Tegningens filnavn                             |                |             |          |
|                                                         |                    | g:/geoarkiv/20230614/AUTOGRAF/RT11.5           |                |             |          |
|                                                         |                    | Stabilitetsberegninger/FD - Vestbybakken, Øvre |                |             |          |
|                                                         |                    | Plan/VBOP-S-AV2.dwg                            |                |             |          |
| 20230614-02-R                                           |                    | Målestokk                                      |                |             |          |
| Stabilitetsberegning, profil AV2: Anleggsvei/kjerrervei |                    | 1:350                                          |                |             |          |
| Resultater for anleggsvei og anleggsmaskiner            |                    |                                                |                |             |          |
| Drenerte og udrenerte beregninger                       |                    |                                                |                |             |          |
| NGI                                                     |                    | Dato                                           | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion             |                    | 2024-11-10                                     | HSK            | JLS         | HHe      |
| NO-0806 Oslo, Norway                                    |                    | Oppdragsnr.                                    | Tegningsnr.    | Rev.        |          |
| T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48               |                    | 20230614                                       | VBOP-S-AV2     |             | 00       |
| www.ngi.no                                              |                    |                                                |                |             |          |



- ## BESKRIVELSER:
- Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon ( $F_{c\Delta}$ ) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ( $F_{c\phi}$ ) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer). Beregninger er gjort for dagens terreng, i tillegg til ulike lastsituasjoner med anleggsvei og -maskiner nærme skråningskant. Beregninger er utført for å kontrollere minste avstand fra skråningskant til (1) anleggsvei og (2) midlertidig lagring.
- Skråningen langs Vestbybekken har relativt lik geometri nedover ravinen. GeoSuites 3D-funksjon er spesifikt utviklet for lange skråninger med lik geometri (og lagdeling samt last), og funksjonen er i den sammenheng ansett å være egnet for vurdering av skråningene langs Vestbybekken. Sikkerhetsavstander er så vurdert i en iterativ prosess: (A) bredden på bruddkropp er justert til noe som fremstår realistisk (stadig med vekt på store bredder der 3D-effekter gir minst andelsmessig bidrag til stabiliteten), og (B) tilsvarende er laster fra anleggsmaskiner også justert, slik at momentkraften fra maskinen som inngår i beregnet sikkerhetsfaktor alltid er lik uavhengig av vurdert bredde.

HENVISNINGER:

Plantegning: VBOP-PL3-AV og VBOP-PL4-ML

|                                                                                                                                                                   |                    |             |                                                                                                             |             |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
|                                                                                                                                                                   |                    |             |                                                                                                             |             |          |
| 0                                                                                                                                                                 | Originalt dokument |             | 2024-11-01                                                                                                  | Hsk         | JLS      |
| ev.                                                                                                                                                               | Beskrivelse        |             | Dato                                                                                                        | Tegn.       | Kontr.   |
| Nannestad kommune<br>Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus                                                                                             |                    |             |                                                                                                             | Godkj.      |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             | Status                                                                                                      |             |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             | Original format                                                                                             |             |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             | A3.1 (297x841mm)                                                                                            |             |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             | Tegningens filnavn                                                                                          |             |          |
| 20230614-02-R<br>Stabilitetsberegning, profil SE1: Skråning ved Eker<br>Resultater for lokale anleggslaster og mellomlagring<br>Drenerte og udrenerte beregninger |                    |             | G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF\RT11.5<br>Stabilitetsberegninger\FO - Vestbybekken, Øvn<br>Part\VBOP-S-SE1.dwg |             |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             | Målestokk                                                                                                   |             |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             | 1:350                                                                                                       |             |          |
|                                                                                                                                                                   |                    |             |                        |             |          |
| NGI<br>Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion<br>NO-0806 Oslo, Norway<br>T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48<br>www.ngi.no                             |                    | Dato        | Konstr./Tegnet                                                                                              | Kontrollert | Godkjent |
|                                                                                                                                                                   |                    | 2024-11-01  | Hsk                                                                                                         | JLS         | HH       |
| Oppdragsnr.                                                                                                                                                       |                    | Tegningsnr. |                                                                                                             | Rev.        |          |
| 20230614                                                                                                                                                          |                    | VBOP-S-SE1  |                                                                                                             | 00          |          |



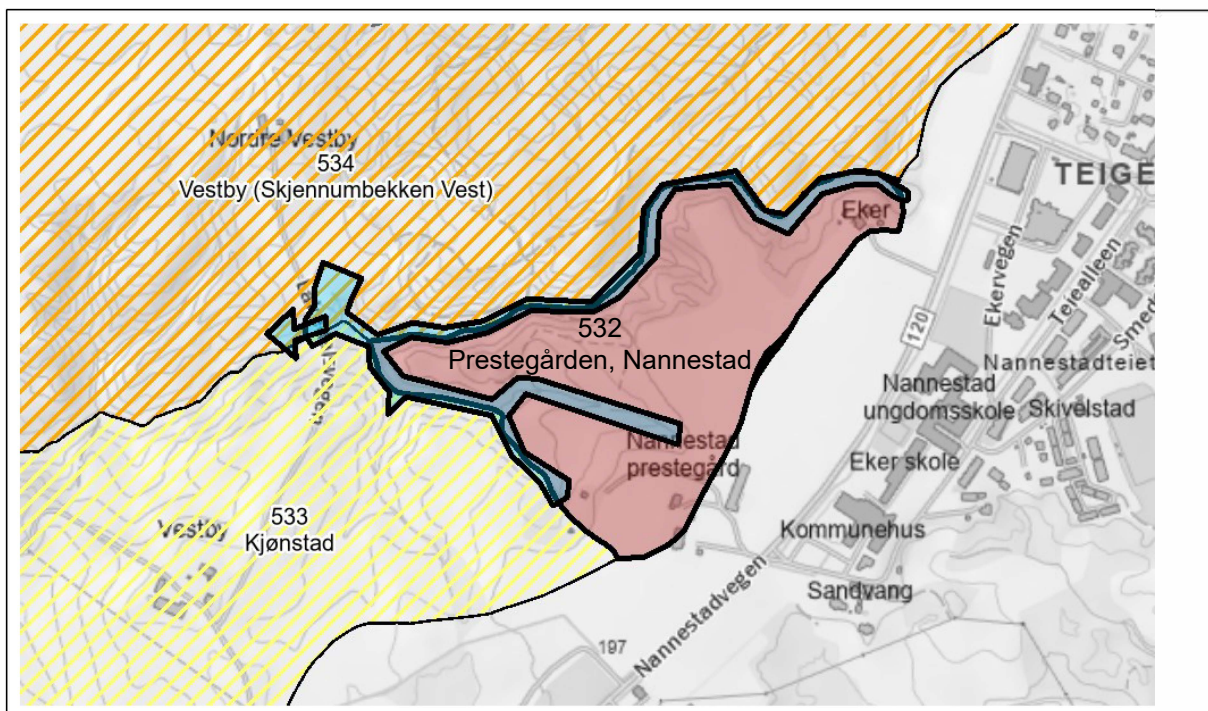
# Vedlegg C

FAKTAARK: FAREGRADSKLASSIFISERING  
FOR SPESIFIKT PARTI

**NVE**Norges vassdrags-  
og energidirektorat

## 532: Nannestad prestegård - Kommune: Nannestad

|                   |                                                |
|-------------------|------------------------------------------------|
| Faregradklasse    | Middels                                        |
| Konsekvensklasse  | Mindre alvorlig                                |
| Risikoklasse      | 2                                              |
| Grunnforhold      | Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4      |
| Sonestatus        | Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning |
| Prosjektype       | Sikringstiltak                                 |
| Oppfølgingsbehov  | Behov for sikring                              |
| Opprettet         | 19.12.2003                                     |
| Sist oppdatert    | 26.06.2024                                     |
| Sist oppdatert av | STIFTELSEN NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT        |



| Bemerkninger |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22.10.2015   | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 26.06.2024   | <p>Faktaarket er utarbeidet ifm. detaljprosjektering av sikringstiltak samt søknadsskriving for tilskudd til sikringsarbeider fra NVE. Oppdragsgiver er Nannestad kommune, rådgiver er NGI.</p> <p>NGI har i perioden 2021-2023 utført kartlegging av arealer som er utsatt for middels til høy risiko mtp. kvikkleireskredfare vest for Teigebyen. Fremgangsmåten har vært stegvis, med vurderinger, grunnundersøkelser og risikovurderinger i flere omganger basert på tilgjengelig info. Det er ikke utført faresonekartlegging som sådan, men snarere identifisering av områder som er utsatt for høy risiko, som kommunen er anbefalt å prioritere å sikre. Ref. vurderinger NGI rapport 20210599-01-R tom. 04-R.</p> <p>Partiet øverst i Vestbybekken innenfor sonen "532 Nannestad prestegård" er anbefalt sikret. Det er to boenheter der, ved Eker: Nannestadvegen 256 og 258. Klassifiseringene i foreliggende faktaark er spesifikke for partiet som skal sikres, ikke nødvendigvis for hele sonen "532 Nannestad prestegård".</p> <p>Tiltakskategorien for prosjekterte sikringstiltak er K2 og det utføres derfor heller ikke uavhengig kvalitetssikring. Alt av sikringsarbeider skal tilfredsstille krav: Dersom krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke er tilfredsstilt skal anleggsarbeider og tiltak ikke medføre forverring.</p> |

| Referanser                                |
|-------------------------------------------|
| NGI rapport 81071-1, NGI rapport 81071-2, |

| Fareberegning |             |          |       |      |       |
|---------------|-------------|----------|-------|------|-------|
| Faktor        | Beskrivelse | Faregrad | Score | Vekt | Poeng |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |   |   |   |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|---|---|
| Skredaktivitet                       | I 2012 gikk det et skred ca. 500 meter nordvest for aktuelt område, midt i sonen "534 Vestby". Ellers er det flere historiske utglidninger og skred i nærområdet (<2 km).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Høy          | 3 | 1 | 3 |
| Skråningshøyde i meter               | Skråninger langs partiet som skal sikres har høyder oppimot ca. 19 meter fra Vestbybekken.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15-20        | 1 | 2 | 2 |
| Forkonsolidering pga terrengsenkning | Historisk terrengnivå på tidligere "platålandskap" på ved ca. 195 moh. OCR vurdert for punkt med terrengnivå lik 193 og 12 meters dyp. sig'v0 ~ 135 kPa, EPOP ~ 17 kPa, OCR ~ 1.13.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,0-1,2      | 3 | 2 | 6 |
| Poretrykk                            | Flesteparten av kjente piezometre ved Teigebyen er installert i sentrum, inne på platålandskapet, og viser hydrostatisk poretrykksfordeling der. Utover disse, kjenner NGI bare til piezometre installert ved Bahus, vest for Teigebyen. Disse er installert midt i en skråning og har målt poreundertrykk: gradient 0.2 og GVS ved D~2m. Det er samtidig forventet poreovertrykk under bekken der, og angitt poretrykksfordeling jf. 9/2020 er derfor "hydrostatisk" der. Antatt lik fordeling i skråninger her. | Hydrostatisk | 0 | 3 | 0 |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |   |   |   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|---|---|
| Kvikkleiremektighet | Boringer viser kvikkleire fra ca. 10 meters dyp ved platålandskapet og 4 meters dyp langs enkelte partier av bekken forbi Eker. Lengre nedstrøms viser boring i skråningsfot "ikke sprøbruddmateriale", men for øvrig er leiren sensitiv. b/D-forhold under 50% og over 25%.                                                                                                                                                                                                             | H/4-H/2          | 2 | 2 | 4 |
| Sensitivitet        | Leiren er kvikk (ved aktuelt nivå er $s_u = 40$ kPa, $s_{u,r} = 0.1$ kPa, og $St = 400$ ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | >100             | 3 | 1 | 3 |
| Erosjon             | Generelt "lite", men stedvis "noe". En mellomting er mest riktig, men "lite" anses som mer riktig enn "noe" for mulig graderingsskala.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Lite             | 1 | 3 | 3 |
| Inngrep             | Det er bakkeplanert i området i etterkrigstiden tom. nå. De siste 15 årene er det bl.a. fylt ut i (tidligere) ravinearm øst for Eker, i tillegg til noen utfyllinger ute på skråningskant av jordene. Førstnevnte er stabilitetsmessig gunstig, mens de sistnevnte er ugunstige. Ved Eker er det både fylt i skråningsfot (som er positivt), samtidig som platået er utvidet (dvs. utfyllt i skråningstopp også) (negativt). Effekten av terrenginngrep ved Eker er derfor ikke entydig. | Liten forverring | 1 | 3 | 3 |

|                 |            |  |  |  |              |
|-----------------|------------|--|--|--|--------------|
| Total poengsum  |            |  |  |  | 24           |
| Prosent av maks |            |  |  |  | 47,058<br>82 |
| Sist oppdatert  | 25.06.2024 |  |  |  |              |

| Konsekvensberegning |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |       |      |       |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|------|-------|
| Faktor              | Beskrivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Konsekvens | Score | Vekt | Poeng |
| Boligheter          | Det er et par boenheter ved Eker som er spesielt utsatt mtp. ev. skred utløst langs partiet som skal sikres. I tillegg er det et gårdsbruk sør i faresonen.                                                                                                                                            | Spredt ≤ 5 | 1     | 4    | 4     |
| Næringsbygg         | Gårdsbygninger inkludert fjøs med flere titalls kyr. Lite personopphold.                                                                                                                                                                                                                               | Ingen      | 0     | 3    | 0     |
| Annen bebyggelse    | Ingen. Nærhet til fylkesvei og sentrum gjør at et ev. skred her ville skape mye uro i lokalsamfunnet                                                                                                                                                                                                   | Ingen      | 0     | 1    | 0     |
| Veier               | Ingen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <100       | 0     | 2    | 0     |
| Toglinje            | Ingen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Ingen      | 0     | 2    | 0     |
| Kraftnett           | Ingen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Lokal      | 0     | 1    | 0     |
| Oppdemning          | Ved ev. skred vil tilkomstveier til et par gårder muligens rammes. Det er antatt lite sannsynlig men et ev. skred kan potensielt også føre til en oppdemming av ravinen med ev. påfølgende dambrudd og masseførende flom som igjen ev. utløser nye skred nedstrøms (det er flere faresoner nedstrøms). | Liten      | 1     | 2    | 2     |

|                 |            |  |  |  |              |
|-----------------|------------|--|--|--|--------------|
| Total poengsum  |            |  |  |  | 6            |
| Prosent av maks |            |  |  |  | 13,333<br>33 |
| Sist oppdatert  | 25.06.2024 |  |  |  |              |

|                                                                                                                                                                                    |                                                  |                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Dokumentinformasjon/Document information</b>                                                                                                                                    |                                                  |                                                  |
| <b>Dokumenttittel/Document title</b><br>Øvre parti av Vestbybekken - Detaljprosjektering av erosjonssikring                                                                        |                                                  | <b>Dokumentnr./Document no.</b><br>20230614-02-R |
| <b>Dokumenttype/Type of document</b><br>Rapport / Report                                                                                                                           | <b>Oppdragsgiver/Client</b><br>Nannestad kommune | <b>Dato/Date</b><br>2025-01-15                   |
| <b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b><br>NGI                                                                    |                                                  | <b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b><br>0 /  |
| <b>Distribusjon/Distribution</b><br>BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees |                                                  |                                                  |
| <b>Emneord/Keywords</b><br>Områdeskredfare, detaljprosjektering, sikringstiltak, erosjonssikring, anleggsvei, dyrket mark, ravine, hydrologi, hydraulikk                           |                                                  |                                                  |

|                                                                              |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Stedfesting/Geographical information</b>                                  |                                                                 |
| <b>Land, fylke/Country</b><br>Norge, Akershus                                | <b>Havområde/Offshore area</b>                                  |
| <b>Kommune/Municipality</b><br>Nannestad                                     | <b>Feltnavn/Field name</b>                                      |
| <b>Sted/Location</b><br>Øvre parti av Vestbybekken, rett vest om Teigebyen   | <b>Sted/Location</b>                                            |
| <b>Kartblad/Map</b><br>Kart 10034 i Norges-serien                            | <b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>                          |
| <b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b><br>Sone: 32 Øst: 611100 Nord: 6678150 | <b>Koordinater/Coordinates</b><br>Projeksjon, datum: Øst: Nord: |

| <b>Dokumentkontroll/Document control</b><br>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001 |                                       |                                                            |                                                       |                                                        |                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Rev/<br>Rev.                                                                                                            | Revisjonsgrunnlag/Reason for revision | Egenkontroll<br>av/<br>Self review by:                     | Sidemanns-<br>kontroll av/<br>Colleague<br>review by: | Uavhengig<br>kontroll av/<br>Independent<br>review by: | Tverrfaglig<br>kontroll av/<br>Inter-<br>disciplinary<br>review by: |
| 0                                                                                                                       | Originaldokument                      | 2025-01-10<br>Ingar Haug<br>Steinholt /<br>Hallvard Skrede | 2025-01-14<br>Håkon Heyerdahl                         |                                                        |                                                                     |
|                                                                                                                         |                                       |                                                            |                                                       |                                                        |                                                                     |
|                                                                                                                         |                                       |                                                            |                                                       |                                                        |                                                                     |
|                                                                                                                         |                                       |                                                            |                                                       |                                                        |                                                                     |
|                                                                                                                         |                                       |                                                            |                                                       |                                                        |                                                                     |

|                                                                            |                                     |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Dokument godkjent for utsendelse/<br/>Document approved for release</b> | <b>Dato/Date</b><br>15. januar 2025 | <b>Prosjektleder/Project Manager</b><br>Hallvard Skrede |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|

NGI – Norges Geotekniske Institutt - er et uavhengig forskningsinstitutt innen geoteknikk og andre ingeniørrettede geofag.

Vi kombinerer geokunnskap og teknologi for å utvikle smarte og bærekraftige løsninger innen infrastruktur på land og til havs, innen miljøteknologi, forurensset grunn og naturfarer som jord- og snøskred. Forskingen vår leverer kunnskap som bidrar til å løse noen av de viktigste utfordringene verden står overfor innenfor klima, miljø, energi og samfunnssikkerhet.

Samfunnsoppgaven vår er å utvikle geofagene og fremskaffe kunnskapsgrunnlaget for å bygge, bo og ferdes på sikker grunn. Dette løser vi ved å la forskning og rådgivning gå "hånd i hånd" og være brobygger mellom akademia, næringsliv og det offentlige.

Vi har kontorer i Norge, USA og Australia og vi har internasjonalt anerkjente laboratorier.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI – The Norwegian Geotechnical Institute – is an independent research centre in the field of geotechnical engineering and the engineering geosciences.

We combine geotechnical knowledge and technology to develop smart and sustainable solutions in infrastructure on land and at sea, in environmental technology, contaminated soil and natural hazards such as landslides and avalanches. Our research provides knowledge that contributes to solve some of the most important challenges the world faces with regards to climate, the environment, energy and societal security.

Our societal mission is to develop the geosciences and produce the knowledge basis to build, live and travel on safe ground. We solve this by combining research and consulting hand-in-hand and being a bridge-builder between academia, industry and the public sector.

We have offices in Norway, the US and Australia, including internationally recognised laboratories.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

