

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

BAHUS - DETALJPROSJEKTERING AV
SKRÅNINGSSTABILISERING OG EROSJONS-
SIKRING

DOK.NR. 20230614-01-R
REV.NR. 1 / 2025-09-18

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 Bahun
Dokumenttittel: Bahun - Detaljprosjektering av skråningsstabilisering og erosjonssikring
Dokumentnr.: 20230614-01-R
Dato: 2024-10-14
Rev.nr. / Rev.dato: 1/ 2025-09-18

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Nannestad kommune
Kontaktperson: Elisabeth Mo Wroldsen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 2023-11-28

for NGI

Prosjektleder: Hallvard Skrede
Utarbeidet av: Hallvard Skrede, Ingar Haug Steinholt, Jørgen Løkken Skaatan
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 sikringstiltak ved prosjektdelområdet Bahus, hvor kommunens tekniske drifts- og beredskapssenter (brannvesen) ligger, samt kommunens KAN-senter (kompetanse- og arbeidssenter).

Sikringstiltaket skal (1) forebygge videre erosjon langs partier hvor det er kartlagt pågående erosjon med skredutsatt terreng i overkant, samt (2) forbedre skråningsstabiliteten langs et parti av ravinen nord for kommunens anlegg hvor skråningene har lav beregnet stabilitet. Stabiliserende tiltak er foreslått i form av avlastning av haugene, kombinert med oppfylling i ravinen i foten av skråningene.

Rapporten inneholder prosjekteringsgrunnlag for utførelse, geotekniske og hydrauliske beregninger, samt bakgrunn for dimensjonering, herunder krav til skråningssikkerhet i henhold til lovverk og veiledere.

Før igangsettelse, må gjøremålene listet opp i kap. 6.2 være utført.

Rapporten er revidert i forbindelse med uavhengig kontroll av prosjektering, utført av Multiconsult AS. Forutsetningene for godkjenning av rapporten skal nå være innarbeidet i rapporten. Det er også inkludert dokumentasjon på at tiltaket oppnår tiltenkt sikkerhetsnivå.

Innhold

1	Rapportens oppbygning	7
2	Bakgrunn	7
3	Prosjekteringsforutsetninger	8
3.1	EKO: Pålitelighetsklasse og kontrollklasser	9
3.2	EK7: Geoteknisk kategori	9
3.3	EK8: Seismisk klasse	9
3.4	NVEs 1/2019: Krav til områdestabilitet - Tiltakskategorier	9
3.5	SAK10: Tiltaksklasse	10
4	Prosjektbeskrivelse	11
4.1	Beskrivelse av tiltaket	11
4.2	Beskrivelse av sikringsobjekt	11
4.3	Områdestabilitet (skredfare)	12
4.4	Overordnet om grunnforhold	15
5	Anleggsbeskrivelse	16
5.1	Geometri og materialer	16
5.2	Estimerte mengder for tiltak (arealer og volum)	17
5.3	Anleggsperiode	17
5.4	Anleggsveier	18
5.5	Avlasting	22
5.6	Oppfylling	24
5.7	Rydding av vegetasjon	26
5.8	Mellomlagring av masser	27
5.9	Parkering og langtidslagring	28
5.10	Kontrollplan	28
5.11	Ferdigstilling	28
6	Generelle kommentarer	29
6.1	FDV	29
6.2	Før igangsettelse	29
6.3	Andre lovkrav og hensyn	30
7	Stabilitetsberegninger og bæreevne	30
7.1	Bæreevnevurderinger	30
7.2	Skråningsstabilitet	31
8	Dimensjonering av erosjonssikring	34
8.1	Dimensjonerende steinstørrelse	34
8.2	Om utførelse	35
8.3	Habitattiltak	36
9	Referanser	36

Tegninger¹

Plantegninger:

BA-PL1-O	<u>O</u> versikt over tiltak overordnet
BA-PL2-PoGU	<u>P</u> rofiler og <u>g</u> runn <u>u</u> ndersøkelser
BA-PL3-PoV	<u>P</u> rofiler og <u>v</u> olum/arealer avlasting og oppfylling
BA-PL4-AV	<u>A</u> nleggs <u>v</u> eier
BA-PL5-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Avlasting vestre haug (VH)
BA-PL6-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Avlasting østre haug (VH)
BA-PL7-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Oppfylling øst, løpemeter 150-430
BA-PL8-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Oppfylling vest, løpemeter 415-660
BA-PL9-ML	<u>M</u> ellom <u>l</u> agringsområde

Tverrsnitt:

BA-TV-AT1	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 1: Oppfylling i ravine
BA-TV-AT2	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 2: Oppfylling i ravine (lengderetning)
BA-TV-AT3	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 3: Faser av oppfylling i ravine: ①-⑥
BA-TV-LM175–325	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 170 til 325
BA-TV-LM340–425	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 350 til 425
BA-TV-LM440–575	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 450 til 575
BA-TV-LM600–650	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 600 til 650
BA-TV-S1	<u>T</u> verrsnitt, <u>s</u> enterlinje oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 150 til 650

Vedlegg

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

Kontroll- og referanseside

¹ Prefiks «BA» står for prosjektdelområdet Bahus

1 Rapportens oppbygning

Rapporten inneholder:

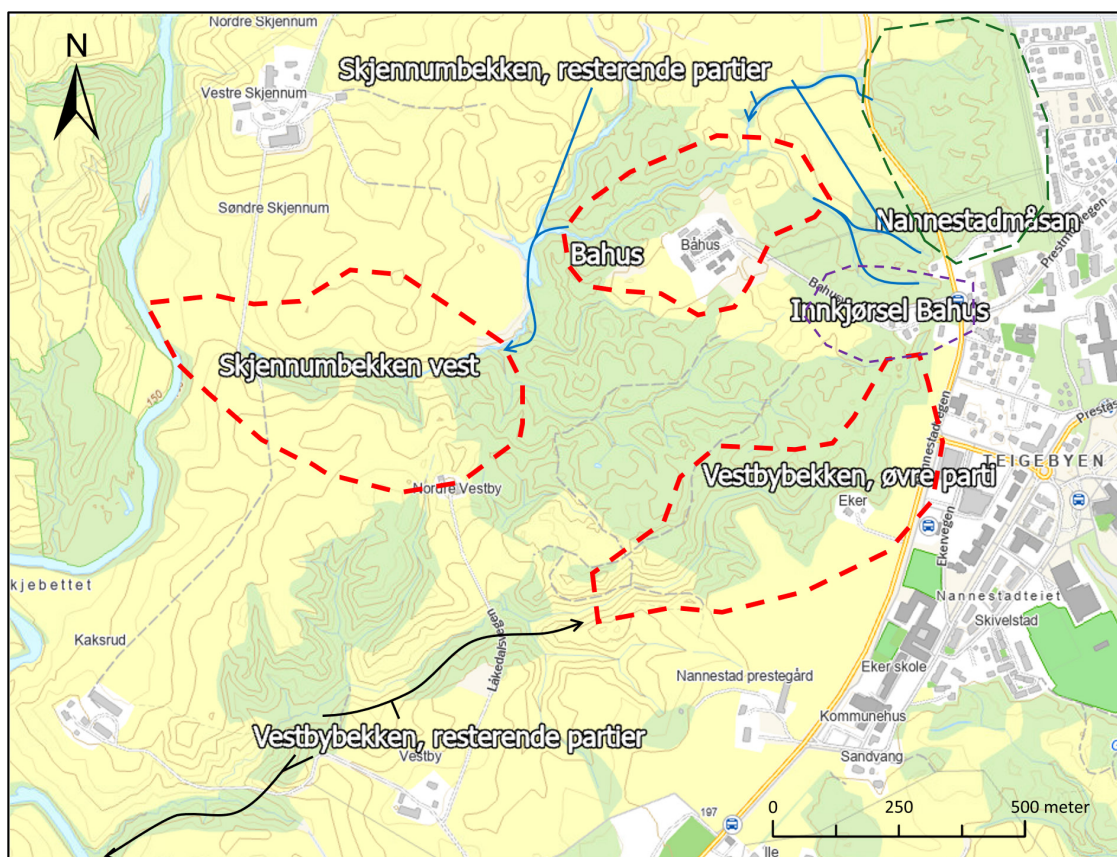
- bakgrunn og prosjektbeskrivelse (kap. 2 og 4),
- prosjekteringsforutsetninger (dvs. lovkrav) (kap. 3),
- beskrivelse av tiltaket og anleggsarbeider, samt dimensjonering av erosjonssikring (henholdsvis kap. 5 og 7.2),
- kommentarer som gjelder FDV, igangsettelse og andre hensyn (kap. 6),
- oppsummering av stabilitetsberegninger og hydrauliske analyser (kap. 7 og 7.2).

Geotekniske og hydrauliske analyser er presentert i detalj i vedlegg B, herunder begrunnelse for valg av utforming/materialer og dokumentasjon av prosjekteringsgrunnlag.

2 Bakgrunn

NGI har tidligere, på oppdrag for Nannestad kommune, utført vurderinger av område-stabiliteten (dvs. faren for kvikkleireskred) i ravinlandskapet rundt Bahus og vestlige deler av Teigebyen på overordnet nivå, se Figur 2-1. 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 sikringstiltaket ved Bahus.

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 2-1 Kart over overordnet prosjektområde. Delområdene som planlegges sikret (BA, SBV og VBOP) er markert med røde stiplede linjer. Denne rapporten omhandler sikring ved Bahus.

3 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 er 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.

3.1 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 tilfelle», fremfor «grunnarbeider ved enkle og oversiktlige grunnforhold», da det er mektige forekomster av sprøbruddmateriale i grunnen (1). Videre anses selve arbeidene som relativt ukompliserte (2), men konsekvensene ved en eventuell utglidning under utførelse er relativt alvorlige, med tanke på infrastrukturen på anlegget i overkant av ravinen (brannvesen mm.) (3). Basert på (1-3) er foreslått pålitelighetsklasse derfor **CC/RC-3**, som igjen medfører krav til kontrollomfang etter prosjekterings- og utførelseskontrollklasse **PKK3** og **UKK3**. For kontrollklassene **KK2** tom. **KK4** medfølger det krav om «utvidet kontroll», dvs. kontroll av tredjepart.

3.2 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.

3.3 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/. I EK8s nasjonale tillegg, tabell NA.4(902) (s. 199 av 208) presenteres seismisk klasse (SK) for ulike byggverk/tiltak. Tiltak som er rene grunnarbeider angis typisk i seismisk klasse I, mens for grunnarbeider med overliggende byggverk (fotnote c i NA.4(902)), skal klassifiseringen sees i sammenheng det overliggende byggverket. I så måte anses (**SK-I**) som passende for sikringstiltak på Båhus, som omfatter avlastinger og motfyllinger. Jf. EK8 NA.3.2.1(5) kan «påvisning av motstand mot seismisk påvirkning» utelates for (SK-I).

3.4 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 på Bahus er ment å forebygge skred som kan ramme eksisterende bebyggelse/infrastruktur. 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. Under oppgis først krav, og deretter sikkerhetsnivået som sikringen planlegges å resultere i.

3.4.1 Sikkerhetskrav

Sikringen vil bestå av avlastinger, motfyllinger og erosjonssikring hvilket dekkes av **tiltakskategori K2** (terrengendringer). Kravene for K2-tiltak er:

- Tiltak skal ikke forverre stabiliteten, eller:
- Ved ev. forverring skal krav om absolutt sikkerhetsfaktor² 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 erosjonssikring eller faresoneutredning. 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.

3.4.2 Planlagt sikkerhetsnivå

For sikringen av skråningene på Bahus er det tatt utgangspunkt i den enkelte skråning og vurdert sikringsbehov lokalt. Sikringstiltaket er ment å tilfredsstille kravene om forbedring som gjelder for K4-tiltak, men dette er altså ikke et lovpålagt krav som sådan.

3.5 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 Bahus klassifiseres under **tiltaksklasse 3** jf. SAK10 [§9-4](#), da tiltaket er av «... *middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre 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 således utføres før igangsettelse.

² 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.

³ F_{cu} er beregnet sikkerhetsfaktor for udrenert tilstand, dvs. korttidsstabilitet ved raske lastendringer.

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

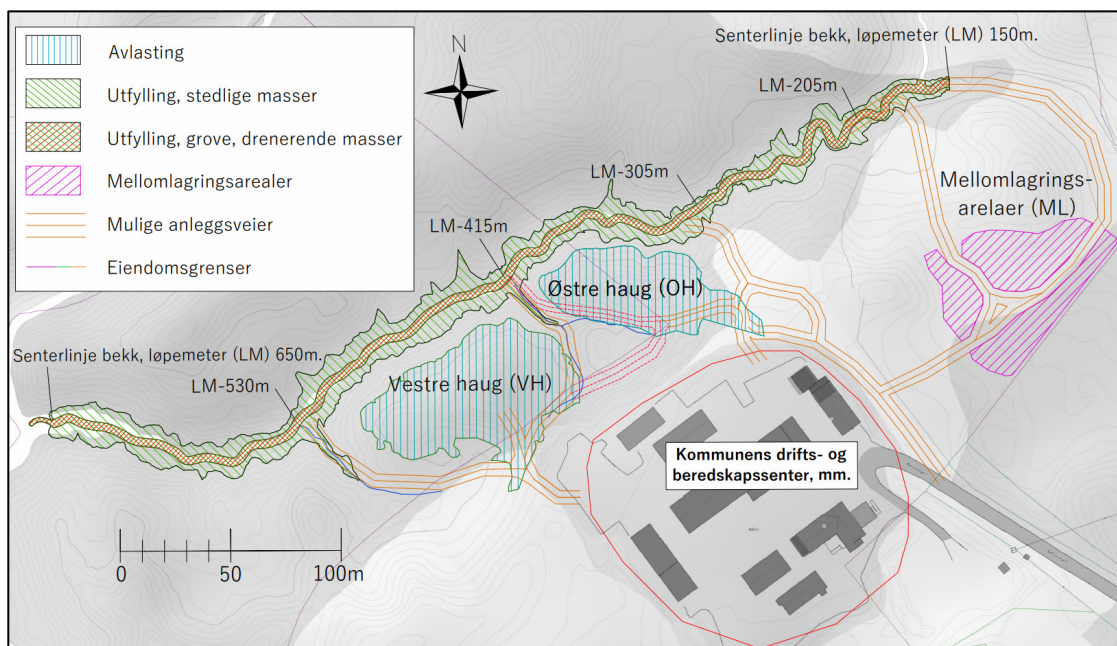
4 Prosjektbeskrivelse

4.1 Beskrivelse av tiltaket

I tillegg til erosjonssikring, omfatter foreslåtte tiltak stabilitetsforbedring for skråninger med beregnet dårlig stabilitet, og er tenkt utført ved:

- Avlasting av de to haugene nordvest for kommunens senter på Bahun, og
- Utlegging av motfylling.

Utlegging av motfylling innebærer at terrengnivået langs bekken skal heves i ravinen forbi haugene. Oppfyllingen vil fortsette oppstrøms og nedstrøms et par hundre meter for å ivareta et relativt jevnt fall på bekken, samt mtp. tilrettelegging for anleggsutførelse. Konturer på sikringstiltaket er vist i Figur 4-1. Beskrivelse av tiltaket og henvisninger til tegninger er gitt i kap. 5.



Figur 4-1 Avgrensning av prosjektert tiltak, inkludert arealer for mellomlagring og anleggsveier.

4.2 Beskrivelse av sikringsobjekt

Nannestad kommunes tekniske drifts- og beredskapssenter (brannvesen) og kommunens KAN-senter (kompetanse- og arbeidssenter) ligger i Bahun. Totalt oppholder det seg inntil ca. 70 personer på senteret i hverdagene, og noe vaktpersonell i helgene. Det er ingen fastboende på senteret og nærmeste beboere er ved innkjørselen fra riksvei 120, ca. 300 meter sørøst, se Figur 2-1.

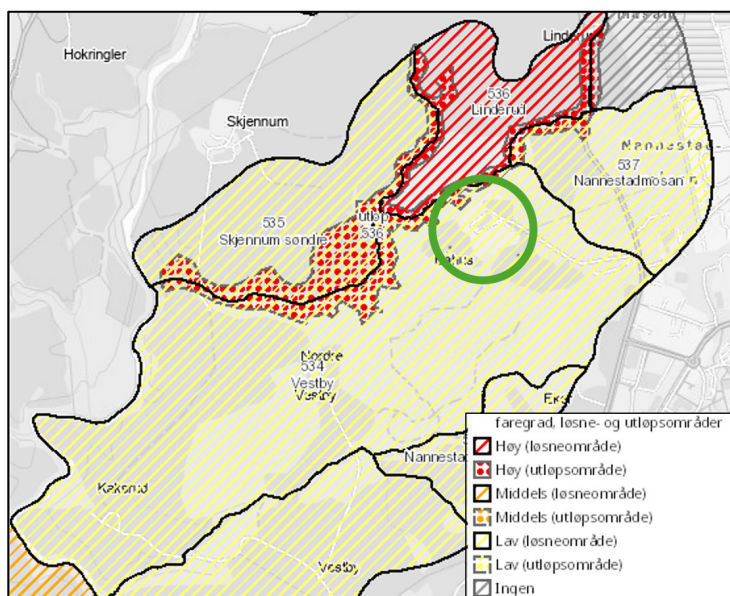
4.3 Områdestabilitet (skredfare)

Dette kapitlet oppsummerer kort vurderinger av områdestabiliteten (dvs. av skredfaren) gjort i tidligere arbeid (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. 3.4), da det ikke er planlagt tiltak som utløser krav til slik utredning. Eksisterende faresoner på Romerike er revidert parallelt med NGIs arbeider, utført i regi av NVE gjennom forenklede soneutredninger (2021-2025, ref. [link 1](#), [2](#) og [3](#)). En fullstendig faresonekartlegging er derfor ikke gjort i prosjektet, men deler av vurderingene overlapper.

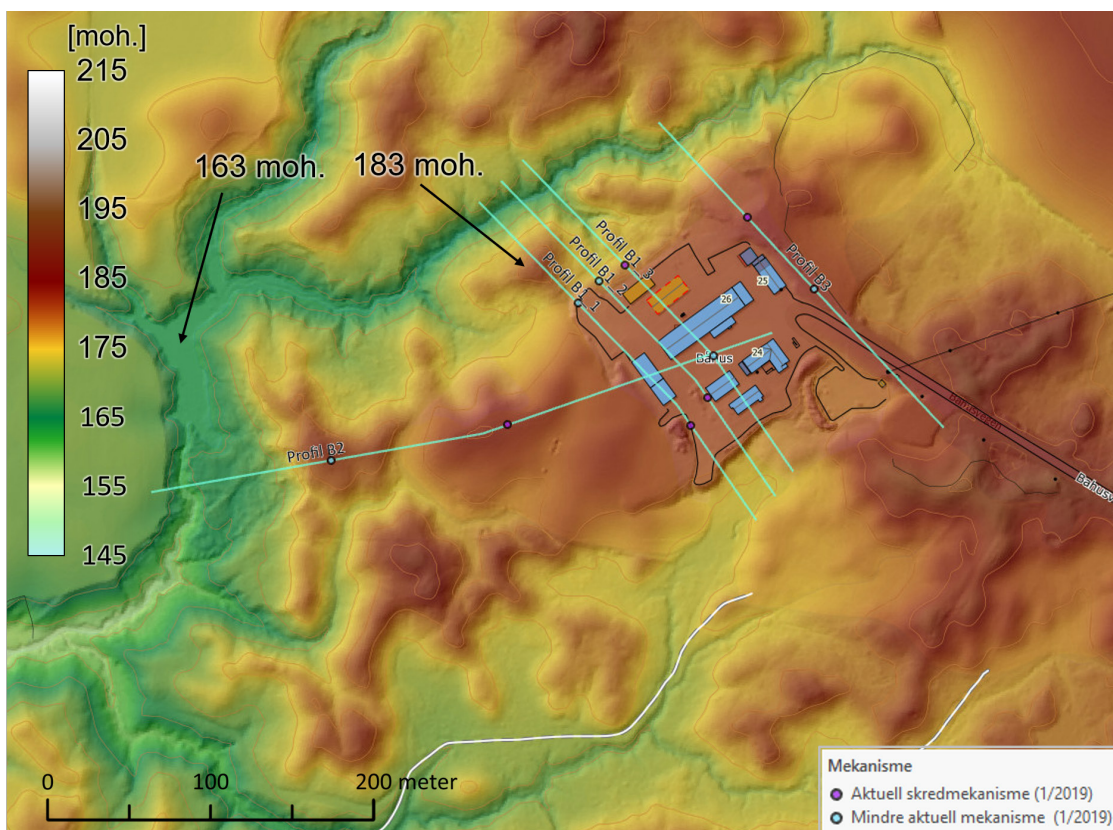
4.3.1 Vurderinger

Bahus ligger i den eksisterende kvikkleirefaresonen «534 Vestby» (Figur 4-2) som ble etablert i 2004 /16/ etter oppdeling av den tidligere faresonen Kjønsdalen (1984, /17/-/18/).

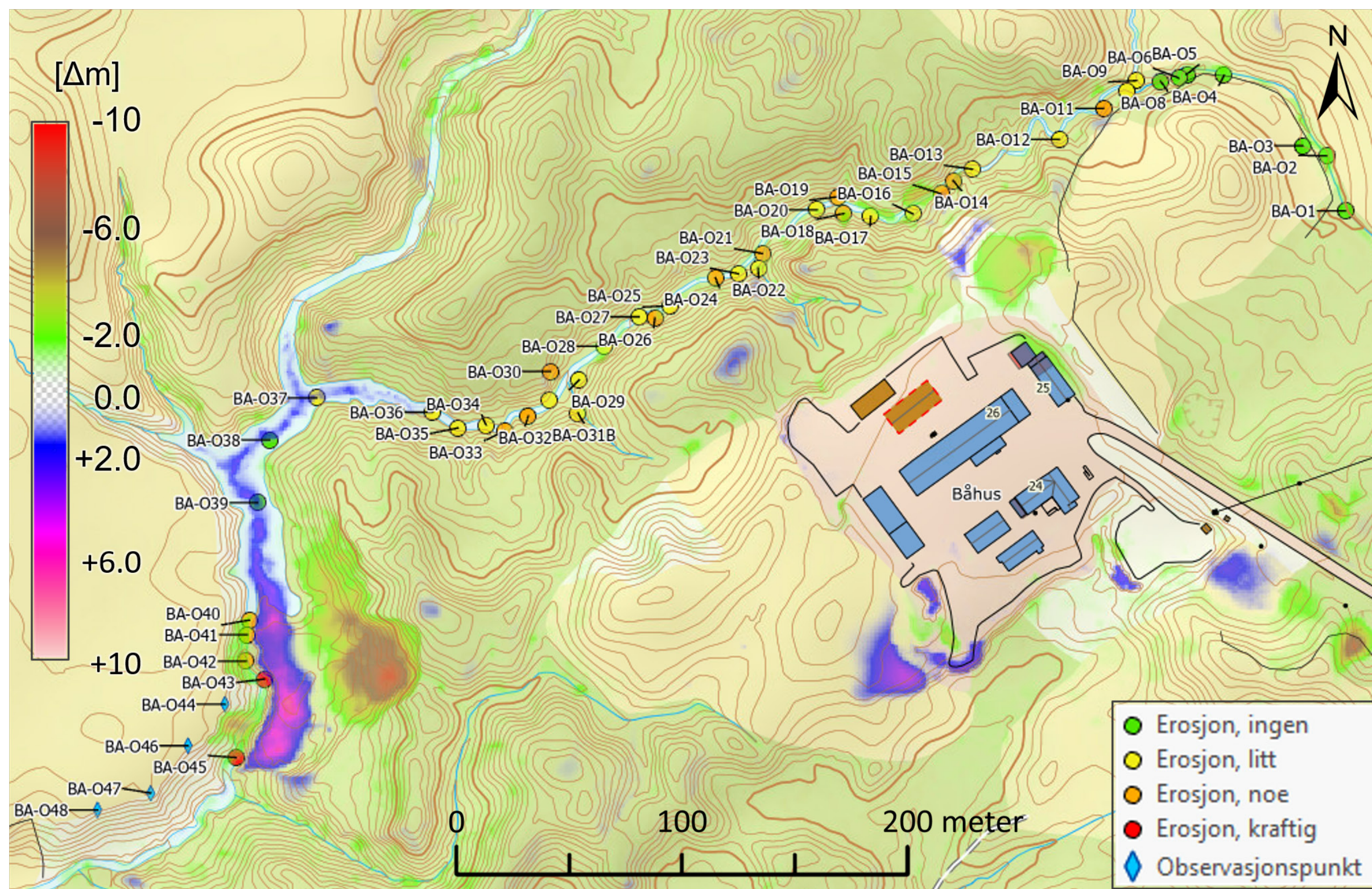


Figur 4-2 Delområdet Bahus med kommunalt senter (grønn markering) ligger i den eksisterende faresonen «Vestby 534».

Kommunens senter på Bahus ligger på et planert platå (med noe oppfylling i ytterkanter) midt i et kupert ravinelandskap, se Figur 4-3. Nord for kommunens senter er det bratte skråninger ned mot Skjennumbekken. Det er påvist pågående erosjon langs bekken klassifisert fra «litt» til «noe» etter NVEs eksterne veileder 9/2020 /14/, se Figur 4-4. Kommunens tekniske senter anses som særlig utsatt for skred utløst langs dette partiet av ravinen, og dette partiet er derfor anbefalt sikret.



Figur 4-3 Høydenivå ved kommunens tekniske senter på Bahus vist med fargegradient. Terrenget faller generelt mot elva Leira i vest (ca. 1km nedstrøms). Kartet viser også plassering av profiler benyttet ved vurderingene i rapport 2021059904-R /4/, med punkter som viser «estimert bakkant av teoretiske løsenområder» etter kriterier i 1/2019/15/. Avhengig av antatt bruddmekanisme (rotasjonsbrudd/retrogressiv skred) varierer antatt utstrekning av løse-områder i de viste profilene fra 70 til 200 meter.



Figur 4-4 Kart med endring av terrengnivå i perioden 2010-2020 (vist med delvis gjennomsiktig fargegradient), samt klassifisering av erosjon ved punkter langs Skjennumbekken. Erosjonen avtar vesentlig nedstrøms fra punktene BA-O33 mot BA-O39 i figuren. Ved punkt BA-O39 var det en periode oppdemt vann (som opptegnet av kartverket) som følge av en skredhendelse i 2012, hvor skredmassene demte opp ravinen. Per i dag er dette området i stor grad fylt igjen med sedimenter. De største endringene i landskapet skyldes: skredet i vest (2012), fjerning av en fylling nordøst for kommunens tekniske senter (2016, /19/) i tillegg til at stedlige masser ble flyttet derfra til sørvest og -øst for senteret. Terrengheving (markert med blått) i området rundt Båhus skyldes i hovedsak at terrengmodellen som ble målt inn i 2010 er meget grov.

For bestemmelse av passende sikkerhetsnivå for partiet av ravinen som skal sikres, er det tatt utgangspunkt i kravene som ville gjelde dersom et eventuelt K4-tiltak skulle gjennomføres innenfor faresonen. For skråningene i ravinen innebærer det krav om prosentvis forbedring iht. sikkerhetskrav gitt i TEK17 med veiledere (/8/, /13/, /14/). Krav til prosentvis forbedring bestemmes ut fra faresoners faregrad og det er derfor utført en lokal faregradsklassifisering for det spesifikke skråningspartiet, se **vedlegg C**: Estimert faregrad lokalt for skråningspartiet er funnet å være «middels», med 25 (av 51 mulige) poeng. Dette gir krav om 10% forbedring av skråningsstabilitet. Etter ferdigstilt sikringstiltak, vil faregraden lokalt for dette spesifikke partiet reduseres til «lav» med 16 poeng.

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.

4.4 Overordnet om grunnforhold

Prosjektområdet ligger i et område med marine avsetninger med stor mektighet (løsmassetykkelse > 50 m), i hovedsak leire. Lagdelingen varierer vesentlig i området rundt kommunens tekniske senter, men typisk er det fra én til flere meter med tørrskorpeleire over underliggende uforvitret leire. I leiravsetningene er det innskytende lag av sand, typisk 1-4 meter tykke. Undersøkelser ved bekkeleiet og ved planlagt mellom-lagringsareal (se tegning BA-PL1-O) viser varierende verdier på omrørt skjærfasthet ($s_{u,r}$) i grunne leireforekomster (dybde < 3 m), varierende fra 1.8-30 kPa. Høy sensitivitet og lav omrørt skjærfasthet innebærer at man må unngå degradering av underlaget ved anleggstrafikk, samt at man begrenser bearbeiding av terrengoverflate/ graveplanum i størst mulig grad. Undersøkelser viser at forekomster av sprøbruddmateriale generelt ligger dypt, fra 7 meter og dypere i undersøkte borhull (NG23-13, -14, BA-1 og LG15-8). Imidlertid er disse borhullene gjerne i overkant av eller øverst i skråninger, hvor overgangen til materialer uten sprøbruddegenskaper langs bekken er usikker. Laveste målte intakte skjærfasthet ($s_{u,A}$) er 35 kPa, basert på trykksonderinger og lommevingebor, dvs. uforstyrret leire er «middels fast». (/3/, /5/)

5 Anleggsbeskrivelse

Tiltaket er kort beskrevet i kap. 4.1. Overordnet skal man stabilisere skråninger med avlastning og oppfylling, supplert med erosjonssikring av ravinen. Hovedaktivitetene omfatter:

- Avlastning av de to haugene nordvest for kommunens tekniske senter.
- Utlegging av motfylling.
- Erosjonssikring.

Det er utarbeidet detaljert mengdebeskrivelse /20/. Grunnlaget for anbud/avrop er basert på SVVs prosesskoder (SSV-PK) /21/.

I tillegg til de overordnede aktivitetene (terrengavlastning, oppfylling og erosjonssikring), omfatter anbudsgrunnlaget flere andre aktiviteter og underaktiviteter, derunder: vegetasjonsrydding, etablering av anleggsveier, sortering av masser, levering/tilkjøring av masser, plassering av masser i mellomlager osv. I tillegg inngår en rekke generelle poster som rigg, prosjektadministrasjon, innmåling, dokumentasjon osv.

Grunnlaget for dimensjonering av tiltakene (stabilitetsberegninger mv). er kort presentert i kap. 7 og 7.2, detaljer er presentert i vedlegg B.

5.1 Geometri og materialer

5.1.1 Geometri

Geometri på prosjektert tiltak er vist i:

- plantegningene BA-PL5-AT tom. -PL8-AT,
- tverrsnitt av oppfyllingens senterlinje i tegning BA-TV-S1, og
- tverrsnitt normalt på oppfyllingens senterlinje i tegning BA-TV-LM175–LM325 tom. BA-TV-LM530–LM630.

5.1.2 Referansesystem

Ved opptegning av oppfyllingen er senterlinjen blitt tildelt et referansesystem angitt ved «løpemeter» (LM) fra start til slutt av senterlinjen. Tverrsnitt som krysser senterlinjen er angitt ved senterlinjens spesifikke løpemeter ved krysningspunktet. Merk at referansesystemet starter på ca. 150 (meter) istedenfor 0.

5.1.3 Materialer

Tilkjøpte materialer:

- Grove masser for oppfylling i bekkeleiet: Samfengt sprengstein (dvs. usortert/velgradert). Aktuelle kornfordelingskurver (D) varierer langs oppfyllingen, se Tabell 8-1, kap. 8.1.

Stedlige masser:

- Disse massene hentes fra haugene som avlastes. I hovedsak antas dette å være tørrskorpeleire eller uforvitret leire med lav sensitivitet. Avlastede masser med høy sensitivitet skal ikke legges ut i fylling, men kjøres ut av området til godkjent deponi, se også nestsiste avsnitt i kap. 5.8.

5.2 Estimerte mengder for tiltak (arealer og volum)

Et overordnet estimat på mengder tilknyttet de ulike aktivitetene i sikringstiltaket er presentert i Tabell 5-1. Mengdene er basert på terrengmodell for prosjektert og opprinnelig terrengnivå (nåværende terreng er basert på data innmålt i 2020, se vedlegg B, kap. B1.1). Mengde sprengstein i tabellen er tillagt 1) anslått volum med ekstra sprengstein i ravinearmer ol., samt 2) korreksjon for volum som kuttes bort mellom bekkebunn og vannflate i terrengmodell basert på LiDAR.

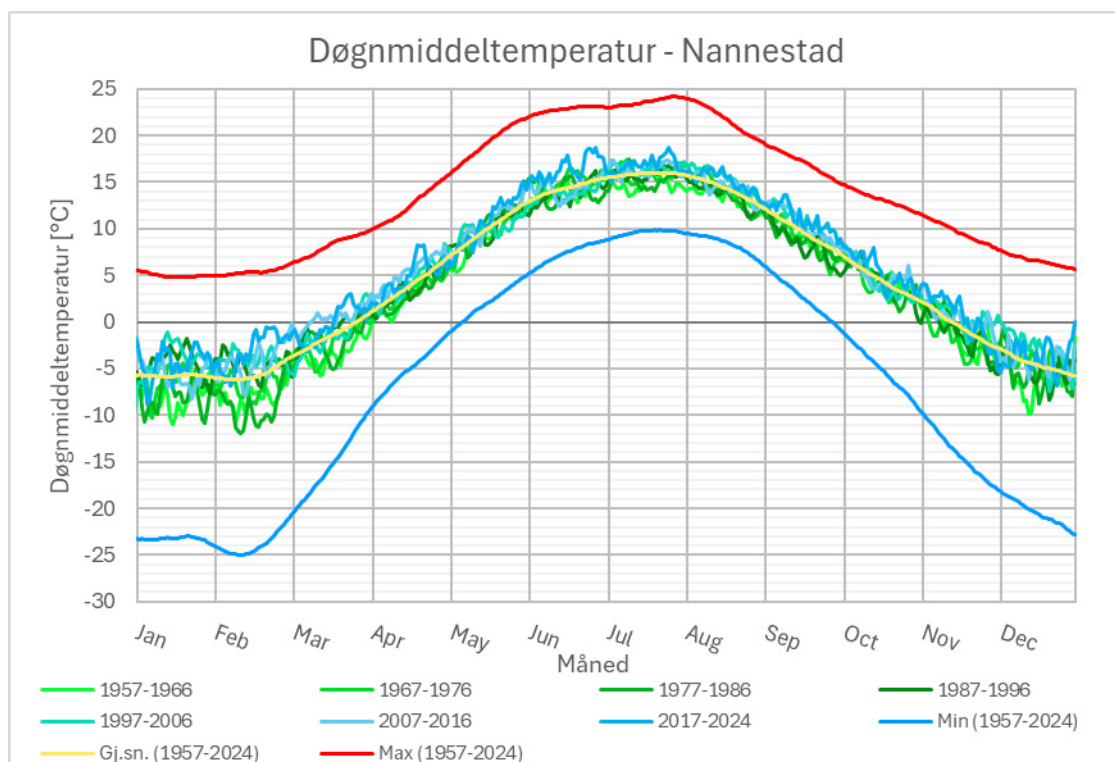
Tabell 5-1 Overslagsmessige mengder for hovedarbeider i sikringsprosjektet.

Aktivitet	Lengde [m]	Areal (2D) [m ²] ¹	Volum (pf/pa) [m ³] ²
Vegetasjonsrydding (arealer: sikringstiltak, anleggsveier og mellomlagring)		15 000-20 000	
Anleggsveier / utbedring av traktorvei ³	900		
Avlasting vestre haug (VH)		4100	2800
Avlasting østre haug (OH)		2600	1700
Oppfylling i ravine	500	6700	5400
- Hvorav samfengt sprengstein		2700	2450
- Hvorav stedlige masser		4000	(2800)/2950
Overskudd stedlige masser ⁴			(1700)/1800
Disponibelt areal/volum for mellomlagring		2650+	4000+
1 Areal i horisontalplanet 2 pf = prosjekterte faste masser (som skal avlastes), pa = prosjekterte anbrakte masser, 3 Anslått maksimalt behov for anleggsvei ned i raviner. 4 Det er per tid ikke avklart hva som gjøres med overskuddsmasser: Løsning diskuteres med oppdragsgiver og geotekniker. Massene kan lagres permanent ved planlagt «mellomlagringsområde», benyttes til ekstra motfylling på sidene av bekkeleiet eller kjøres bort (f.eks. til godkjent deponi).			

5.3 Anleggsperiode

Anleggsarbeidene planlegges utført i vinterhalvåret for mest gunstige arbeidsforhold, mtp. kjøring av anleggsmaskiner i terrenget, samt av hensyn til naturen (utenfor hekke-tiden, mm.). Basert på Meteorologisk institutts (MET) interpolerte værdatasett for Norge er historisk temperaturdata ved Teigebyen som vist i Figur 5-1.

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, de siste 70 årene, er i starten av oktober, og i slutten av april (ca. 200 dager forskjell).



Figur 5-1 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://se-norge.no) (værd data fra målestasjoner interpolert til et 1x1 km²-rutenett for hele Norge, utført av MET). Representativ høyde for 1x1 km²-dataruten er lik 184 moh.

5.4 Anleggsveier

Det er lagt opp flere alternative traséer for tilkomstveier ned til ravinen fra anleggsflaten på Bahus, se tegning BA-PL4-AV. Hvordan anleggstrafikken planlegges oppe på flaten ved kommunens anlegg mtp. den parallelle driften som vil foregå der, må avklares med tiltakshaver. Foreslåtte tilkomstveier er vurdert mht. stabilitet og bæreevne.

5.4.1 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 kjøretøy for et sikringsprosjekt av slik karakter, hhv. gravemaskiner 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 varierer en del, se Figur 5-2. Maskinlastene benyttet i beregninger er altså ikke basert på forventninger om hvilke kjøretøy som er mest hensiktsmessige, men de tyngste 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 5-2 Mulig arbeidsbredde varierer betydelig i ravinen. Bekken er ca. 1 meter bred i begge bilder.

5.4.2 Utforming

Som nevnt i kap. 5.3 er arbeidene planlagt utført i perioden oktober - april. Da forventes det at det normalt vil være tele 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 behovet for anleggsvei kunne være nesten neglisjerbart. 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 anleggsveger 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. Dermed motvirker man degradering av underlaget, slik at framkommeligheten sikres under hele anleggsperioden. I tillegg forhindrer man lokale brudd under anleggsmaskinene. Anleggsveiene er tenkt som midlertidige og skal legges ut slik at man på en hensiktsmessig måte kan fjerne anleggsveger ved avslutningen av arbeidene.

En foreslått oppbygning av vei (0.5-0.6 meters høyde, ref. vedlegg B, kap. B2) er:

- (1) underliggende fiberduk*;
- (2) 10-15 cm med puk, fraksjon 32-64 eller tilsvarende;
- (3) geonett med passende dimensjon: ~rundt 30-40 mm ruteåpning for kornstørrelse inntil 64mm,
- (4) ytterligere 30-40 cm puk; og
- (5) 10 cm finstoff/grus i toppen (f.eks. fraksjon 0-16 eller 0-20 mm).

* Ifølge NorGeoSpec vedlegg B /22/ 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.

I tillegg vil det kunne være behov for diverse forarbeider, herunder:

- A) Rydding av vegetasjon (se kap. 5.7).
- B) Fjerne overfladisk moldjord som skaves til side for veitraséen, antatt inntil 30 cm tykkelse.
- C) Eventuell fortanning (både mht. tverrfall og fall i lengderetning), aktuelt for helninger brattere enn 1:3 (18°).
- D) Dreneringsveier (inkl. stikkrenner) må ordnes etter forventet behov. Pukk vil i stor grad virke drenerende og således redusere dette behovet.

Anleggsveier er ment å være midlertidige, slik at det ikke er noen krav til setninger/-deformasjoner over tid utover at veiene skal være brukbare. Dvs. at entreprenør kan tilpasse innsatsen som legges i punkt A)-D). 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 5-3. Det er opp til entreprenør hvilke løsninger som velges, imidlertid skal marktrykket av maskinlaster ikke overstige jordens bæreevne (estimert til $q_{dim} = 90 \text{ kPa}$, ref. vedlegg B, kap. B2).



Figur 5-3 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), (2) bruk av stokkmatter på bløt leire (NGI), og (3-4) geonett med og uten planker/ol. (NVE.no - «god praksis nr. 9»).

5.4.3 Traséer

I tegning BA-PL4-AV er det skissert flere mulige traséer for anleggsveier ned til ravinen. Det er opp til entreprenøren hvilke traséer som velges, men det er ønskelig å begrense inngrep så langt det er mulig/hensiktsmessig. Traséene bør være gjennomtenkt i forkant mtp. møteplasser mm. for å unngå at man må utvide traséer i etterkant. Største terrenghelning ved foreslåtte traséer ned til ravinen er 1:3 ($\sim 18^\circ$) over 10-30 meters strekninger. Det er også enkelte korte partier med 1:2 - 1:1.5 (27° - 34°), rundt 0-5 meter i lengderetning (dvs. anlegging av vei der vil kunne kreve terrengjusteringer). Nede i ravinen er det lagt opp til at man benytter oppfyllingen av sprengstein som anleggsvei underveis i prosjektet.

5.4.4 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) For å etablere vei ned til løpemeter 415 (LM415) i ravinen via bakkant av østre haug (OH) kan man enten benytte eksisterende traktorvei, eller alternativt anlegge veien i selve ravinearmen i underkant av traktorveien (se tegning BA-P-AV3). For begge alternativ må det avlastes 200 m³ løsmasser parallelt med haugen. Se tegning BA-PL4-AV og -PL6-AT.

(3) Dersom traktorveien bak østre haug (OH) skal benyttes, må laster fra «maskin og eventuelt nytt veidekke» ikke overstige ca. 20 kPa. Eventuelt kan man fylle ut med 1 meter tykt lag med samfengt sprengstein i ravinearmen i underkant av traktorveien. De samme føringene gjelder også ved kjøring i ravinearmen vest for vestre haug (VH). Eventuell oppfylling i de to ravinearmene vest og øst for vestre haug (VH) kan gjerne bli liggende igjen etter endt tiltak som erosjonssikring. Dvs. den foreslåtte oppbygningen av vei med filterduk og geonett er ikke nødvendigvis så hensiktsmessig i ravinearmene.

(4) Dersom etablering av anleggsvei ned til haugene gjøres med utlegging av bærelag, må anleggingen av vei følge prinsipp om masseskifting.

(5) Dersom det planlegges anleggsvei mellom vestre og østre haug som skissert i BA-PL4-AV, må ravinearmen i underkant fylles opp med 1 meter samfengt sprengstein.

(6) Det er satt opp en sikkerhetsavstand på 30 meter fra utkanten av anleggsflaten på Bahus der tungtrafikk og parkering av tungt utstyr/maskineri skal unngås, se tegning BA-PL4-AV.

(7) Transporterte masser skal alltid kjøres til enten 1) anvist område for mellomlagring, eller 2) direkte ned til oppfyllingen i ravinebekken.

5.4.5 Annet

(1) Entreprenøren (eller ev. tiltakshaver) må sørge for nødvendig renhold for å unngå støvplager og smusstransport rundt kommunens tekniske senter ved Bahus.

(2) Adkomstveger til området må til holdes ryddig og åpen for trafikk. Hvordan anleggs-trafikken planlegges oppe på flaten ved kommunens tekniske senter mtp. den parallelle driften som vil foregå der, må avklares med tiltakshaver.

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

5.5 Avlasting

5.5.1 Rekkefølgebestemmelser

Avlasting skal foregå etter beskrivelse i tegning BA-PL5-AT og -PL6-AT, gjengitt under med noen supplerende merknader (med grønn skrift).

- 1) Ved oppstart må det etableres anleggsveier ned fra flaten ved Bahus til haugene som skal avlastes (se BA-PL4-AV). *For østre haug er det forventet at man må grave bort noe masser for å etablere en tilkomstvei med en grei kurvatur. Ved bearbeiding av terrenget skal det fortrinnsvis kun fjernes masser, eventuell etablering av anleggsvei ved utlegging av bærelag skal følge prinsipp om masseskifting.*
 - 2) Vegetasjonsrydding skal kun utføres med lett utstyr/ev. maskineri. Enkelte trær og busker skal graves opp med rotsystem for senere utplassering (se også punkt 5)). Fjernet buskas, trær mm. flyttes til mellomlagringsområdet. Hogst flyttes til anvist plass. Trafikk med tunge maskiner skal unngås i starten mens det enda er lite masser som er avlastet.
 - 3) Avlastingen av haugene skal startes fra sørlig/sørøstre side, hvorpå masser blir kjørt bort fortløpende. Det skal avlastes gradvis lengre ut på haugene, se skissert progresjon i plantegningene. *Se også punkt (2) i kap. 5.4.4.*
 - a) Avlastingen skal gjøres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter. Når oppfyllingen av sprengstein i ravinen er fullført kan hele tykkelsen avlastes i én operasjon (dvs. behøver ikke være lagvis).
 - b) Moldjord skaves av og legges i egne ranker ($H_{maks} = 1.5$ m). Moldjorden skal senere brukes til å dekke haugen igjen, se pkt. 5).
 - 4) Stedlige leirmasser/mineraljord (utover moldjorden i rankene) kjøres enten ned i hovedravinen eller til anvist mellomlagringsområde, se tegning BA-PL1-O og BA-PL9-ML. *Beskrivelse av mellomlagring er gitt i kap. 5.8.*
 - a) Masser som mellomlagres, som senere skal benyttes i oppfylling bør tildekkes med presenning eller tilsvarende vanntett duk for å unngå oppbløting (hvilket kan gjøre massene mindre håndterbare).
 - 5) Når avlastingen ned til prosjektert nivå er ferdig tildekkes avlastet terreng med ca. 15 cm moldjord, påfulgt av utplassering av trær med røtter, døde trær mm. fra punkt 2).
- 2). Jorden skal være rufsete/uordnet, dvs. ikke pakket/dandert.

Detaljer vedrørende vegetasjonsrydding og mellomlagringsområde er beskrevet i hhv. kap. 5.7 og 5.8.

5.5.2 Restriksjoner/føringer

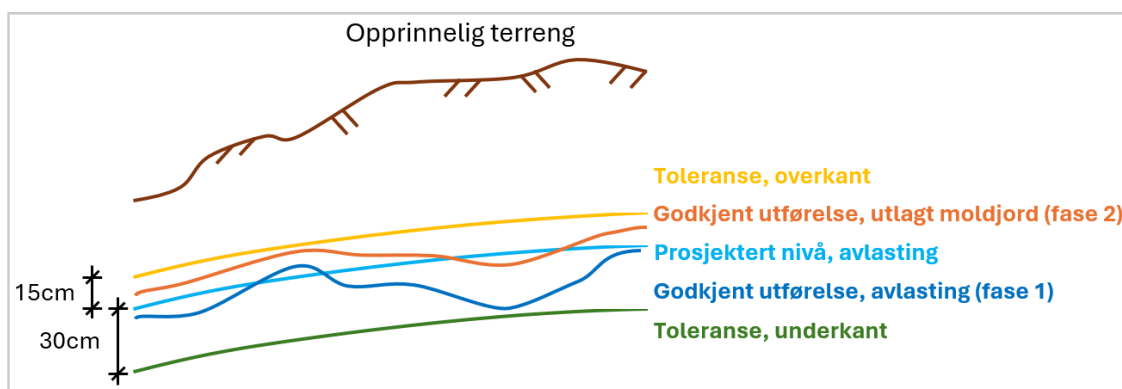
- 1) Avgravde masser skal kjøres bort fortløpende.
 - a) Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlastning. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{maks} = 1.5m$).
- 2) Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting.
- 3) Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
- 4) Før oppfyllingen av sprengstein i ravinen er fullført, må avlastning på haugene utføres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter.

5.5.3 Toleranser

Toleranser for endelig høydenivå på avlastede områder sammenlignet med prosjektert høydenivå er:

- Maksimalt nivå +15cm over prosjektert nivå.
- Minimumsnivå -30 cm under prosjektert nivå.

Med endelig høydenivå menes «etter avlastning og etter moldjord er lagt tilbake over haugene». Mer avlastning utover prosjektert nivå er ikke ugunstig mht. skråningsstabilitet, men det medfører unødvendig mye overskuddsmasser og arbeid, og det er derfor valgt en toleranse lik -30 cm. Det må etterstrebes at moldjordlaget blir 15 cm tykt. Avlastning før utlegging av moldjord bør derfor minst gjøres helt ned til prosjektert nivå.



Figur 5-4 Illustrasjon av toleransene for over- og underkant av prosjektert nivå, og skisserte overflater av avlastning (fase 1) og etter tilbakelegging av moldjord (fase 2).

5.5.4 Spesielle merknader

Det er installert et par piezometre på vestre haug (VH) (borpunkt NG23-14, se tegning BA-PL2-PoGU). Terrengtet skal avlastes rundt piezometerrørene, men det er ønskelig at rørene forblir uskadet. Skader kan forebygges ved tydelig markeringer og/eller fysiske hindringer, eksempelvis med kumringer (se Figur 5-5).



Figur 5-5 Eksempel på tydelig markert piezometerrør (rød stang) med fysisk beskyttelse.

5.6 Oppfylling

5.6.1 Rekkefølgebestemmelser

Oppfylling skal foregå etter beskrivelse i tegning BA-TV-AT1 tom. -AT3, samt -PL7-AT og -PL8-AT, og er gjengitt i listen under med noen supplerende merknader (**med grønn skrift**). For beskrivelse av referansesystem (angitt med «løpemeter» (LM)) se kap. 5.1.

Generelt:

- 1) Oppfyllingen skal startes i nordøst fra løpemeter 150 og fortsetter nedstrøms. (**Bekken har et gjennomsnittlig fall på 1.5-2%**). Tilkomst til øvre ende kan gjøres via foreslåtte anleggsveier til LM160 og LM205, se tegning BA-PL4-AV.

Før utlegging av masser, eller eventuelt parallelt med utlegging av masser:

- 2) "Anleggsarealer", dvs. prosjekterte flater, markert i tegningen skal ryddes for vegetasjon. Enkelte trær og busker skal graves opp med rotsystem for senere utplassering (se pkt. 9)). Stubber, døde trær mm. legges i ranker på sidene av anleggsarealet, ev. kan overnevnte kjøres til mellomlagringsområdet. Hogst flyttes til anvist plass.
- 3) Organisk jord skal skaves av og tas vare på. Dette foregår seksjonsvis (inntil 10 meter) etter følgende beskrivelse: I forkant av avskrapingen skal tykkelsen på moldjord over mineraljord⁵ undersøkes ved stikkprøver.
 - a) Dersom tykkelsen av moldjord over mineraljord er mindre enn ca. 20 cm skal all moldjord avskrapes.
 - b) Ved større tykkelser skal det avskrapes inntil 20 cm moldjord.
- 4) Avskrapet moldjord legges i ranker utenfor "Anleggsarealet", med en maksimal helning på 1:2, maks tykkelse på 0.5m, og ikke høyere enn 3 meter opp i skråningene, **se tegning BA-TV-AT1**. I partier der kriteriene ikke kan innfris må massene flyttes og mellomlagres annensteds.

⁵ Mineraljord omfatter jordarter med lavt organisk innhold (dvs. leire, silt og sand).

Utlekking av masser:

- 5) Det skal legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet: Dimensjonerende steinstørrelse (D) varierer langs oppfyllingen, se Tabell 8-1 og Figur 8-1. Det er lagt opp til at utlagt sprengsteinsfylling benyttes som anleggsvei nedover ravinen, se tegning BA-TV-AT3. Utlekking av sprengstein kan utføres parallelt med punkt 2)-4) over.
 - a) Bekken skal ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp inn i stedlige masser, man må unngå at bekken graver i sideskråninger.
 - b) Der bekken faller 0.5 meter eller mer (se tegning BA-TV-AT2) skal det legges ut masser i underkant av fallet før man fyller helt opp til prosjektert nivå i overkant av fallet, **både av hensyn til erosjon og til bæreevne.**
 - c) Fra enden av oppfyllingen skal det over et 10 meters parti etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein (se tegning BA-PL8-AT).
- 6) Prosedyre ved utlegging av masser til side for bekkeløp avhenger av avdekket underlag (planum) eller ev. vanntilsig (se punkt 3)):
 - a) Dersom planum består av friksjonsmateriale (sand eller mye organisk materiale) eller det er vanntilførsel fra siden, enten fra kilder/oppkom eller fra sideraviner, skal det legges lag med samfengt sprengstein på overflaten sammenhengende ned til bekkeløpet, med en minste tykkelse på 0.5 meter. **Ved langstrakte partier kan det legges strenger av drenerende materiale med tverrsnitt på 0.5 x 0.5 m ned mot bekken, men det må da også lages tverrgående samlestrenger i overkant av fyllingen for å samle og lede bort vann. Stedlige masser legges oppå laget med samfengt sprengstein opp til prosjektert terrengnivå.**
 - b) Dersom eksponert planum består av kohesjonsmateriale (finkornig jord: leire og silt) legges de stedlige massene (avlastet fra haugene) ut til side for bekkeløpet. **Store sprekker og hulrom i oppfyllingen må unngås, og massene skal komprimeres lett.**

Snø, is og teleklumper i massene må unngås ved utlegging av motfylling, se toleranser i kap. 5.6.3.

Tetteribber:

- 7) Underveis i oppfyllingen av ravinen (punkt 5)-6)) skal det etableres tetteribber for å holde bekken oppe i dagen. Se tegning BA-TV-AT2.
 - a) Tetteribber etableres ved å legge ut tette masser, slik som f.eks. finkornig jord over en kort seksjon: 1-2 meter i lengderetning langs senterlinjen. Sideveis utstrekning på tetteribbene må være tilstrekkelig til at vannet ikke strømmer rundt, men over tetteribbene.
 - i) Det må erosjonssikres nedstrøms tetteribbene, enten i forkant eller underveis av oppfylling av tettemassene. Toppen av tetteribbene erosjonssikres til slutt.
 - b) Fortrinnsvis bør tetteribbene etableres per 30 cm fall (på prosjektert oppfylling), dvs. per 15 meter ved 2% fall, per 20 meter ved 1.5% fall, per 30 meters ved 1.0% fall, osv.
 - c) Forutgående etablering av tetteribber skal lede vannet opp på overflaten av fyllingen. Dersom det likevel skulle bli partier der bekken ikke renner på overflaten, men heller gjennom/under fyllingen må man enten utbedre eksisterende tetteribber eller lage nye. Man må da grave bort drenerende fyllmasser over en kort seksjon og følge anvisningen over i punkt 7)a).

Når oppfyllingen er ferdig utlagt helt til vestlig ende skal bekkeløpet ferdigstilles:

- 8) Fyllingens geometri justeres for etablering av permanent bekkeløp. Overskuddsmasser legges på skuldrene av bekkeløpet. Aktiviteten utføres parallelt med punkt 9).
- 9) Moldjord legges utover sidefyllingene, påfulgt av utplassering av trær med røtter, døde trær mm. Jorden skal være "rufsete" eller "uordnet", dvs. ikke pakket eller dandert.

5.6.2 Restriksjoner/føringer

Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriteriene under punkt 3) i listen over.

5.6.3 Toleranser

I ettertid av ferdigstilling vil oppfyllingen trolig sette seg noe, dette gjelder både utfylte stedlige masser så vel som utlagt samfengt sprengstein. For sistnevnte vil endringene hovedsakelig kunne skje som følge av utvasking og omstrukturering av stein som følge av varierende vannstand og -hastighet, mens de omplasserte stedlige massene vil sette seg som følge av konsolidering, samt sig og tetting av eventuelle sprekker og hulrom. Løst lagrede finkornige sedimenter vil gjerne sette seg en del ved første gjennomfukting.

Toleranse for utført nivå for hhv. sidefylling og steinfylling er som følger:

- ↗ Sidefylling: +30 cm over og -10 cm underprosjektert nivå.
- ↗ Steinfylling: +8 cm over og -8 cm under prosjektert nivå.

For å forhindre at vann ledes over skuldrene på bekken i ferdig tilstand er det viktig at prosjektert tverrsnittsarealet opprettholdes. Dvs. man må unngå at bekkens tverrsnitt innsnevres, eller at bekkebunnen heves lokalt.

Det settes ingen toleransekrav til setninger på oppfyllingen over tid. Imidlertid skal ferdig utlagt fylling (etter tilbakelegging av moldjord) tilfredsstillende toleransekrav ved innmåling sensommer etter tiltak.

5.7 Rydding av vegetasjon

Vegetasjonsrydding på haugene må gjøres med lett utstyr/ev. maskineri. Det innebærer at tunge maskiner (lastebiler, store hogstmaskiner mm.) ikke skal kjøres ut på haugene før de er vesentlig avlastet.

Ryddet vegetasjon (Hogst, stubber, døde trær mm.) fra haugene sendes til mellom-lagringsområdet. Nede i ravinen legges ryddet vegetasjon fortrinnsvis opp på sidene av oppfyllingen/anleggsområdet, se tegning BA-TV-AT1. Ved ferdig oppfylling kan ryddet vegetasjon legges over sidefyllingene.

Innad gbnr. 27/305, tomten nordvest for anlegget på Bahun, skal det hogges tømmer av egnede trær. Tømmeret skal legges på Bahun ved plass anvist av kommunen. Vurdering av drivverdig tømmer gjøres i samråd med kommunen.

5.8 Mellomlagring av masser

Flaten nordøst for det tekniske senteret ved Bahus er tiltenkt som mellomlagringsområde for (1) avlastede masser fra haugene, (2) ryddet vegetasjon, (3) ev. moldjord og (4) tilkjørte masser, se Figur 5-6. Opparbeiding av arealer for mellomlagring kan enten gjøres i forveien av oppstart eller gjøres fortløpende etter behov.

Ved opparbeiding av arealer skal (1) vegetasjon fjernes og (2) moldjord (~20-30 cm) graves opp og legges til side i egne ranker ($H \leq 0.5$ meter). Deretter legges det ut filterduk som underlag for mellomlagringsmasser (3). Dette bidrar både til at man unngår innblanding i underliggende masser, samtidig som det forenkler separasjon av masser når massene skal fjernes. Når sikringstiltaket er ferdigstilt og mellomlagringsmasser fjernet ⁶, skal arealene tildekkes igjen med den utgravde moldjorden.

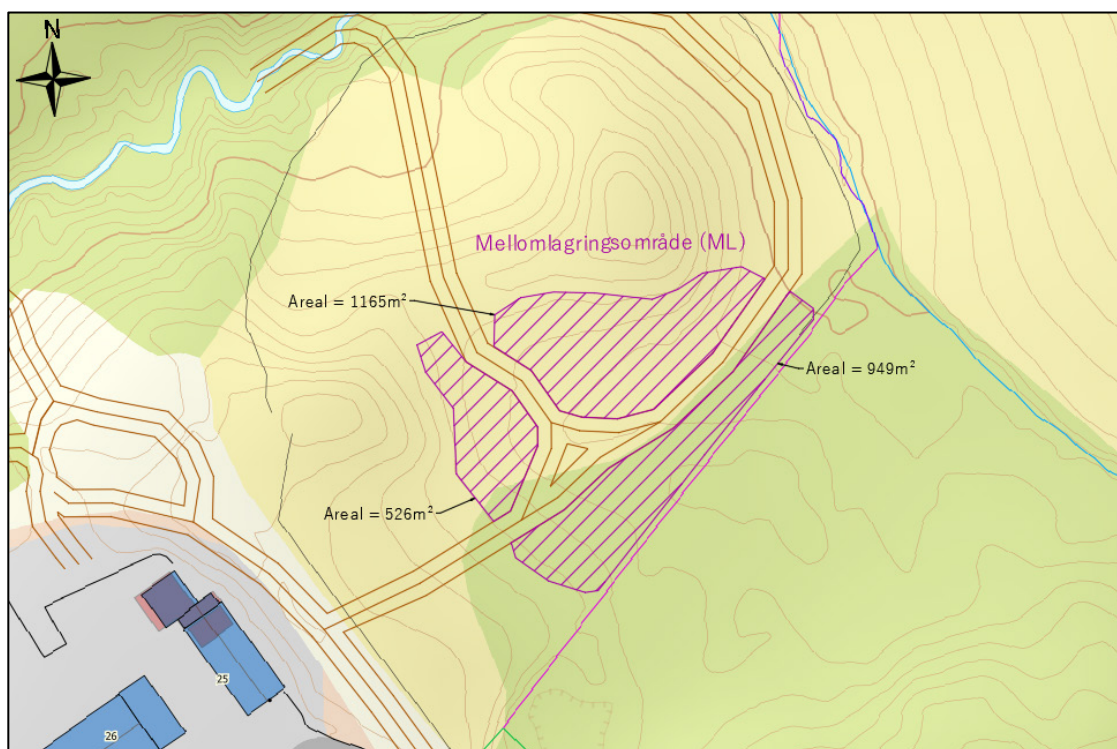
Hvordan arealet benyttes/organiseres mht. mellomlagring av ulike masser, traséer for anleggsveier osv. er opp til entreprenøren. Imidlertid gis følgende føringer:

- All trafikk innenfor og til/fra anleggsområder, skal skje på anleggsvei. Anleggsveier skal bidra til å fordele marktrykk utover større areal, og dermed motvirke slitasje og kompaktering av matjorden.
- Stedlige masser skal sorteres ved mellomlagring i to kategorier: mineraljord (leire, silt, sand) og moldjord (jord med høyt organisk innhold, substrat for vegetasjon).
- Masser skal legges ut fra bunn av flaten (i nordøst), og oppover etter hvert som mer masser tilføres.
- Tykkelsen av utlagte masser kan maksimalt være 2 meter høy (kap. 7.1). Høyden kan være inntil 2.5 meter for ranker med bredde mindre enn 4-5 meter.
- Overvann på mellomlagringsområdet håndteres av entreprenøren, herunder etablering av dreneringsgrøfter ol.
- Ved langvarig oppbevaring av finkornige masser (leire og silt), skal massene tildekkes med presenning for å unngå oppbløting.
- Tildekking av finkornige masser gjelder også for kortere perioder, dersom det forventes vedvarende tungt regnfall eller snøfall.

Det er ikke forventet påtruffet bløte, sensitive masser ved avlastning av haugene, men det bør preventivt tilrettelegges for mellomlagring i tette kasser, eller ved etablering av forbygninger som kan demme opp materiale som eventuelt skulle bli mindre håndterbart ved bearbeiding. Avhengig av anvendeligheten av massene, kan de eventuelt sendes til godkjent massedeponi eller benyttes ellers i sikringsprosjektet. Hva som gjøres med eventuelle mindre anvendelige masser, diskuteres med oppdragsgiver og geotekniker.

Forurensede masser er ikke forventet påtruffet. Tiltakshaver må kontaktes ved mistanke om dette. Eventuelle forurensede masser skal sendes direkte til mottak uten mellomlagring. Eventuell forutgående lokal sortering og/eller mellomlagring skal foregå under kontrollerte forhold. 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.

⁶ Det er per tid ikke avklart hva som gjøres med overskuddsmasser: Løsning diskuteres med oppdragsgiver og geotekniker. Massene kan lagres permanent ved planlagt «mellomlagringsområde» og tildekkes med moldjord, benyttes til ekstra motfylling på sidene av bekkeleiet eller kjøres bort (f.eks. til godkjent deponi).



Figur 5-6 Tiltent område for mellomlagring av masser (vist med lilla markering), samt mulige tilkomstveier til ravinen via dette området (markert i brunt). Organisering av området mtp. arealbruk gjøres i regi av entreprenør. Ekskludert anleggsveier er markerte arealer ca. 2.6 dekar (2600m²). Eventuelle inngrep skal ha en minste avstand på 1 meter fra eiendomsgrensen.

5.9 Parkering og langtidslagring

Utstyr og maskiner bør ikke parkeres/lagres nede i ravinen over lengre perioder: helger og ferier (dvs. over 2 døgn). Ravinen ligger i teoretiske løsneområder for eventuelle kvikkleireskred, både fra nord og sør, og er også ellers utsatt for mindre og mellomstore utglidninger. For kortere perioder bør det også tas hensyn til at vannstanden i bekken kan heve seg.

Det er satt opp en sikkerhetsavstand på 30 meter fra utkanten av anleggsflaten på Bahus der tungtrafikk og parkering av tungt utstyr/maskineri skal unngås, se tegning BA-PL4-AV.

5.10 Kontrollplan

Det henvises til kontrollplan i vedlegg A.

5.11 Ferdigstilling

Når tiltaket er ferdigstilt, skal man som hovedregel fjerne oppbygde anleggsveier. Det kan imidlertid bli aktuelt å la enkelte strekninger av anleggsveiene stå igjen over noen år mtp. skjøtsselfasen. Videre, ved eventuell anlegging av vei ved oppfylling i ravine-

armene vest for og øst for vestre haug (VH) kan utlagte masser bli liggende igjen som erosjonssikring, utformingen må da være tilpasset dette formålet.

Det er forventet rundt 1150 m³ overskuddsmasser (naturlige jordarter) fra avlastingen. Det er per tid ikke avklart hva som gjøres med overskuddsmasser. Løsningsvalg diskuteres med oppdragsgiver og geotekniker. Massene kan f.eks. lagres permanent ved planlagt «mellomlagringsområde», benyttes til ekstra motfylling på sidene av bekkeleiet eller kjøres bort (f.eks. til godkjent deponi eller andre prosjektområder).

6 Generelle kommentarer

6.1 FDV

Tiltaket er utformet for å være en mest mulig bestandig løsning, og skal i utgangspunktet vare i uoverskuelig tid. Raviner er imidlertid dynamiske systemer på grunn av naturlige prosesser: Vegetasjon vil kunne påvirke tiltaket ved f.eks. røtter, veltede trær osv. Dette kan lede vannet i bekken bort fra det steinsatte robuste partiet av bekkeleiet, og over i de stedlige massene til side for sikret bekkeløp. Det kan også være svakheter i hydrauliske modelleringer, grunnlagsdata (værd data mm.), eller endring av nedbørsfeltet oppstrøms, mm. Dette kan evt. over tid resultere i at sikrede partier ikke er tilstrekkelig robuste til at sikringen motstår gjentatte ekstremværhendelser.

Av denne grunn forutsettes det at tiltakshaver organiserer inspeksjoner ved planlagte intervaller for å identifisere eventuelle skader på sikringstiltaket, slik at skader (av betydning) kan rettes opp i. Etter ferdigstilling med attest år «X» bør tiltaket forslagsvis inspiseres etter: X+1 år, X+3 år, X+8 år, og hvert femte år etter dette. Det må understrekes at disse intervallene ikke er absolutte, men tilpasses etter utviklingen i ravinen.

6.2 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/.
 - Kontrollen er nå utført og prosjekteringen er godkjent, ref. /23/.
- Uavhengig kontrollør av utførelse (UAK UTF) må være engasjert.
- Entreprenør, UAK UTF, prosjekterende (NGI) og tiltakshaver (Nannestad kommune) må ha oppstartsmøte.
- Det må kontrolleres at forutsetningene gitt i rapporten innfris for maskinene entreprenøren planlegger å benytte.
- Byggherre/tiltakshaver må utarbeide SHA-plan og lage varslingsplan.
 - Førstnevnte skal nå være utført.
- Entreprenør må lage HMS-plan og etablere system for rapportering.

6.3 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 Norconsult i 2024 på oppdrag for Nannestad kommune kartlagt naturverdier i prosjektområdet, samt utarbeidet en tiltaksplan som skal ivareta hensyn til natur gjennom prosjektet. **OBS:** Det er kartlagt enkelte «svartelistede arter» med høy spredningsrisiko i planområdet, dette må håndteres i tråd med tiltaksplanen (kap. 6.3 i /24/).

Angående punkt (3) er det ikke forventet forurensede masser i arbeidene. Det skal imidlertid nevnes at det tidligere var et lite deponi nordøst på området med kommunens tekniske senter som ble fjernet i 2016, hvor det er planlagt en anleggsvei ned til ravinen. Sweco utførte miljøkemiske undersøkelser i forkant av arbeidene, i 2015. Prøve-resultater fra forurensende stedlige masser underliggende deponiet var i tilstandsklasse 2 og 3. Både deponerte materiale og underliggende forurensede masser ble fjernet. /19/

7 Stabilitetsberegninger og bæreevne

Vurderinger av skråningsstabilitet og bæreevne oppsummeres kort her i kap. 7 og gjennomgås i detalj i vedlegg B.

7.1 Bæreevnevurderinger

Den dimensjonerende bæreevnen til naturlig grunn (terreng) rundt kommunens tekniske senter er estimert til:

$$q_{\text{dim}} = \frac{\bar{s}_u \cdot N_c}{F_{\text{cu}}} = \frac{0.7 \cdot 35 \text{ kPa} \cdot 5.14}{1.4} = \underline{90 \text{ kPa}}$$

Forutsatt at det benyttes dumpere med kombinert driftsvekt og last inntil 50 tonn, medfører det behov for anleggsvei i overkant av 50 cm tykkelse.

Maksimal tillatt høyde på mellomagring av masser (ved anvist område) er lik 2 meter. For ranker med mindre enn 4-5 meters bredde kan høyden være opptil 2.5 meter.

For oppfylling i ravine, med jevnt fall langs bekken, vil det være mulig å legge ut fyllingen av sprengstein opp til prosjektert nivå i en og samme omgang. Imidlertid, vil det ved lokale fall (ca. 0.5m over mindre enn 5 meters lengde) være behov for å legge ut masser i nedkant av fallet før det legges opp til prosjektert nivå i overkant av fallet, se tegning BA-TV-AT2.

7.2 Skråningsstabilitet

Som nevnt i kap. 4.3 er et parti av ravinen nord for kommunens tekniske senter forbundet med fare for utløsning av større skred som kan ramme kommunens tekniske senter. I tillegg til den pågående erosjonen langs dette partiet, er beregnet skråningsstabilitet langs partiet lav, og det planlegges derfor skråningsstabiliserende tiltak herunder motfylling og avlastning av de to haugene nord for senteret, se Figur 4-1. I den anledning er det utført stabilitetsberegninger av haugene nord for senteret, samt enkelte profiler for vurdering av mulige anleggsveier. Som omtalt i kap. 3.4 er sikring av eksisterende bebyggelse ikke underlagt konkrete krav til sikkerhetsnivå, men det tas utgangspunkt i «krav om prosentvis forbedring» som ville gjelde for et K4-tiltak. Sikringstiltaket i seg selv er underlagt krav for K2-tiltak og Eurokode.

Stabilitetsberegninger er utført iterativt: Da en antatt tilfredsstillende løsning var på plass ble det utført kontrollberegninger for å påse at planlagt sikkerhetsnivå (kap. 3.4.2) ble oppnådd. Det ble blant annet sett nærmere på skråningen på nordsiden av vestre haug (VH) (se Figur 4-1), for å se i hvor stor grad omfanget på motfyllingen var styrt av bruddmekanisme for mest kritiske profil gjennom skråningen (VH3) sammenlignet med en anslått sammensatt 3D-bruddmekanisme. Analysene er presentert i detalj i vedlegg B og oppsummert i nederste del av Tabell 7-1. Resultatene viste at inndata (s_u mm.) var litt for konservative, med en anslått $F_{cu} = 0.91$ for den sammensatte flaten og $F_{cu} = 0.83$ lokalt i verste snitt. Likevel, selv om resultatet var urealistisk lavt, tyder resultatene på at sikkerhetsmarginen for skråningen generelt er lav. Videre viste resultatene at utformingen gav en forbedring for den "opprinnelige kritiske sammensatte glideflaten" på nesten 14.5% mht. F_{cu} ⁷, hvilket var mer enn kriteriet fra kap. 3.4.2 om 10%⁷. Samtidig viste analysene at tiltaket vil medføre mange nye små "drenerte kritiske glideflater" som ikke tilfredsstilte krav, med et par stedvise forverringer⁸. Av den grunn, samt tilbakemeldinger etter hydrologiske analyser (kap. 8), ble utformingen på fyllingen revidert.

Det ble i opprinnelig utgave av prosjekteringen utført et par kontrollberegninger for revidert geometri for de to profilene VH1 og VH2. Disse profilene var mest kritiske med hensyn til å oppnå ønskede krav for sikringstiltaket pga. forverring av $F_{c,\phi}$ for nye kritiske flater⁸, og de ble derfor ansett styrende for design.

I ettertid har prosjekteringen gjennomgått UAK /23/. Ila. UAK-en ble det påpekt at enkelte aspekt ikke var kommentert eller hensyntatt, slik som:

- 1) Overflaten på bekkebunnen var ikke korrigert i beregningsprofilene mtp. at innmålinger med laser typisk reflekteres i vannoverflaten og "kutter bort" bunn av vassdrag og vann.
- 2) Det var ikke tatt hensyn til ulike vannstander/flomsituasjoner for undersøkelse av dimensjonerende situasjon (drenert).

⁷ Når man benytter en altfor lav s_u i beregninger vil momentbidrag fra stabiliserende tiltak i realiteten være lavere enn det beregningene viser. Krav til forbedring ved $F_{cu} \leq 1.0$ bør derfor være større enn 10%. Med en fortsettelse av trendlinjene i figur 3.3 i NVEs 1/2019 /14/ **burde forbedringen for $F_{cu} = 0.91$ vært 12.3%**.

⁸ Forverringene skyldtes i hovedsak at modelleringen av poretrykk i beregningsprofilene var for grov, hvorpå flere knekkpunkt skulle vært lagt til.

3) Tørrskorpeleirens potensielle skjærbidrag i stabilitetsberegninger og problemstillinger knyttet til dette.

Og videre ble det påpekt 4) at det var svakheter ved romlig modellering av skjærfasthet i GeoSuite.

Alle overnevnte svakheter er nå vurdert, noe i tilsvarende i kontrollokumentet /23/ og noe oppgitt her, i de øverste linjene i Tabell 7-1: 1) Bekken er korrigert for profil VH2 og VH3, og 2) kritisk (dimensjonerende) vannstand er vurdert: 200-årsflom med klimapåslag er kritisk for begge profilene, men særlig for VH2 der $F_{c\phi} = 1.09$ økes til $F_{c\phi} = 1.18$ etter sikring, hvilket tilsvarer 8% forbedring. Merk at det er benyttet lave styrkeparametere for steinfyllingen, slik at reell forbedring for en slik liten glideflate vil være godt over 10%.

Videre, for 3): Dersom man fjerner tørrskorpe i hele sin tykkelse, vil tap av skjærbidrag fra tørrskorpeleire kunne utgjøre et tap på inntil 2-3% av stabiliserende krefter (inntil ca. 1500 kNm/m), dokumentert i tilsvarende i /23/. Derfor må avlastning gjøres lagvis inntil man får kompensert for dette tapet, hvilket innfris når ca. 90% av steinfyllingen er lagt ut. En annen implikasjonen av at tørrskorpens potensielle skjærbidrag neglisjeres i beregningene, er at prosentvis forbedring reelt/potensielt sett overestimeres. For profil VH3 vil prosentvis forbedring kunne være rett i overkant av 1% lavere enn angitt.

For å påse at planlagt sikkerhetsnivå blir oppnådd etter tiltak, ble det utført en ny beregning for profil VH3, der 4) s_u -en ble modellert mer realistisk. Resultatene viser at udrenert sikkerhet økes med 18.8% for opprinnelig kritisk glideflate (KG), og 13.2% for ny KG, der beregnet forbedring er basert på momentkrefter (mer presist).

Konklusjon

Ny utforming medfører tilstrekkelig forbedring for alle vurderte profiler, prosjektert sikringstiltak vil således tilfredsstille planlagt sikkerhetsnivå (10% forbedring).

Tabell 7-1 Beregnet sikkerhetsfaktor for dagens situasjon (**før** tiltak) og etter prosjektert sikring (**etter** tiltak) ved Bahus (BA). Både kritiske glideflater **før** og **etter** tiltaket er vurdert. De øverste linjene med beregninger gjelder endelig prosjektert utforming, mens de resterende linjene nedover gjelder innledningsvis planlagt utforming (nedtonet farge).

			Beregningsresultater								
Tegn.nr.	Profilnavn	Bruddflate	Drenert, før (Kritisk før tiltak)	Drenert, etter (Kritisk før tiltak)	Drenert, før (Kritisk etter tiltak)	Drenert, etter (Kritisk etter tiltak)	Udrenert, før (Kritisk før tiltak)	Udrenert, etter (Kritisk før tiltak)	Udrenert, før (Kritisk etter tiltak)	Udrenert, etter (Kritisk etter tiltak)	Kommentarer
BA-S-Rev-VH3	Rev-VH3	Haug	1.07	-	-	1.30	0.86	1.03	0.88	0.99	Drenert sikkerhet innfris, uavhengig av flomsituasjon. Udrenert sikkerhet økes med 18.8% for opprinnelig kritisk glideflate (KG), og 13.2% for ny KG.
BA-S-Rev-VH1-VH2	Rev-VH2	Haug	0.94	1.40	1.09	1.18 (1.25)	-	-	-	-	Dimensjonerende flomhendelse er undersøkt, der 200-årsflom medfører lavest økning av $F_{c,\phi}$ = 8.2% . For de aktuelle beregningene er imidlertid skjærbidrag fra sprengsteinfyllingen vesentlig underestimert: anslag med (ϕ' =40° og c' =2kPa) gir $F_{c,\phi}$ = 1.25, hvilket innfrir krav med god margin.
	Rev-VH1	Haug	-	-	1.38	1.29	-	-	-	-	Forverring som følge av hevet grunnvannsspeil, men "absolutt sikkerhetsfaktor" er stadig oppnådd.
BA-S-OH1	OH1		1.01	1.22	1.06	1.11	0.97	1.12	1.00	1.12	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår "forbedring" og "vesentlig forbedring". "Drenert, kritisk etter tiltak via SBM" har strengt tatt ikke tilstrekkelig forbedring (1.11 < 1.15), men forbedring langs haugen er generelt høy og andelen SBM i bruddflaten er liten. Anses ok.
BA-S-OH2	OH2		0.95	1.31	1.07	1.23	1.06	1.26	1.06	1.24	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår "vesentlig forbedring".
BA-S-OH3	OH3		1.09	1.33	1.13	1.25	1.00	1.19	1.01	1.17	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår "vesentlig forbedring".
BA-S-VH1	VH1	Haug	1.07	1.26	1.19	1.18	1.36	1.45	1.37	1.44	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår i all hovedsak "vesentlig forbedring", men drenert sikkerhet er marginalt mindre for noen glideflater pga. høyere grunnvann.
		Anleggstrafikk i bakkant av haug							1.88 => (1.80)	1.85	Ev. anleggsvei og -last har F_{cu} lik 1.88 før og 1.80 etter at det er lagt til anleggsvei og -last, før sikringstiltak - ok.
BA-S-VH2	VH2	Haug	0.96	1.11	1.02	1.01	0.93	1.04	0.94	1.03	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår i all hovedsak "forbedring", men drenert sikkerhet er marginalt mindre for noen glideflater pga. høyere grunnvann.
		Anleggstrafikk i bakkant av haug							1.82 => (1.78)	1.55	Anleggsvei og -last har F_{cu} lik 1.82 før og 1.78 etter at det er lagt til anleggsvei og -last, før sikringstiltak. Last fra anleggsvei og maskinlast er innenfor krav.
BA-S-VH3	VH3	Haug	1.12	1.24	1.16	1.16	0.88	1.00	0.88	0.99	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår i all hovedsak "forbedring", men drenert sikkerhet er uendret for noen glideflater (pga. høyere grunnvann).
		Anleggstrafikk i bakkant av haug							1.45 => (1.42)	1.55	Dersom anleggstrafikk legges bak haugen før tiltaket er utført reduseres F_{cu} lokalt fra 1.45 til 1.42 for 2D-beregningen (last over 7 meters bredde), se vedlegg B. Etter tiltaket, vil F_{cu} være lik 1.55 med trafikk og vei i bakkant.
BA-S-VH4	VH4	Haug	1.02	1.27	1.05	1.13	0.83	0.98	0.84	0.97	Planlagt sikkerhetsnivå er "forbedring". Oppnår i all hovedsak "vesentlig forbedring", men "drenert, kritisk etter tiltak" oppnår ikke tilstrekkelig forbedring (1.13 < 1.14).
		Anleggstrafikk i bakkant av haug							1.41 => (1.39)	1.53	Dersom anleggstrafikk legges bak haugen før tiltaket er utført reduseres F_{cu} lokalt fra 1.41 til 1.39, se vedlegg B. Etter tiltaket, vil F_{cu} være lik 1.53 med trafikk og vei i bakkant.
BA-S-VH5	VH5	Haug	1.09	1.33	1.19	1.23	1.15	1.28	1.17	1.27	Drenert sikkerhet blir ikke forbedret tilstrekkelig (1.19 < 1.25) etter planlagt sikkerhetsnivå for alle glideflater.
		Anleggstrafikk i bakkant av haug							1.84 => (1.78)	1.96	Anleggsvei og -last har F_{cu} lik 1.84 før og 1.78 etter at det er lagt til anleggsvei og -last, før sikringstiltak.

8 Dimensjonering av erosjonssikring

Hovedformålet med sikringstiltaket i bekken nedenfor Bahun er å bedre stabiliteten til omkringliggende skråninger samt forebygge at bekken graver seg dypere eller inn i side-skråninger, og dermed forebygge utglidninger som har potensiale for å utløse kvikkleireskred. For en nærmere beskrivelse av flomberegninger og resultater fra de gjennomførte hydrauliske beregningene, vises det til vedlegg B.

8.1 Dimensjonerende steinstørrelse

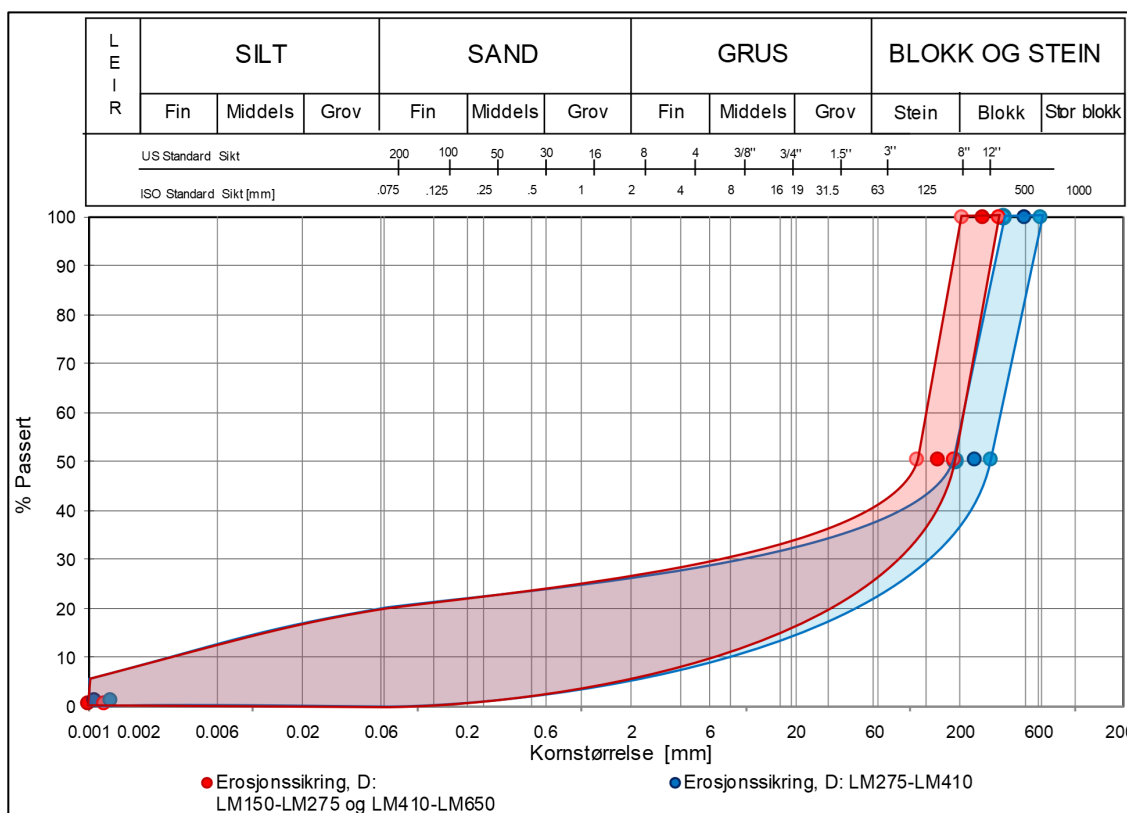
Geometrien på modellert bekkeløp har bratte sidekanter (1:1). Av den grunn må steinstørrelser/-dimensjoner (D) i plastringen på sidene av bekken være dobbelt så stor som det som kreves i bunnsikringen, dvs. $D_{\text{sideplastring}} \geq 2 \cdot D_{\text{bunnplastring}}$. Samtidig er det planlagt at oppfyllingen i bekken skal fungere som anleggsvei under anleggsfasen og det vil derfor være hensiktsmessig at man i størst mulig grad slipper å sortere disse massene fortløpende som de legges ut, samt til en viss grad i etterkant av at fyllingen er lagt ut. Av den grunn angis dimensjonerende kornfordelingskurver (dvs. steinstørrelser, angitt ved D) basert på kravene som gjelder for sideplastring.

Videre er det slik at gradienten (helningen) på bekken er brattere fra løpemeter 275 til 410 (LM275-LM410) enn resten av kanalen, og det behøves derfor større steinstørrelser langs dette partiet enn øvrige deler av kanalen. Kornfordelingskurver for steinmassene som skal legges ut i ravinen er presentert i Tabell 8-1, og vist i Figur 8-1.

Tabell 8-1 Beregnede steinstørrelser for erosjonssikring i Skjennumbekken. Fargekoder per seksjon (venstre kolonne) viser til kurver i Figur 8-1.

Seksjon langs senterlinje	D_0 [cm]	D_{50} [cm]	$D_{\max}$ [cm]
LM150-LM275	0	15	30
LM275-LM410	0	25	50
LM410-LM650	0	15	30

Toleranser for steindimensjoner (D_i) i tabellen over er $\pm 25\%$, opptegnet i Figur 8-1. Andelen finstoff (silt og leir) skal ikke overstige 20%, hvorav andelen leir ikke skal overstige 5%.



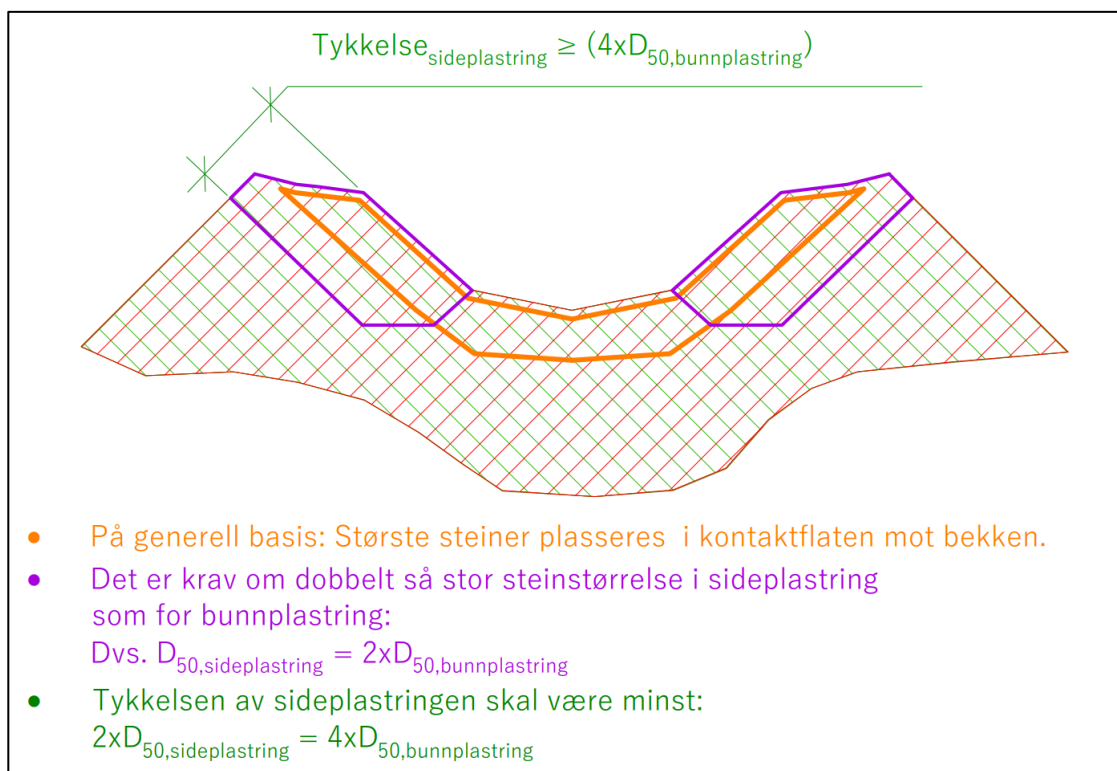
Figur 8-1 Veiledende kornfordelingskurver for ulike strekninger, angitt ved løpemeter (LM). Det bør etterstrebes at de største steinene plasseres i sidene og skuldrene av bekkeløpet.

8.2 Om utførelse

Det er lagt opp til at erosjonssikringen i størst mulig grad følger retningslinjer gitt i NVEs sikringshåndbok /25/. Håndboken beskriver at tykkelsen på sideplastringslag skal være minst $4 \times D_{50, \text{bunnplastring}} = 2 \times D_{50, \text{sideplastring}}$, illustrert i Figur 8-2. Dette skal i stor grad være innfridd. Videre beskriver den at de største steinene skal plasseres i kontaktflaten mellom vannet og plastringen. Her er det som nevnt i forrige delkapittel, krav til størst stein i skuldrene av bekken. Dimensjonerende steinstørrelse for fyllingen følger krav til sideplastring, og det bør dermed være lite behov for sortering underveis som legger ut fyllingen. Derimot, når man ferdigstiller bekkeløpet bør det gjøres tilpasninger lokalt for å få de største steinene inn i 1) sidene av bekkeløpet, og dernest 2) i bunnen av nytt bekkeløp, der 3) de minste steinene kan legges på skuldrene. Utførelsen er illustrert og beskrevet i tegning BA-TV-AT1 tom. -AT3. Det er ikke krav om «ordnet plastring» i bekkeløpet, men utførelsen bør gjøres på en slik måte at etter hvert som bekken vasker ut og sorterer de overfladiske fyllmassene, så fortsetter bekken i anlagt løp.

Lokalt ved avslutningen av sikringstiltaket vil strømningshastigheten øke litt sammenlignet med opprinnelig situasjon. For å forhindre erosjon i overgangen fra tiltaket må det

derfor etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein 10 meter nedstrøms avsluttet sikringstiltak.



Figur 8-2 Prinsskisse for oppfylling av samfengt sprengstein, med fremheving av beskrivelser gitt i NVEs sikringshåndbok /25/.

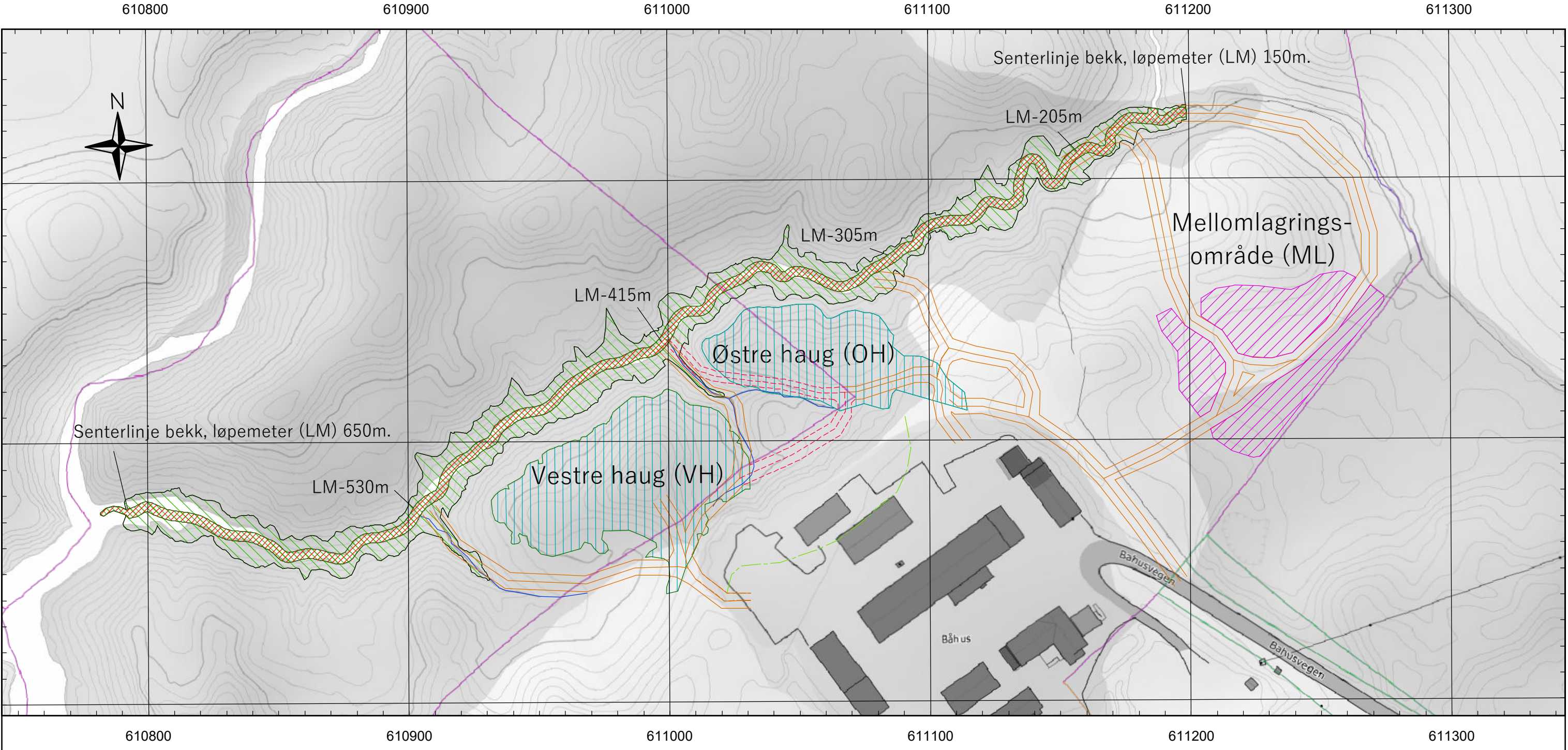
8.3 Habitattiltak

Det er ikke prosjektert terskler og andre habitattiltak for fisk, kreps mm. i 3D-modellert bekkeheving. Tiltaket skal imidlertid omfatte habitattiltak slik som utlegging av strømbrytere og terskler. Habitattiltak vil mao. i stor grad begrense seg til små justeringer av stein og blokker i prosjektert bekkeløp. Tiltak gjøres i samråd med byggherre og geotekniker. Eksempler på habitattiltak er presentert i kap. 6.2.2 i tiltaksplanen /24/.

9 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 Bahun, Nannestad*. NGI rapport 20210599-03-R, dato: (19.06.2023).
- /4/ NGI (2023) *Vurdering av områdestabilitet Nannestad sentrum vest og Bahun*. NGI rapport 20210599-04-R, dato: (2023-09-04).

- /5/ NGI (2024) *Geoteknisk datarapport: Undersøkelser for detaljprosjektering - Teigebyen vest og Bahu*. NGI rapport 20230614-04-R, dato: (2024-08-08).
- /6/ NGI (2024) *Tolking av beregningsparametere – Teigebyen vest og Bahu*. 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.
- /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.
- /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/ Sweco Norge AS (2017) *Sluttrapport forurenset grunn, gnr/bnr 27/6 m.fl.* Sweco rapport 13158001, dato: (2017-03-03).
- /20/ NGI (2022) *Mengdeliste: Nannestad - sikring Bahu og Vestbybekken - SVVs PK*. Dato: (2025-08-26).
- /21/ 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.
- /22/ NorGeoSpec (SINTEF, SVV, mfl.) (2012) *A Nordic system for the certification and specification of geosynthetics and geosynthetic-related products*. Rev. 01, dato: (2016-01-14). Tilgjengelig fra: <https://www.norgeospec.org/acms/norgeospec/guideline/>.
- /23/ Multiconsult AS (MC) (2025) *UAK RIG Sikringstiltak Bahu*. MC rapport 10265127-RIG-RAP-001, dato: (2025-08-15).
- /24/ Norconsult ASA (2025) *Tiltaksplan for revegetering: Områdestabilisering av ravinesystem ved Bahu*. Norconsult rapport 52501589-01, rev. J02, dato: (2025-03-27).
- /25/ NVE (2009) *4/2009 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Tilgjengelig fra http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009_04.pdf



FORKLARINGER:

- Avlasting
- Oppfylling, stedlige masser
- Erosjonssikring og oppfylling, samfengt sprengstein
- Mellomlagringsområde
- Aktuelle anleggsveier uten restriksjoner
- Aktuelle anleggsveier med restriksjoner
- Sikkerhetsavstand (ingen tungtrafikk, se BA-PL4-AV)
- Eiendomsgrenser

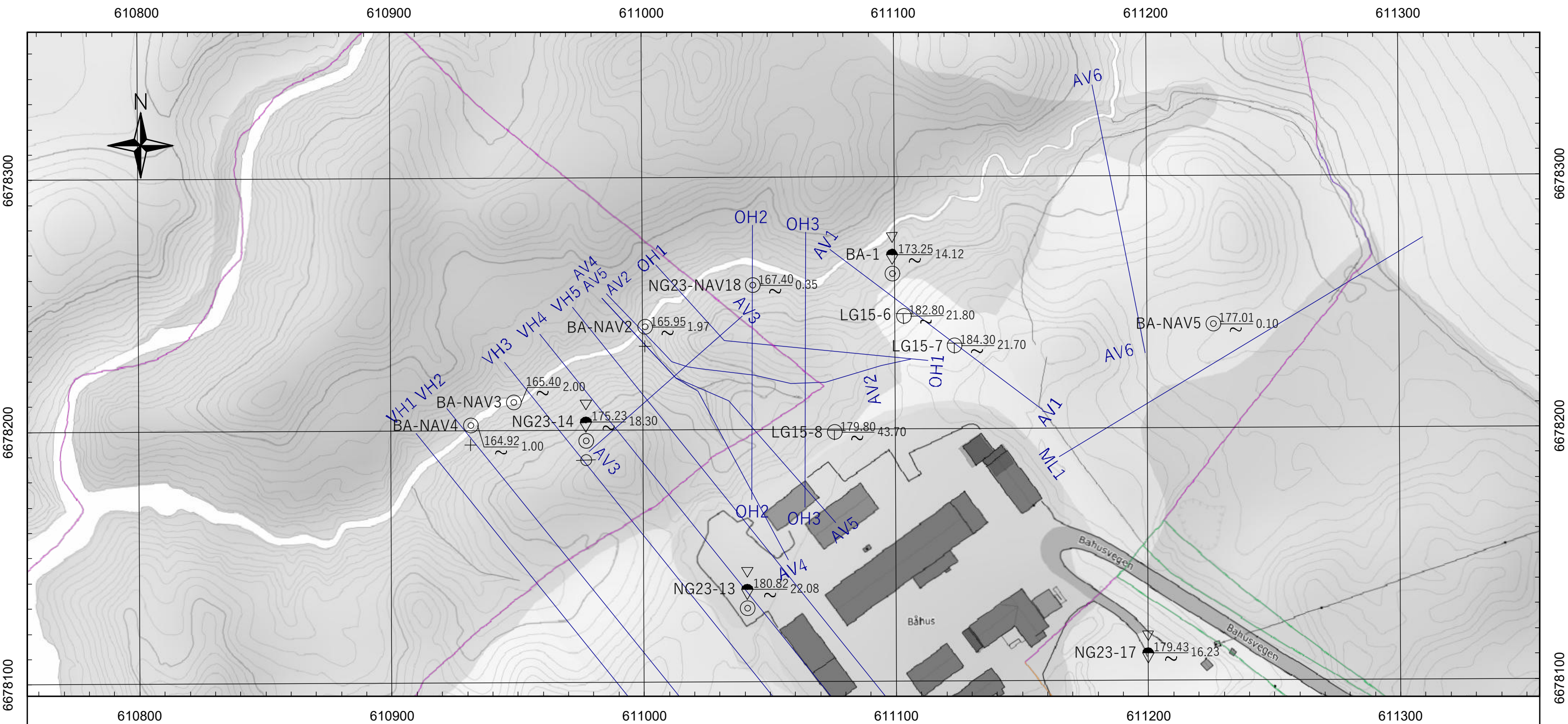
BESKRIVELSER:

Plantegningen viser arealene som skal avlastes og fylles opp, samt arealer for mellomlagring og mulige aktuelle anleggsveier.

HENVISNINGER:

Følgende tegninger er anleggstegninger som viser oppbygning av tverrsnitt mm.:
Plantegninger: BA-PL5-AT tom. BA-PL8-AT
Plantegning, mellomlagring: BA-PL9-ML
Anleggstegninger: BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3
Tverrsnitt senterlinje: BA-TV-S1
Tverrsnitt normalt på senterlinje: BA-TV-LM175 – 650

01	Justert mellomlagringsareal, lagt til eiendomsgrenser	2025-09-05	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-16	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		-			
20230614-01-R		Original format			
PL1-O - Plantegning 1: Oversikt over tiltaksområde		A3 (297x420mm)			
Avlasting, erosjonssikring/oppfylling,		Tegningens filnavn			
anleggsveier og mellomlagringsarealer		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.2 - Plantegninger\Bahus - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg			
NGI		Målestokk		1:1500	
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		Dato		Konstr./Tegnet	
NO-0806 Oslo, Norway		2025-09-05		HSk	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Oppdragsnr.		Kontrollert	
www.ngi.no		20230614		HHe	
		Tegningsnr.		Godkjent	
		BA-PL1-O		HSk	
		Rev.		01	



FORKLARINGER:

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ Trykksondering

⊙ Prøveserie

□ Prøvegrop

+ Vinge boring

☆ Fjellkontrollboring

◆ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering

⊖ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

+ Innmåling med GNSS (moh.)
- Borhull nr.

Terreng (bunn) kote

Boret dybde
- Antatt kote, bergoverflate/
(~ berg ikke påtruffet)

(+ boret i fjell)
- Profil

— Eiendomsgrenser

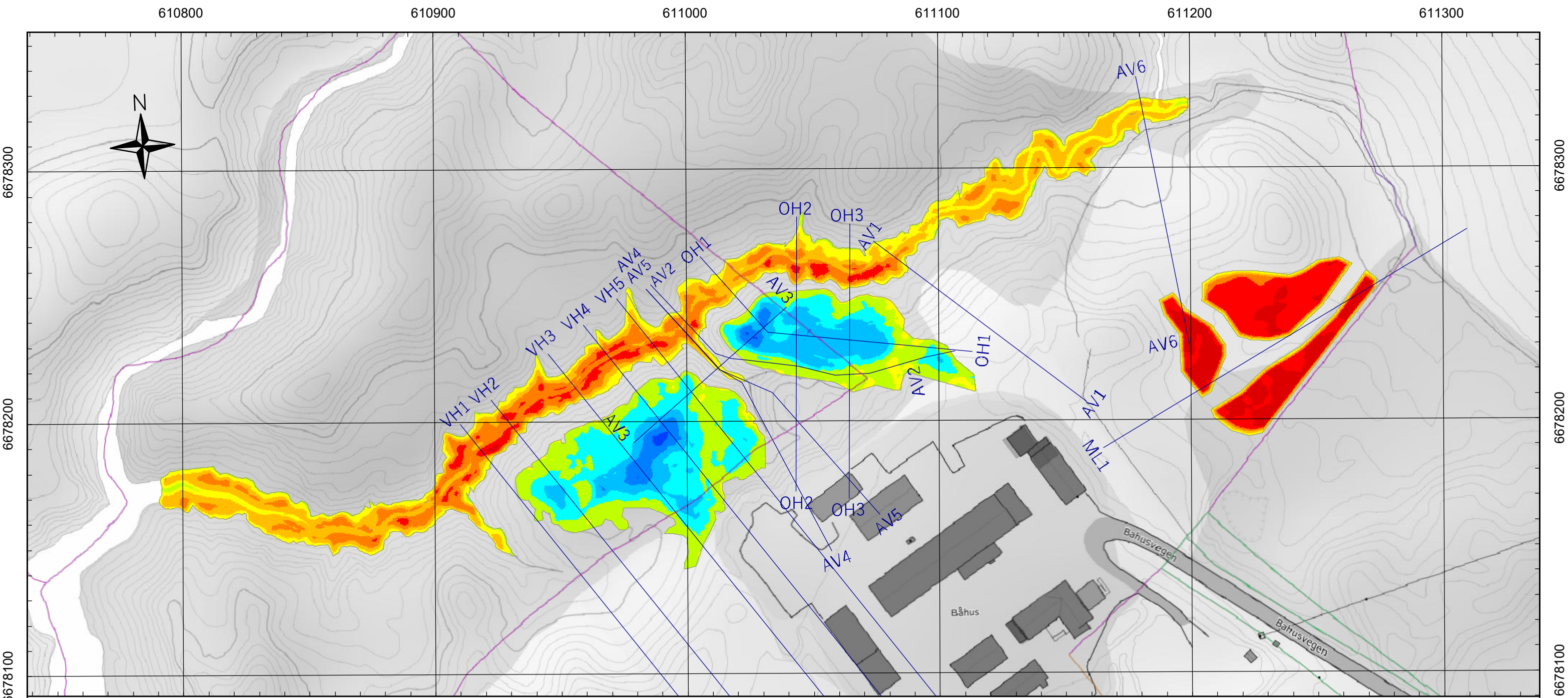
BESKRIVELSER:

-

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

01	Lagt inn eiendomsgrenser ifm. revisjon	2025-09-05	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-16	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		Original format A3 (297x420mm)			
		Tegningens filnavn G:\geoteknisk\20230614\AUTOGRAF_RIT\1.2 - Plantegninger\Bahus - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg			
20230614-01-R PL2-PoGU - Plantegning 2: Profiler og grunnundersøkelser		Målestokk 1:1500		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-05	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-PL2-PoGU		Rev. 01



FORKLARINGER:

- Profiler (for opptegning av lagdeling og beregninger)
- Eiendomsgrenser

BESKRIVELSER:

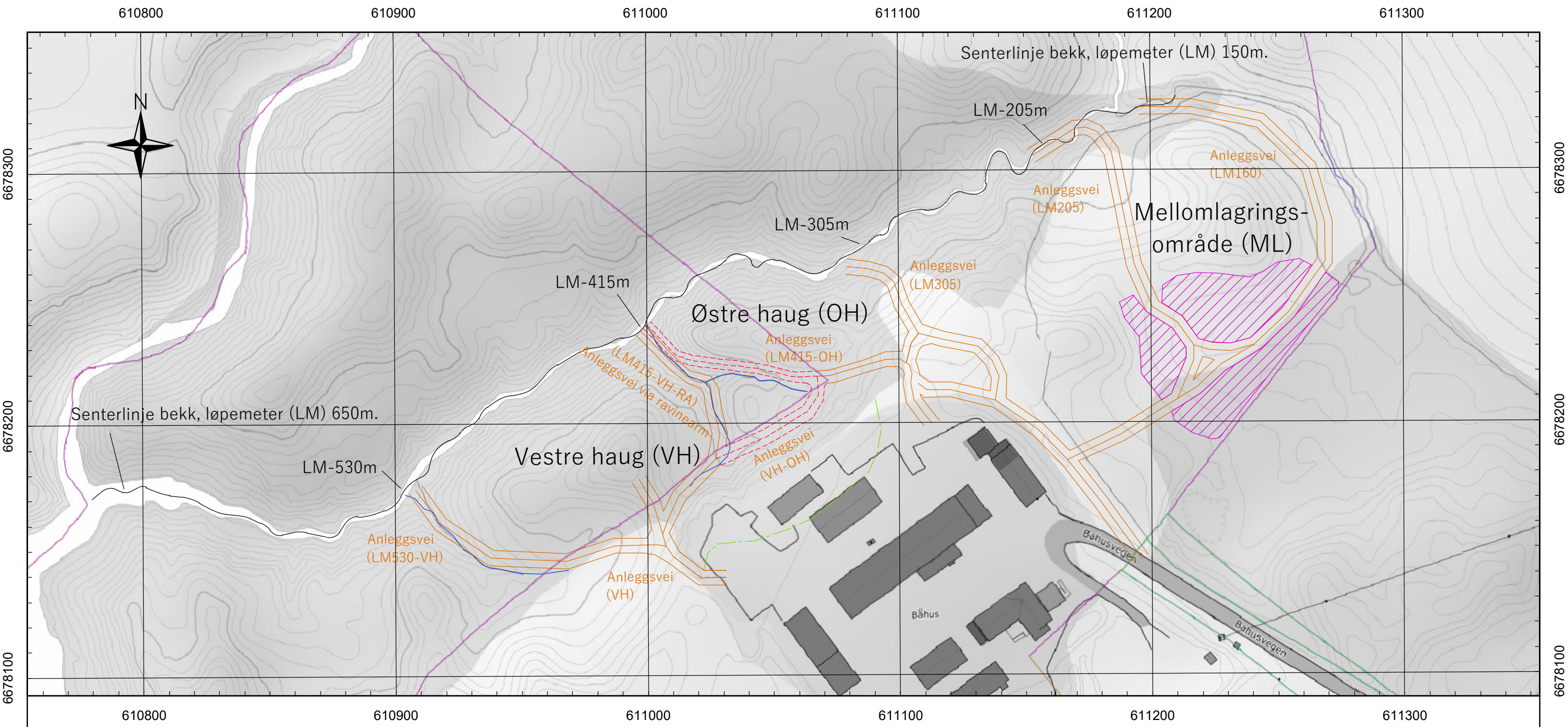
Tegningen viser fargegradienter for tykkelse av masser som skal fjernes (blå) eller fylles ut (rød). Detaljer vedrørende mellomlagringsområdet er gitt i tegning BA-PL9-ML.

Koter til prosjekterte flater er vist i anleggstegninger (PL-AT). Overslagsmessige mengder for hovedarbeider er vist under:

Oppgave / Bestanddel:		Lengde [m]	Areal (2D) [m ²]	Volum (pf/pa) [m ³]
Vegetasjonsrydding (arealer: sikringstiltak, anleggsveier og mellomlagring)			15 000 - 20 000	
Anleggsveier eller utbedring av traktorvei ³		900		
Avlasting vestre haug (VH)			4100	2800
Avlasting østre haug (OH)			2600	1700
Oppfylling		480	6700	5400
- Hvorav grove masser			2700	2450
- Hvorav stedlige masser			4000	(2800)/2950
Overskudd stedlige masser ⁴				(1700)/1800
Disponibelt areal/volum for mellomlagring			2650+	4000+

1 Areal i horisontalplanet
2 pf=prosjekterte faste masser (som skal avlastes), pa=prosjekterte anbrakte masser,
3 Anslått maksimalt behov for anleggsvei ned i raviner.
4 Det er per tid ikke avklart hva som gjøres med overskuddsmasser: Løsning diskuteres med oppdragsgiver og geotekniker.

01	Justert mellomlagringsareal, lagt inn eiendomsgrenser og bedre pdf-ytelse	2025-09-05	HSk	HSk	HHe
00	Anbudstegning	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus 20230614-01-R PL3-PoV - Plantegning 3: Profiler og volum Avlasting, erosjonssikring/oppfylling og mellomlagringsarealer		Status			
		Original format			
		A3 (297x420mm)			
		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF_RIT\1.2 - Plantegninger\Bahus - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg	
		Målestokk			
		1:1500		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2025-09-05	HSk	HHe	HSk
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230614	BA-PL3-PoV	01	



FORKLARINGER:

- Mellomlagringsarealer
- Aktuelle anleggsveier uten restriksjoner
- Aktuelle anleggsveier med restriksjoner
- Senterlinje, utfylling
- Ravinearm
- Sikkerhetsavstand (ingen tungtrafikk)
- Eiendomsgrenser

HENVISNINGER:

Plantegninger: PL5-AT, PL6-AT, PL9-ML

BESKRIVELSER / MERKNADER:

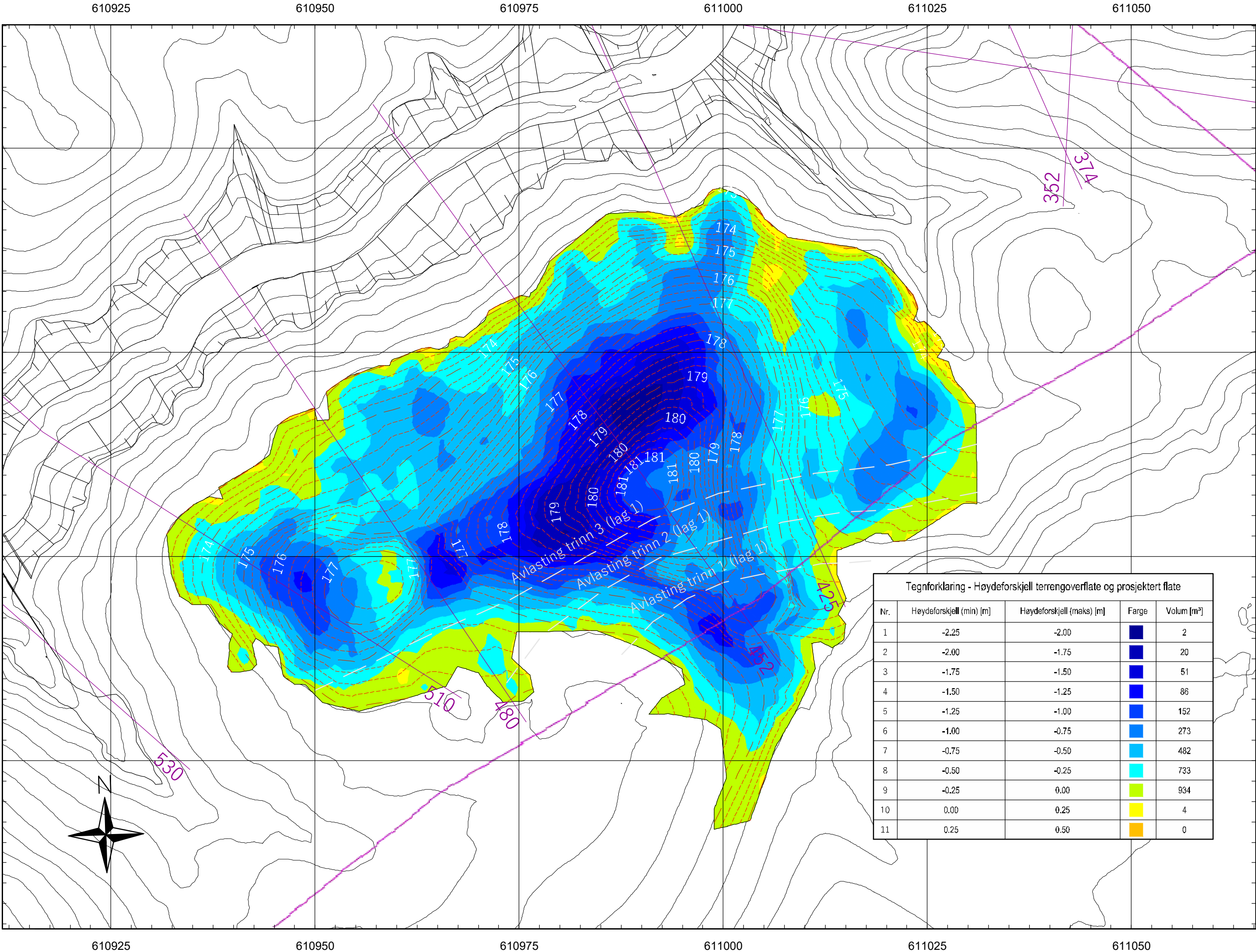
Det er lagt opp flere alternative tilkomstveier ned til ravinen fra anleggsflaten på Bahus, skissert på denne plantegningen. Avhengig av hvilke maskiner som skal benyttes vil det stedvis være behov for å etablere anleggsveier. Entreprenøren er ansvarlig for å fjerne midlertidige anleggsveger og overlevere grunnen i samme stand som den var ved anleggsstart, etter nærmere avtale med grunneier. Det kan bli aktuelt å la enkelte strekninger av anleggsveier stå igjen over noen år mtp. skjøtselfasen. Eventuell utlagt sprengstein i ravinearmene vest og øst for vestre haug (VH) kan bli liggende igjen som erosjonssikring.

Restriksjoner (fullstendig liste i kap. 5.4.4 i rapporten):
Ved etablering av vei ned til løpemeter 415 (LM415) i ravinen via bakkant av østre haug (OH) kan man enten benytte eksisterende traktorvei, eller alternativt anlegge veien i selve ravinearmen i underkant av traktorveien (se tegning BA-P-AV3). For begge alternativ må det avlastes 200 m³ løsmasser parallelt med haugen.
- Ved eventuell kjøring på traktorveien: Dersom laster fra maskin og eventuelt nytt veidekke overstiger ca. 20 kPa, må det fylles opp 1 meter samfengt sprengstein i ravinearmen i underkant. Dette gjelder også ved kjøring i ravinearmen vest for vestre haug (VH).

Dersom etablering av anleggsvei ned til haugene gjøres med utlegging av bærelag, må anleggingen av vei følge prinsipp om masseskifting.

Tungtrafikk og parkering av tunge kjøretøy mm. skal unngås i et 30-meters belte langs skråningstopp nordvest på anleggsflaten ved kommunens senter.

01	Justert mellomlagringsareal og lagt til eiendomsgrenser	2025-09-05	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-22	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		-			
		Original format A3 (297x420mm)			
20230614-01-R PL4-AV - Plantegning 4: Anleggsveier		Tegningens filnavn		G:\geotarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.2 - Plantegninger\Bahus - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg	
		Målestokk			
1:1500					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2025-09-05	HSk	HHe	HSk
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20230614	BA-PL4-AV		01



Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]
1	-2.25	-2.00		2
2	-2.00	-1.75		20
3	-1.75	-1.50		51
4	-1.50	-1.25		86
5	-1.25	-1.00		152
6	-1.00	-0.75		273
7	-0.75	-0.50		482
8	-0.50	-0.25		733
9	-0.25	0.00		934
10	0.00	0.25		4
11	0.25	0.50		0

FORKLARINGER:

- Høydekoter, opprinnelig terreng
- Prosjektert høydenivå, 1.0m koter
- Prosjektert høydenivå, 0.25m koter
- Skjæringer, oppfylling
- Tverrsnitt - Løpemeter
- Anvisning, skissert progresjon avlasting
- Eiendomsgrenser

TOLERANSER:

Utført avlasting skal være i nivå med prosjektert overflate med toleranse lik: +15 cm over prosjektert nivå, og -30cm under prosjektert nivå.

HENVISNINGER:

Plantegninger:
BA-PL1-O
BA-PL4-AV
BA-PL9-ML
Tverrsnitt:
BA-TV-LM170-LM650
Kap. 5.5 i hoveddelen av rapporten.

MERKNADER:

Det er et par piezometerrør installert på haugen som må beskyttes fra skade under anleggsarbeidet, se borpunkt NG23-14 i tegning BA-PL2-PoGU.

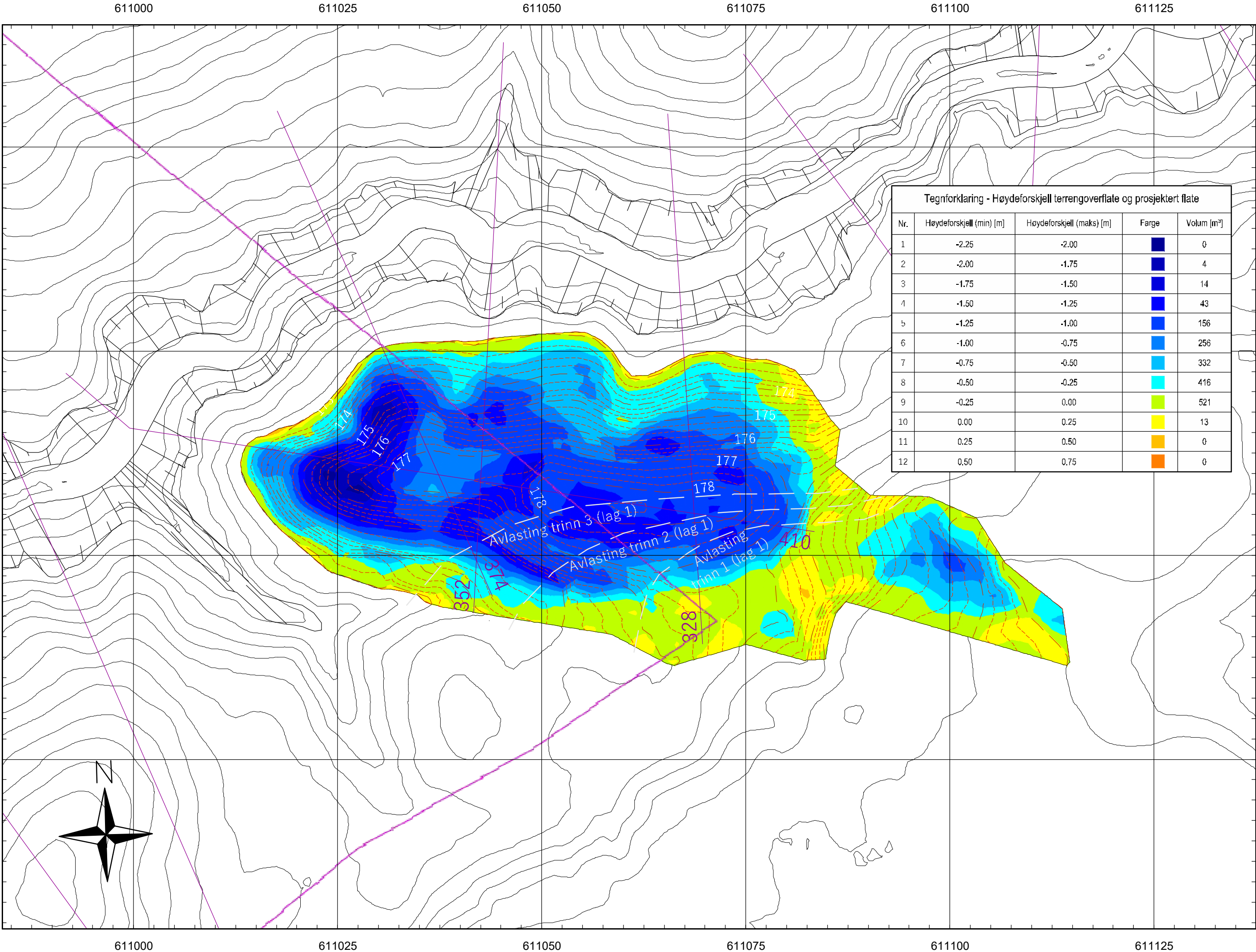
REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

- Ved oppstart må det etableres en anleggsvei ned fra flaten ved Bahu til haugen som skal avlastes (se BA-PL4-AV). Eventuell etablering av anleggsvei ved utlegging av bærelag skal følge prinsipp om masseskifting.
- Vegetasjonsrydding skal kun utføres med lett utstyr/ev. maskineri. Enkelte trær og busker skal graves opp med rotsystem for senere utplassering (se pkt. 5)). Fjernet buskas, trær mm. flyttes til mellomlagringsområdet. Hogst flyttes til anvist plass. Trafikk med tunge maskiner skal unngås i starten mens det enda er lite masser som er avlastet.
- Avlastingen av haugen skal startes fra sørlig/sørøstre side, hvorpå masser blir kjørt bort fortløpende. Det skal gradvis avlastes lengre ut på haugen, se skissert progresjon i tegningen.
 - Avlastingen skal gjøres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter. Når oppfyllingen av sprengstein i ravinen er fullført kan hele tykkelsen avlastes i én operasjon (dvs. behøver ikke være lagvis).
 - Moldjord skaves av og legges i egne ranker ($H_{maks} = 1.5m$). Massene skal senere brukes til å dekke haugen igjen, se pkt. 5).
- Stedlige leirmasser/mineraljord (dvs. ikke moldjord) kjøres enten ned i hovedravinen eller til anvist mellomlagringsareal, se tegning BA-PL1-O og BA-PL9-ML.
 - Masser som mellomlagres, som senere skal benyttes i oppfylling bør tildekkes med presenning eller tilsvarende vanntett duk for å unngå oppbløting (hvilket kan gjøre massene mindre håndterbare).
- Når avlastingen ned til prosjektert nivå er ferdig tildekkes avlastet terreng med ca. 15 cm moldjord, påfulgt av utplassering av trær med røtter, døde trær mm. fra punkt 2). Jorden skal være rufsete/uordnet, dvs. ikke pakket/dandert.

RESTRIKSJONER:

- Ved avlasting:
- Avgravede masser skal kjøres bort fortløpende.
 - Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlasting. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{maks} = 1.5m$).
 - Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting (punkt 1 over).
 - Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
 - Se 3a) i rekkefølgebestemmelser.

01	Bedre pdf- ytelse, oppdatert beskrivelser ifm. revisjon etter UAK	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahu		Status -			
		Original format A3.2 (297x594mm)			
		Tegningens filnavn G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF\TIT1.4 - Grunlagsmodeller\Bahu - Anleggsmodell_revidert_2.dwg			
20230614-01-R PL5-AT Plantegning 5, anleggstegning: Avlasting vestre haug (VH)		Målestokk 1:400	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-PL5-AT	Rev.	01



Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]
1	-2.25	-2.00		0
2	-2.00	-1.75		4
3	-1.75	-1.50		14
4	-1.50	-1.25		43
5	-1.25	-1.00		156
6	-1.00	-0.75		256
7	-0.75	-0.50		332
8	-0.50	-0.25		416
9	-0.25	0.00		521
10	0.00	0.25		13
11	0.25	0.50		0
12	0.50	0.75		0

FORKLARINGER:

- Høydekoter, opprinnelig terreng
- Prosjektert høydenivå, 1.0m koter
- Prosjektert høydenivå, 0.25m koter
- Skjæringer, oppfylling
- Tverrsnitt - Løpemeter
- Anvisning, skissert progresjon avlasting
- Eiendomsgrenser

TOLERANSER:

Utført avlasting skal være i nivå med prosjektert overflate med toleranse lik: +15 cm over prosjektert nivå, og -30cm under prosjektert nivå.

HENVISNINGER:

Plantegninger:
BA-PL1-O
BA-PL4-AV
BA-PL9-ML

Tverrsnitt:
BA-TV-LM170-LM650

Kap. 5.5 i hoveddelen av rapporten.

MERKNADER:

Før tilkomst ned til østre haug er det forventet at man må grave bort noe masser for å etablere en tilkomstvei med en grei kurvatur.

Før anleggsvei ned til hovedravinen i bakkant av østre haug tas i bruk (markert som «LM415-OH» i BA-PL4-AV), må 200 m3 masser avlastes fra østre haug.

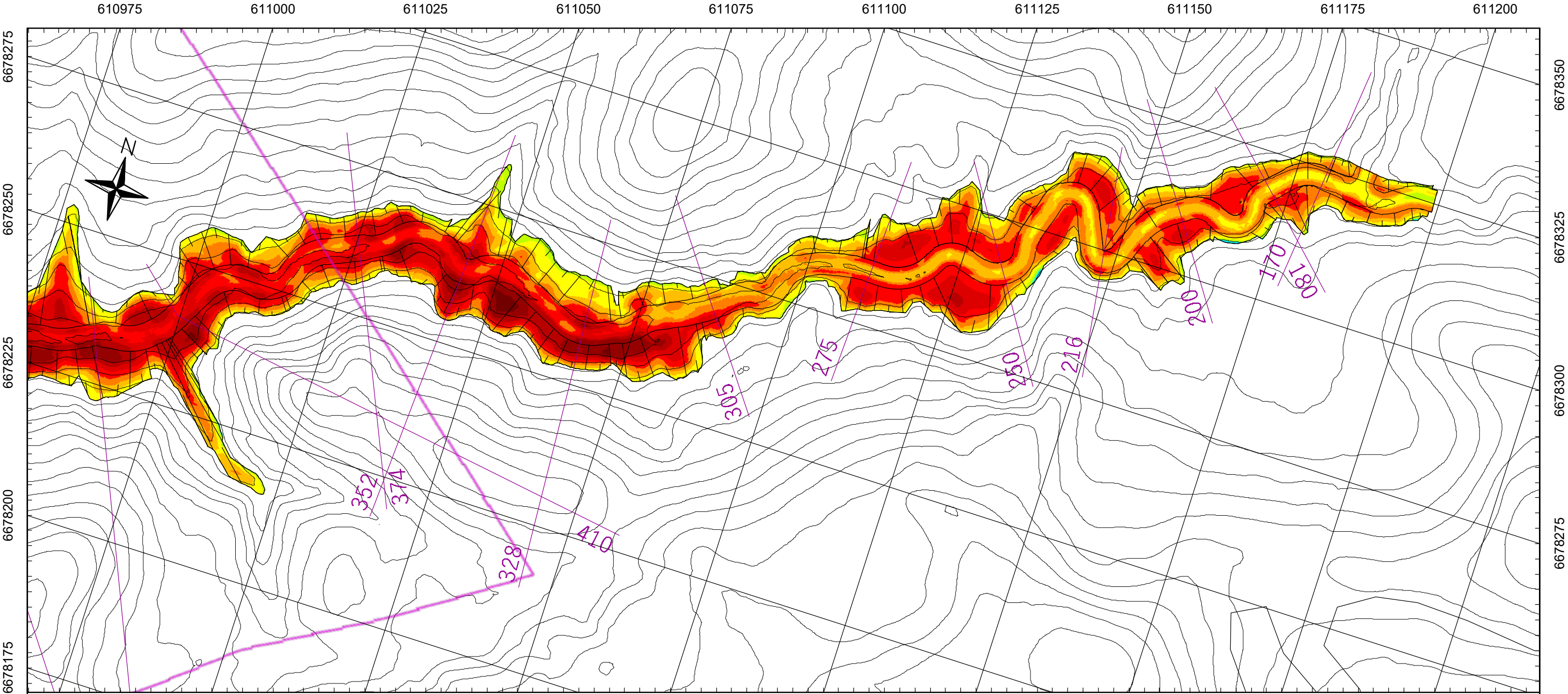
REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

- Ved oppstart må det etableres en anleggsvei ned fra flaten ved Bahun til haugen som skal avlastes (se BA-PL4-AV). Eventuell etablering av anleggsvei ved utlegging av bærelag skal følge prinsipp om masseskifting.
- Vegetasjonsrydding skal kun utføres med lett utstyr/ev. maskineri. Enkelte trær og busker skal graves opp med rotsystem for senere utplassering (se pkt. 5)). Fjernet buskas, trær mm. flyttes til mellomlagringsområdet. Hogst flyttes til anvist plass. Trafikk med tunge maskiner skal unngås i starten mens det enda er lite masser som er avlastet.
- Avlastingen av haugen skal startes fra sørlig/sørøstre side, hvorpå masser blir kjørt bort fortløpende. Det skal gradvis avlastes lengre ut på haugen, se skissert progresjon i tegningen.
 - Avlastingen skal gjøres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter. Når oppfyllingen av sprengstein i ravinen er fullført kan hele tykkelsen avlastes i én operasjon (dvs. behøver ikke være lagvis).
 - Moldjord skaves av og legges i egne ranker ($H_{maks} = 1.5m$). Massene skal senere brukes til å dekke haugen igjen, se pkt. 5).
- Stedlige leirmasser/mineraljord (dvs. ikke moldjord) kjøres enten ned i hovedravinen eller til anvist mellomlagringsareal, se tegning BA-PL1-O og BA-PL9-ML.
 - Masser som mellomlagres, som senere skal benyttes i oppfylling bør tildekkes med presenning eller tilsvarende vanntett duk for å unngå oppbløting (hvilket kan gjøre massene mindre håndterbare).
- Når avlastingen ned til prosjektert nivå er ferdig tildekkes avlastet terreng med ca. 15 cm moldjord, påfulgt av utplassering av trær med røtter, døde trær mm. fra punkt 2). Jorden skal være rufsete/uordnet, dvs. ikke pakket/dandert.

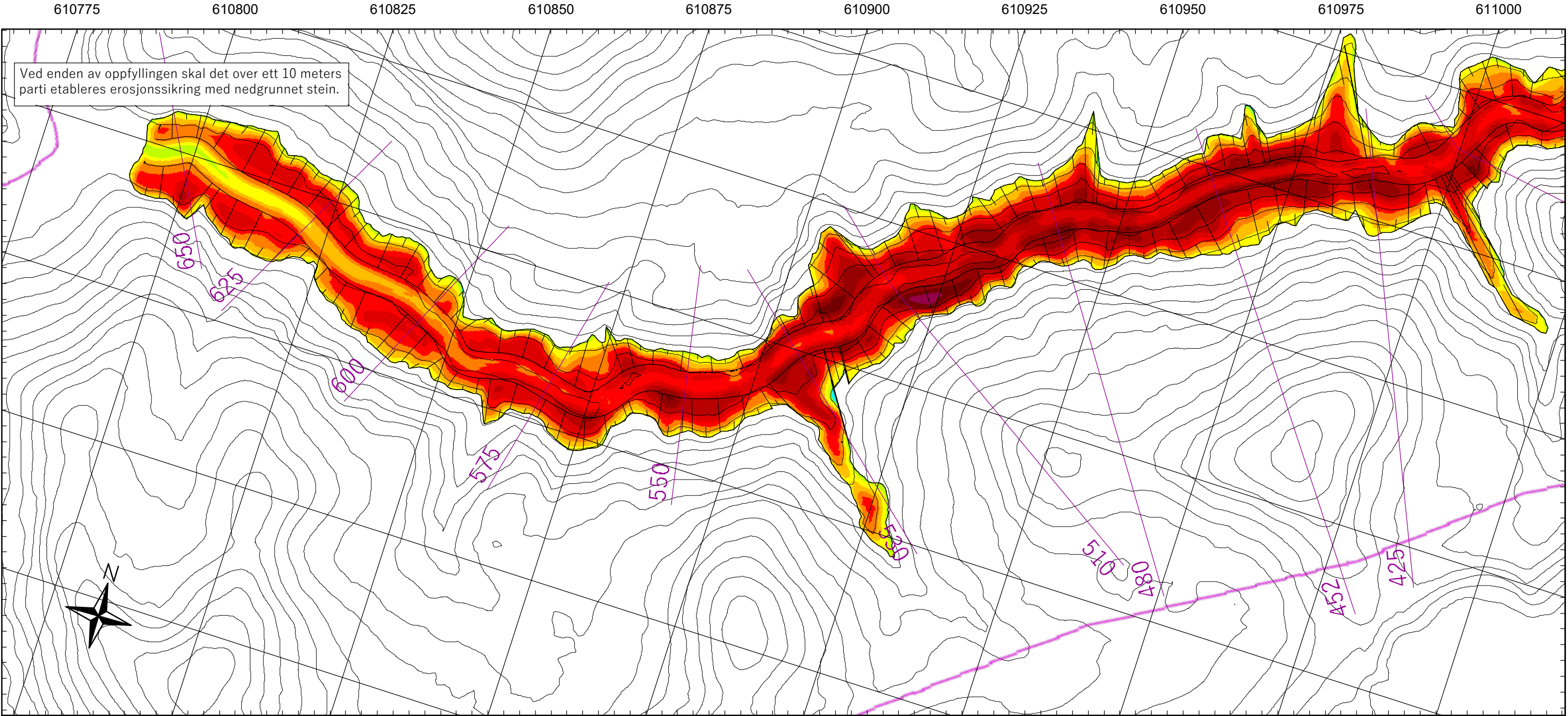
RESTRIKSJONER:

- Ved avlasting:
- Avgravede masser skal kjøres bort fortløpende.
 - Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlasting. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{maks} = 1.5m$).
 - Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting (punkt 1 over).
 - Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
 - Se 3a) i rekkefølgebestemmelser.

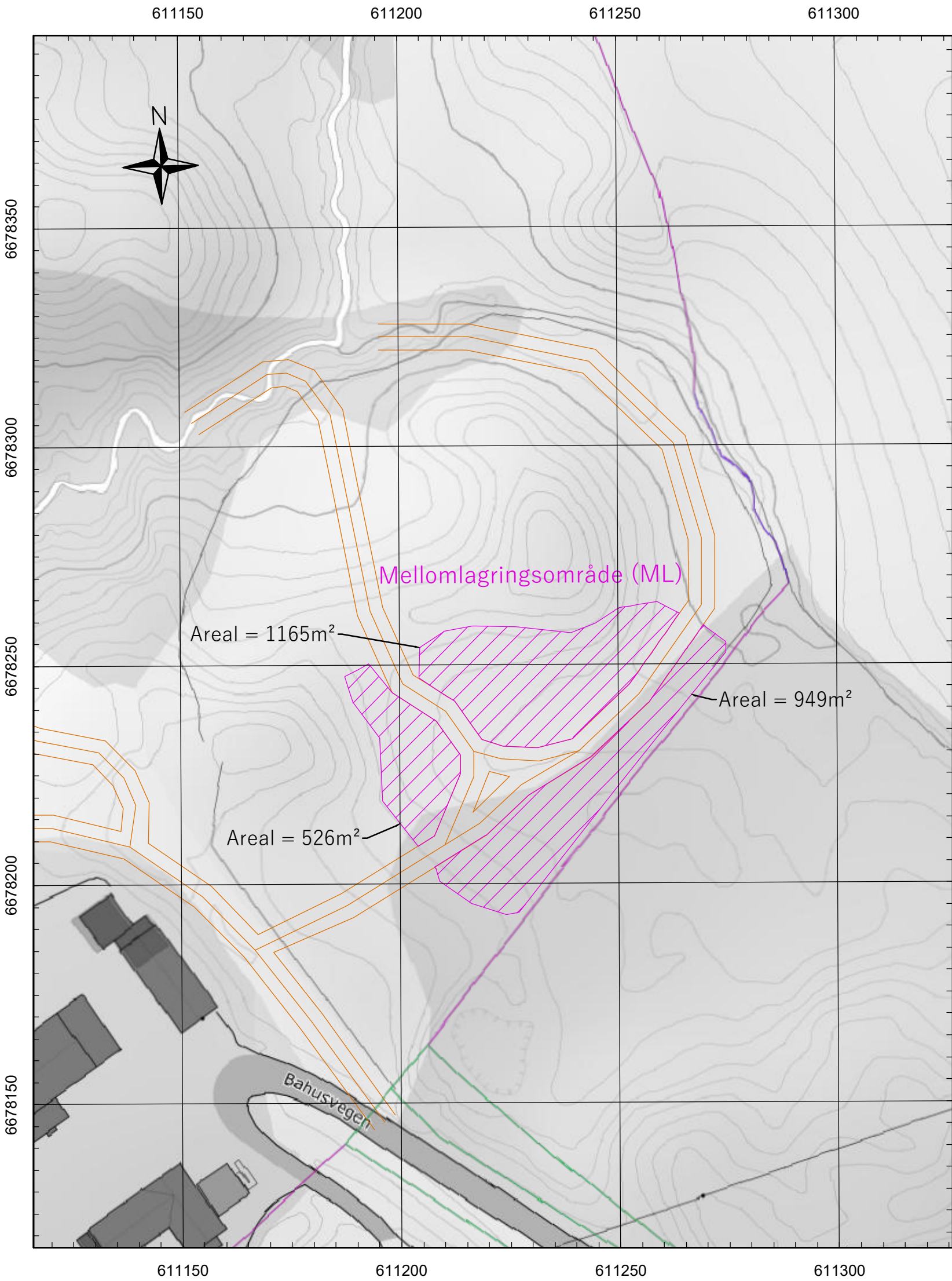
01	Bedre pdf-yltelse, oppdatert beskrivelser ifm. revisjon etter UAK	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahun		Status			
		Original format A3.2 (297x594mm)			
		Tegningens filnavn G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF\RIT1\4 - Grunnlagsmodeller\Bahus Anleggsmodell_revidert_2.dwg			
20230614-01-R PL6-AT Plantegning 6, anleggstegning: Avlasting østre haug (OH)		Målestokk 1:400		NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-PL6-AT		Rev. 01



611000					611025					611050					611075					611100					611125					611150					611175					611200					611225																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
REKKEFØLGEBESTEMMELSER:										FORKLARING:										Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													



REKKEFØLGEBESTEMMELSER:		FORKLARING:		Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate														
5c) Fra enden av oppfyllingen skal det over et 10 meters parti etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein.		 Høydekoter, opprinnelig terreng		Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]	01	Bedre pdf-ytelse, revisjon av tegninger ifm. UAK		2025-09-04		HSk	HHe	HSk		
Øvrige arbeidsbeskrivelser, punkt 1-9, er gitt i tegning BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.		 Skjæringer, oppfylling stedlige masser		1	-0.75	-0.50		0	00	Anbudstegning		2024-08-22		HSk	JLS	HHe		
		 Tverrsnitt - Løpemeter		2	-0.50	-0.25		4	Rev.	Beskrivelse		Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.		
RESTRIKSJONER:		 Eiendomsgrense		3	-0.25	0.00		47	Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus								Status	
Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning BA-TV-AT1.				4	0.00	0.25		1585									-	
TOLERANSER:				5	0.25	0.50		1335									Original format	
Henholdsvis skal utførte sidefyllinger (A) og overflate på steinfylling (B) være i nivå med prosjektert overflate med toleranse lik: +30 cm (A) og +8 cm (B) over prosjektert nivå. -10 cm (A) og -8 cm (B) under prosjektert nivå.				6	0.50	0.75		1050									A3 (297x420mm)	
For å forhindre at vann ledes over skuldrene på bekken i ferdig tilstand er det viktig at prosjektert tverrsnittsarealet opprettholdes. Dvs. man må unngå at bekkens tverrsnitt innsnevres, eller at bekkebunnen heves lokalt.		HENVISNINGER:		7	0.75	1.00		699	20230614-01-R		Målestokk							
		Plantegninger: BA-PL1-O BA-PL4-AV BA-PL9-ML		8	1.00	1.25		380	PL8-AT - Plantegning 8, anleggstegning: Erosjonssikring og oppfylling vest, løpemeter (LM) 415-660		1:650							
		Tverrsnitt: BA-TV-S1 BA-TV-LM170 – 650 BA-TV-AT1 og -AT2		9	1.25	1.50		171	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet				Kontrollert	Godkjent	
				10	1.50	1.75		41			2025-09-04	HSk				HHe	HSk	
OBS: Snø, is og teleklumper må unngås ved utlegging av motfylling. Det settes ingen toleransekrav til setninger på oppfyllingen over tid. Imidlertid skal ferdig utlagt fylling (etter tilbakelegging av moldjord) tilfredsstille toleransekrav ved innmåling sensommer etter tiltak.				11	1.75	2.00		5	Oppdragsnr.	20230614		Tegningsnr.		BA-PL8-AT		Rev.	01	
				12	2.00	2.25		0										



FORKLARINGER:

- Mellomlagringsarealer
- Aktuelle anleggsveier
- Eiendomsgrenser

HENVISNINGER:

Plantegning, oversiktstegning:
BA-PL1-O

Kap. 5.8 i hoveddelen av rapporten.
Norconsult rapport nr.
52501589-01-01, kap. 6.3.

BESKRIVELSE:

Arealer for mellomlagring kan opparbeides enten i forveien av oppstart eller fortløpende etter behov. Ved opparbeiding av arealer skal (1) vegetasjon fjernes og (2) moldjord (~20-30 cm) graves opp og legges til side i egne ranker direkte på grunnen (ikke høyere enn H=0.5 meter for å skåne matjord). Deretter legges det ut filterduk som underlag for mellomlagringsmasser (3). Dette bidrar både til at man unngår innblanding i underliggende masser, samtidig som det forenkler separasjon av masser når massene skal fjernes. Når sikringstiltaket er ferdigsstilt skal lagringsområde tildekkes med den utgravde moldjorden.

Hvordan arealet benyttes/organiseres mht. mellomlagring av ulike masser, traséer for anleggsveier etc. er opp til entreprenøren.

Føringer:

- All trafikk innenfor og til/fra anleggsområder, skal skje på anleggsvei. Veier anlegges med forutgående utgraving av moldjord som legges til side i ranker (H<0.5m).
- Mellomlagring av stedlige masser skal sorteres i to kategorier:
 - mineraljord (leire, silt, sand) og
 - moldjord (jord med høyt organisk innhold, substrat for vegetasjon).
- Masser skal legges ut fra bunn av flaten, og oppover etter hvert som mer masser tilføres.
- Tykkelsen av utlagte masser skal være inntil maksimalt 2 meters høyde.
- Høyden kan være inntil 2.5 meter for ranker med bredde mindre enn 4-5 meter.
- Overvann på mellomlagringsområdet håndteres av entreprenøren, herunder etablering av dreneringsgrøfter ol.
- Ved langvarig oppbevaring av finkornige masser (leire og silt), skal massene tildekkes med presenning for å unngå oppbløting.
- Tildekking av finkornige masser gjelder også for kortere perioder, dersom det forventes vedvarende tungt regnfall eller snøfall.

Detaljer vedrørende eventuelle forurensede masser eller bløte, sensitive masser er gitt i hoveddelen av rapporten, kap. 5.8. Masser med potensielle fremmede arter må håndteres i tråd med tiltaksplanen av Norconsult (kap. 6.3).

01	Justering av mellomlagringsareal og lagt til eiendomsgrenser	2025-09-05	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-09-01	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		-			
		Original format A3 (297x420mm)			
20230614-01-R PL9-ML - Plantegning 9: Mellomlagringsområde		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.2 - Plantegninger\Bahus - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg	
		Målestokk			
		1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2025-09-05	HSk	HHe	HSk
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20230614	BA-PL9-ML		01

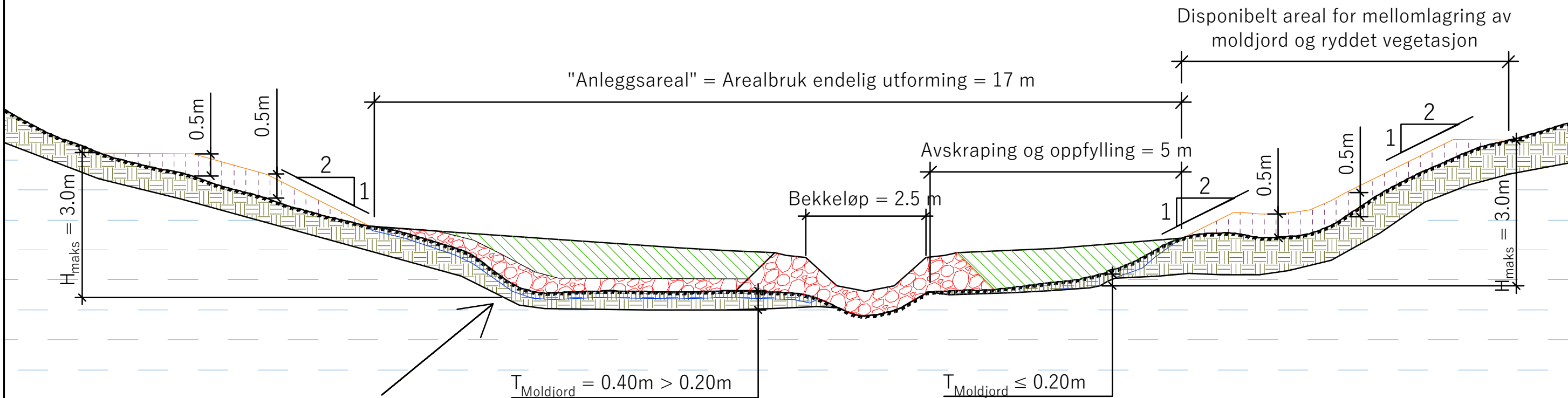
Venstre side:

Jf. pkt. (3a): Avskraping inntil 20 cm pga. stor tykkelse av moldjord (>20cm).

Disponibelt tverrsnittsareal for mellomlagring av moldjord og ryddet vegetasjon varierer nedover ravinen. Langs enkelte partier vil det være nødvendig å transportere moldjord og ryddet vegetasjon til andre arealer som egner seg for mellomlagring.

Høyre side:

Jf. pkt. (3b): Avskraping ned til mineraljord.



Generelt krav:

Jf. pkt. (6a) skal det ved drenerende (vannførende) lag ved planum legges ut minst en halvmeter samfengt sprengstein på planum før oppfyllingen av stedlige masser.

FORKLARINGER: REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

- Moldjord/Organisk jord
- Mineraljord (leire, silt, sand mm.)
- Ranke, mellomlagring av moldjord mm.
- Fjernet moldjord
- Oppfylling, stedlige masser
- Oppfylling, samfengt sprengstein
- Opprinnelig terrengoverflate

1) Oppstart fra løpemeteter 150, se tegning BA-PL4-AV og BA-PL7-AT.

2) "Anleggsarealer", dvs. prosjekterte flater, markert i tegningen skal ryddes for vegetasjon. Enkelte trær og busker skal graves opp med rotssystem for senere utplassering (se pkt. 9)). Stubber, døde trær mm. legges i ranker på sidene av anleggsarealet, ev. kan overnevnte kjøres til mellomlagringsområdet. Hogst flyttes til anvist plass.

3) Organisk jord skal skaves av og tas vare på. Dette foregår seksjonsvis (inntil 10 meter) etter følgende beskrivelse: I forkant av avskrapingen skal tykkelsen på moldjord over mineraljord (dvs. leire, silt og sand med lite organisk innhold) undersøkes ved stikkprøver.

(3a) Dersom tykkelse av moldjord over mineraljord er mindre enn 20 cm skal all moldjord avskrapes.

(3b) Ved større tykkelser skal det avskrapes inntil 20 cm moldjord.

4) Avskrapet moldjord legges i ranker utenfor anleggsarealet, med en maksimal helning på 1:2, maks tykkelse på 0.5 meter, og ikke høyere enn 3 meter opp i skråningene. I partier der kriteriene ikke kan innfris må massene flyttes og mellomlagres annensteds.

5) Det skal legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet: Dimensjonerende steinstørrelse varierer langs oppfyllingen, se tabell 8-1 og figur 8-1 i rapporten. Det er lagt opp til at utlagt sprengsteinsfylling benyttes som anleggsvei nedover ravinen, se tegning BA-TV-AT3. Utlekking av sprengstein kan utføres parallelt med punkt 2)-4) over.

(5a) Bekken skal ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp inn i stedlige løsmasser, man må unngå at bekken graver i sideskråninger.

(5b) Der bekken faller 0.5 meter eller mer (se tegning BA-TV-AT2) skal det legges ut masser i underkant av fallet før man fyller helt opp til prosjektert nivå i overkant av fallet.

(5c) Fra enden av oppfyllingen skal det over et 10 meters parti etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein (se tegning BA-PL8-AT).

6) Prosedyre ved utlegging av masser til side for bekkeløp avhenger av avdekket underlag (planum) eller ev. vanntilsig (se punkt 3)):

(6a) Dersom planum består av friksjonsmateriale (sand eller organisk materiale) eller det er vanntilførsel fra siden, enten fra kilder/oppkom eller sideraviner, skal det legges lag med samfengt sprengstein på overflaten sammenhengende ned til bekkeløpet, tykkelse minst 0.5m. Ved langstrakte partier kan det legges strenger av sprengstein (ev. detaljer i rapport).

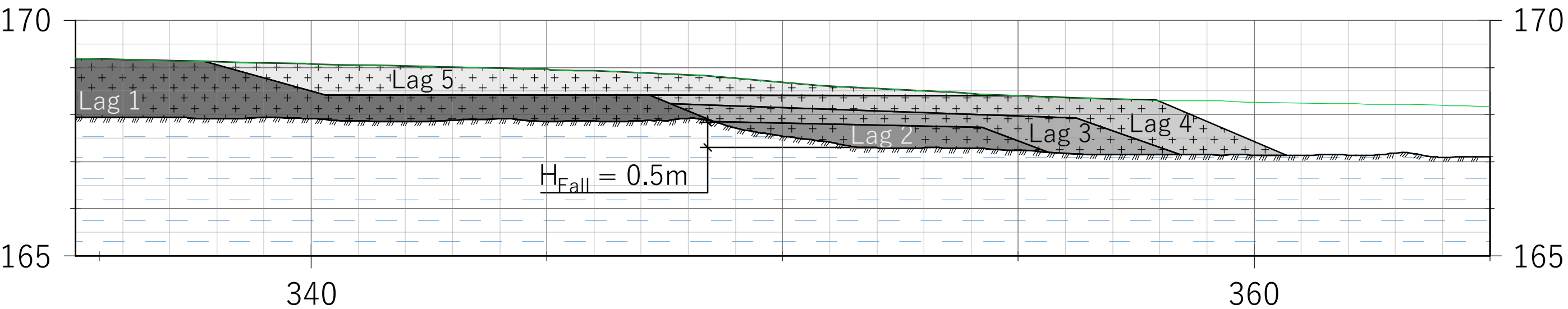
(6b) Dersom eksponert planum består av kohesjonsmateriale (finkornig jord: leire og silt) legges de stedlige massene (avlastet fra haugene) ut til side for bekkeløpet.

7) Underveis i oppfyllingen av ravinen (punkt 5-6)) skal det etableres tetteribber for å holde bekken oppe i dagen. Se tegning BA-TV-AT2 for detaljer.

8)-9) Når fyllingen er ferdig utlagt helt til vestlig ende justeres sprengsteinfyllingens geometri. 9) Deretter legges moldjord, trær med røtter, døde trær mm. på sidefyllingene. Jorden skal være rufsete/uordnet, dvs. ikke pakket/dandert.

01	Henvisning til ny tegning AT3 og justeringer av tekst.	2025-09-03	HSk	HHe	HSk		
00	Anbudstegning	2024-08-23	HSk	JLS	HH		
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.		
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status					
		-					
		Original format					
		A3.1 (297x841mm)					
20230614-01-R TV-AT1: Tverrsnitt, anleggstegning 1 Oppfylling i ravine: Kriterier forarbeider og beskrivelser av oppfylling		Målestokk 1:100					
						Tegningens filnavn	
						G:\geoskiv\20230614\AUTOGRAF\RIT\1.3 - Lagdeling\FO - Bahus\Forklaring Anleggsutførelse.dwg	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
		2025-09-03	HSk	HHe	HSk		
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.		
		20230614	BA-TV-AT1		01		

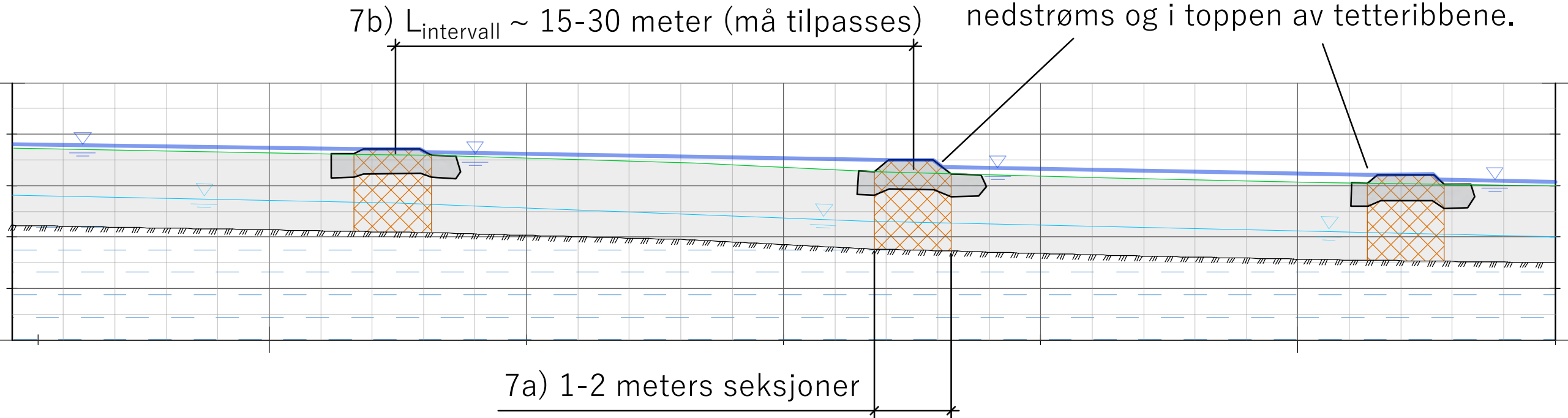
Ved større fall i bekken ($H > 0.5\text{m}$) må man vente med å fylle til prosjektert nivå i overkant av fallet, inntil det er fylt opp nedstrøms fallet.



↑ Høydenivå [moh.] → Løpemeter (LM) senterlinje oppfylling [m]

Det skal etableres tetterribber, slik at bekken renner på overflaten av fyllingen og ikke under/gjennom den.

Tetteribbene må erosjonssikres. Særlig nedstrøms og i toppen av tetteribbene.



FORKLARINGER:

- Oppfylling, samfengt sprengstein
- Mineraljord (leire, silt, sand mm.)
- Tetteribber
- Opprinnelig terrengoverflate
- Prosjektert overflate, fylling
- Ev. vannflate dersom vannet ikke renner på overflaten av fyllingen
- Vannflate etter etablering av tetteribber

REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

- Punkt 5) Det skal legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet. Det er lagt opp til at utlagt sprengsteinsfylling benyttes som anleggsvei nedover ravinen, se tegning BA-TV-AT3. Utlegging av sprengstein kan utføres parallelt med punkt 2)-4).
- 5a) Bekken skal ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp inn i stedlige løsmasser, man må unngå at bekken graver i sideskråninger.
- 5b) Der bekken faller 0.5 meter eller mer over en relativt kort distanse ($< 5\text{m}$) skal det legges ut masser i underkant av fallet før man fyller helt opp til prosjektert nivå i overkant av fallet, se øverste tegning til venstre.
- 5c) Fra enden av oppfyllingen skal det over et 10 meters parti etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein (se tegning BA-PL8-AT).
- 7) Underveis i oppfyllingen av ravinen (punkt 5-6)) skal det etableres tetteribber for å holde bekken oppe i dagen.
- 7a) Tetteribber etableres ved å legge ut tette masser, slik som f.eks. finkornig jord over en kort seksjon: 1-2 meter i lengderetning langs senterlinjen. Sideveis utstrekning på tetteribbene må være tilstrekkelig til at vannet ikke strømmer rundt, men over tetteribbene.
- 7a-i) Det må erosjonssikres nedstrøms tetteribbene, enten i forkant eller underveis av oppfylling av tette massene. Toppen av tetteribbene erosjonssikres til slutt.
- 7b) Fortrinnsvis bør tetteribbene etableres per 30 cm fall (på prosjektert oppfylling), dvs. per 15 meter ved 2% fall, per 20 meter ved 1.5% fall, per 30 meters ved 1.0% fall, osv.
- 7c) Forutgående etablering av tetteribber skal lede vannet opp på overflaten av fyllingen. Dersom det likevel skulle bli partier der bekken ikke renner på overflaten, men heller gjennom/under fyllingen må man enten utbedre eksisterende tetteribber eller lage nye. Man må da grave bort drenerende fyllmasser over en kort seksjon og følge anvisningen over i punkt 7a).

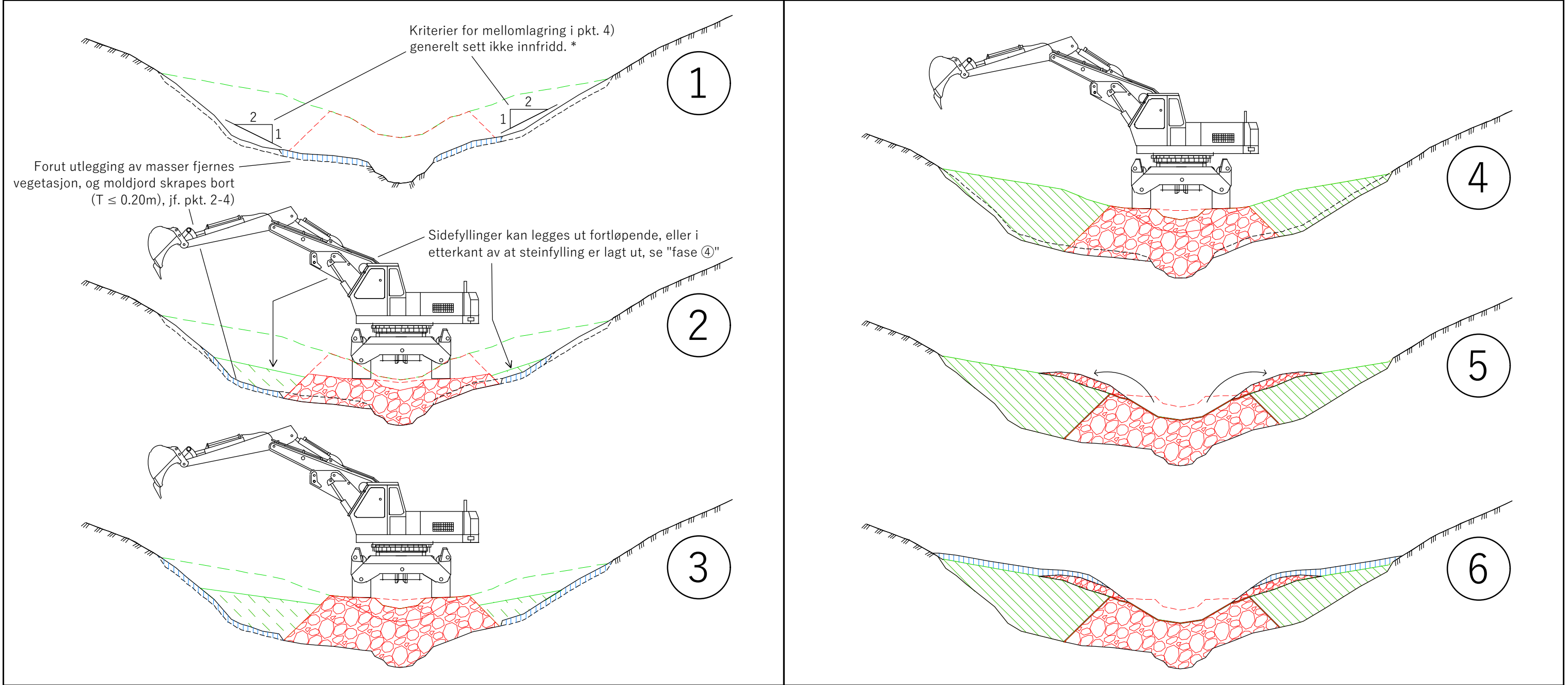
HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL5-AT tom. PL8-AT.
Tverrsnitt, senterlinje av oppfylling: BA-TV-S1
Tverrsnitt, anleggstegeting: BA-TV-AT1 og -AT3

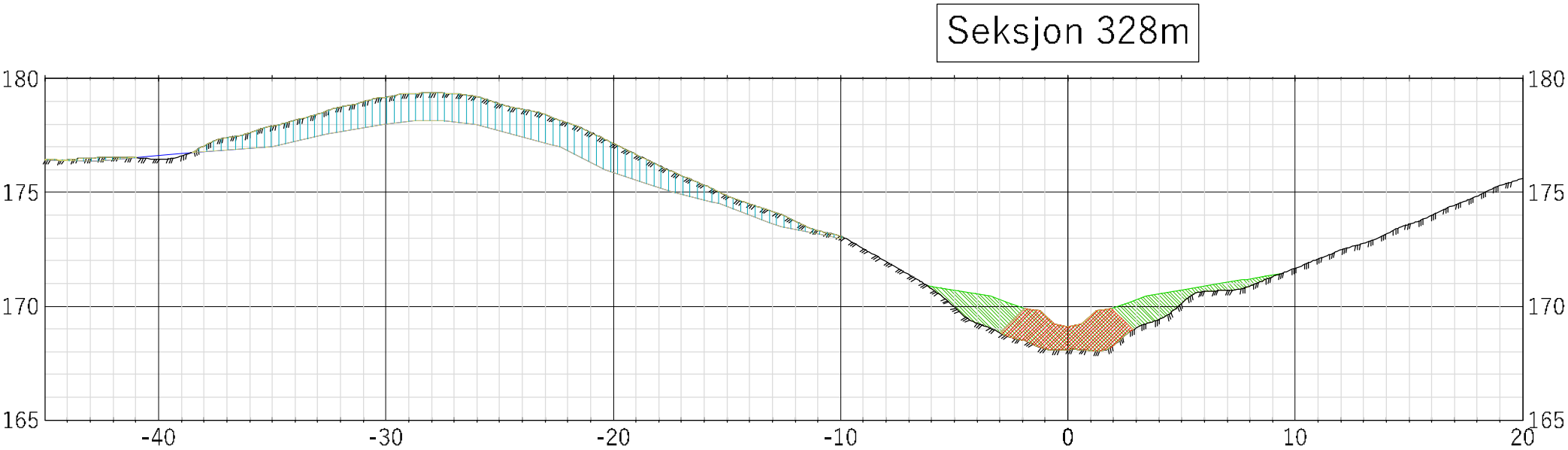
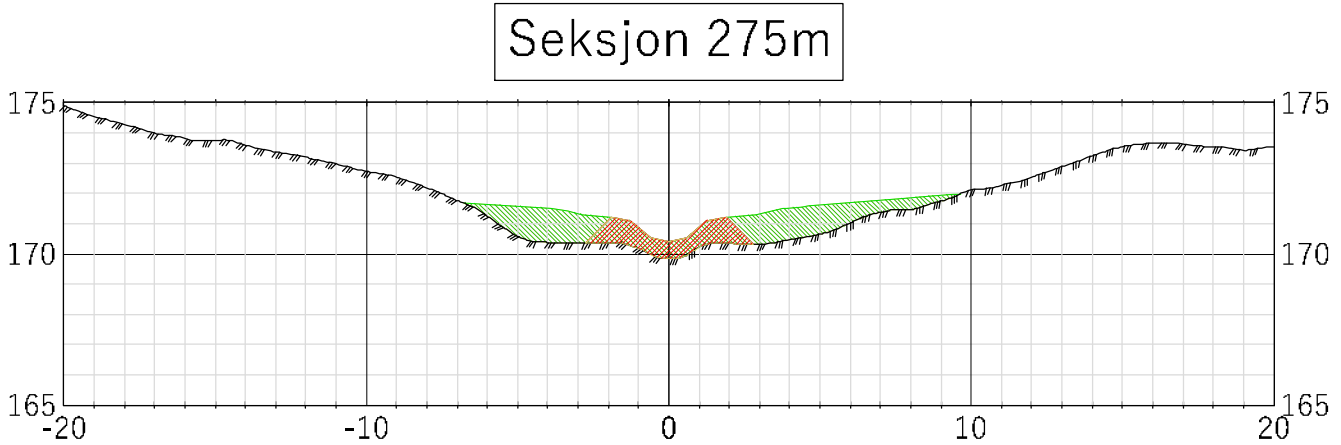
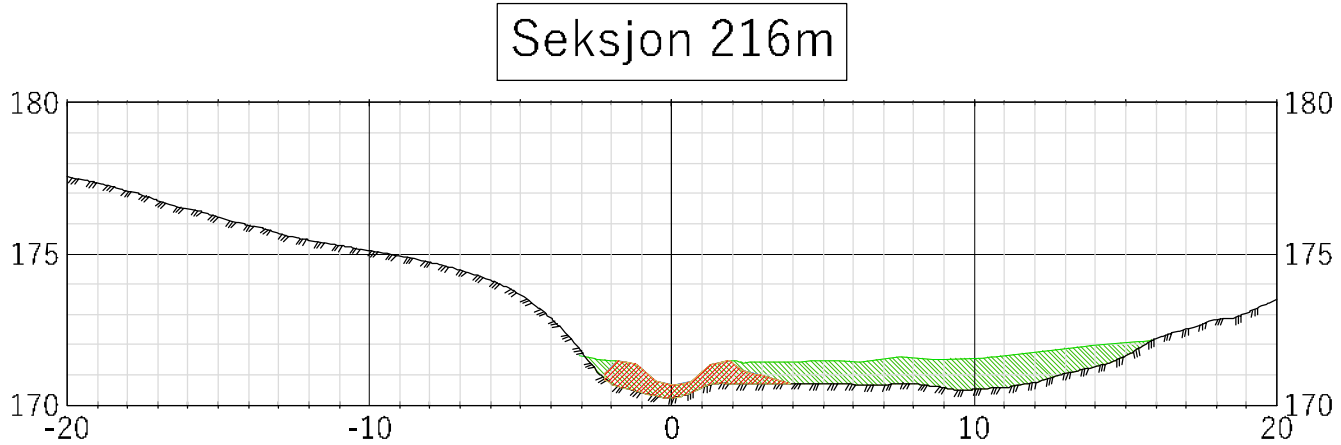
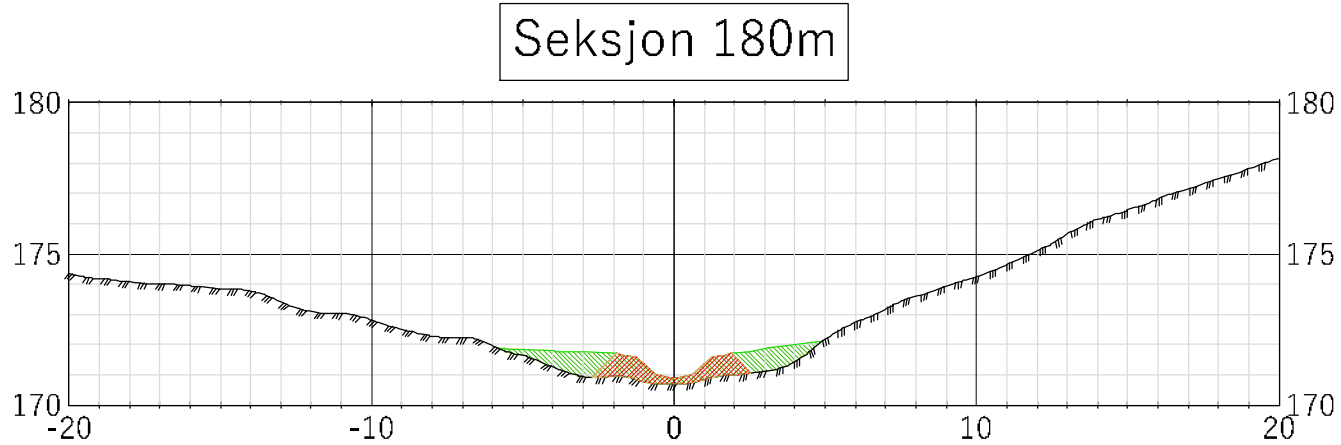
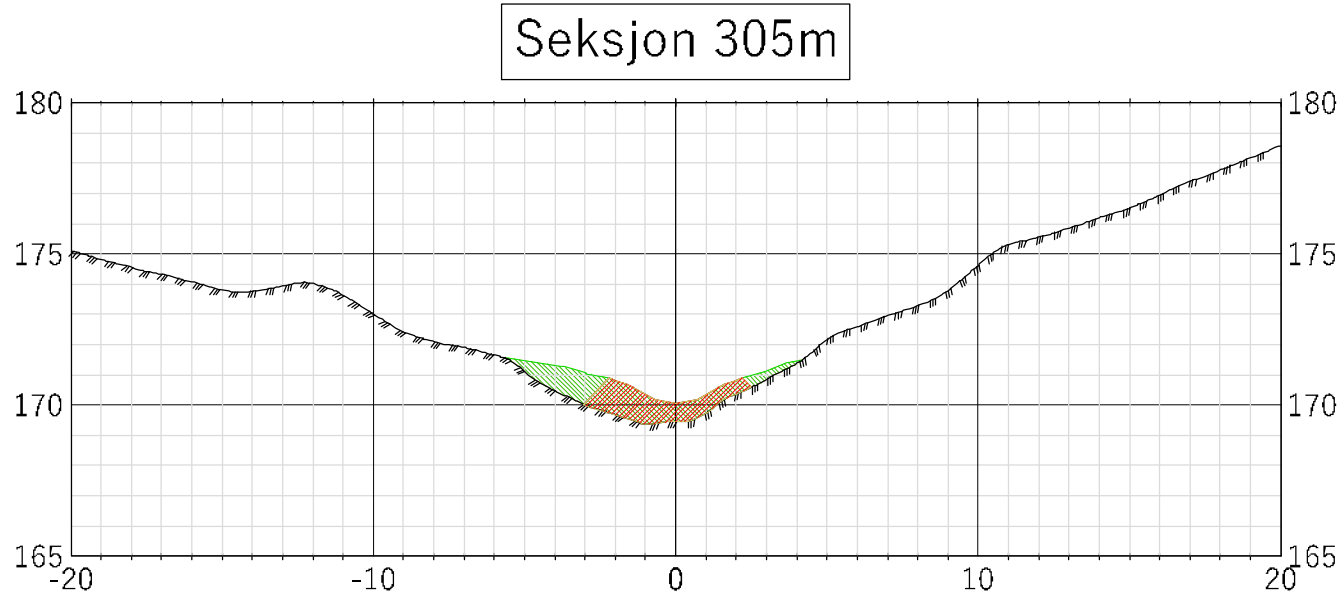
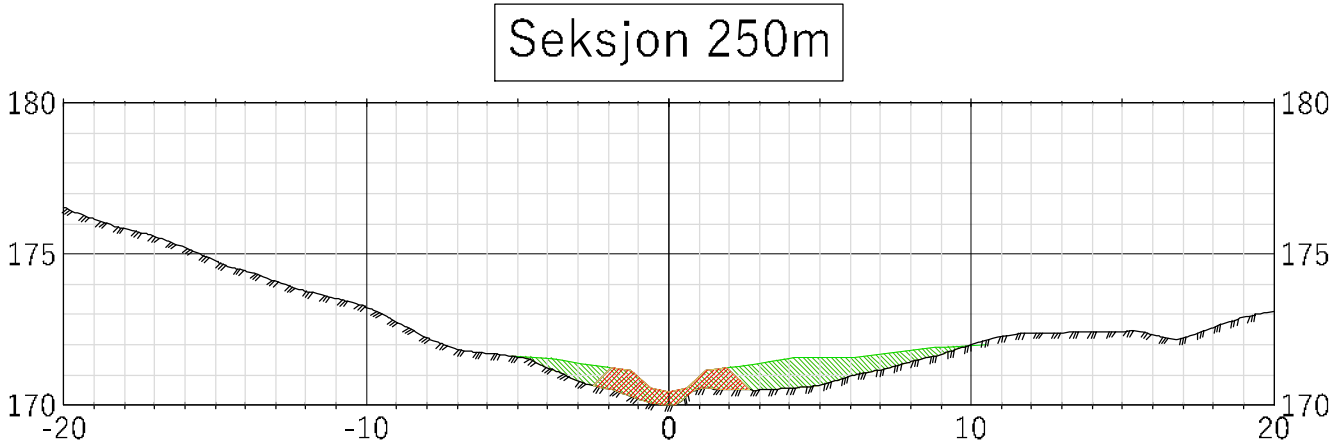
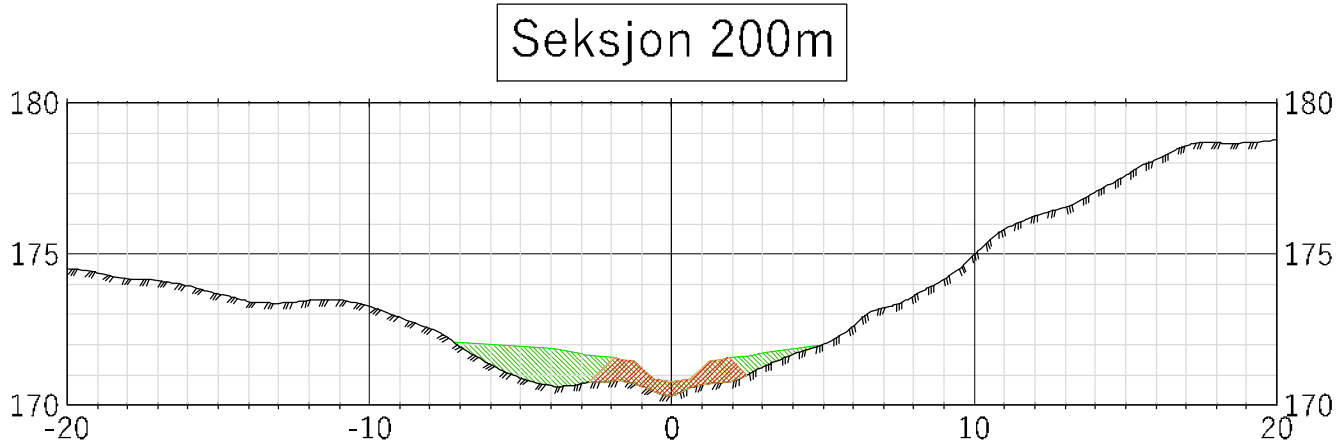
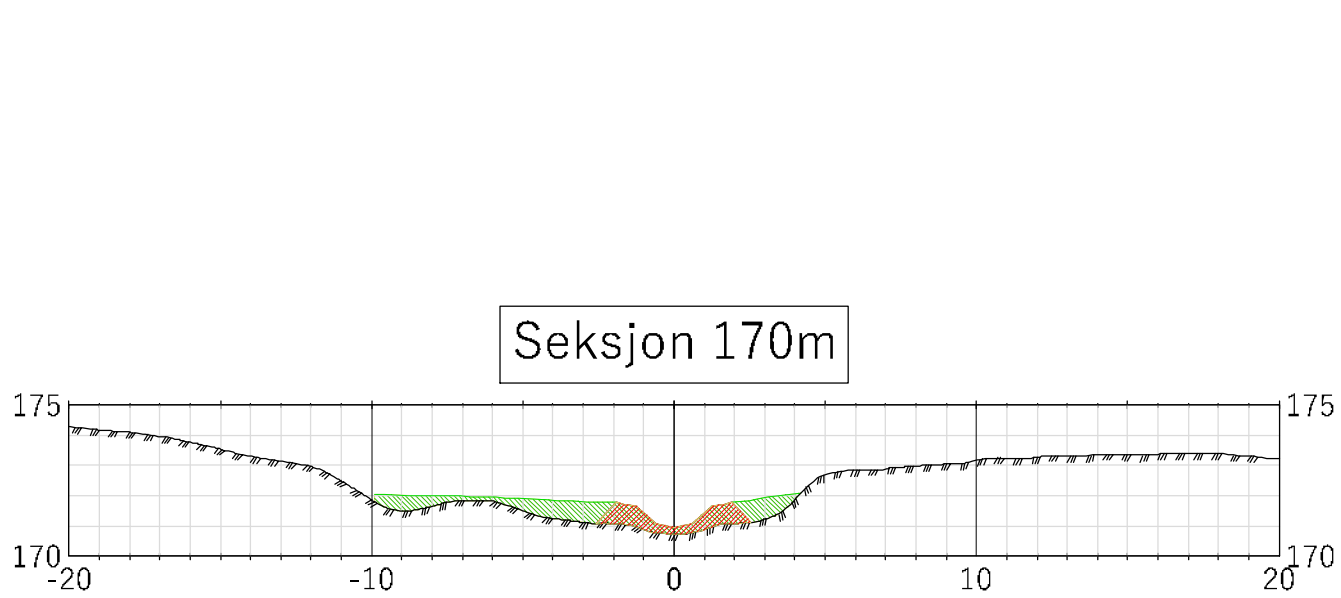
TOLERANSER:

Se tegning BA-PL7-AT og -PL8-AT for toleransekrav og restriksjoner.

01	Henvising til ny tegning AT3 og justeringer av tekst.	2024-09-03	HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahun		Status			
		Original format A3.1 (297x841mm)			
		Tegningens filnavn G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF\TIT1.3 - LagdelingFO - Bahun\Forklaring Anleggsutførelse.dwg			
20230614-01-R TV-AT2: Tverrsnitt, anleggstegeting 2 Oppfylling i ravine (lengderetning)		Målestokk	1:100		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-03	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-TV-AT2		Rev. 01



REKKEFØLGEBESTEMMELSER:					
2)-4) tilsvarer "fase ①" i tegningen over: Vegetasjon ryddes og organisk jord skaves av og tas vare på. Materiale legges i ranker på sidene av anleggsarealet, iht. kriterier (se tegning BA-TV-AT1).					
* Dersom kriterier for mellomlagring ikke innfris, slik som skissert i tegningen over, kjøres materiale til egnet mellomlagringsområde.					
** Moldjord kan skaves av i hele bredden i "fase ①-③" i seksjoner på inntil 10 meter. Fortrinnsvis bør moldjord skaves av og legges til side mer forestående utlegging av masser som vist i tegningen.					
5) "fase ②-③": Samfengt sprengstein legges ut i bekkeløpet. Det er lagt opp til at utlagt sprengsteinsfylling benyttes som anleggsvei nedover ravinen. Utlegging av sprengstein kan utføres parallelt med "fase ①" over. Se tegning BA-TV-AT1 og -AT2 for flere detaljer.					
6) "fase ②-④": Prosedyre ved utlegging av masser til side for bekkeløp avhenger av avdekket underlag (planum) eller ev. vanntilslig, detaljer er gitt i tegning AT1.					
FORKLARINGER:					
7) "fase ②-④": Underveis, ila. oppfyllingen av ravinen (punkt 5-6)) skal det etableres tetteribber for å holde bekket oppe i dagen. Se tegning BA-TV-AT2 for detaljer.					
Ved ferdigstilling av bekkeløp:					
8) "fase ⑤": Fyllingens geometri justeres for etablering av permanent bekkleie. Overskuddsmasser legges på skuldrene av bekkeløpet. Aktiviteten utføres parallelt med pkt. 9), "fase ⑥".					
9) "fase ⑥": Moldjord legges ut over sidefyllingene, påfulgt av utplassering av trær med røtter, døde trær mm. fra punkt 2). Jorden skal være rufsete/uordnet, dvs. ikke pakket/-dandert.					
TOLERANSER:					
Se tegning BA-PL7-AT og -PL8-AT for toleransekrav og restriksjoner.					
HENVISNINGER:					
Plantegning: BA-PL7-AT og -PL8-AT. Tverrsnitt, anleggstegning: BA-TV-AT2 og -AT3. Tverrsnitt, geometri: BA-TV-S1 og BA-TV-LM170-650					
REKKEFØLGEBESTEMMELSER:					
2)-4) tilsvarer "fase ①" i tegningen over: Vegetasjon ryddes og organisk jord skaves av og tas vare på. Materiale legges i ranker på sidene av anleggsarealet, iht. kriterier (se tegning BA-TV-AT1).					
* Dersom kriterier for mellomlagring ikke innfris, slik som skissert i tegningen over, kjøres materiale til egnet mellomlagringsområde.					
** Moldjord kan skaves av i hele bredden i "fase ①-③" i seksjoner på inntil 10 meter. Fortrinnsvis bør moldjord skaves av og legges til side mer forestående utlegging av masser som vist i tegningen.					
5) "fase ②-③": Samfengt sprengstein legges ut i bekkeløpet. Det er lagt opp til at utlagt sprengsteinsfylling benyttes som anleggsvei nedover ravinen. Utlegging av sprengstein kan utføres parallelt med "fase ①" over. Se tegning BA-TV-AT1 og -AT2 for flere detaljer.					
6) "fase ②-④": Prosedyre ved utlegging av masser til side for bekkeløp avhenger av avdekket underlag (planum) eller ev. vanntilslig, detaljer er gitt i tegning AT1.					
FORKLARINGER:					
7) "fase ②-④": Underveis, ila. oppfyllingen av ravinen (punkt 5-6)) skal det etableres tetteribber for å holde bekket oppe i dagen. Se tegning BA-TV-AT2 for detaljer.					
Ved ferdigstilling av bekkeløp:					
8) "fase ⑤": Fyllingens geometri justeres for etablering av permanent bekkleie. Overskuddsmasser legges på skuldrene av bekkeløpet. Aktiviteten utføres parallelt med pkt. 9), "fase ⑥".					
9) "fase ⑥": Moldjord legges ut over sidefyllingene, påfulgt av utplassering av trær med røtter, døde trær mm. fra punkt 2). Jorden skal være rufsete/uordnet, dvs. ikke pakket/-dandert.					
TOLERANSER:					
Se tegning BA-PL7-AT og -PL8-AT for toleransekrav og restriksjoner.					
HENVISNINGER:					
Plantegning: BA-PL7-AT og -PL8-AT. Tverrsnitt, anleggstegning: BA-TV-AT2 og -AT3. Tverrsnitt, geometri: BA-TV-S1 og BA-TV-LM170-650					
00 Anbudstegning. Inkludert ifm. med revisjon (01) av rapporten.					
2024-09-03 HSk HHe HSk					
Nannestad kommune					
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus					
20230614-01-R					
TV-AT3: Tverrsnitt, anleggstegning 3					
Faser av oppfylling i ravine: ①-⑥					
Fra midlertidig anleggsvei til ferdigstilling					
NGI					
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion					
NO-0806 Oslo, Norway					
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48					
www.ngi.no					
Dato 2025-09-03					
Oppdragsnr. 20230614					
Konstr./Tegnet HSk					
Kontrollert HHe					
Godkjent HSk					
Tegningsnr. BA-TV-AT3					
Rev. 00					



FORKLARINGER:

- Avlasting
- Oppfylling, stedlige masser
- Oppfylling, samfengt sprengstein
- Opprinnelig terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning BA-PL5-AT tom. PL8-AT, samt BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

RESTRIKSJONER:

- Ved avlasting:
- Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlasting. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{maks} = 1.5m$).
 - Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting.
 - Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
 - Før oppfyllingen av sprengstein i ravinen er utført, må avlasting på haugene utføres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter.

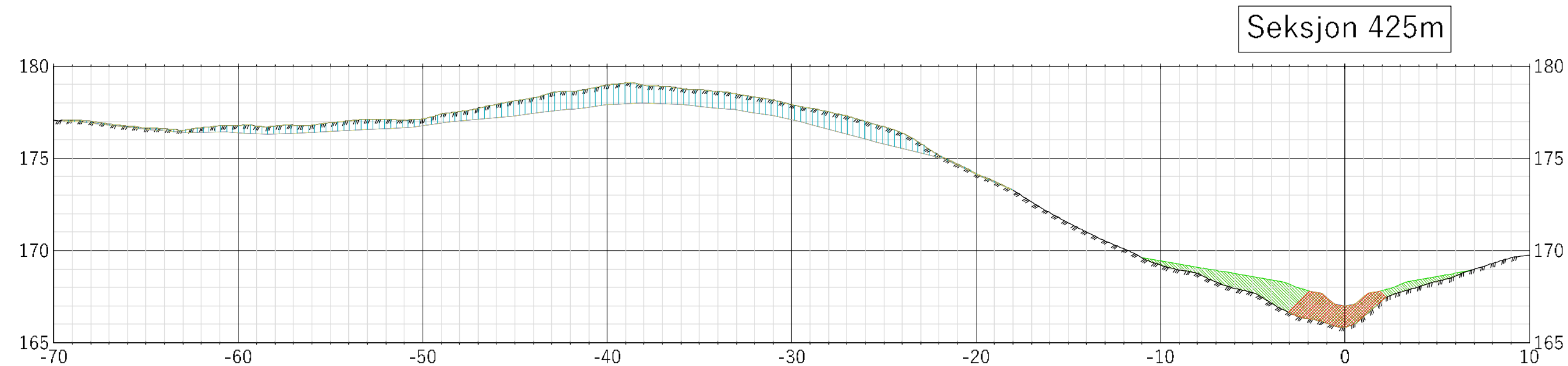
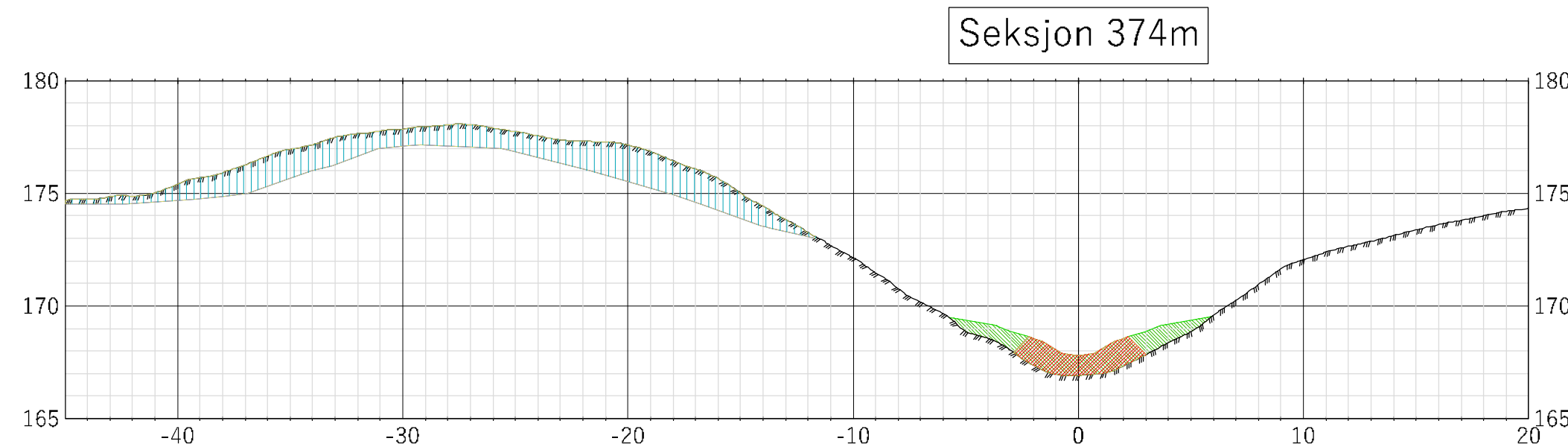
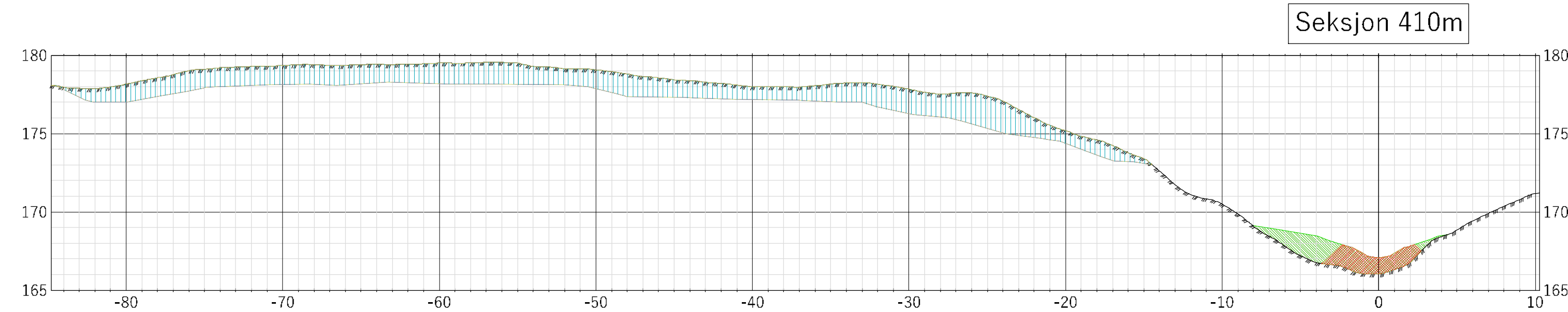
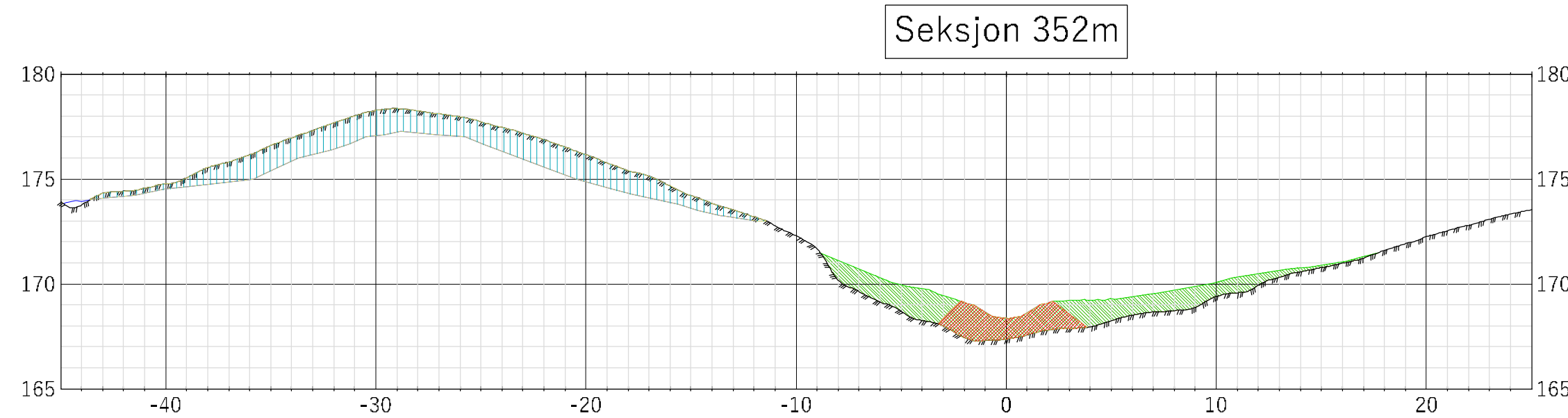
Se for øvrig kap. 5.4.4 og tegning BA-PL4-AV for restriksjoner tilknyttet anleggsveier.

Ved oppfylling:
Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning BA-TV-AT1.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL4-AV tom. BA-PL9-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: BA-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggsgtegning: BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

1	Oppdatert restriksjoner ifm. revisjon etter UAK	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
0	Anbudstegning	2024-08-20	HSk	HHe	JLS
ov.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status	Original format		
		A2			
		Tegningens filsti G:\geoskriv\20230614\AUTOGRAF\RT\1.4 - Grunnlagsmodeller\Bahus Anleggsmodell_revidert_2.dwg			
20230614-01-R TV-LM170 – 325: Tverrsnitt, avlasting og oppfylling Løpemet 170 til 325		Målestokk	1:250		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2025-09-04	HSk	HHe	HSk
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230614	BA-TV-LM170-325		01



FORKLARINGER:

- Avlasting
- Oppfylling, stedlige masser
- Oppfylling, samfengt sprengstein
- Opprinnelig terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning BA-PL5-AT tom. PL8-AT, samt BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

RESTRIKSJONER:

- Ved avlasting:
- Avgravede masser skal kjøres bort fortløpende.
 - Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlasting. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{maks} = 1.5m$).
 - Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting.
 - Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
 - Før oppfyllingen av sprengstein i ravinen er utført, må avlasting på haugene utføres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter.

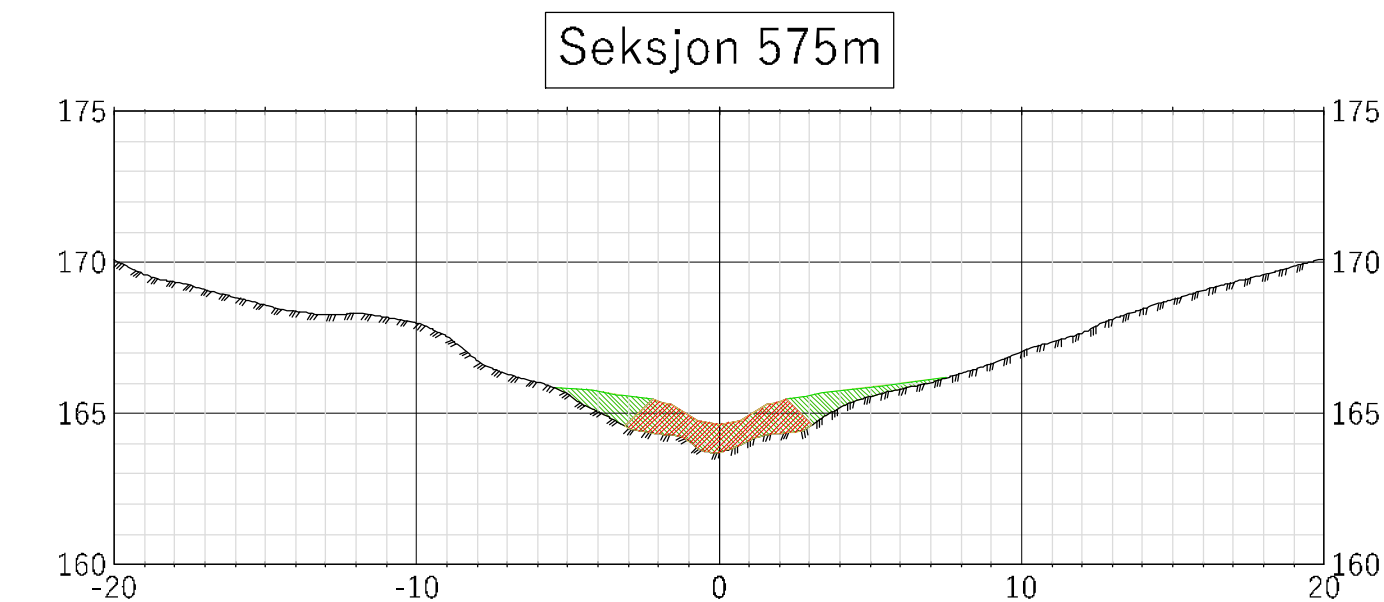
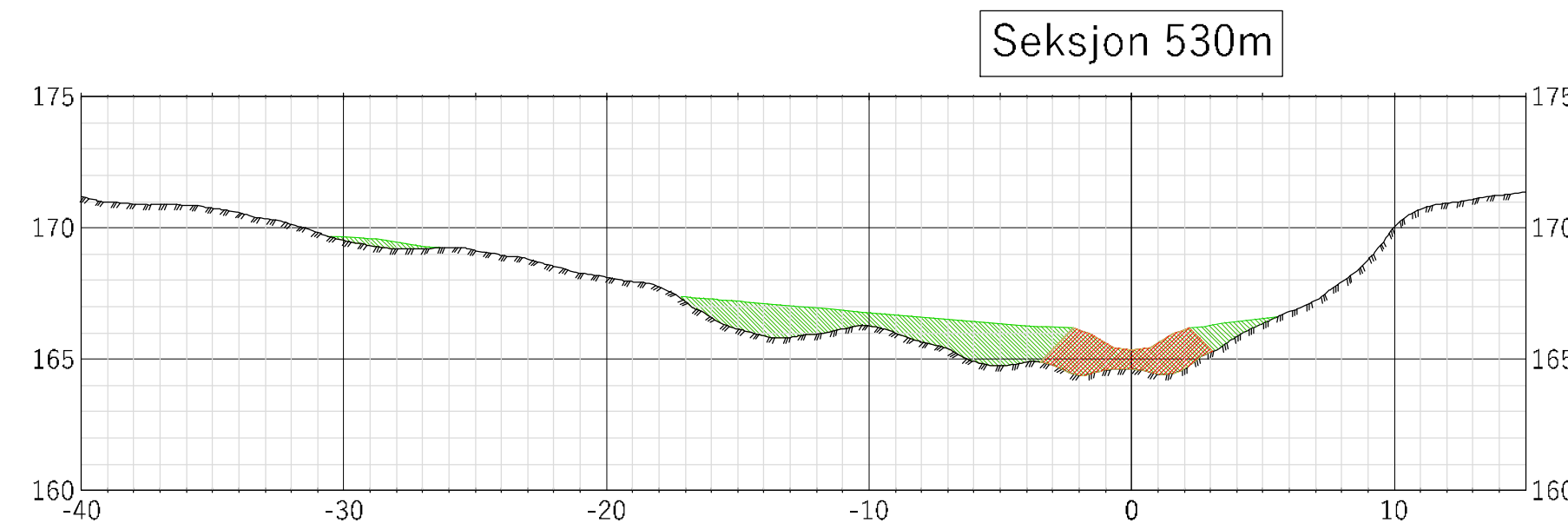
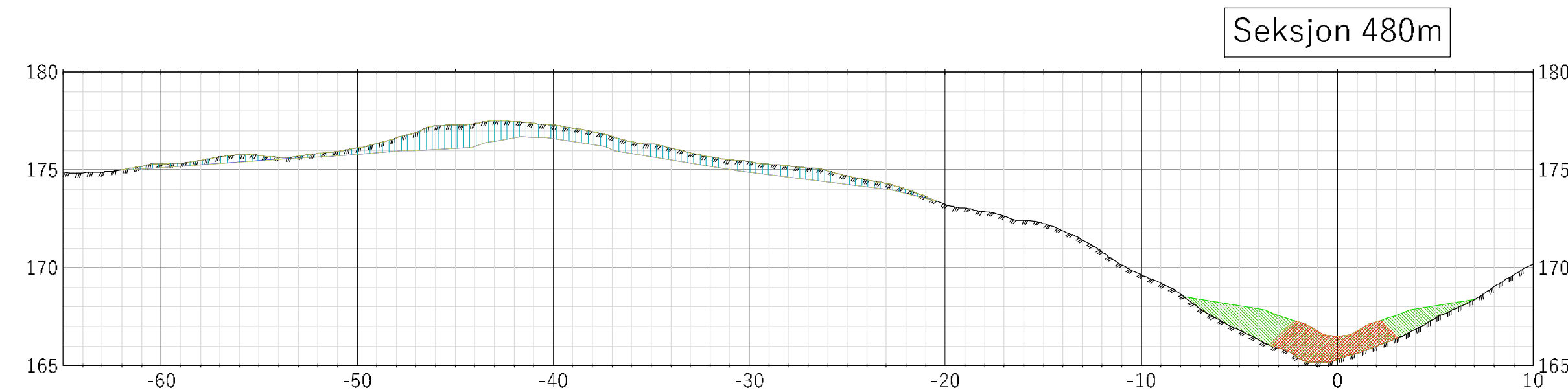
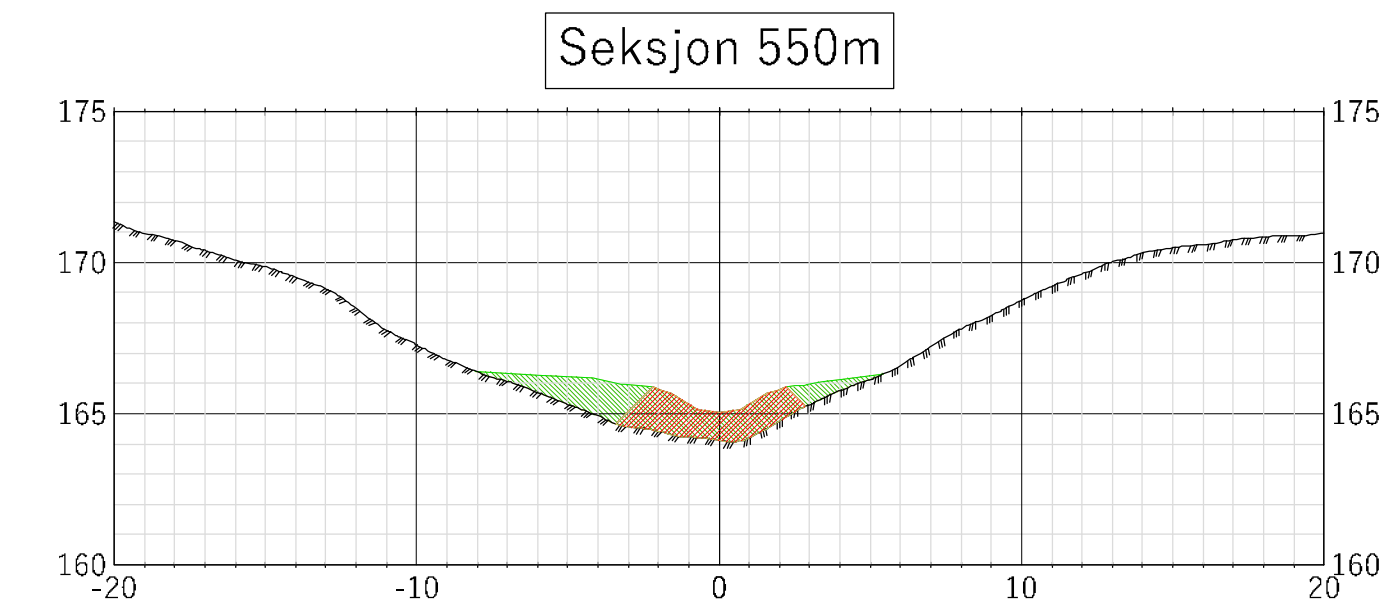
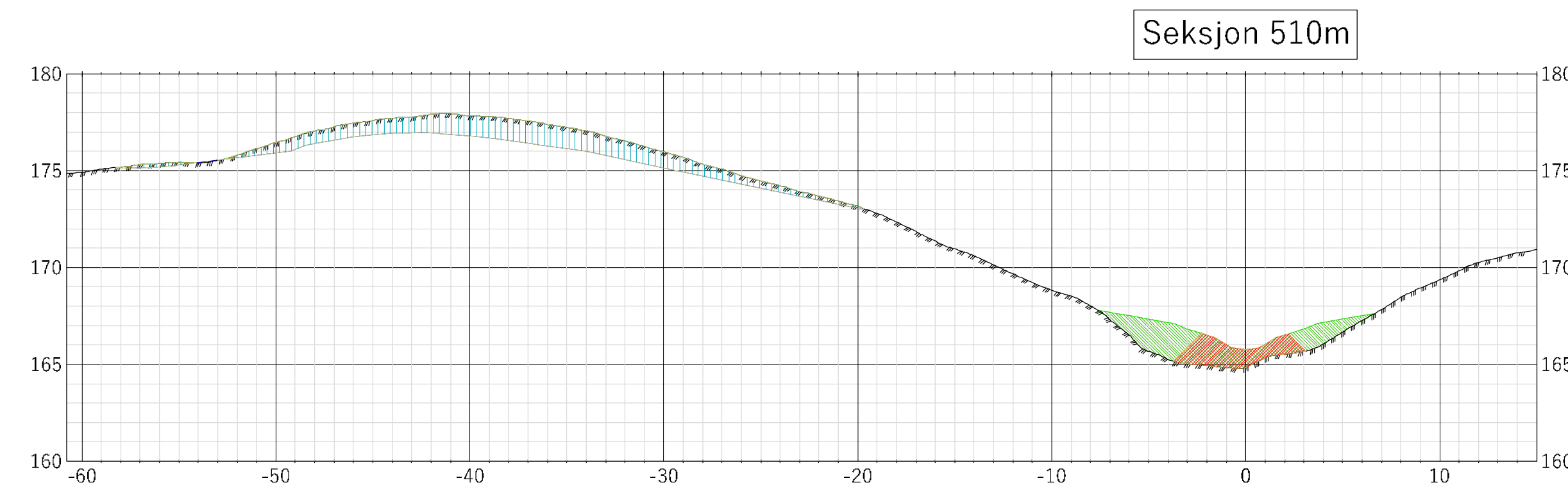
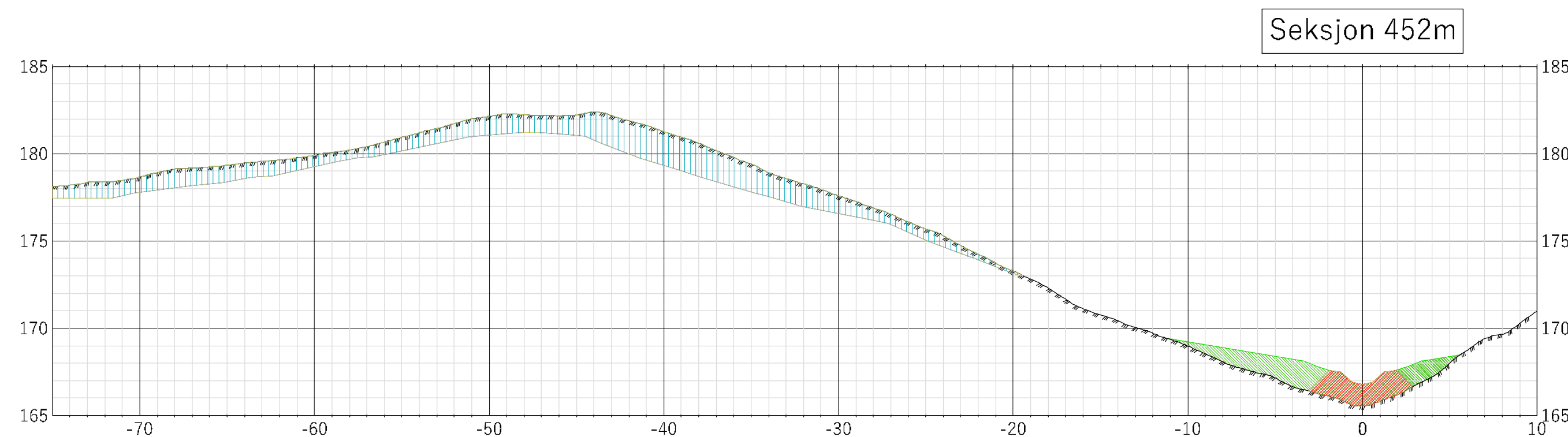
Se for øvrig kap. 5.4.4 og tegning BA-PL4-AV for restriksjoner tilknyttet anleggsveier.

Ved oppfylling:
Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning BA-TV-AT1.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL4-AV tom. BA-PL9-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: BA-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegning: BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

1	Oppdatert restriksjoner ifm. revisjon etter UAK	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
0	Anbudstegning	2024-08-20	HSk	HHe	JLs
ov.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Status	Original format A2		
Nannestad kommune		Tegningens filsti: G:\geoserv\20230614\AUTOGRAF\TIT1.4 - Grunnlagsmodeller\Bahus Anleggsmodell_revidert_2.dwg			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Målestokk	NGI		
20230614-01-R		1:250			
TV-LM350 – 425: Tverrsnitt, avlasting og oppfylling					
Løpemeter 350 til 425					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr.	Kontrollert HHe	Godkjent JLs
20230614		BA-TV-LM350-425			Rev. 01



FORKLARINGER:

- | | |
|---|----------------------------------|
|  | Avlasting |
|  | Oppfylling, stedlige masser |
|  | Oppfylling, samfengt sprengstein |
|  | Opprinnelig terrengoverflate |

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning BA-PL5-AT tom. PL8-AT,
samt BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

RESTRIKSJONER:

Ved avlastning:

- 1) Avgrovede masser skal kjøres bort fortløpende.
 - a) Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlasting. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{\text{maks}} = 1.5\text{m}$).
- 2) Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting.
- 3) Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
- 4) Før oppfyllingen av sprengstein i ravinen er utført, må avlasting på haugene utføres lagvis. Lagtykkelsen skal ikke overstige 0.5 meter.

Se for øvrig kap. 5.4.4 og tegning BA-PL4-AV for restriksjoner tilknyttet anleggsveier.

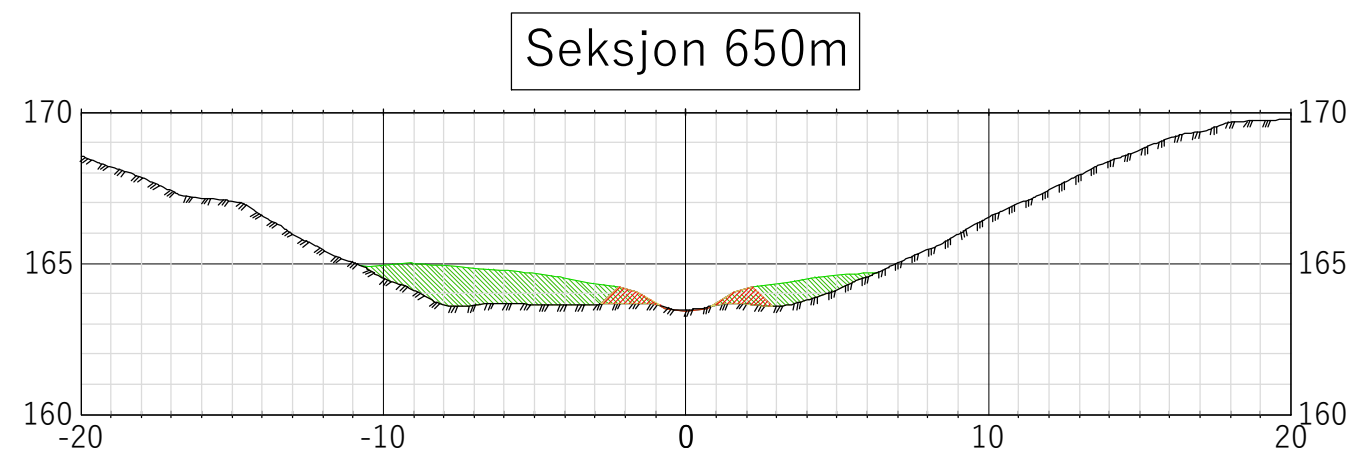
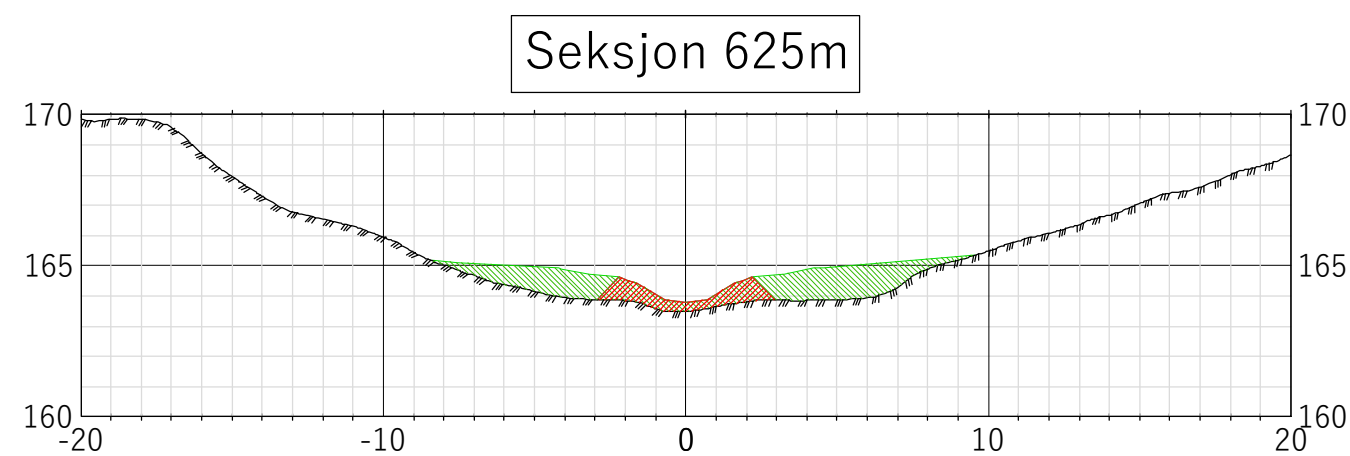
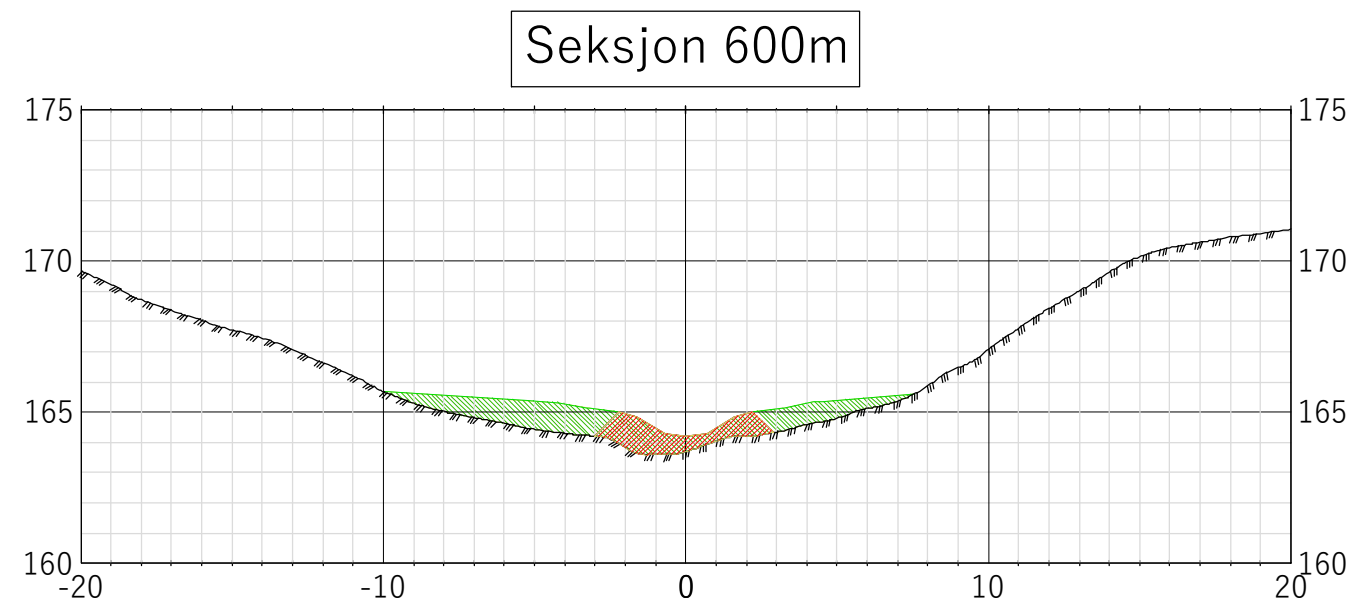
Ved oppfylling:

Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning BA-TV-AT1.

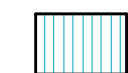
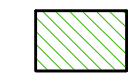
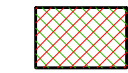
HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL4-AV tom. BA-PL9-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: BA-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegning: BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

[illegible]



FORKLARINGER:

-  Avlasting
-  Oppfylling, stedlige masser
-  Oppfylling, samfengt sprengstein
-  Opprinnelig terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning BA-PL5-AT tom. PL8-AT, samt BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

RESTRIKSJONER:

Ved avlasting:

- 1) Avgravde masser skal kjøres bort fortløpende.
 - a) Unntaket er moldjord som skal tilbakelegges utover avlastet terreng ved fullført avlasting. Denne moldjorden kan bli liggende igjen i ranker under avlastingsfasen ($H_{maks} = 1.5m$).
- 2) Etablering av anleggsvei ned til og rundt haugene skal følge prinsipp om masseskifting.
- 3) Mellomlagring skal følge anvisninger i kap. 5.8 og tegning BA-TV-AT1. Eventuell mellomlagring utover dette må alltid avklares med geotekniker på forhånd.
- 4) Før oppfyllingen av sprengstein i ravinen er utført, må avlasting på haugene utføres lagvis. Lagtykkelser skal ikke overstige 0.5 meter.

Se for øvrig kap. 5.4.4 og tegning BA-PL4-AV for restriksjoner tilknyttet anleggsveier.

Ved oppfylling:

Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning BA-TV-AT1.

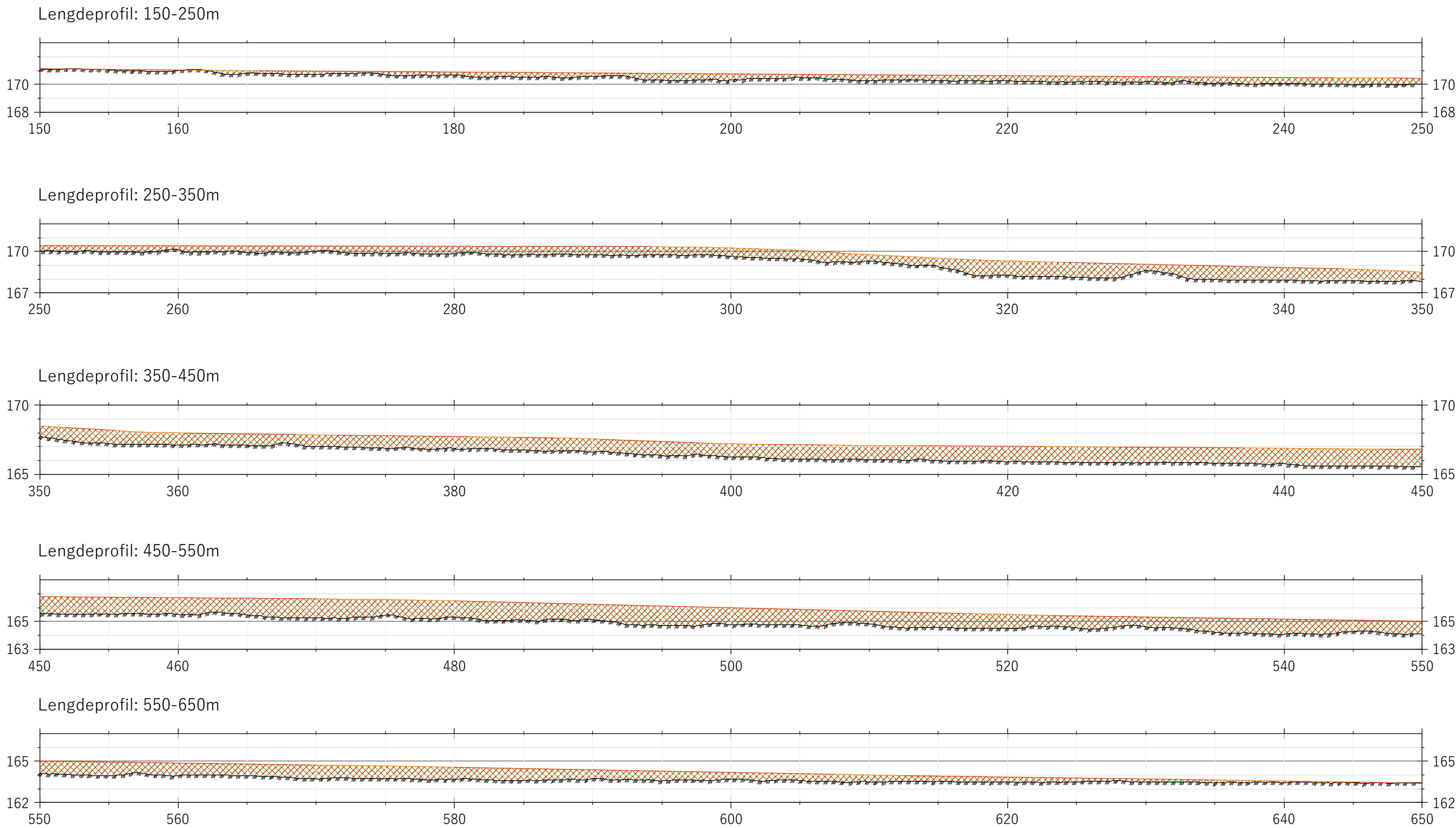
HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL4-AV tom. BA-PL9-ML

Tegning, tverrsnitt senterlinje: BA-TV-S1

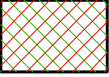
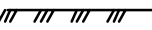
Tegning, tverrsnitt anleggstegning: BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3.

01	Oppdatert restriksjoner ifm. revisjon etter UAK		2025-09-04	HSk	HHe HSk
00	Anbudstegning		2023-08-20	HSk	HHe JLS
Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr. Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus			Status	Original format A2	
			Tegningens filsti G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.4 Grunnlagmodeller\Bahus Anleggsmodell_revidert_2.dwg		
20230614-01-R TV-LM600 – 650: Tverrsnitt, avlasting og oppfylling Løpemet 600 til 650			Målestokk 1:250		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-TV-LM600-650		Rev. 01



Fra enden av oppfyllingen skal det over et 10 meters parti etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein

FORKLARINGER:

-  Oppfylling, samfengt sprengstein
-  Opprinnelig terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning BA-PL5-AT tom. PL8-AT, samt BA-TV-AT1, -AT2 og -AT3. Særlig TV-AT2 er aktuell.

RESTRIKSJONER:

Ved oppfylling:
Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning BA-TV-AT1.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL5-AT tom. BA-PL8-AT og BA-PL9-ML
Tegninger, tverrsnitt avlasting og utfylling: BA-TV-LM175 – 635
Tegninger, tverrsnitt anleggstegning: BA-TV-AT1 og -AT2.

01	Oppdatert tegning ifm. revisjon etter UAK	2025-09-04		HSk	HHe	HSk
00	Anbudstegning	2024-08-23		HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status				
		-				
		Original format				
		A3.2 (297x594mm)				
20230614-01-R TV-S1: Tverrsnitt, senterlinje oppfylling Løpemeter (LM) 150 til 650		Tegningens filnavn				
		G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF_RIT11-4 - Grunnlagmodeller\Bahus Anleggsmoel\revidert_2.dwg				
		Målestokk				
		1:300				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		2025-09-04	HSk	HHe	HSk	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
		20230614	BA-TV-S1			01

Vedlegg A

KONTROLLPLAN FOR GEOTEKNISKE ARBEIDER

A1 Kontrollplan

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
HMS-plan og system for rapportering			
	Entreprenørens HMS-plan skal omfatte: ➤ Arbeidsforhold og sikkerhet for personell. ➤ Rutiner for varsling og sikring (varslingsplan). ➤ Beredskap og tiltak mot forurensning og skade ved utslipp eller uhell. ➤ Vernerunder	HMS-plan skal baseres på byggherrens SHA-plan og være en del av internkontrollsystemet.	Anleggsfasen kan medføre risiko for arbeidere.
	Etablere system for rapportering	Et system for rapportering må være utarbeidet i forkant av oppstart. Rapportering skal dokumentere: ➤ Avlasting, oppfylling, massetransport, materialer, erosjonssikring osv. ➤ Gjøres ved bildedokumentasjon, innmålinger, skjemaer og mengdebeskrivelser, osv.	Rapportering skal tilgjengeliggjøres for byggherre fortløpende/ intervallbasert.
Forberedende arbeider			
	Produksjonsunderlaget skal være tilgjengelig hos maskinførere mm.	Kontroll av at relevant produksjonsunderlag er tilgjengelig for maskinførerne: Tegninger, ev. nedlastet terrengmodell/ maskinstyringsfiler.	
	Rydding av vegetasjon	Vegetasjonsrydding på haugene må gjøres med lett utstyr/ev. maskineri. Det innebærer at tunge maskiner (lastebiler, store hogstmaskiner mm.) ikke skal kjøres ut på haugene før de er vesentlig avlastet.	Utførelse bør diskuteres med PRO før oppstart, mtp. sikkerhet og praktisk gjennomførbarhet.

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
	Istandsetting av mellomlagringsområde	1) Tilkomsstvei til området og kryssende veier må istandsettes (inkl. vegetasjonsrydding). 2) Vegetasjon må ryddes og moldjord skrapes av i forveien av utlegging av masser. (Dette kan ev. gjøres fortløpende). 3) Arealer er inndelt og markert for ulike massetyper og vegetasjon. 4) Løsning klar for deponering av eventuelle sensitive masser (ev. forbygninger, tette kasser, eller en annen plan) 5) Plan for eventuelle forurensede masser i tilfelle det skulle bli aktuelt. 6) Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt)	
	Eablering av anleggsveier	1) Det må «lages en plan» / «avsettes arealer» for anleggsveier, mtp. snu- og møteplasser osv. i forveien av oppstart. Trafikkavvikling på flaten ved det tekniske senteret må også planlegges med byggherre. Byggherre skal godkjenne entreprenørens plan for adkomstveier før oppstart. 2) Ev. forarbeid (vegetasjonsrydding) 3) Vei etablert til mellomlagringsområde 4) Vei etablert til områdene som skal avlastes ** a) Merknad 5) Vei etablert ned til hovedravinen (oppstart oppfylling ved LM160 og LM205) 6) Anleggsveiene ned til hovedravinen lengre vest LM160 og LM205 kan etableres etter hvert. ** a) Merknad b) Merknad 7) Utlagt fylling av sprengstein i bekkeløpet bør kunne benyttes som anleggsvei. ** Ved bearbeiding av terrenget skal det fortrinnsvis kun fjernes masser, eventuell etablering/forsterkning av anleggsvei ved utlegging av bærelag skal følge prinsipp om masseskifting.	4a) Ved anlegging av vei ned til østre haug er det forventet at man må grave bort noe masser for å etablere en tilkomstvei med en grei kurvatur. 6a) Før man kan kjøre ned til ravinen i bakkant av østre haug må det avlastes 200 m³ langs bakkanten av haugen (ca. 5m³ per løpemeter). Ref. tegning BA-PL6-AT. 6b) Det er lastbegrensninger på «traktorveiene» bak haugene. Ved bruk av tunge kjøretøy må det fylles ut 1 meter med samfengt sprengstein nedenfor/på siden av traktorveiene, dvs. i ravinearmene. - Alternativt kan oppfylling i ravinearmer benyttes som anleggsvei. - Oppfylling for anleggsvei i ravinearmer kan gjøres med samfengt sprengstein. Denne steinen kan bli liggende igjen som erosjonssikring etter ferdigstilt sikring.

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
Fortløpende arbeider			
	Massetyper	1) Kontroll av tilkjørte masser: Kontroller at fyll- og erosjonssikringsmaterialet består av egnet materiale (samfengt sprengstein, dimensjoner jf. kap. 8-1 i rapporten). 2) Kontroll av at moldjord separeres fra mineraljord ved avlasting.	
	Mellomlagring	1) Mellomlagring skal kun foregå ved anvist mellomlagringsområde. 2) Masser skal legges ut fra bunn av flaten (i nordøst), og oppover (sørvest) etter hvert som mer masser tilføres. 3) Høyde på fyllinger skal ikke overstige 2 meter, ev. maks 2.5 meter ved ranker med mindre enn 5 meters bredde. 4) Drensrøfter for lokal vannhåndtering mm. ordnes etter behov (preventivt) 5) Moldjord og mineraljord mm. skal sorteres ved mellomlagringsområde. 6) Spesielle masser (sensitive eller forurensede) skal behandles iht. planer. 7) Ved langvarig oppbevaring av 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.	
	Anleggsveier	1) Daglig kontroll av brukbarhet til anleggsveier og renhold av veibane på og til anlegget ved Bahus (dvs. renhold og åpent for trafikk). 2) Drensrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt)	
	Parkering og langtidslagring	For lengre perioder (helger ferier osv.) bør utstyr og maskiner ikke parkeres/lagres nede i ravinen. For kortere perioder bør det også tas hensyn til at vannstanden i bekken kan heve seg. Tungtrafikk og parkering av tungt utstyr/maskineri skal unngås ved utkanten av anleggsflaten på Bahus (30 meter), se tegning BA-PL4-AV.	

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
	Avlasting	Kontroll av at utførelse er i tråd med beskrivelser i kap. 5.5 og i tegningene BA-PL5-AT og BA-PL6-AT. Moldjord og mineraljord skal sorteres ved utgraving, moldjord som skal legges tilbake på haugen kan legges i egne ranker ($H_{\text{maks}}=1.5\text{m}$). Kontroller at forutsetninger angående lagvis avlasting følges, f.eks. vha. innmålinger eller forutgående nedstikking av målestaver. Kontroller at utgraving gjøres ned til prosjektert høydenivå før utlegging av moldjord, samt at nivå etter utlegging av moldjord er innenfor gitt toleranse.	Masser skal kjøres bort fortløpende. Det skal ikke transporteres nye masser ut på haugene eller i øvre halvdel eller overkant av skråninger. Avlasting skal utføres lagvis ($T \leq 0.5\text{m}$) inntil oppfyllingen av sprengstein er utført.
	Oppfylling	Kontroller at utførelse gjøres i tråd med beskrivelser i kap. 5.6 og i tegningene BA-PL7-AT, BA-PL8-AT, BA-TV-AT1 og BA-TV-AT2. I selve bekkeleiet skal det kun fylles ut samfengt sprengstein. Aktuelle dimensjoner er gitt kap. 8.1 i rapporten. Stikkprøver utføres fortløpende foran oppfylling, for undersøkelse av tykkelsen på lag med moldjord. a) På sidene av bekkeleiet: Dersom planum består av drenerende lag (sand, moldjord mm.) eller det er vanntilsig (kilder/oppkommer eller tilsig fra sideraviner) skal det legges ut samfengt sprengstein. b) Kontroller at avskraping av moldjord gjøres seksjonsvis. Kontroller at oppfylling er utført opp til prosjektert høydenivå før utlegging av moldjord.	Det skal ikke graves ved skråningsfot (utover avskraping av moldjord etter oppgitte kriterier). Vis forsiktighet ved graving av røtter ol. nede i ravinen og i skråningsfot.
	Tetteribber	Tetteribber skal etableres fortløpende som man legger ut fyllingen, jf. beskrivelse i tegning BA-TV-AT2. ...	

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
	Tetteribber, fortsettelse	Dersom det blir behov å etablere tetteribber i etterkant av at fyllingen er lagt ut, må det vises forsiktighet mtp. graving ned til opprinnelig terreng. Gravingen vil være seksjonsvis og således anses risikoen å være begrenset.	
	Fortløpende vurderinger av skredfare	A) Systematisk sjekke værmelding mtp. grenseverdier for: 1) vedvarende regn og/eller 2) styrtregn. B) Jevnlige befaringer: Se etter faretegn i terrenget, slik som sprekker i bakken og endring i helning på trær.	Fordelaktig om man klarer å bli ferdig med et robust bekkeløp før vårløsningen. Man vil ikke fange opp reelle skred-utløsende værhendelser med slike grenseverdier, men de kan gjenspeile en "økt sannsynlighet".
Rapportering			
	Varsling i forbindelse med avvik.	Gjøres i henhold til varslingsplan.	
	Generell rapportering.	Kontrollere at rapportering utføres og at dokumentasjon videresendes til byggherre fortløpende/intervallbasert. Kontrollere at det utarbeides sluttdokumentasjon (som vil inngå i "FDV-dokumentasjon").	

Vedlegg B

BEREGNINGSRESULTATER

Innhold

B1	Beregningsforutsetninger	3
B1.1	Terrengmodell	3
B1.2	Jordparametere	3
B1.3	Anleggslaster	3
B2	Resultater fra bæreevneberegninger	4
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
B3	Stabilitetsberegninger	7
B3.1	Eventuelle 3D-effekter	7
B3.2	Beregningsresultater	8
B3.3	Mulige anleggsveier	11
B4	Dimensjonering av erosjonssikring	15
B4.1	Dimensjonerende vannføring	15
B4.2	Flomberegning	15
B4.3	Hydrauliske beregninger	17
B4.4	Dimensjonerende steinstørrelse	18
B4.5	Utforming av erosjonssikringen	19
B4.6	Habitattiltak	20
B5	Referanser	21

Figurer¹

Profiler (for opptegning av lagdeling og påfølgende stabilitetsberegninger):

BA-P-VH1 tom. -VH5	Profil <u>v</u> estre <u>h</u> aug (VH) 1 tom. 5
BA-P-OH1 tom. -OH3	Profil <u>ø</u> stre <u>h</u> aug (OH) 1 tom. 3
BA-P-AV1 tom. -AV6	Profil <u>a</u> nleggs <u>v</u> ei 1 tom. 6
BA-S-s _u iso før/etter-VH3	Stabilitetsberegninger, profil <u>v</u> estre <u>h</u> aug 3, detalj romlig s _u -fordeling før og etter tiltak
BA-S-rev-VH3	Stabilitetsberegninger, profil <u>v</u> estre <u>h</u> aug 3, revidert utforming
BA-S-rev-VH1-VH2	Stabilitetsberegninger, profil <u>v</u> estre <u>h</u> aug 1 og 2, revidert utforming
BA-S-VH1 tom. -VH5	Stabilitetsberegninger, profil <u>v</u> estre <u>h</u> aug (VH) 1 tom. 5
BA-S-OH1 tom. -OH3	Stabilitetsberegninger, profil <u>ø</u> stre <u>h</u> aug (OH) 1 tom. 3
BA-S-AV1 tom. -AV6	Stabilitetsberegninger, profil <u>a</u> nleggs <u>v</u> ei 1 tom. 6

¹ Prefiks «BA» står for prosjektdelområdet **B**ahus

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: hoydedata.no](https://hoydedata.no)). Datasettet har en punkttetthet på 5 punkter per meter, dvs. rasterrutenettet 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). Innmålingene er gjort med LiDAR: Typisk vil lasermålingene reflekteres i vannoverflaten og dermed "kutte bort" bunn av vassdrag og vann. Dette er ikke korrigert i 3D-modellen, men det er korrigert for det i enkelte reviderte tegninger/tverrsnitt mtp. beregninger.

Ettersom terrengmodellen er 4 år gammel, vil det stedvis kunne være en del forskjell mellom modellert og reell terrengoverflate, dette gjelder særlig langs bekkeleier hvor det foregår erosjon. I all hovedsak innebærer det at reell/dagens situasjon for skråningene kan være noe verre stabilitetsmessig enn beregnet. Nivå på ferdigstilt motfylling skal være lik prosjektert nivå, uavhengig av dette, se kap. 5.5.2 og 5.6.2.

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. /B2/) 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 /B3/ 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. For vurdering av skråningsstabilitet, vil maskinlaster idealisert medregnes som fordelt jevnt over rektangler med sidekant 3-7 meter. For glideflater med stor bredde, er den reelle lasten lavere.

De representative dimensjonerende lastene i 2D-beregninger er som følger:

- For 30-tonns graver med "virkeområde" 3.6 x 5 meter: $p_{rep,dim} = 26$ kPa. Ettersom maksimal utstrekning er 5 meter, benyttes denne lengden i beregninger.
- For fullastet dumper (51.5 tonn) med "virkeområde" 4 x 7 meter: $p_{rep,dim} = 24$ kPa. Lasten fordeles over 7 meters lengde i beregninger. I tillegg, for eventuelle undersøkelser av dumpere tverrstilt i skråninger benyttes $p_{rep,dim} = 29$ kPa, fordelt over 4 meter.

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

B2 Resultater fra bæreevneberegninger

B2.1 Estimert minste bæreevne for naturlig grunn

Basert på undersøkelser med lommevingebor og CPTU ved Bahun er det funnet en karakteristisk verdi for intakt aktiv udrenert skjærfasthet ($s_{u,a}$) på 35 kPa i grunne forekomster av leire ($z < 1-2$ m) /B4/. Tilsvarende viser CPTU-korrelasjoner /B1/ en (minste) karakteristisk udrenert skjærfasthet på ca. 35 kPa.

Ved klassisk bæreevneteori /B5/ 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 /B3/ er den dimensjonerende bæreevnen til naturlig grunn (terreng) rundt kommunens tekniske senter da estimert til:

$$q_{dim} = \frac{\bar{s}_u \cdot N_c}{F_{cu}} = \frac{(0.7 \cdot 35 \text{ kPa}) \cdot 5.14}{1.4} = \underline{90 \text{ kPa}}$$

B2.2 Mellomlagring

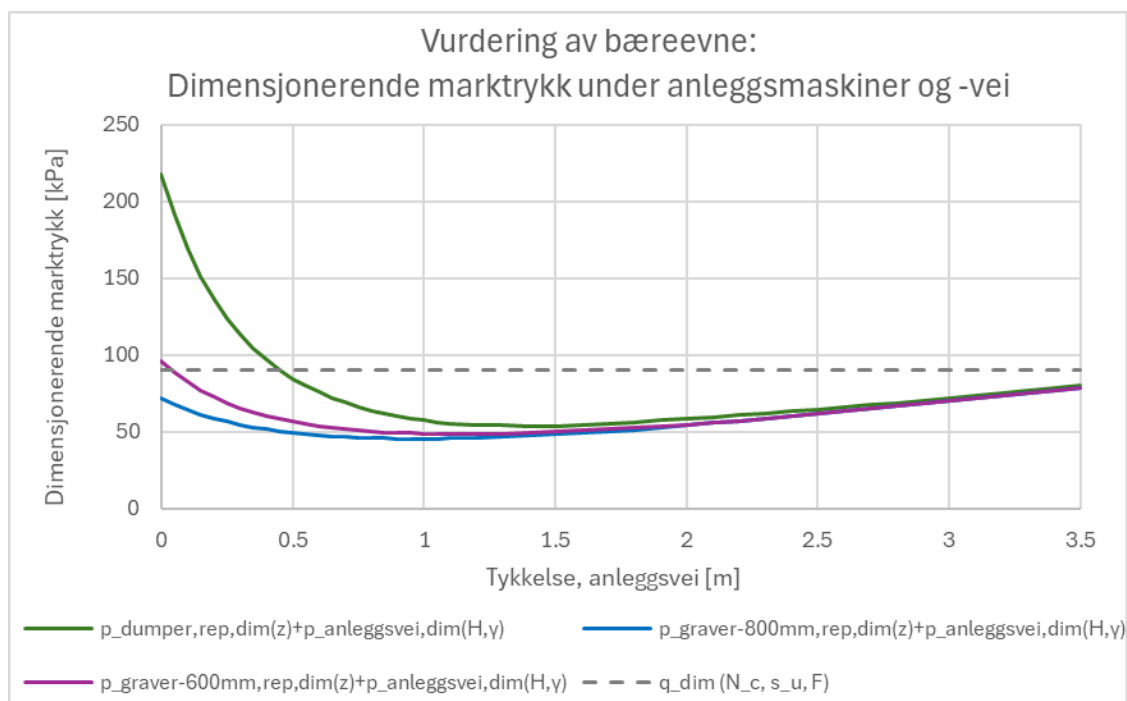
For områder hvor det er planlagt mellomlagring, viser estimatet for bæreevne over at dimensjonerende bæreevne er tilstrekkelig for utlegging av masser i inntil ca. 4.5 meter tykkelse (dersom det er flatt terreng). Kontrollberegninger med tørrskorpe, grunnvann, og geometri av planlagt mellomlagringsfylling og terreng viser grei overenstemmelse med dette resultatet. Imidlertid, pga. forringelse av eventuell underliggende moldjord/vekstjord ved mellomlagringsområdet bør maksimal tykkelse på mellomlagrede masser ikke overstige 2 meters høyde. For ranker med mindre enn 4-5 meters bredde kan høyden være opptil 2.5 meter. Se også kap. 5.8.

B2.3 Anleggsveier

Den dimensjonerende bæreevnen $q_{dim} = 90 \text{ kPa}$ er antatt gyldig for all horisontal terrengoverflate ved Bahus med en viss minimumsavstand fra skråningskant (se også merknader til slutt i kapittelet). For allerede etablerte veier og anleggsflater på Bahus, er det forventet større bæreevne. 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}) samt forutsatte maskinlaster vil være behov for etablering av anleggsvei med tykkelse lik ca. 0.5 meters tykkelse. Dette behøves for å fordele lasten av dumpere over stort nok areal til at sikkerheten mot lokale brudd er tilfredsstillt jf. Eurokode 7 /B3/.

Dersom det benyttes andre type massetransportkjøretøy med mindre vekt, kan potensielt krav til 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 ($< 15 \text{ cm}$) 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, stokkmatter, geonett eller lignende hjelpemidler fremfor utlegging av fyllmasser (se kap. 5.4.2), kan slike alternativer benyttes, såfremt bæreevnen ($q_{dim} = 90 \text{ kPa}$) ikke overskrides.

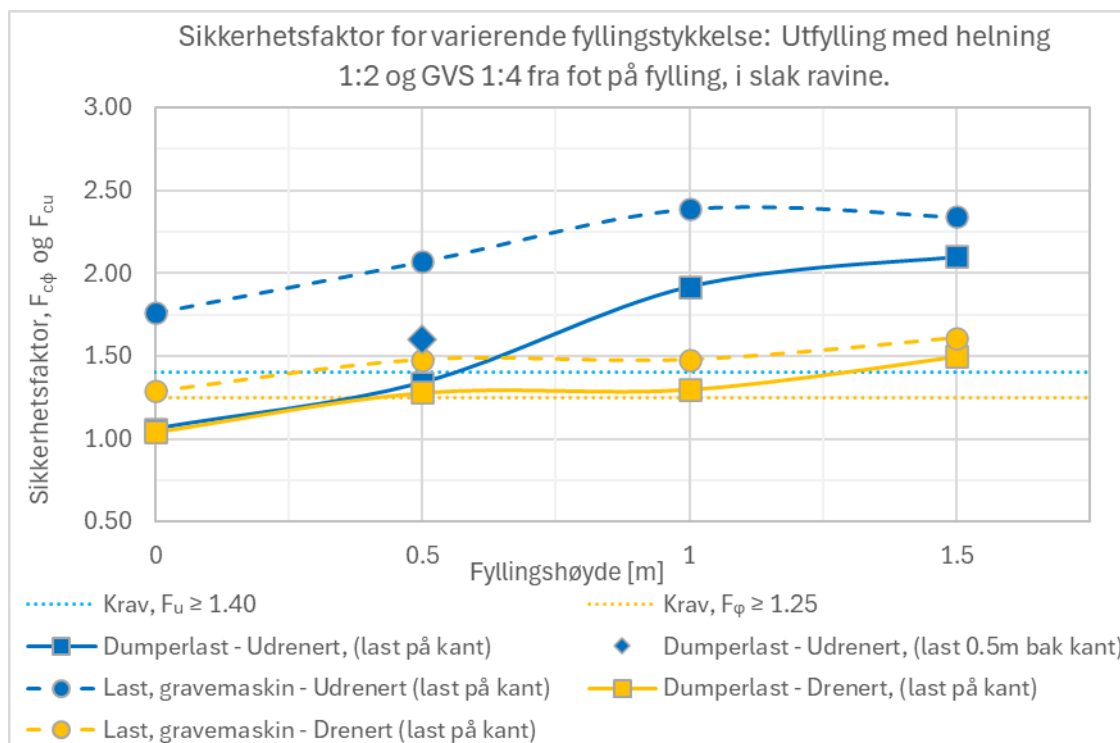


Figur 2-1 Dimensjonerende representativt marktrykk ($p_{rep,dim} = \gamma_Q \cdot p_{rep}$) lokalt under anleggsmaskiner på anleggsvei, medregnet anleggsveiens egenvekt ($\gamma_{vekt} = 20 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_G = 1.0$). Laster antas fordelt jevnt over et areal som utvides i dybden med en faktor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

B2.4 Bæreevne for oppfylling i ravine

Det er planlagt at man kjører over oppfyllingen av steinmasser i bekkeleiet etter hvert som man legger ut masser i ravinen (både i bekken og motfyllinger på sidene av bekken). For å kontrollere at man unngår å initiere brudd under oppfyllingen er det utført beregninger for maskinlaster ytterst på enden av fyllingen for ulike fyllingstykkelser. Representativt trykk som medregnes i bruddflatene er variert for ulike tykkelser av fyllingen. Det er lagt til grunn at fyllingsfoten er lagt med helning 1:2 og at det er vann som renner gjennom/over oppfyllingen med avtagende vannstand mot enden, gitt ved en helning på 1:4.

Resultatene er vist i Figur 2-2. Med grunnlag i karakteristisk udrenert skjærfasthet skal 30-tonns gravere med 800 mm belter, ut fra en bæreevnevurdering alene, kunne kjøre direkte på terrengoverflaten, samt uavhengig av fyllingstykkelser. Kjøring på leire vil ofte føre til oppkjøring av terrengoverflaten og gi problemer med framkommelighet, og det anbefales derfor å kjøre på anleggsvei av tilførte masser. For fullastede dumpere (51.5 tonn) behøves det et sted mellom 0.5 og 1 meters oppfylling for kjøring til enden av oppfyllingen. Ved lengre distanse borte fra kanten (minst 0.5 meter fra skråningskant for 0.5 meter oppfylling), vil krav likevel kunne tilfredsstilles for 0.5 meters oppfylling. For 30-tonns gravere med 600 mm belter er det behov for et underlag som fordeler maskinlasten over et større areal, dvs. den kan ikke kjøre direkte på terrengoverflaten.



Figur 2-2 Bæreevne ved ende av oppfylling. Drenerte og udrenerte resultater er vist med hhv. gul og blå farge. Resultater for dumper (51.5 tonn) og gravemaskin (30-tonn+6 tonn last og 800mm belter) inkl. partialfaktor $\gamma_Q = 1.3$ er vist med hhv. heltrukken linje + firkanter, og stiplet linje med sirkler. Krav til sikkerhet er vist med vannrette «prikke» striper.

Merknader til bæreevnevurderinger:

Ikke-konservative momenter:

- 1) $q_{dim} = 90$ kPa gjelder «ren vertikal last».
- 2) Bæreevne-faktoren gjelder flatt (horisontalt) terreng.
- 3) Lokale variasjoner i s_u kan forekomme, dvs. stedvis kan skjærfastheten potensielt være lavere.
- 4) Leirens uforstyrrede (intakte) skjærfasthet (s_u) vil kunne degraderes ved deformasjoner (dvs. bearbeiding, kjøring, mm.). Dette vil kunne motvirkes/ forebygges ved å bygge bærelag over jorden, som fordeler laster jevnt utover større arealer enn ved direkte belastning fra kjøring med belter rett på opprinnelig terreng.

Konservative momenter:

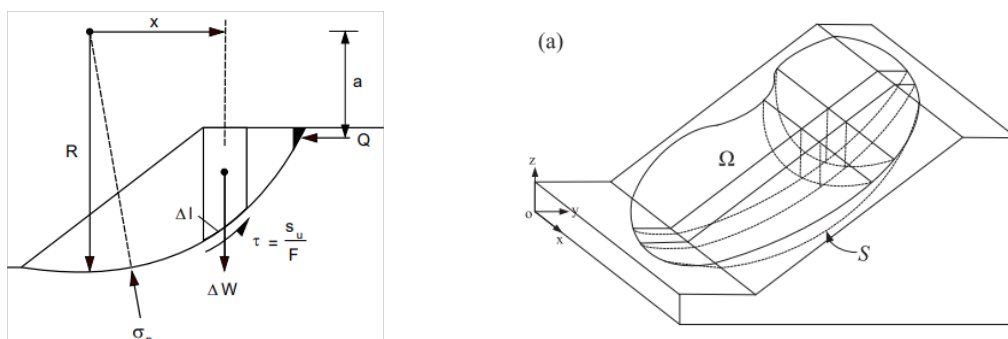
- 1) Laveste målte intakte skjærfasthet $s_{u,A}$ er 35 kPa, basert på trykksonderinger og lommevingebor, dvs. uforstyrret leire er «middels fast». Basert på innsamlede data bør bæreevnen generelt sett være bedre enn estimert dimensjonerende bæreevne.
- 2) Leirens skjærfasthet (s_u) øker med dybden.
- 3) Tele i drenert og delvis drenert jord vil kunne øke bæreevnen betraktelig. – Det innebærer at man i perioder med tele kan kjøre tyngre utstyr enn dimensjonert.

B3 Stabilitetsberegninger

B3.1 Eventuelle 3D-effekter

B3.1.1 Teori

Ved beregning av skråningsstabilitet betrakter man forholdet mellom drivende og stabiliserende krefter (betegnet som sikkerhetsfaktoren "F") for spesifikke tverrsnitt (2D). Reelt sett er skråningsstabiliteten en funksjon av stabiliserende og drivende krefter i flere parallelle profiler (3D), se Figur 3-1.

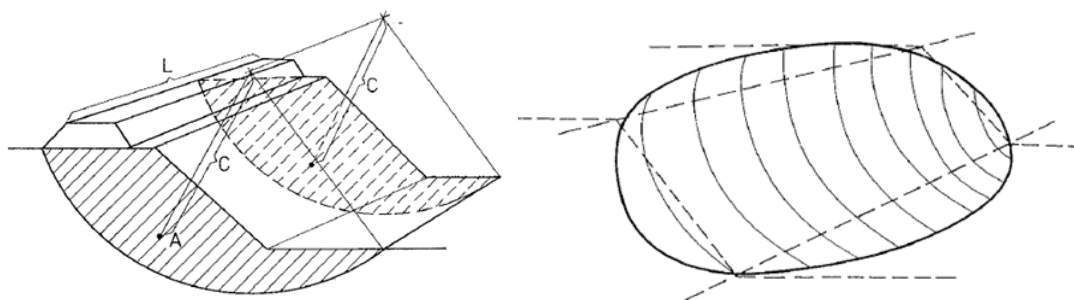


Figur 3-1 Prinsippskisse for 3D-effekter: I realiteten er bruddmekanismer mer kompliserte enn 2D-betraktningen av ett profil. Flere 2D-profiler parallelt vil kunne summeres til en 3D-betraktning. (Hentet fra /B5/-/B6/).

Enkeltvis 2D-beregninger kan egne seg godt for å vurdere stabiliteten av skråninger med relativ lik topografi og lagdeling langt inn i planet². For mer kompliserte geometrier vil derimot variasjoner medføre at ethvert betraktet profil har en begrenset bredde langs skråningen hvor resultater er representative. I 2D beregninger vil også sidefriksjon neglisjeres. Det innebærer at for enkelte problemstillinger kan beregnede sikkerhetsfaktorer være urealistisk lave.

B3.1.2 GeoSuite-funksjon for 3D-effekter

I GeoSuite er det innebygget en funksjon for 3D-beregning, men denne funksjonen er meget idealisert, og baserer seg på at skråningen har samme geometri langt inn i planet, hvorpå skjærkrefter langs vertikale sidekanter bidrar til stabiliserende moment. Det anbefales at sikkerhetsfaktoren korrigeres noe for å oppveie at reell bruddform antas mer sfærisk enn sirkulærsylindrisk med rette avkuttete endeflater, se Figur 3-2. Inputparameteren i GeoSuite er en faktor for sideskjær ("side shear factor" forkortet SIDSHR), som skal settes lik $2/L$, der L er bredden på glideflaten. 3D-resultater må vurderes i lys av funksjonens idealiserte virkemåte/forutsetninger.



Figur 3-2 Idealisert bruddgeometri benyttet ved beregning av 3D-effekter med sidekrefter i Geosuite Stability 3D-analyse. /B7/

B3.2 Beregningsresultater

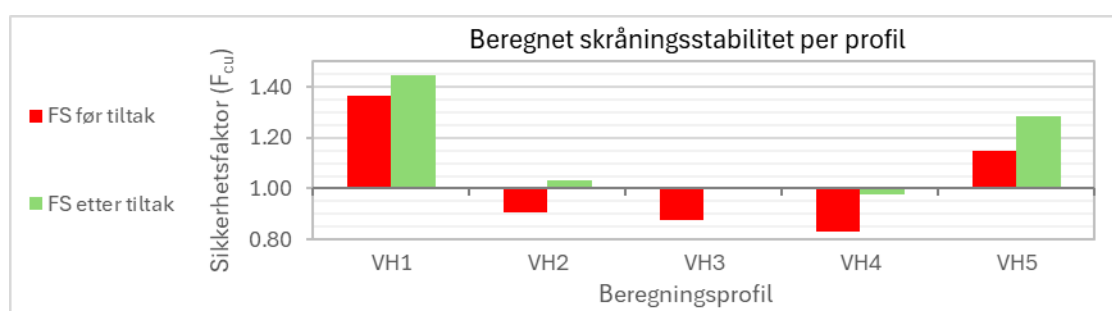
Stabilitetsberegningene er utført iterativt. Ved første beregningsomgang, hadde enkelte profiler marginal drenert sikkerhet etter tiltaket. Utformingen av sikringen er derfor justert, slik at den gir tilstrekkelig sikkerhet for alle profiler. Ny utforming medfører forbedring utover resultatene vist i nedre halvdel av Tabell 7-1 i hovedrapporten for alle vurderte profiler. For den første modellerte utformingen av tiltaket var de de mest kritiske profilene mht. sikkerhetsfaktor etter sikring (VH1 og VH2) styrende mtp. dimensjonering av tiltaket. Resultater for nye drenerte beregninger for disse profilene, med endret utforming, er vist i de øvre linjene i Tabell 7-1 i hoveddelen av rapporten. Kommentarer knyttet til justering av utforming av tiltaket, er lagt til i kapitlene under med grønn skrift. Videre har det blitt utført nye beregninger ifm. UAK av prosjekteringen, alt av resultater og implikasjoner relatert dette er tatt opp i kap. 7.2 i hoveddelen av rapporten.

² Ettersom man i utgangspunktet velger antatt kritiske profiler for beregning, ut fra antatt mest ugunstige grunnforhold (dvs. generelt sett basert på topografi, men også avhengig av variasjoner i lagdeling), vil beregningsresultater angi laveste størrelsesnivå/grenseverdi skråningens sikkerhetsfaktor (F) kan ha.

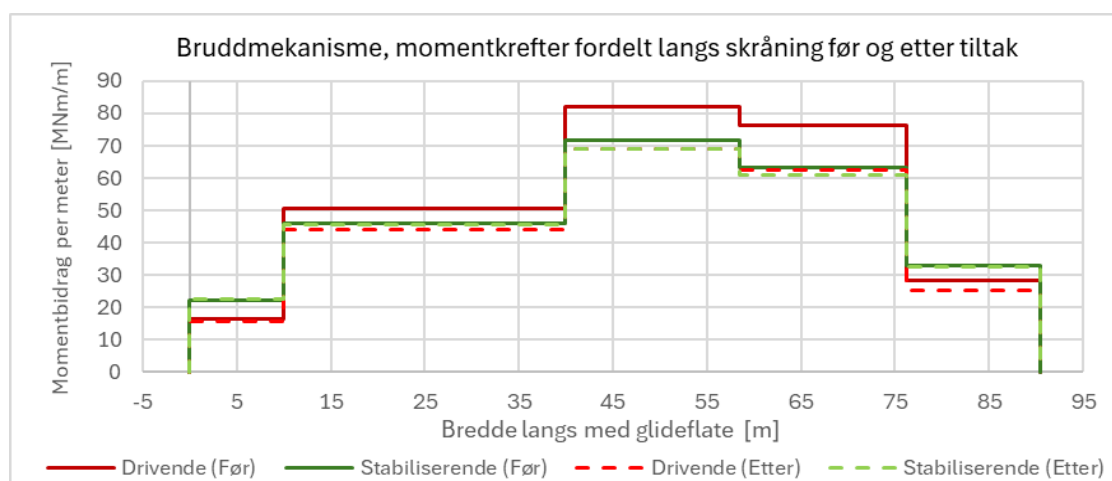
B3.2.1 Vestre haug (VH), beregning BA-S-VH1 tom. -VH5

Haugen nordvest for kommunens tekniske senter på Bahus har en høydeforskjell på oppimot 16 meter fra ravinebekken i nord. Skråningen har en meget varierende tverrsnittsgeometri langs bekken, og ingen enkeltprofiler vil således kunne være representative for spesifikke bruddformer der. Av den grunn benyttes det heller ikke en enkelt 3D-beregning for skråningen. Den beregnede sikkerhetsfaktoren i det mest ugunstige profilet (VH4) er lik $F_{cu} = 0.83$ (udrenert tilstand), som er urealistisk lavt, mens utover mot endene av haugen øker beregnet sikkerhetsfaktor (vurdert for 2D-skråning) til oppimot $F_{cu} = 1.3-1.4$.

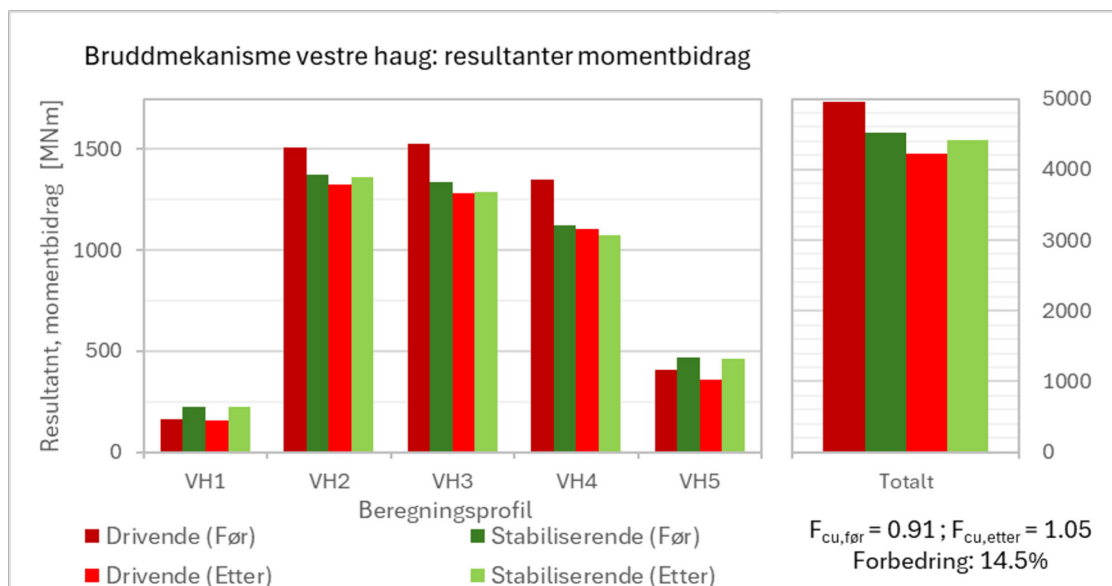
For vurdering av en realistisk bruddform ved eventuell utglidning nord på haugen er det beregnet flere parallelle tverrsnitt (se Figur 3-3), hvorpå drivende og stabiliserende momentkrefter er multiplisert med en idealisert representativ bredde langs skråningen for hvert profil, se Figur 3-4 og Figur 3-5.



Figur 3-3 Beregnet sikkerhetsfaktor per profil langs vestre haug (VH). Forbedret sikkerhet gjaldt opprinnelig modellert sikring, som nå er udatert.



Figur 3-4 Graf som viser momentbidrag per meter over idealiserte representative bredder langs skråningen nord på vestre haug. Momentkreftene er beregnet for profilene VH1 tom. VH5.



Figur 3-5 Momentbidrag beregnet for «representativ bredde for hvert beregningsprofil for 1) dagens situasjon (mørke farger) og 2) etter tiltak (lyse farger). Til høyre er momentbidrag fra alle beregningsprofilene oppsummert. Forbedret sikkerhet gjaldt opprinnelig modellert sikring, som nå er udatert.

Den estimerte sikkerhetsfaktoren for en bruddflate som omfatter hele skråningen (profilene VH1 tom. HV5) og hensyntar effekten av varierende topografi, er $F_{cu} = 0.91$. Noe av forklaringen til at resultatet er under 1.0 er blant annet at:

- 1) eventuell sidefriksjon mot endene av bruddflaten ikke er inkludert (anses her å utgjøre en liten andel),
- 2) datagrunnlaget er grovt (få beregningsprofiler, og «representative bredder» er feilaktige slik at vektingen blir feil), og
- 3) det er benyttet konservative materialparametere, hovedsakelig for den udrenerte skjærfastheten. Forsiktig/konservativ tolkning av beregningsparametere er iht. geoteknisk praksis.

Merknad om udrenert skjærfasthet (s_u):

Sett i sammenheng med resultatet fra f.eks. beregningsprofil OH1, OH3 og AV1 for opprinnelig situasjon, er trolig benyttede udrenerte skjærfasthetsprofiler rundt 10% for lave for aktuelle dybder. Implikasjonen er at den prosentvise forbedringen som følge av avlastning og motvekt strengt tatt bør korrigeres til å være litt over planlagt sikkerhetsnivå (~11-12% mot 10%, hvilket innebærer en forskjell på ca. 10-20% i avlastning/-motfylling).

B3.2.1.1 Resultater

Resultatene av udrenerte beregninger for prosjekterte tiltak viser at forbedringen varierer fra 6 til 17% langs skråningen, mens en estimert større «aktuell bruddform» har en forbedring på 14.5% (omtrentlig), og planlagt sikkerhetsnivå for forbedring vil således innfris for prosjekterte tiltak.

For drenerte beregninger vil «dagens kritiske glideflater» forbedres mellom 11-25% i de ulike snittene. Derimot vil «kritiske glideflater etter fullført sikringstiltak» være marginalt verre i et par tilfeller, uendret eller ikke tilstrekkelig forbedret (mellom -1 til + 8% forbedring). Med ny utforming blir stabilitet forbedret i samtlige profiler, dermed oppnås tilstrekkelig forbedring eller $F_{c\phi} \geq 1.25$ for alle kritiske glideflater etter planlagt tiltak, se tegning BA-S-Rev-VH1-VH2.

B3.2.2 Østre haug (OH), beregning BA-S-OH1 tom. -OH3

Skråningsstabilitet ved **udrenerte** beregninger er økt «vesentlig» (>15%) for alle beregnede flater (opprinnelige kritiske flater så vel som nye etter endt tiltak), utenom én som oppnår 12% forbedring. Planlagt sikkerhetsnivået med «forbedring» (>10%) er altså tilfredsstilt.

Skråningsstabilitet ved **drenerte** beregninger er økt «vesentlig» for alle beregnede flater unntatt én: Profil OH1 – «Kritisk etter tiltak» er kun forbedret 6%. Med ny utforming vil det oppnås tilstrekkelig forbedring også for dette profilet.

For beregninger med maskinlast, se kap. B3.3.3.

B3.3 Mulige anleggsveier

I tillegg til profilene for vurdering av vestre og østre haug (angitt: VH og OH) er det laget supplerende profiler for vurdering av **anleggsveier** angitt med «AV» i tegninger. Det henvises til tegning BA-PL4-AV og BA-PL2-PoGU som viser henholdsvis «angivelse av mulige trasévalg» og «plassering av beregningsprofiler». For anleggsveiene benyttes prinsippet om «ikke forverring» eller «krav til absolutte sikkerhetsfaktor» ($F_{cu} \geq 1.40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1.25$), der $f_s = 1.15$ benyttes for glideflater som utgjør en fare for utløsning av områdeskred.

Angivelse av anleggsveier gis med referanse til «løpemeter» (LM) av senterlinjen på oppfyllingen, (forklaring i kap. 5.1). De mulige anleggsveiene gjennomgår fra øst til vest:

B3.3.1 Anleggsvei til løpemeter 160 og 205 (LM160 og -205): Profil AV6

Grunnforholdene antas relativt like for både vei til LM160 og -205. Profilet langs LM160 er slakere enn 205, og 205 er således mest kritisk. Beregninger viser at krav til stabilitet er tilfredsstilt ved mest ugunstige lasttilfelle, dvs. ved utlegging av en 0.75m tykk anleggsvei og ugunstig plassert dumperlast. Med sidefriksjon (se B3.1.2) utelatt er $F_{cu} = 1.60$, se tegning BA-S-AV6.

Konklusjon

Det legges ingen begrensninger på bruken av traséene LM160 og -205.

B3.3.2 Anleggsvei til løpemeter 305 (LM305): Profil AV1

En mulig tilkomstvei ned i ravinen ved Bahus er over den tidligere fyllingen/-søppel-deponiet nord for det tekniske senteret. I 2016 ble det fjernet avfall (10 tonn) og masser fra deponiet (Ref./B8/). I overkant av 5000 m³ (beregnet fra terrengmodeller) med stedlige masser er fjernet, tilsvarende ca. 10 000 tonn.

Ved forsiktig antatte beregningsparametere gir den opprinnelige situasjonen beregningsmessig sikkerhet lik $F_{cu} = 0.79$, hvilket innebærer at reell sikkerhet er underestimert med minst ~20%. I påfølgende beregninger er det benyttet 3D-effekter for kompensasjon av underestimert stabilitet (ca. lik 25% økning som følge av 3D-effekter). I ettertid, basert på resultater fra vestre haug (kap. B3.2.1), ville det nok vært mer riktig å gjøre en slik korreksjon med en kombinasjon av økt s_u samt 3D-effekter. Sett bort ifra dette: ved «3D-kompenserte beregninger» ble sikkerheten økt fra « $F_{cu} = 1.0$ før» til « $F_{cu} = 1.42$ etter» avlastingen i 2016 (for bruddflater ned i sprøbruddmateriale).

Mest ugunstige kombinasjon av laster som kan forventes under anleggsarbeidene har en beregnet sikkerhetsfaktor $F_{cu} = 1.19 \leq 1.42$. Krav til «ikke forverring» anses tilfredsstillt ettersom situasjonen vil være bedre enn den opprinnelige (2015): Forventede laster fra «maskiner» og «eventuell anleggsvei» er 50 tonn + ev. anleggsvei ($L \cdot H \cdot B \cdot \rho = 60\text{m} \cdot 0.6\text{m} \cdot 5\text{m} \cdot 1.8\text{t/m}^3 \approx 320$ tonn), mens tidligere avlastede masser tilsvarer omtrent 10 000 tonn.

Konklusjon

Det er ingen begrensninger på bruken av traséen til LM305.

B3.3.3 Anleggsvei til løpemeter 415 via traktorvei langs østre haug (LM415-OH)

Muligheten for å benytte traktorveien langs østre haug til LM415 er vurdert både på langs og tvers. Drenerte beregninger i et tverrprofil (BA-S-AV3) viser at maksimal belastning av maskiner og ev. ekstra last ved forsterkning av anleggsvei ikke må overgå ca. 20 kPa, ev. må det fylles ut i nedkant av traktorveien, dvs. i ravinearmen, med minst 1 meters tykkelse. Dette er hovedsakelig et bæreevne-problem.

Beregninger i profil BA-S-OH3 gir den laveste beregnede sikkerheten for ev. anleggslast bak østre haug. Drivende krefter øker lokalt med 8% hvor F_{cu} reduseres fra 1.27 til 1.24 for modellert dumperlast (kap. B1.3), imidlertid gjelder lastene her for 7 meters utstrekning og uten sidefriksjon (kap. B3.1.2). Med 3D-beregninger vil sikkerhetsfaktoren være ca. $F_{cu} = 200$ for 7 meters bredde (SIDSHR=0.28), hvorpå F_{cu} går mot 1.60 når L endres til 50 meter (SIDSHR=0.04). Lasten er da samtidig redusert mht. en representativ bredde, og ender med å være 5.6 kPa om man både tar med både en dumper og en gravemaskin for L=50m. Dersom man kun tar utgangspunkt i 3D-resultater med last, er reduksjonen av drivende krefter under 1% og F_{cu} endres til 1.59. Imidlertid er det en del nyanser som utelates: selve haugen er ca. 50-80 meter lang med varierende geometri, og man har en grov unøyaktig mtp. at man tillegger sideskjær på begge sider, at man ikke tar hensyn til mindre glideflater i en ende, etc.

Konklusjon

Ettersom det er mange usikkerheter involvert bør det tas utgangspunkt i at man kompenserer for maskinlaster som skal trafikkere veien ned (LM415-OH) ved å avlaste haugen med tilsvarende momentlast i forkant av omfattende bruk/trafikk. Avlastingen må startes fra sørøstre ende, hvor massene kjøres opp igjen til plataået, og så videre via andre anleggsveier ned til ravinen (LM160, LM205, LM305). I tillegg er bæreevnen langs traktorveien lav: enten må det fylles ut i underkant av veien, i ravinearmen, ellers er det restriksjon på dimensjonerende last av «maskin og forsterkningslag» lik 20kPa.

Mengder som må fjernes fortløpende

I beregningene (BA-S-OH2 og -OH3) er momentarmen (x_1) til maskinlaster i underkant av 30 meter. Dimensjonerende belastning for en 51-tonns dumper og 30-tonns graver er da:

$$E_{dst;d} = \gamma_Q \cdot F_{rep} \cdot x_1 = 1.3 \cdot (505\text{kN} + 365) \cdot 30\text{m} = \underline{34\text{MNm}}$$

Videre, dersom man tar utgangspunkt i at massene som fjernes har en momentarm på $x_2 \approx 22.5\text{m}$, vil stabiliserende avlasting per kubikkmeter masse fjernet (y) være:

$$E_{stb;d} = \gamma_G \cdot W_{rep} \cdot x_2 = 1.0 \cdot (20\text{kN/m}^3 \cdot (y)\text{m}^3) \cdot 22.5\text{m} = \underline{y \cdot 0.45\text{MNm}}$$

For at $E_{stb;d} \geq E_{dst;d}$ må man fjerne ca. 75 m^3 masser fra østre haug. Det tas utgangspunkt i at seksjonene som er representative mtp. eventuelle bruddformer er 20 meter brede. Det tilsier at man må fjerne 75 m^3 per 20 meter langs traktorveien, eller tilsvarende ca. 5 m^3 per meter. Når 200 m^3 er fjernet langs bakkant av haugen kan traktorveien trafikkere uten begrensninger. Se også «skissert progresjon» i tegning BA-PL6-AT.

Dersom man istedenfor å benytte traktorveien fyller ut i ravinearmen rett i underkant og anlegger vei i denne vil de samme kravene om avlasting fremdeles gjelde.

B3.3.4 Anleggsvei til løpemeter 415 (LM415) via ravinearm langs vestre haug (VH): Profil AV4 og -5

2D-beregningene i profil AV4 og AV5 viser at oppfylling av ravinearmen på østsiden av vestre haug «påbegynt ovenfra», vil redusere beregnet sikkerhet lokalt med inntil 3.5%, fra $F_{cu} = 1.62$ og 1.53 til 1.56 og 1.52 (drivende kreftene økes med inntil ca. 2.5%). Imidlertid er beregningene (1) kun representative i en liten bredde mtp. geometri og lastfordeling, samtidig som (2) at det ikke medregnes noen sidefriksjon. Haugene på siden av ravinearmen har begge vesentlig last på «stabiliserende» side av de beregnede kritiske glideflatene, og stabiliteten anses således å være en del høyere reelt sett (3). Et siste moment (4) er også at s_u trolig er valgt noe konservativt (kap. B3.2.1).

Konklusjon

De nevnte aspektene (1-4) tilsier at sikkerheten er god nok for utlegging av anleggsvei via ravinearmen. 2D-beregninger i VH5 tilsier også at sikkerheten er god nok for etablering av vei forbi profilet uten ytterligere tiltak, men dette er ikke tilfellet i VH3 og VH4, se neste kapittel.

B3.3.5 Anleggsveier i bakkant av vestre haug (LM530 og LM415)

Anleggsveier i bakkant av vestre haug: Last av dumper og graver vil utgjøre en svært liten andel av kreftene. For profil VH3 vil glideflater opp til anleggsveien vil last medføre en 3% økning i drivende krefter i 2D (med begrenset utstrekning). Til sammenligning var denne økning over 8% for 2D-beregninger for østre haug, der bruddformer antas å være mindre.

For den estimert kritiske bruddform for vestre haug (gjennom toppen av haugen, dvs. ikke utstrekning til foreslåtte veier) er drivende moment estimert til ca. 5000 MNm (Figur 3-5). Med en maksimal radius på 35 meter vil vekten av en graver og en dumper kunne utgjøre en last på 40 MNm i en slik glideflate, rett i underkant av 1% av drivende krefter. Forholdstallet mellom maskinlast og resterende drivende krefter vil stadig bli mindre for større glideflater når bakkant av glideflaten tvinges bakover mot foreslått anleggsvei i profilet.

Konklusjon

Ettersom maskinlaster utgjør en marginal andel av drivende krefter i beregninger, anses det som uproblematisk å legge anleggsveier rundt vestre haug. Man må imidlertid påse at det ikke tilføres mer last til haugene utover et par maskiner.

B4 Dimensjonering av erosjonssikring

B4.1 Dimensjonerende vannføring

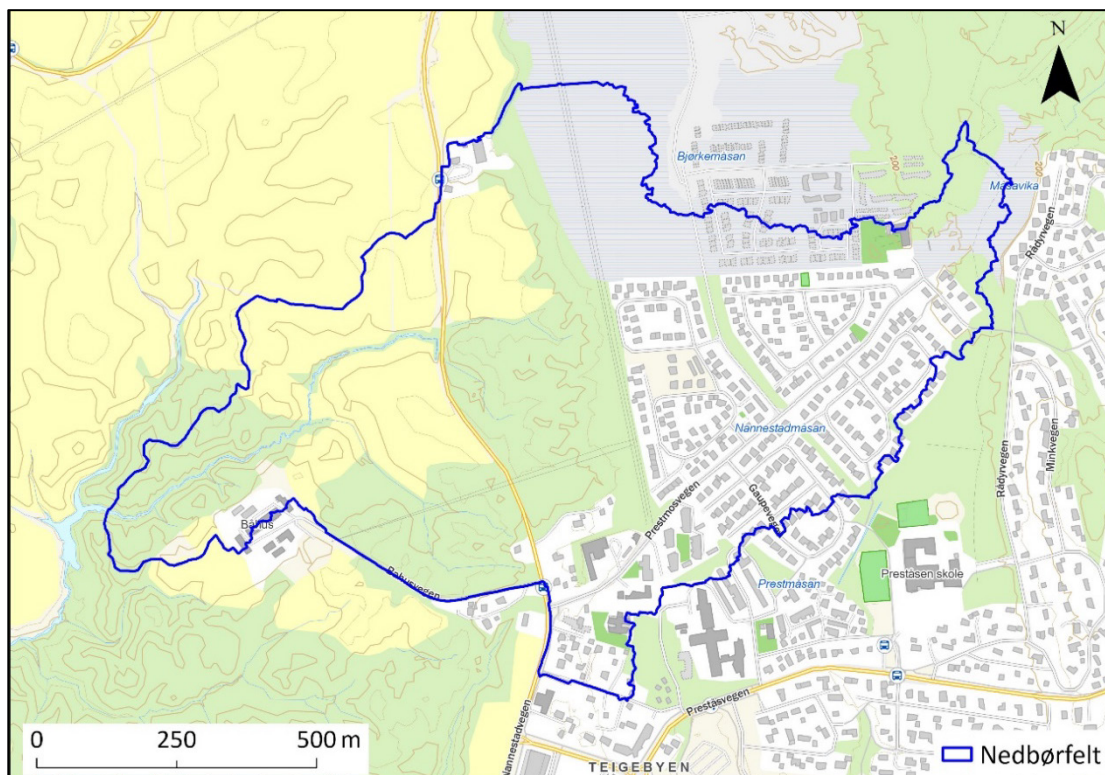
Ved dimensjonering av erosjonssikringen tas det utgangspunkt i vannføring ved dimensjonerende flomhendelse. Vannføringen ved dimensjonerende flomhendelse avhenger av gjentakintervallet for nedbørs-/flomhendelsen. I TEK17 ([§7-2](#)) /B9/ inndeles ulike typer byggverk/funksjoner i «sikkerhetsklasser for flom», med tilhørende dimensjonerende gjentakintervaller. Ettersom det er byggverk med beredskapsfunksjon ved Bahus, anses «sikkerhetsklasse F3» som mest passende, hvilket innebærer at dimensjonerende flomhendelse (vannføring) er gitt ved 1000-års gjentakintervall.

B4.2 Flomberegning

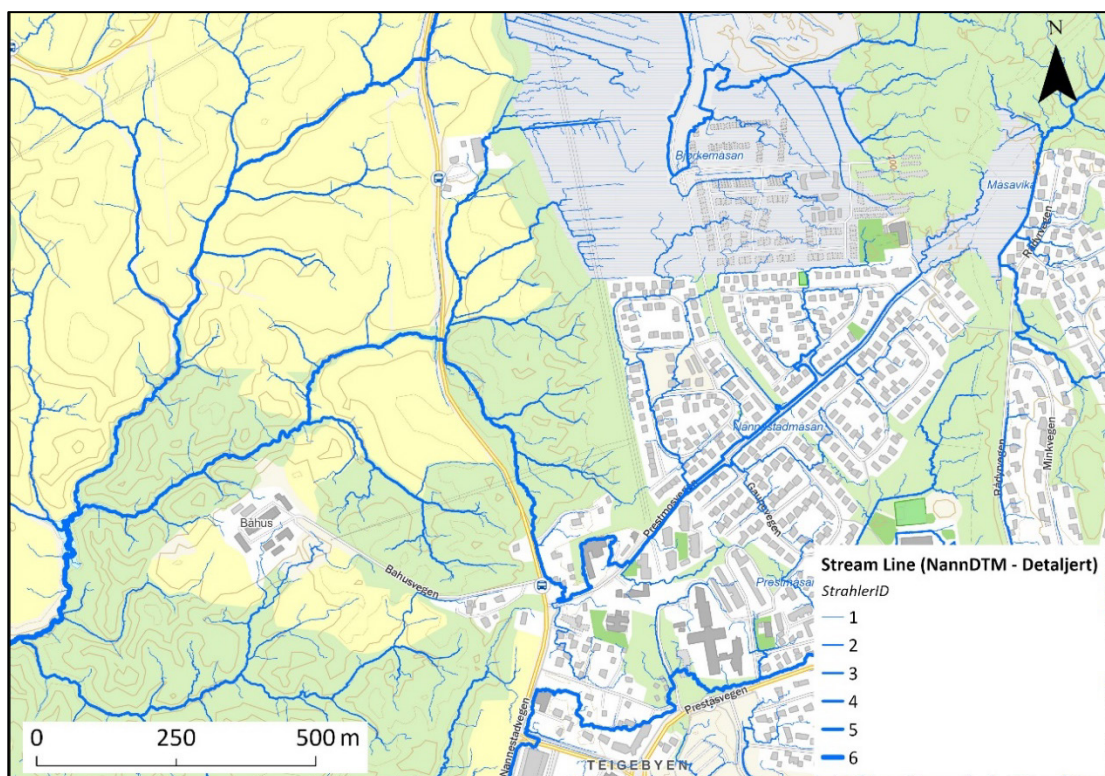
Det er gjennomført flomberegning ved hjelp av NVEs verktøy NEVINA. Hele elvestrengen i nedkant av Bahus er ikke registrert i NVEs elvedatabase, og et mer nøyaktig estimat av nedbørfeltets areal er derfor beregnet ved hjelp av ArcGIS-funksjonen «watershed». Estimert areal på nedbørfeltet vha. funksjonen er lik 0.88 km² fremfor 0.79 km² som angis i NEVINA. Med bakgrunn i estimert nedbørfelt er det beregnet ulike kulminasjonsvannføringer, vist i Tabell 4-1. Merk at disse verdiene er beregnet med utgangspunkt i nederste punkt i nedbørfeltet vist Figur 4-1. Vurderingene har ikke hensyntatt eventuelle stikkrenner som drenerer deler av nedbørfeltet til andre vassdrag, ref. Norconsult-notat /B10/ og Figur 4-2. Det er også usikkerheter knyttet til areal typer (mtp. overflateegenskaper i nedbørfeltet), som kan føre til feilestimering av kulminasjonsvannføringen.

Tabell 4-1 Beregnede flomstørrelser ved gitte gjentakintervall.

Gjentaksintervall	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
Q _m	0.5
Q ₂₀₀	1.3
Q ₂₀₀ klima	1.6
Q ₁₀₀₀	1.6



Figur 4-1 Beregnet nedbørfelt ved hjelp av verktøyet «watershed» i ArcGIS.



Figur 4-2 Dreneringslinjer beregnet i ArcGIS.

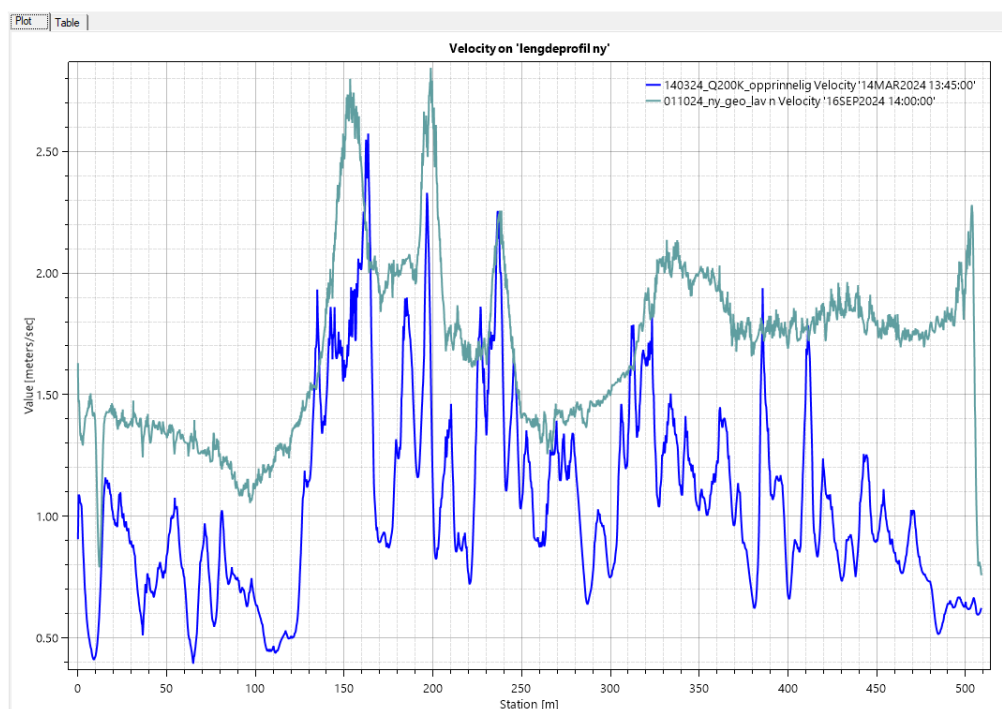
B4.3 Hydrauliske beregninger

Det er gjennomført en hydraulisk beregning av en 200-årsflom med 20% klimapåslag for den aktuelle bekkestrengen. Beregningen er gjort ved hjelp av programvaren HEC-RAS utviklet av det amerikanske ingeniørkorpset. Modelleringen er gjort med den hensikt å kartlegge vannhastigheter og vanddyb, men vil ikke være en fullverdig flomfarevurdering da det ikke foreligger datagrunnlag til kalibrering av modellen. Beregningene er gjort for opprinnelig terreng (se kapittel B1.1), samt en terrengmodell hvor foreslått bekkeheving er implementert. Inputparametere til modellen er vist i Tabell 4-2.

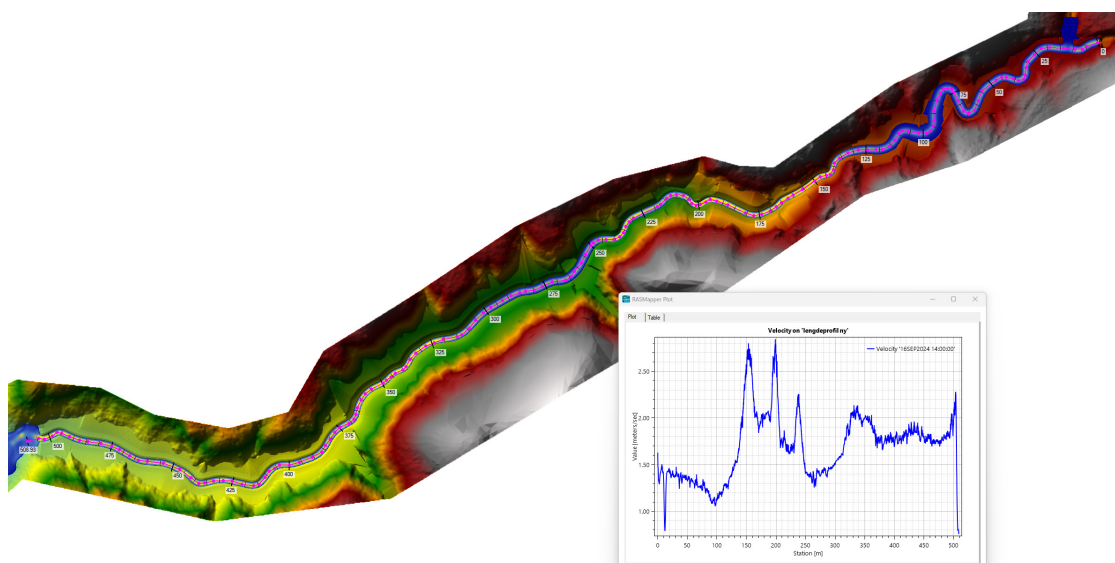
Tabell 4-2 Parametere brukt i den hydrauliske beregningsmodellen.

Parameter	Verdi
Maskestørrelse beregningsnett	0.25x0.25 m
Mannings tall, n	0.06
Øvre grensebetingelse nordøst	1 m ³ /s
Øvre grensebetingelse sørøst	0.6 m ³ /s
Nedre grensebetingelse, helning på energilinje	0.05 (normaldyp)

Resultatet fra modelleringen viser at man ved dagens situasjon har en variert vannhastighet i bekken, hvor man enkelte steder har hastigheter i overkant av 2 m/s, mens vannet andre steder er så å si stillestående (Figur 4-3). Etter at bekkehevingen er utført vil vannet få en jevnere hastighet i tiltaksområdet. Like nedenfor tiltaksområdet vil hastigheten øke, som følge av avslutningen av sikringen mot eksisterende terreng (avbøtende tiltak er beskrevet i siste avsnitt i kap. B4.5).



Figur 4-3 Modellerte vannhastigheter før (blått) og etter tiltak (turkis).



Figur 4-4 Modellert vannhastighet for utført sikringstiltak.

B4.4 Dimensjonerende steinstørrelse

Det nye konstruerte bekkeløpet vil ha en gjennomsnittlig helning på om lag 1.5 %, noe som gjør at man i henhold til /B11/ kan benytte seg av Maynords formel for beregning av stabil steinstørrelse til bruk i erosjonssikringen. Enkelte steder er bekkeløpet brattere (stedvis opp mot 6 %, men gjennomsnittlig 3 %), og i disse områdene vil Robinsons formel, samt figur 92 i /B11/ benyttes til å estimere stabil steinstørrelse.

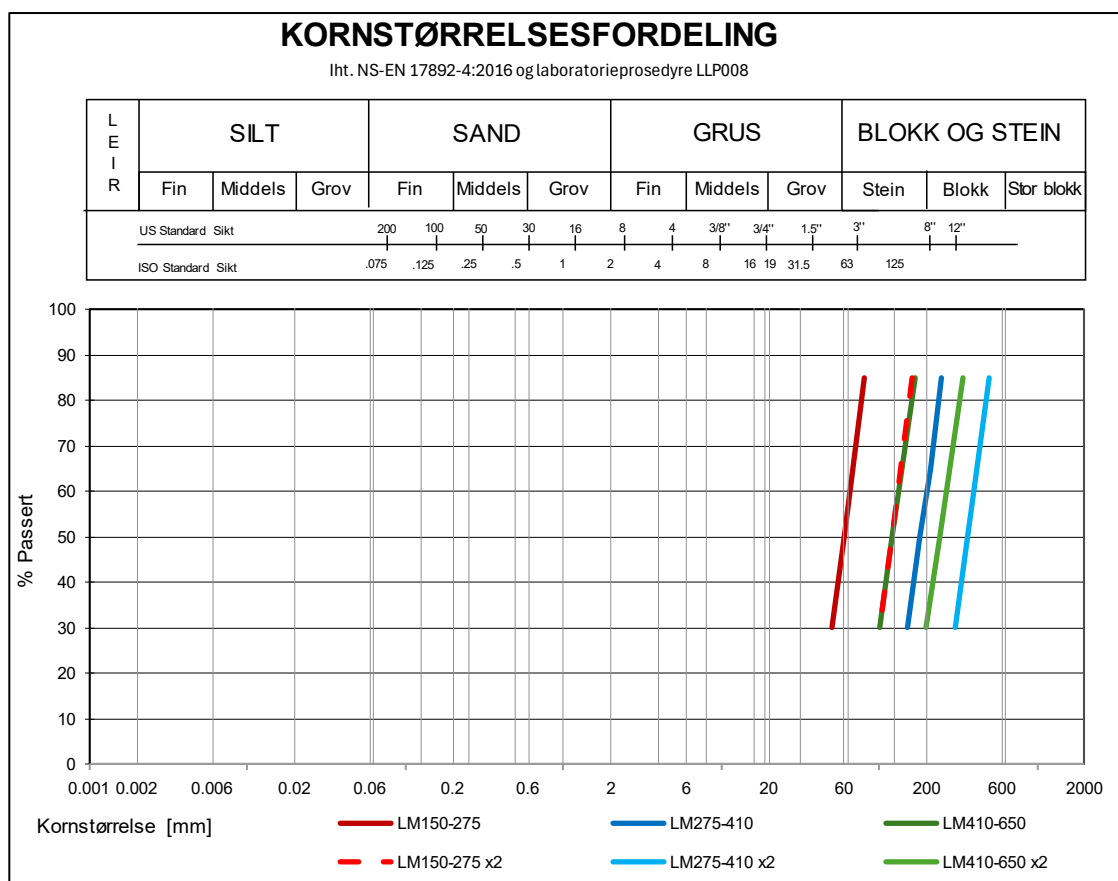
Kanalhelningen langs strekningen LM275 til LM410 er brattere enn resten av kanalen og faller således utenfor området for hvor Maynords formel kan benyttes. I henhold til /B11/ kan man benytte Robinsons formel til å estimere steinstørrelse ved bruk av ensgraderte masser. Da det ikke er relevant i dette tilfellet er det besluttet å bruke figur 92 i /B11/ for å estimere D_{65} ved bruk av kantet samfengt sprengstein. Dette gir $D_{65} = 0.21$ m, inkludert et sikkerhetspåslag på 20%.

Tabell 4-3 angir dimensjonerende kornfordelingskurver (steinstørrelser, angitt ved D) **for bunnsikring** av bekkeløpet. Grunnet bratte sidekanter, må sidene i kanalen sikres med stein med dobbel steinstørrelse av verdier beskrevet i Tabell 4-3, dvs. $D_{\text{sideplastring}} = 2 \times D_{\text{bunnplastring}}$ (der $D_{\text{bunnplastring}}$ angir dimensjonerende kornfordelingskurver (steinstørrelser) for sprengssteinfyllingen for øvrig). Tykkelsen på sideplastringslaget skal være minst $2 \times D_{50, \text{sideplastring}} = 4 \times D$.

Merk at dimensjonene over og i tabellen på neste side er det som anses som krav eller dimensjonerende steinstørrelse. Det er imidlertid gjort forenklinger i materialkriterier for å forenkle byggeprosessen og minimere rom for feil i utførelsen. Disse forenklede kriteriene er oppgitt i kap. 8.1 i hoveddelen av rapporten.

Tabell 4-3 Beregnede kornfordelingskurver (steinstørrelser) for bunnsikring langs bekken. Fargekoder angitt per seksjon går igjen i Figur 4-5.

Seksjon	D ₃₀ [cm]	D ₅₀ [cm]	D ₈₅ [cm]
LM150-LM275	5	6	8
LM275-LM410	15	18	25
LM410-LM650	10	12	17

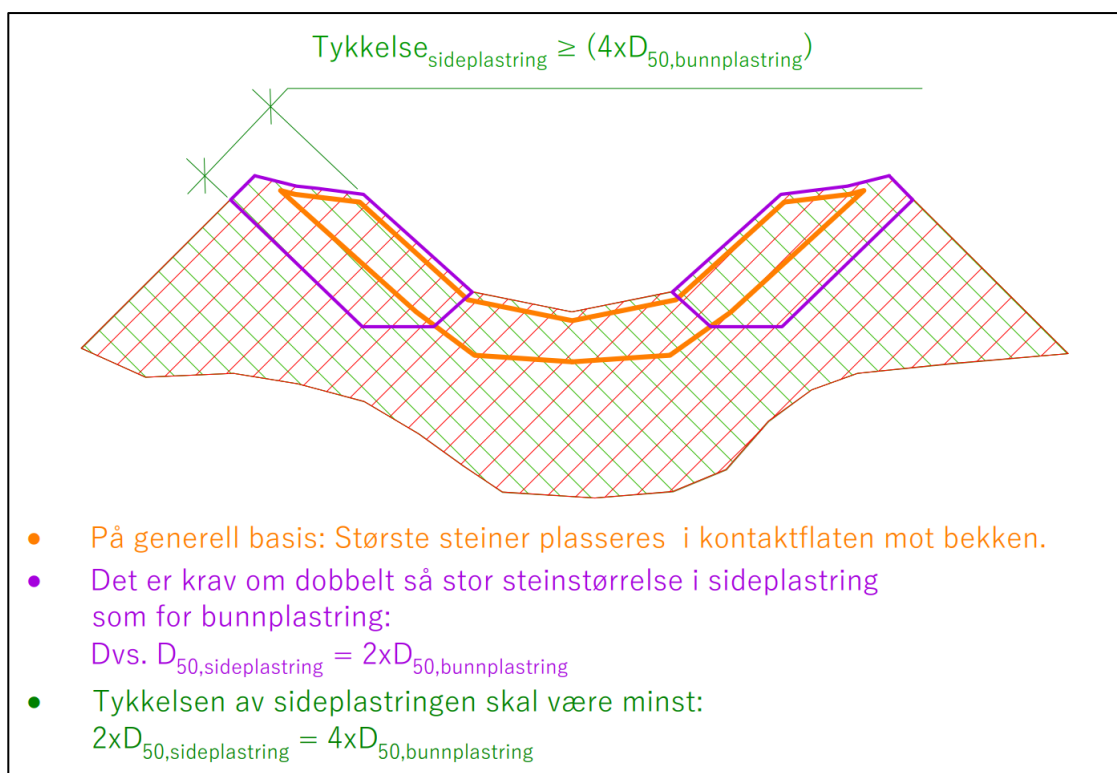


Figur 4-5 Veiledende kornfordelingskurver for ulike strekninger, angitt ved løpemeter (LM). Sidene av bekeleiet skal sikres med materiale med steinstørrelser 2 ganger større enn bunnplastringen, og er vist med lysere farge per parti i diagrammet, samt angitt med (x2) i tegnforklaringen.

B4.5 Utforming av erosjonssikringen

Det er lagt opp til at erosjonssikringen i størst mulig grad følger retningslinjer gitt i NVEs sikringshåndbok /B12/. Håndboken beskriver at tykkelsen på sideplastringslag skal være minst $4 \times D_{50, \text{bunnplastring}} = 2 \times D_{50, \text{sideplastring}}$, illustrert i Figur 4-6. Dette skal i stor grad være innfridd. Videre beskriver den at de største steinene skal plasseres i kontaktflaten mellom vannet og plastringen. Her er det som nevnt i forrige delkapittel, krav til størst stein i skuldrene av bekken. Dimensjonerende steinstørrelse for fyllingen følger krav til sideplastring, og det bør dermed være lite behov for sortering underveis i oppfyllingen. Derimot, når man ferdigstiller bekkeløpet bør det gjøres tilpasninger lokalt

for å få de største steinene inn i 1) sidene av bekkeløpet, og dernest 2) i bunnen av nytt bekkeløp, der 3) de minste steinene kan legges på skuldrene. Utførelsen er illustrert og beskrevet i tegning BA-TV-AT1 tom. -AT3. Det er ikke krav om «ordnet plastring» i bekkeløpet, men utførelsen bør gjøres på en slik måte at etter hvert som bekken vasker ut og sorterer de overfladiske fyllmassene, så fortsetter bekken i anlagt løp.



Figur 4-6 Prinsippskisse for plastring av samfengt sprengstein, med fremheving av beskrivelser gitt i NVEs sikringshåndbok /B9/.

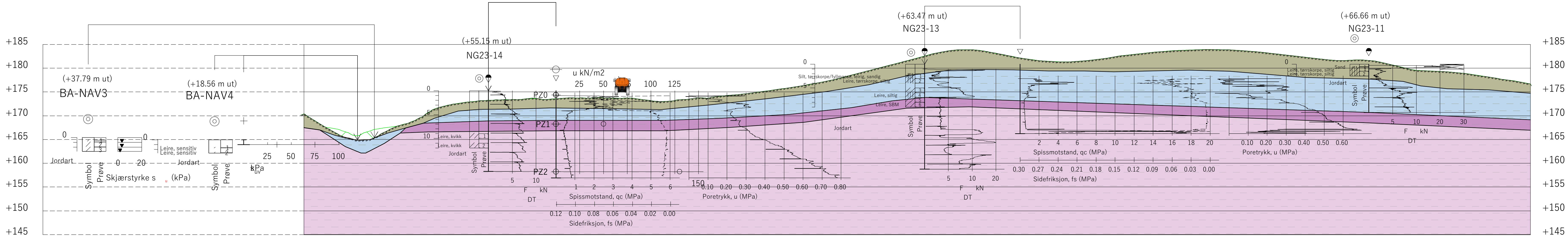
Lokalt ved avslutningen av sikringstiltaket vil strømningshastigheten øke litt sammenlignet med opprinnelig situasjon. For å forhindre erosjon i overgangen fra tiltaket må det derfor etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein 10 meter nedstrøms avsluttet sikringstiltak.

B4.6 Habitattiltak

Det er ikke prosjektert terskler og andre habitattiltak for fisk, kreps mm. i 3D-modellert bekkeheving. Tiltaket skal imidlertid omfatte habitattiltak slik som utlegging av strømbrytere og terskler. Habitattiltak vil mao. i stor grad begrense seg til små justeringer av stein og blokker i prosjektert bekkeløp. Tiltak gjøres i samråd med byggherre og geotekniker. Eksempler på habitattiltak er presentert i kap. 6.2.2 i tiltaksplanen /B13/.

B5 Referanser

- /B1/ NGI (2024) *Tolking av beregningsparametere – Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-05-R, dato: (2024-08-29).
- /B2/ 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.
- /B3/ 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>.
- /B4/ NGI (2024) Geoteknisk datarapport: Undersøkelser for detaljprosjektering - Teigebyen vest og Bahus. NGI rapport 20230614-04-R, dato: (2024-08-08).
- /B5/ Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU) Institutt for bygg- og miljøteknikk (IBM) Faggruppe for Geoteknikk (2016) Kompendium: TBA4105: Geoteknikk Beregningsmetoder. Trondheim.
- /B6/ Jiang, Q., Zhou, C. (2018) A rigorous method for three-dimensional asymmetrical slope stability analysis. Canadian Geotechnical Journal, vol. 55, nr. (4), s. 495–513. Tilgjengelig fra: <https://cdnscepub.com/doi/10.1139/cgj-2017-0317>.
- /B7/ Trimble Solutions Gothenburg AB (2018) Trimble Novapoint: GeoSuite Toolbox: Stability help: Version 5.0.
- /B8/ Sweco Norge AS (2017) Sluttrapport forurenset grunn, gnr/bnr 27/6 m.fl. Sweco rapport 13158001, dato: (2017-03-03).
- /B9/ Kommunal og distriktsdepartementet (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>.
- /B10/ Norconsult AS (2021) *Sammenligning av flomsituasjonen i Bjørkåsen-Preståsen området før og etter*. Norconsult notat 5208633-01, versjon C01, dato: (2021-01-22).
- /B11/ NVE (2009) *4/2009 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Tilgjengelig fra: http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009_04.pdf
- /B12/ NVE (2024) *Sikringshåndboka - Sikring mot flom og erosjon*. Tilgjengelig fra: <https://sikringshandboka.nve.no/sikring-mot-flom-og-erosjon/?ref=mainmenu>
- /B13/ Norconsult ASA (2025) *Tiltaksplan for revegetering: Områdestabilisering av ravinesystem ved Bahus*. Norconsult rapport 52501589-01, rev. J02, dato: (2025-03-27).



Profil VH1-VH1
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)

- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlastning og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

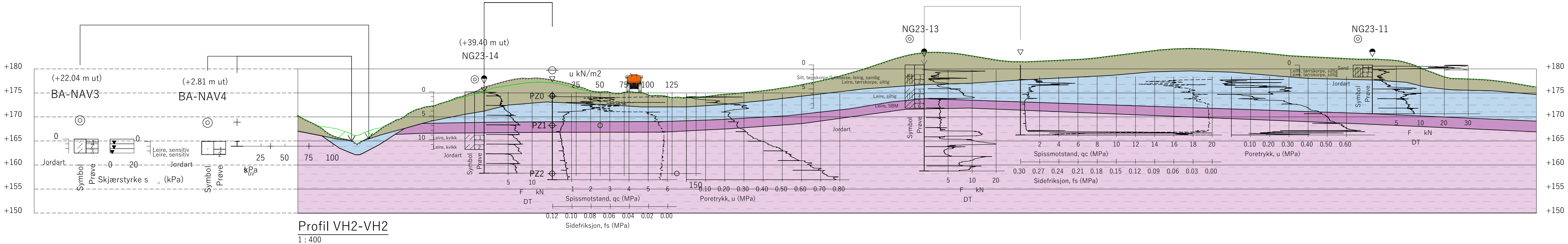
Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. optegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
 $s/u_r = 1.8-3.5$ (SBM: $s/u_r \leq 1.27$, ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegninger:
BA-PL2-PoGU

01	Forbedret pdf-ytelse og oppdatert fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
20230614-01-R		Målestokk		Tegningens filnavn	
Profil VH1: Vestre haug: Avlastning og oppfylling		1:350		NGI	
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-VH1	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
				Rev.	01



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)

- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlasting og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

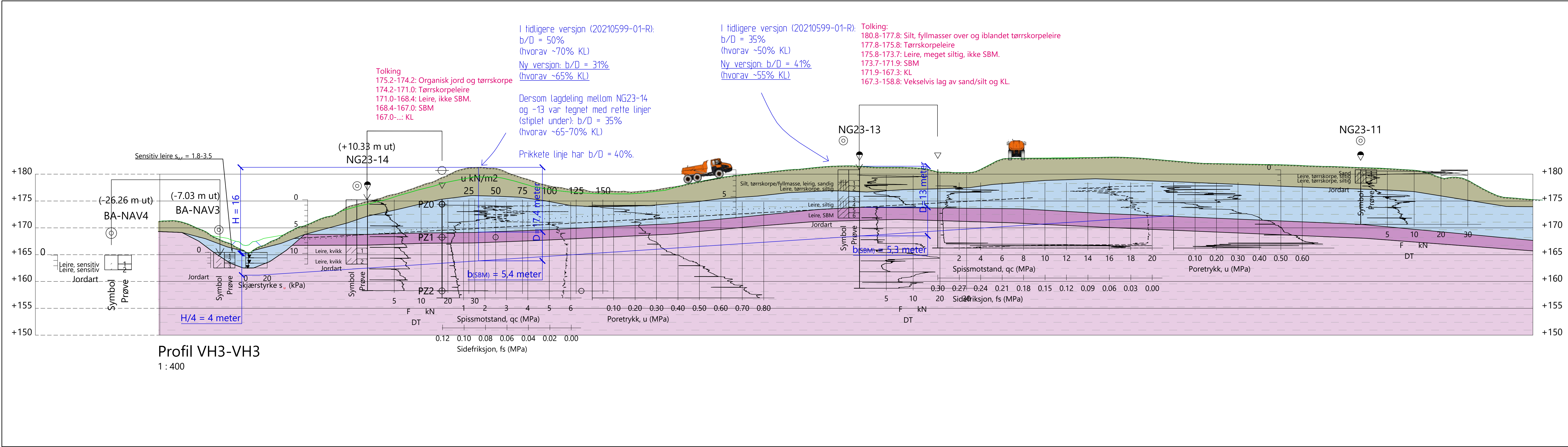
Det er korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
s/u,r = 1.8-3.5 (SBM: s/u,r ≤ 1.27 , ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning:
BA-PL2-PoGU

01	Forbedret pdf-utelse og oppdatering av fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format			
20230614-01-R		Tegningens filnavn			
Profil VH2: Vestre haug: Avlasting og oppfylling		Målestokk			
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		1:350	NGI		
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-VH2	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
				Rev.	01



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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlastning og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

Det er korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbrudmateriale (SBM).
s/u,r = 1.8-3.5 (SBM: s/u,r ≤ 1.27 , ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning:
BA-PL2-PoGU

01	Lagt inn detaljer om tolking av lagdeling og b/D-forhold	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Nannestad kommune
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

20230614-01-R
Profil VH3: Vestre haug: Avlastning og oppfylling
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier

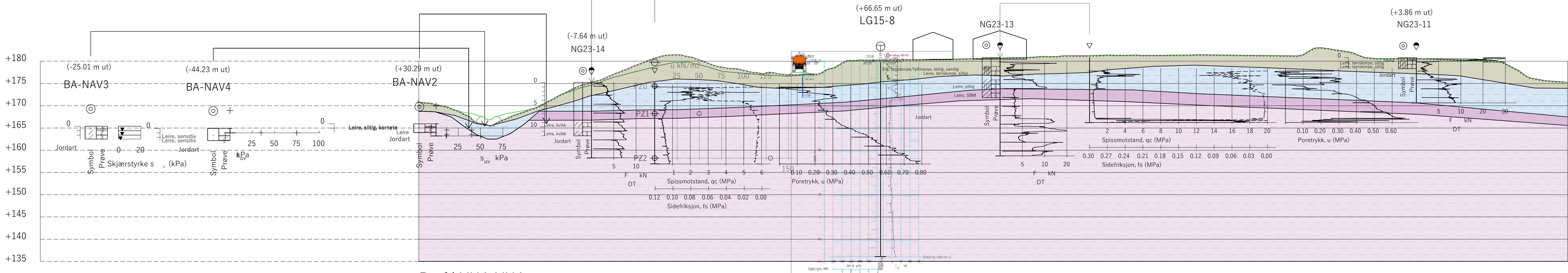
Målestokk
1:300

NGI

NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 2025-09-04 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-VH3	Kontrollert HHe	Godkjent JLS
---	---	--	--------------------	-----------------

Rev. 01

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000



Profil VH4-VH4
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)
 - Opprinnelige terrengoverflate
 - Overflate oppfylling, avlasting og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

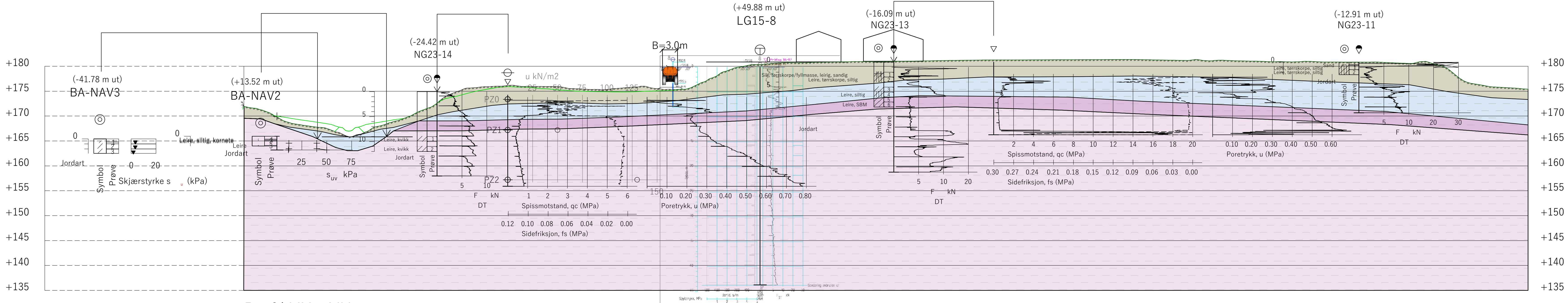
Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. optegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
 $s_{u,r} = 1.8-3.5$ (SBM: $s_{u,r} \leq 1.27$, ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning:
BA-PL2-PoGU

01	Forbedret pdf-utvelse og oppdatert fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		Original format			
		A3.0 (297x1189mm)			
		Tegningens filnavn			
		C:\p\2023\2023-04-01\0084\RT1_Lagbilde\02_Buholtholm\W4.6			
20230614-01-R		Målestokk			
Profil VH4: Vestre haug: Avlasting og oppfylling Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		1:375			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2025-09-04	HSk	HHe	HSk
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20230614		BA-P-VH4		01	



Profil VH5-VH5
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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlasting og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

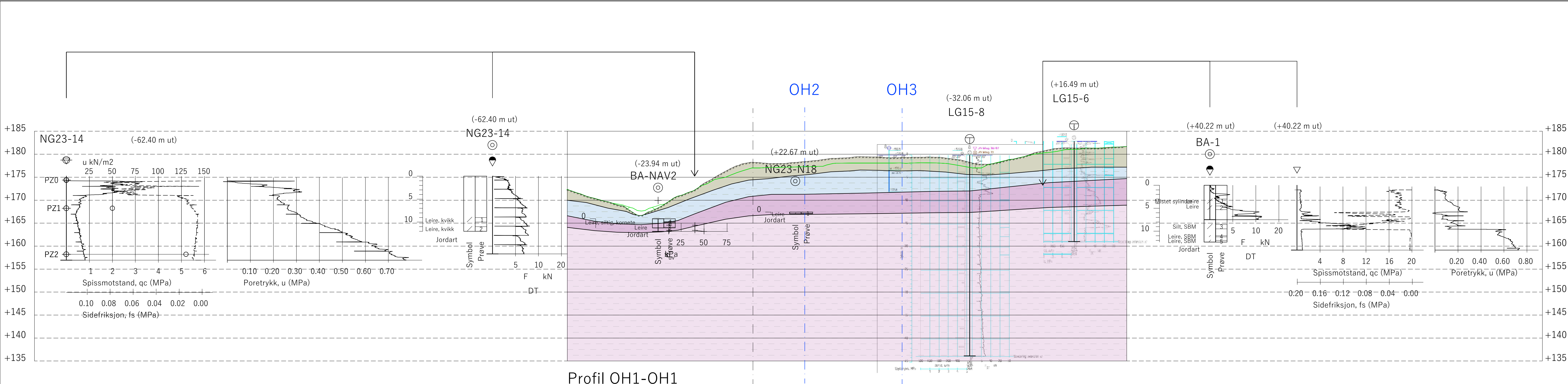
Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
 $s_{u,r} = 1.8-3.5$ (SBM: $s_{u,r} \leq 1.27$, ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser: BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning: BA-PL2-PoGU

01	Forbedret pdf-utvelse og oppdatert fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
20230614-01-R		Målestokk		Tegningens filnavn	
Profil VH5: Vestre haug: Avlasting og oppfylling		1:350		NGI	
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier					
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-VH5	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
				Rev.	01



Profil OH1-OH1
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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlasting og eventuelle anleggsveier
- Profilnavn
- Kryssende profil

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

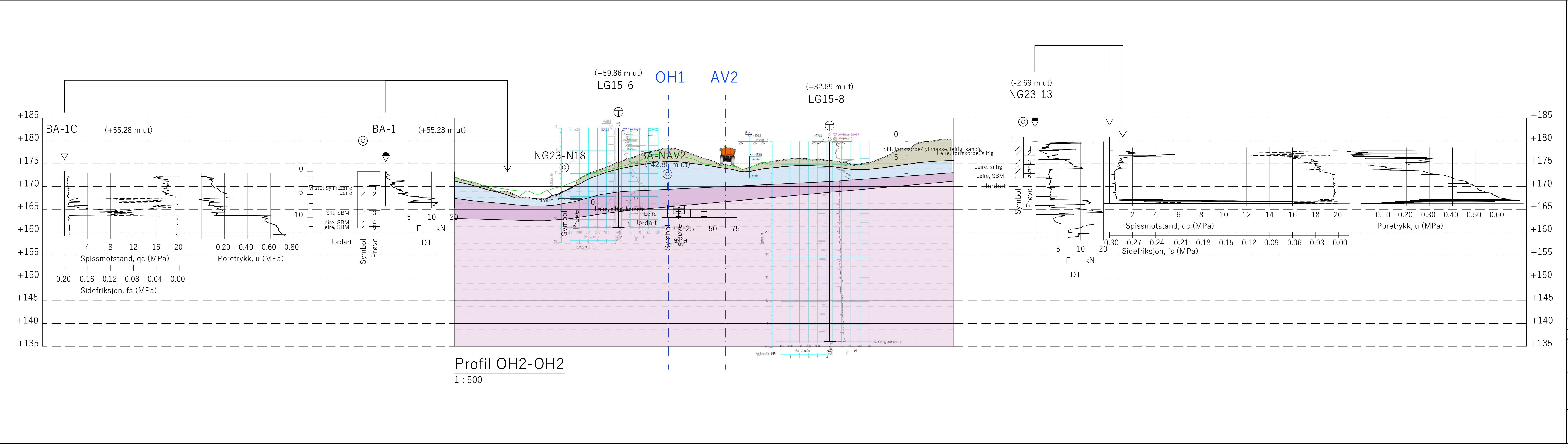
Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
 $s/u_r = 1.8-3.5$ (SBM: $s/u_r \leq 1.27$, ISO 17892-12).

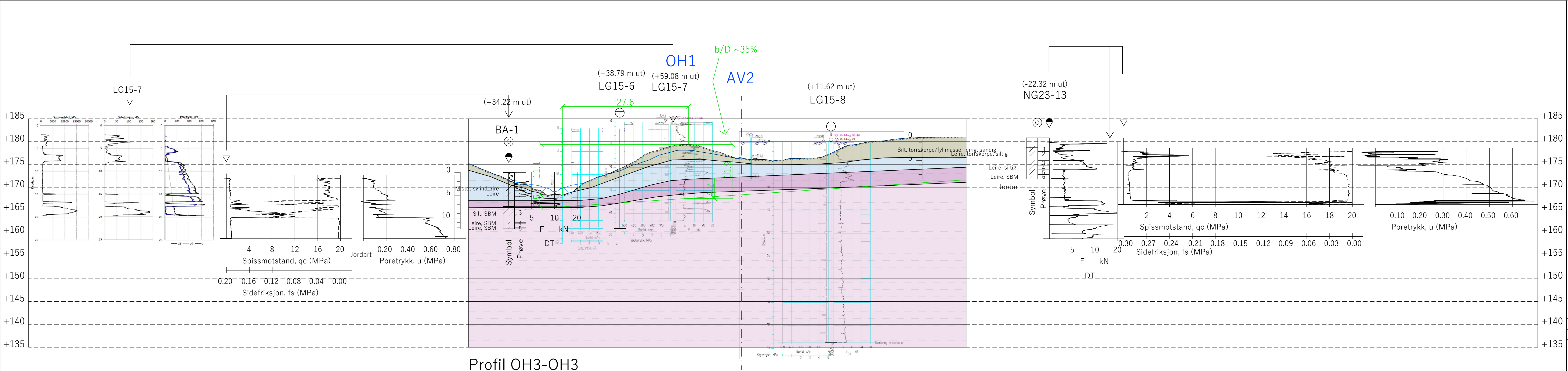
HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegninger:
BA-PL2-PoGU

01	Forbedret pdf-utvelse og oppdatert fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus 20230614-01-R Profil OH1: Østre haug: Avlasting og oppfylling Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		Status			
		-			
		Original format A3.0 (297x1189mm)			
		Tegningens filnavn Oppgave\20230614\UT\OH1\OH1.dwg Lagdeling\01_Beskrivelse.dwg			
		Målestokk 1:350			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no					
		Dato 2025-09-04 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-OH1	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
					Rev. 01





Profil OH3-OH3

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)

- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlasting og eventuelle anleggsveier
- Kryssende profil

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at sandlag på noen meters tykkelse er utelatt. Lagdelingen i overgangen fra skråningen til bekkeleiet er forbundet med en del usikkerhet.

Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbrudmateriale (SBM).
 $s_{u,r} = 1.8-3.5$ (SBM: $s_{u,r} \leq 1.27$, ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

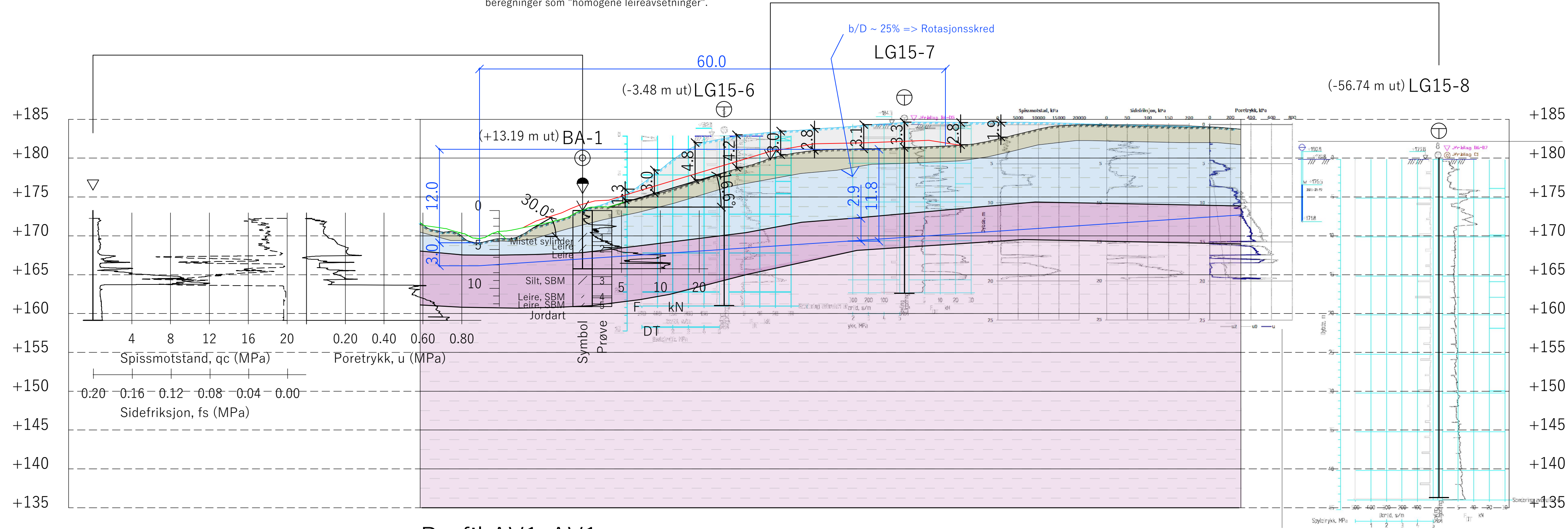
Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegninger:
BA-PL2-PoGU

01	Forbedret pdf-utvelse, oppdatert fyllingsgeometri, lagt til b/D-vurdering	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Nannestad kommune		Status	
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)	
20230614-01-R		Tegningens filnavn	
Profil OH3: Østre haug: Avlasting og oppfylling		Målestokk	
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle		1:350	
anleggsveier		NGI	
NGI Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-04 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-OH3
		Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		Rev.	01

Komplisert lagdeling:
Avsetninger består i hovedsak av leire med lag av sand og silt. Modelleres i beregninger som "homogene leireavsetninger".



Profil AV1-AV1

1 : 500

FORKLARINGER:

- | | |
|---|--|
|  | Fylling og stedlige masser (tørreskorpe) som ble fjernet i 2016 |
|  | 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) |
|  | Opprinnelige terrengoverflate (DTM fra 2015) |
|  | Nåværende terrengoverflate (DTM fra 2020) |
|  | Overflate oppfylling og eventuelle anleggsveier |

BESKRIVELSER / MERKNADER:

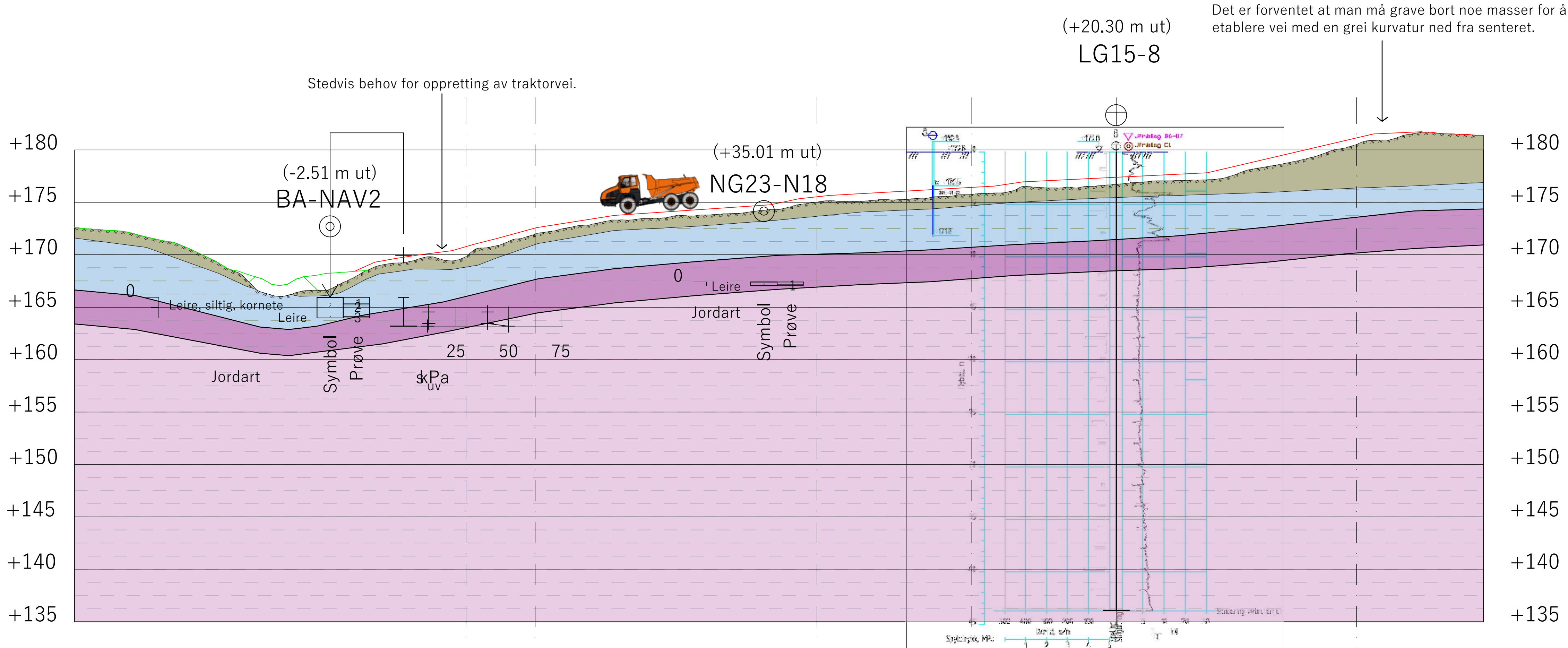
Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
s/u,r = 1.8-3.5 (SBM: s/u,r ≤1.27, ISO 17892-12).

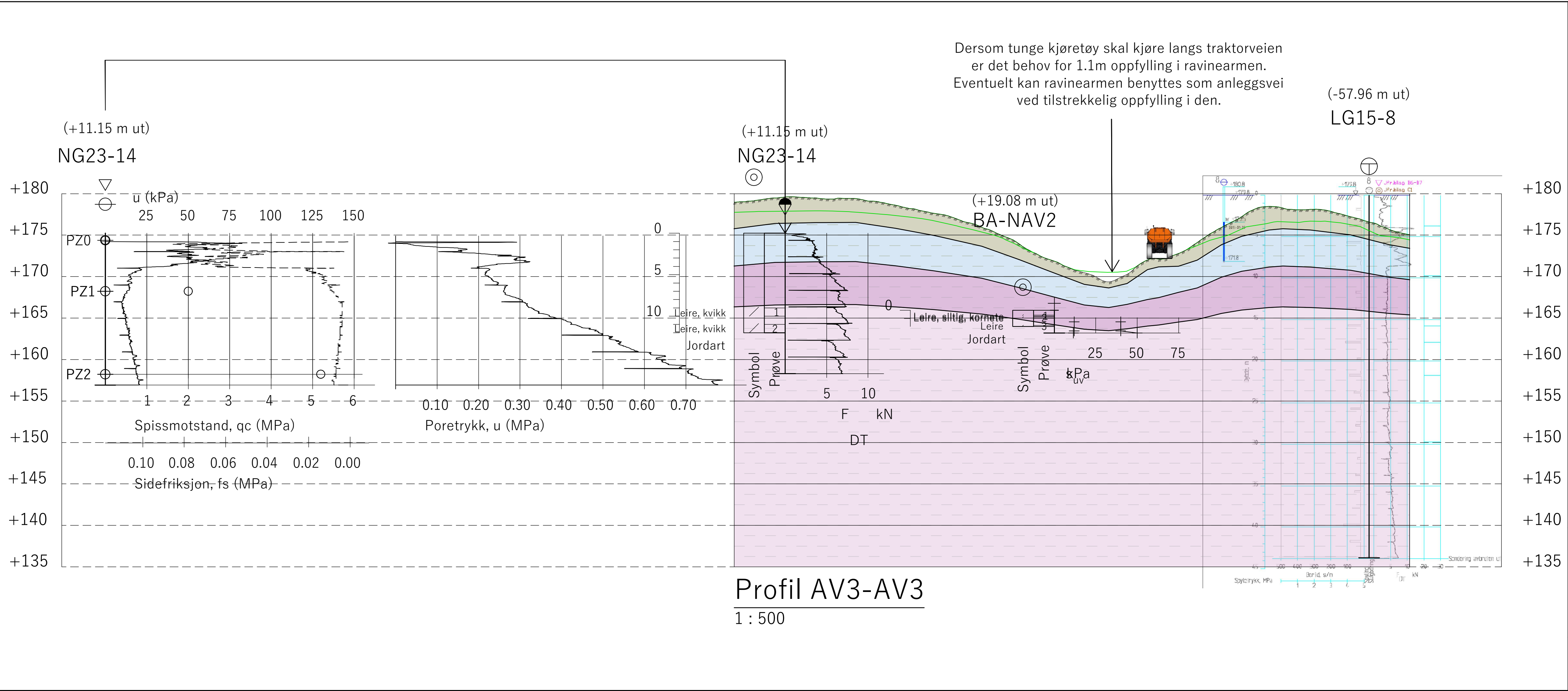
HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegninger:
BA-PL2-PoGU
BA-PL4-AV

01	Forbedret PDF-ytelse, inkludert b/D-vurdering for spesifikt profil.	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-24	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		-			
		Original format A3.1 (297x841mm) Tegningens filnavn			
20230614-01-R Profil AV1: Mulig anleggsvei via tidligere fylling Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		Målestokk			
		1:350			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		2025-09-04	HSk	HHe	HSk
20230614		BA-P-AV1			01





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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling, avlasting og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tilstanden på traktorveien er trolig dårlig, og det vil kunne være behov for utbedring (bredde og underlag).

Dersom tunge kjøretøy skal benytte veien er det behov for oppfylling i foten av traktorveien, dvs. i ravinearmen, se BA-S-AV3. Eventuelt kan man etablere vei på oppfylling i ravinearm, fremfor å benytte eksisterende traktorvei.

Merk at det må avlastes 200m³ parallelt med haugen for begge løsninger. Etablering av vei skal foregå kompensert, dvs. det må stadig graves og transporteres bort like myre, eller mer masser enn det som tilføres, se også tegning BA-PL4-AV),

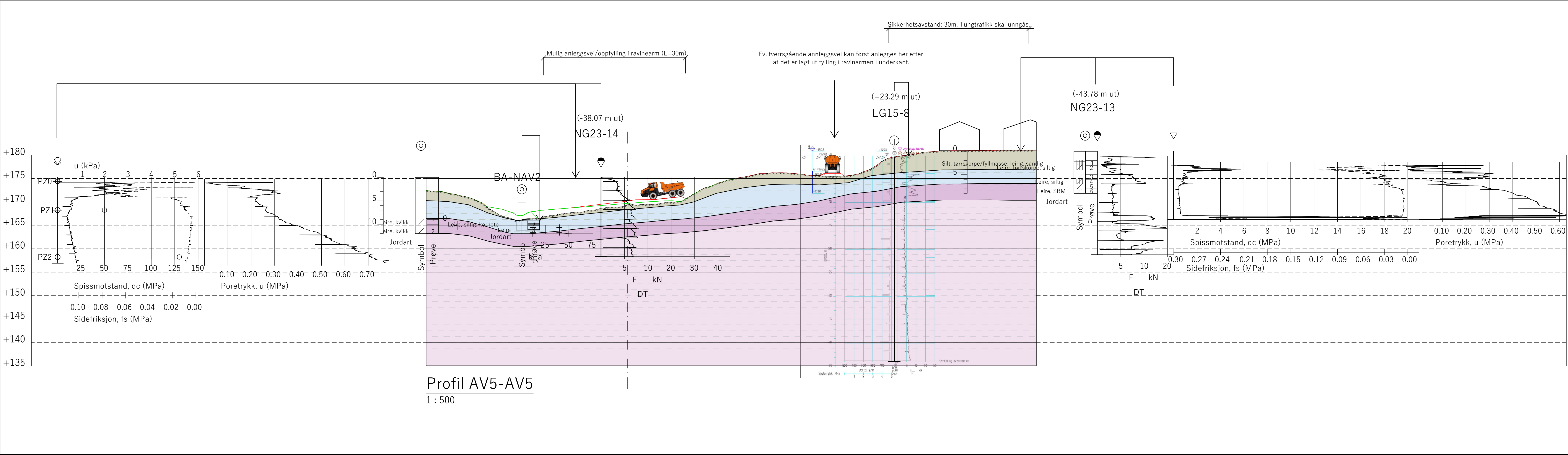
HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegninger:
BA-PL2-PoGU
BA-PL4-AV

01	Forbedret pdf-ytelse	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-22	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm) Tegningens filnavn			
20230614-01-R Profil AV3: Anleggsvei/traktorvei Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		Målestokk 1:300			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato Oppdragsnr. 2025-09-04 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-P-AV3	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
				Rev.	01

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000



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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling og eventuelle anleggsveier

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbruddmateriale (SBM).
 $s/u_r = 1.8-3.5$ (SBM: $s/u_r \leq 1.27$, ISO 17892-12).

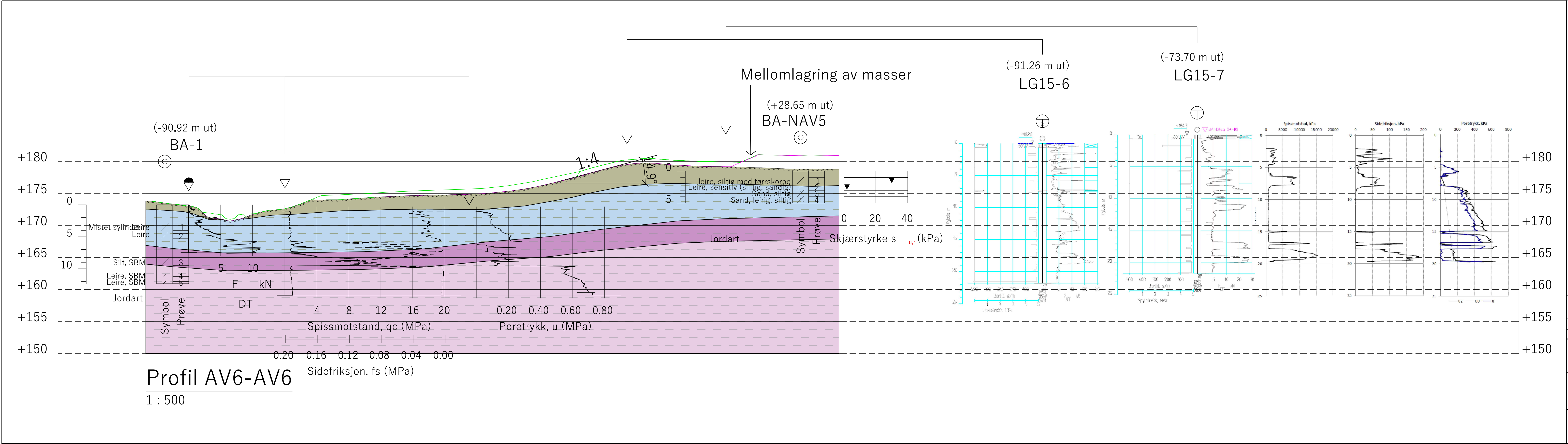
Tungtrafikk og parkering av tunge kjøretøy skal unngås i et 30-meters belte langs skråningstopp. Se også tegning BA-PL1-O og BA-PL4-AV

HENVISNINGER:

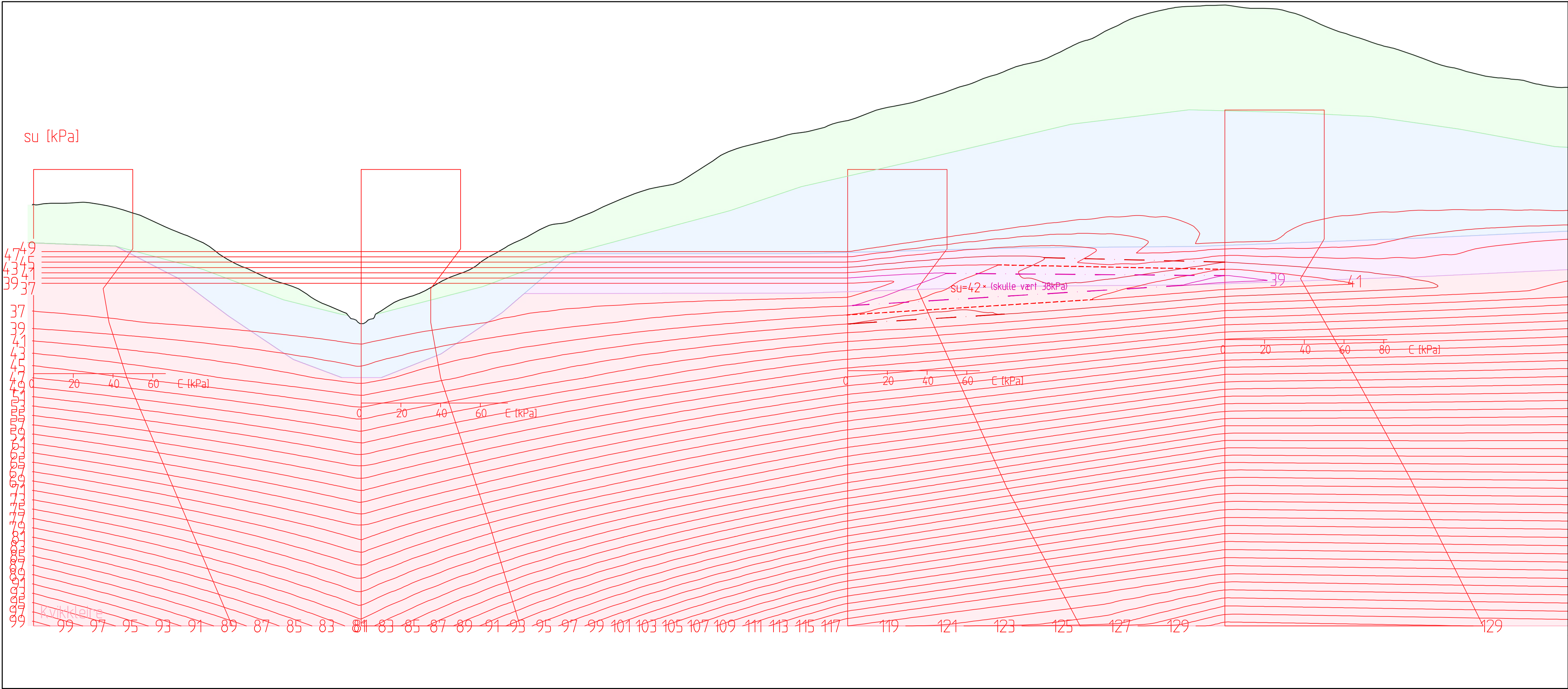
Grunnundersøkelser:
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegninger:
BA-PL2-PoGU
BA-PL4-AV

01	Forbedret pdf-ytelse og oppdatert fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-23	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
20230614-01-R		Målestokk		Tegningsnr.	
Profil AV5: Anleggsvei/utfylling i ravinearm		1:350		NGI	
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		Dato		Konstr./Tegnet	
NGI		2025-09-04		HSk	
Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion		Oppdragsnr.		Tegningsnr.	
NO-0806 Oslo, Norway		20230614		BA-P-AV5	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		Kontrollert		Godkjent	
www.ngi.no		HHe		HSk	
		Rev.		01	



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) Opprinnelige terrengoverflate Overflate oppfylling og eventuelle anleggsveier Mulige mellomlagringsmasser					
BESKRIVELSER / MERKNADER:					
Det er ikke korrigert for at landmålinger reflekteres i vannoverflaten av bekken mtp. opptegning av bekkebunn i denne tegningen. Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: sand, silt og leire. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, selv om den ikke faller innenfor kriteriene for sprøbrudmateriale (SBM). $s/u, r = 1.8-3.5$ (SBM: $s/u, r \leq 1.27$, ISO 17892-12).					
HENVISNINGER:					
Grunnundersøkelser:			Plantegninger:		
BA: NGI rapport 20230614-04-R (inkluderer NG23-18)			BA-PL2-PoGU		
LG15: Løvlien Georåd rapport 14400 nr. 1			BA-PL4-AV		
NG23: NGI rapport 20210599-03-R					
01	Forbedret pdf-utelse og oppdatert fyllingsgeometri	2025-09-04	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-08-22	HSk	HHe	JLS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format			
		A3.0 (297x1189mm)			
		Tegningens filnavn			
20230614-01-R		Målestokk			
Profil AV6: Mellomlagring og anleggsvei til ravine		1:250			
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion		2025-09-04	HSk	HHe	HSk
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20230614	BA-P-AV6		01
www.ngi.no					



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate avlasting og utfylling

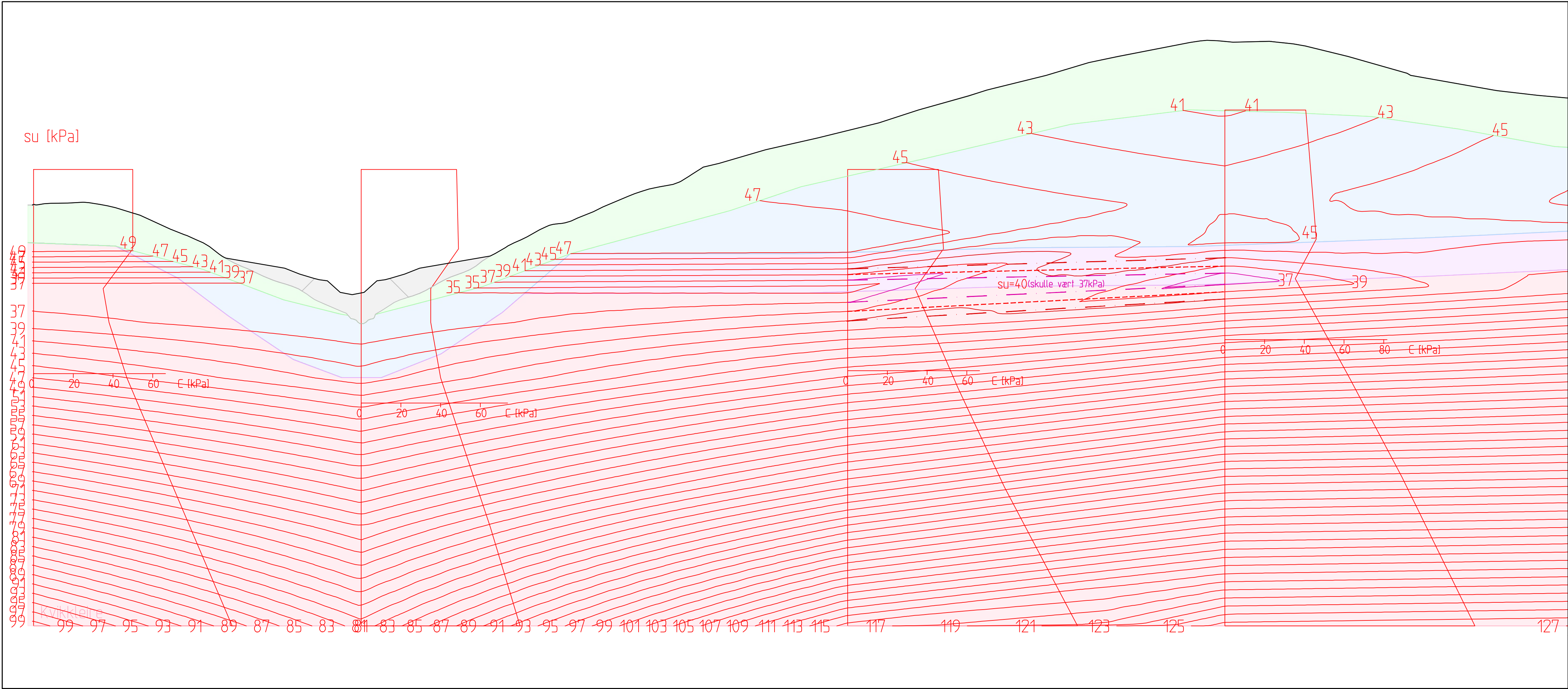
BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser isolinjer av udrenert skjærfasthet (s_u), dvs. romlig fordeling av s_u , modellert i beregningsprofilen. Det er gjort justeringer av hvordan s_u -en er modellert i beregningsprofilen slik at isolinjene (dvs. den faktiske inputen av s_u -en i beregningene) er mer tilpasset realistisk romlig fordeling av s_u .

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Rev. 01 av rapport. Beregningsmodell for endelige resultater.	2024-09-05	HSk	HHe	HSk
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format			
20230614-01-R		A3.1 (297x841mm)			
Romlig su-fordeling, profil VH3: Vestre haug		Tegningens filnavn			
For udrenerte beregninger		G:\prosjekt\20230614\AUTODRAF\RT11.1 - Statistikk\Beregninger\PO - Bahus\BA-S-VH3 - Isoliner Su.dwg			
For tiltak, dagens situasjon		Målestokk	NGI		
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion		2025-09-05	HSk	HHe	HSk
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20230614	BA-S-su iso før-VH3		00
www.ngi.no					



- FORKLARINGER:**
- Oppfylling
 - 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)
 - Opprinnelige terrengoverflate
 - Overflate avlasting og utfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser isolinjer av udrenert skjærfasthet (s_u), dvs. romlig fordeling av s_u , modellert i beregningsprofilen. Det er gjort justeringer av hvordan s_u -en er modellert i beregningsprofilen slik at isolinjene (dvs. den faktiske inputen av s_u -en i beregningene) er mer tilpasset realistisk romlig fordeling av s_u .

Tverrsnittet viser "endelig utforming/dimensjonering av oppfylling", og s_u -en er derfor redusert i områder som er planlagt avlastet.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Rev. 01 av rapport. Beregningsmodell for endelige resultater.	2024-09-05	Hsk	HHe	Hsk
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		-			
		Original format			
		A3.1 (297x841mm)			
20230614-01-R Romlig su-fordeling, profil VH3: Vestre haug For udrenerte beregninger Etter tiltak		Tegningens filnavn			
		G:\prosjekt\20230614-01\TODRAF\RT11.1 Statistikk\Beregning\TODRAF\Beregning\TODRAF\RT11.1 Tegninger\TODRAF\RT11.1			
		Målestokk			
		1:125			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-05	Konstr./Tegnet Hsk	Kontrollert HHe	Godkjent Hsk
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-S-su iso etter-VH3		Rev. 00

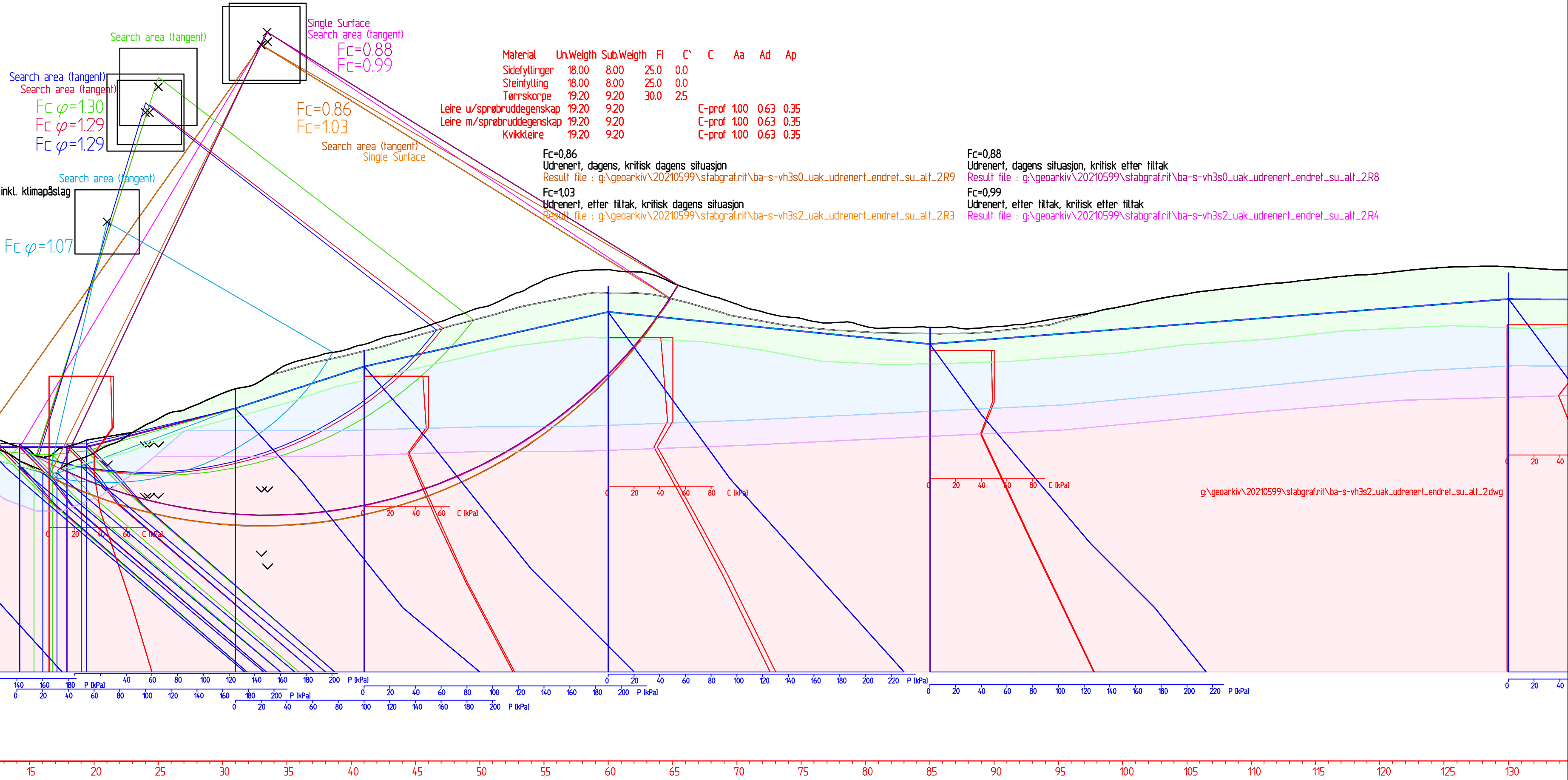
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørsskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	28.0	4.0				
Leire m/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	26.0	3.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	26.0	3.0				

Fcfi=1,07
Drenert, dagens situasjon, lav/normal vannstand
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.rtf\ba-s-vh3s0_uak_drenert.R3

Fcfi=1,30
Drenert, etter tiltak, 2/3 av normalvannstand (A=0.2m2)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.rtf\ba-s-vh3s2_uak_drenert.R6

Fcfi=1,29
Drenert, etter tiltak, vannstand skuldre steinfylling (A=1.15m2) >> 200-årsflom inkl. klimapåslag
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.rtf\ba-s-vh3s2_uak_drenert.R4

Fcfi=1,29
Drenert, etter tiltak, vannstand midt i sidefylling (A=2.6m2) >> 1000-årsflom
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.rtf\ba-s-vh3s2_uak_drenert.R8



FORKLARINGER:

- Opptylling
- 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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate avlasting og utfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregninger for "endelig dimensjonering av oppfylling". Tverrsnittsgeometrien er forskjellig fra geometrien i andre stabilitetsberegninger BA-S-VH1 tom. -VH5, og -OH1 tom. OH3 som viser beregningsresultater for "opprinnelig planlagt dimensjonering av oppfylling". Endringer er gjort av hydrologiske og geotekniske hensyn (stedvis lokale forverringer).

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c,\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer). Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak, både mht. mest kritiske glideflater før og etter sikringstiltaket. Kritisk (dimensjonerende) vannstand etter tiltak er også vurdert. Status etter sikringstiltak vil bli som følger:

- For drenert bruddtilstand vil krav til absolutt sikkerhet innfris, $F_{c,\phi} \geq 1.25$.
- For udrenert bruddtilstand vil prosentvis forbedring lokalt være 12.5% som innfris krav til K4-tiltak, ved lav til middels faregrad.

HENVISNINGER:

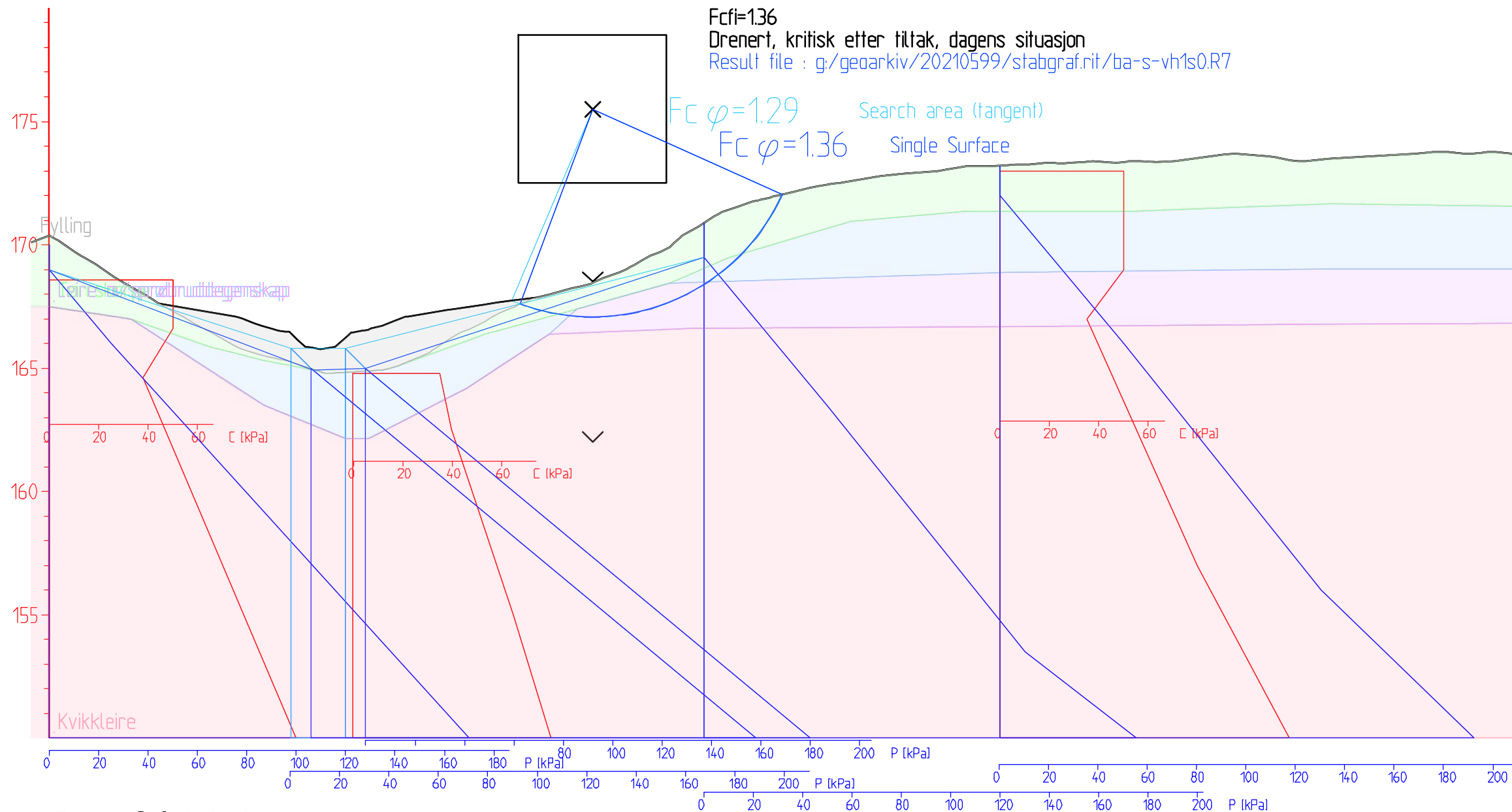
Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Rev. 01 av rapport. Beregningsresultater for endelig fyllingsgeometri.	2024-09-05	HSK	HHe	HSK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format			
		A3.1 (297x841mm)			
		Tegningens filnavn			
20230614-01-R		Målestokk		Godkjent	
Stabilitetsberegning, profil VH3: Vestre haug		1:250		HSK	
Resultater fra før og etter tiltak				Rev.	
Drenerte og udrenerte beregninger.				00	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-05 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr.	Kontrollert HHe	Godkjent HSK
20230614		BA-S-Rev-VH3		00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørsskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	28.0	4.0				
Leire m/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	26.0	3.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	26.0	3.0				

Fc_{fi}=129
Drenert, kritisk etter tiltak, revidert utforming
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh1s2_revidertutforming.R5

Fc_{fi}=136
Drenert, kritisk etter tiltak, dagens situasjon
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh1s0.R7



Profil VH1

g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh1s2_revidertutforming.dwg

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sidefylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Steinfylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørsskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	28.0	4.0				
Leire m/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	26.0	3.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	26.0	3.0				

Fc_{fi}=122
Drenert, fylling, 2/3 av normalvannstand/lav vannstand (A=0.2m2)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s2_uak_drenert.R7

Fc_{fi}=118
Drenert, fylling, 200-årsflom ++ (A=1.6m2)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s2_uak_drenert.R6

Fc_{fi}=118
Drenert, fylling, 1000-årsflom++ (A=2.8m2)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s2_uak_drenert.R4

Fc_{fi}=175
Drenert, kritisk dagens (NVS), samme glideflate (sirkulær), etter tiltak (200-årsflom)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s2_uak_drenert.R3

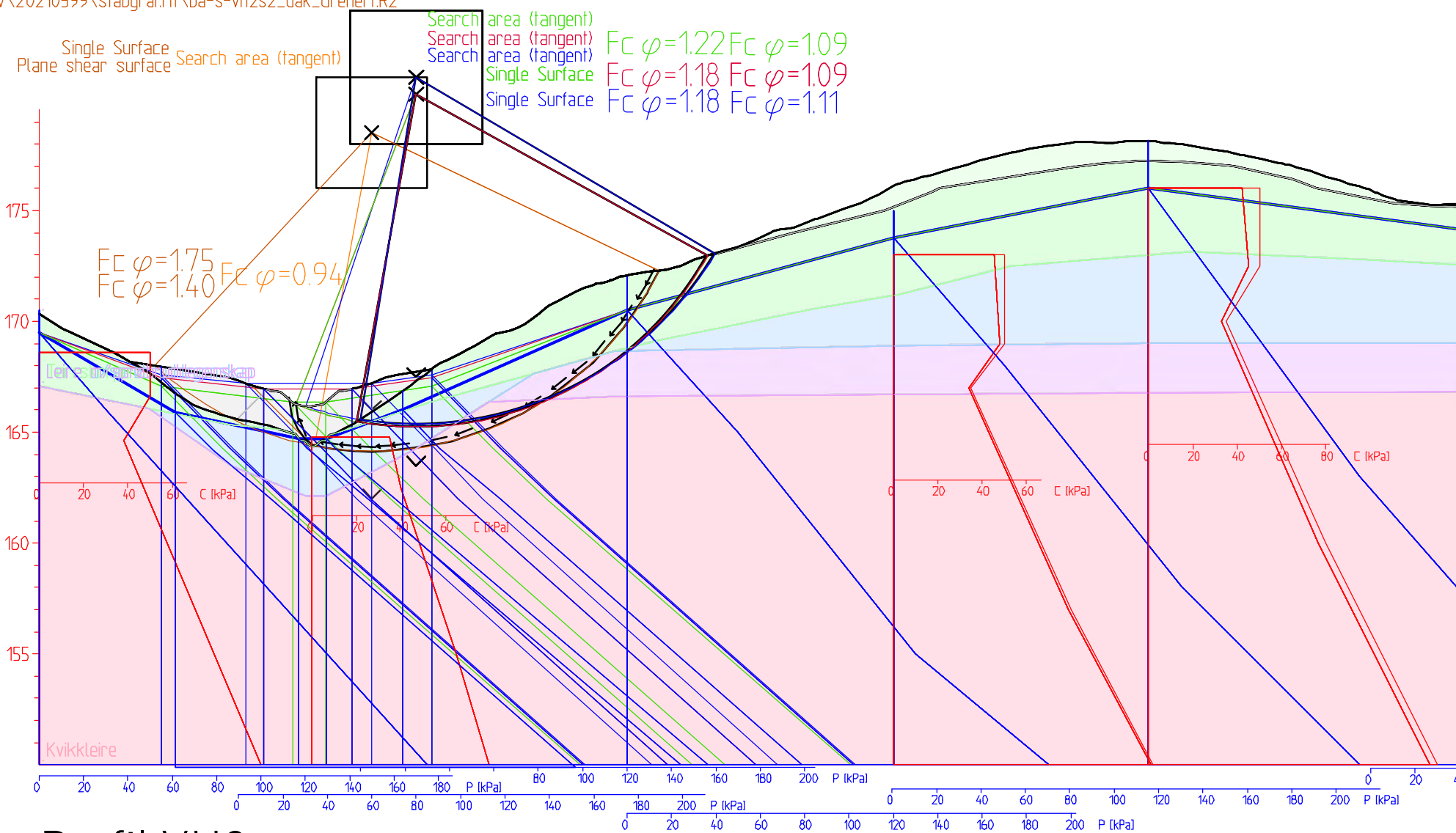
Fc_{fi}=140
Drenert, kritisk dagens (NVS), samme glideflate (opptegnet linje), etter tiltak (200-årsflom)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s2_uak_drenert.R2

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørsskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	28.0	4.0				
Leire m/sprøbruddegenskap	19.20	9.20	26.0	3.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	26.0	3.0				

Fc_{fi}=109
Drenert, dagens situasjon, kritisk etter tiltak (lik for 200-årsflom og normalvannstand/lav vannstand)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s0_uak_drenert.R6

F=111
Drenert, dagens situasjon, kritisk etter tiltak (1000-årsflom)
Result file : g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s0_uak_drenert.R4

Fc_{fi}=0.94
Drenert, kritisk dagens situasjon, lav/normalvannstand (18kN/m3 tørsskorpe, lav fasthet)
Result file : G:\geoarkiv\20210599\STABGRAF-RIT\BA-S-VH2S0_UAK_DRENERT.R3



Profil VH2

g:\geoarkiv\20210599\stabgraf.nit\ba-s-vh2s0_uak_drenert.dwg

FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)

- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate avlasting og oppfylling

BESKRIVELSER:

Tegningen viser beregninger for "endelig dimensjonering av oppfylling". Tverrsnittsgeometrien er forskjellig fra geometrien i andre stabilitetsberegninger BA-S-VH1 tom. -VH5, og -OH1 tom. OH3 som viser beregningsresultater for "opprinnelig planlagt dimensjonering av oppfylling". Endringer er gjort av hydrologiske og geotekniske hensyn (stedvis lokale forverringer).

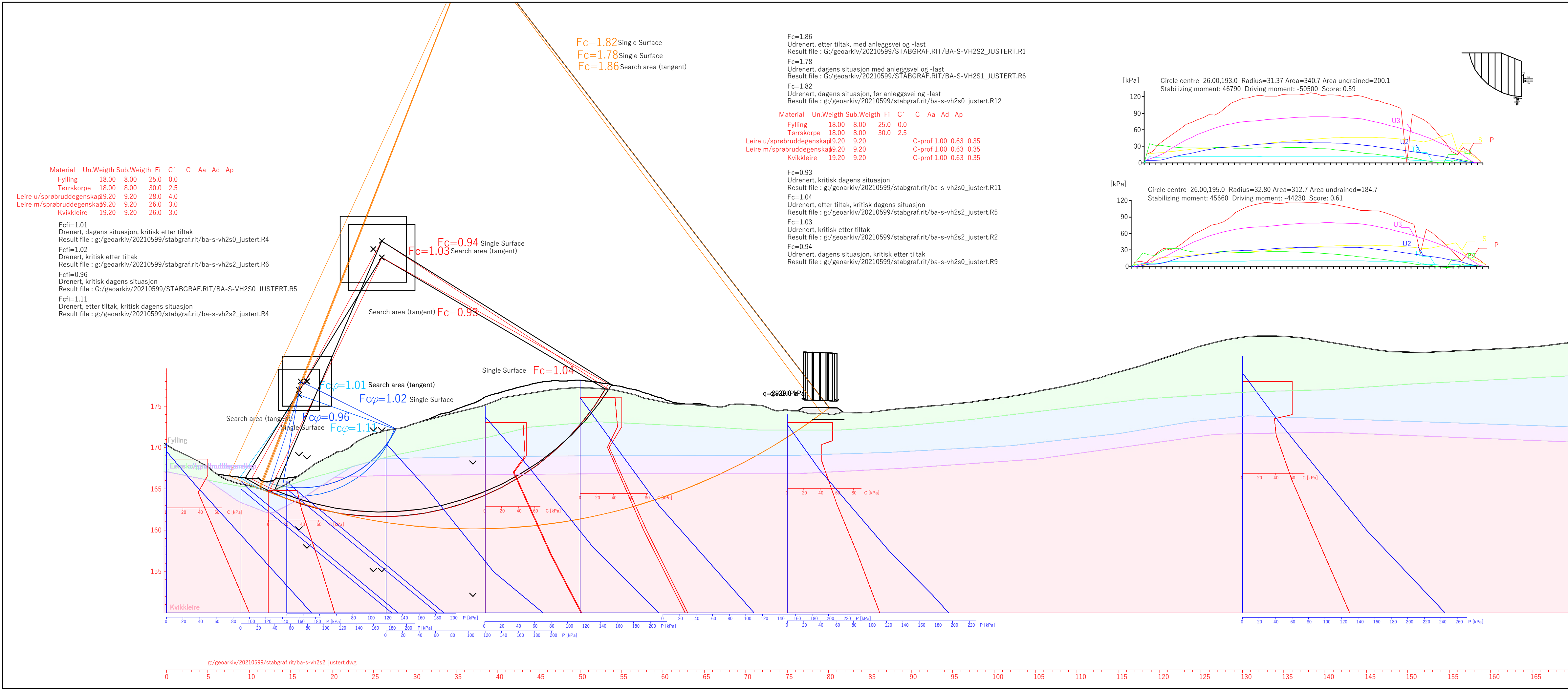
Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer). Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak mht. mest kritiske glideflater etter sikringstiltaket.

For snitt VH2 er det også gjort vurderinger av kritisk (dimensjonerende) vannstand: 200-årsflom med klimapåslag er kritisk ($F_{c\phi}=1.09 \Rightarrow F_{c\phi}=1.18$, som tilsvarer 8% forbedring). Merk at det er benyttet lave styrkeparametere for steinfyllingen, slik at reell forbedring vil være godt over 10%.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

01	Få med dokumentasjon fra UAK om dimensjonerende vannstand	2025-09-05	HSk	HHe	HSk
00	Originalt dokument	2024-09-01	HSk	HHe	JLS
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-RTI1.5-Stabilitetsberegninger\FO - Bahus\BA-S-VH1S0g-25 - Revidert Utforming_Ren01.dwg			
20230614-01-R		Målestokk		1:200	
Stabilitetsberegning, revidert (endelig) geometri. Profil VH1 og VH2: Resultater fra før og etter tiltak, drenerte beregninger, samt vurdering av kritisk vannstand.				NGI	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2025-09-05 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr.	Kontrollert HHe	Godkjent HSk
		20230614	BA-S-Rev-VH1-VH2	01	



FORKLARINGER:

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

— Opprinnelige terrengoverflate

— Overflate avlastning og oppfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

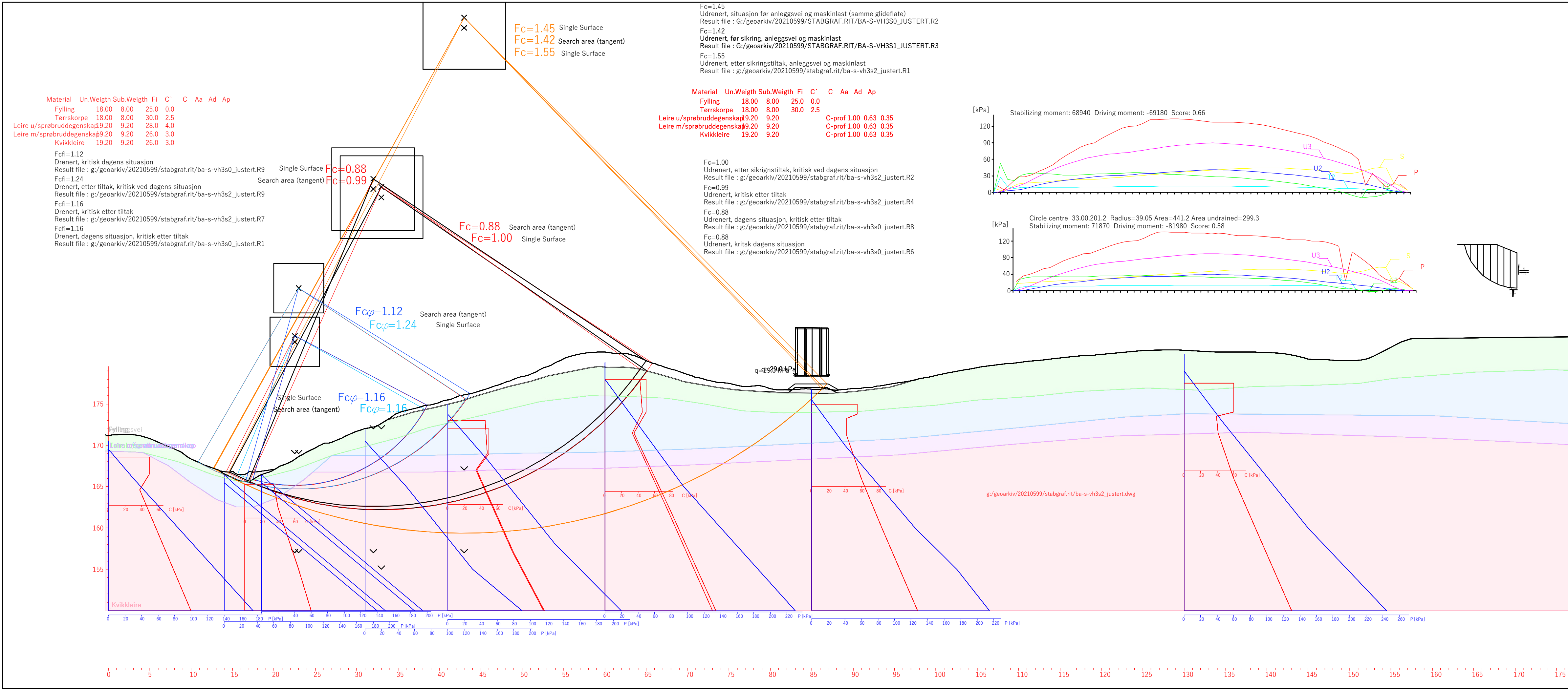
Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak, både mht. mest kritiske glideflater før og etter sikringstiltaket.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-01-R		Målestokk		Tegningens filnavn	
Stabilitetsberegning, profil VH2: Vestre haug		1:300		G:/geoarkiv/20230614/AUT/STABGRAF.RIT/1-S-Stabilitetsberegning/PO_Bahus/BA-S-VH2S1.dwg	
Resultater fra før og etter tiltak				NGI	
Drenerte og udrenerte beregninger.					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		20230614	BA-S-VH2	00	

Obs: Stabilitetsberegningene i denne tegningen er basert på en tidligere versjon av oppfyllingen i ravinen.



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)

— Opprinnelige terrengoverflate
— Overflate avlasting og oppfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

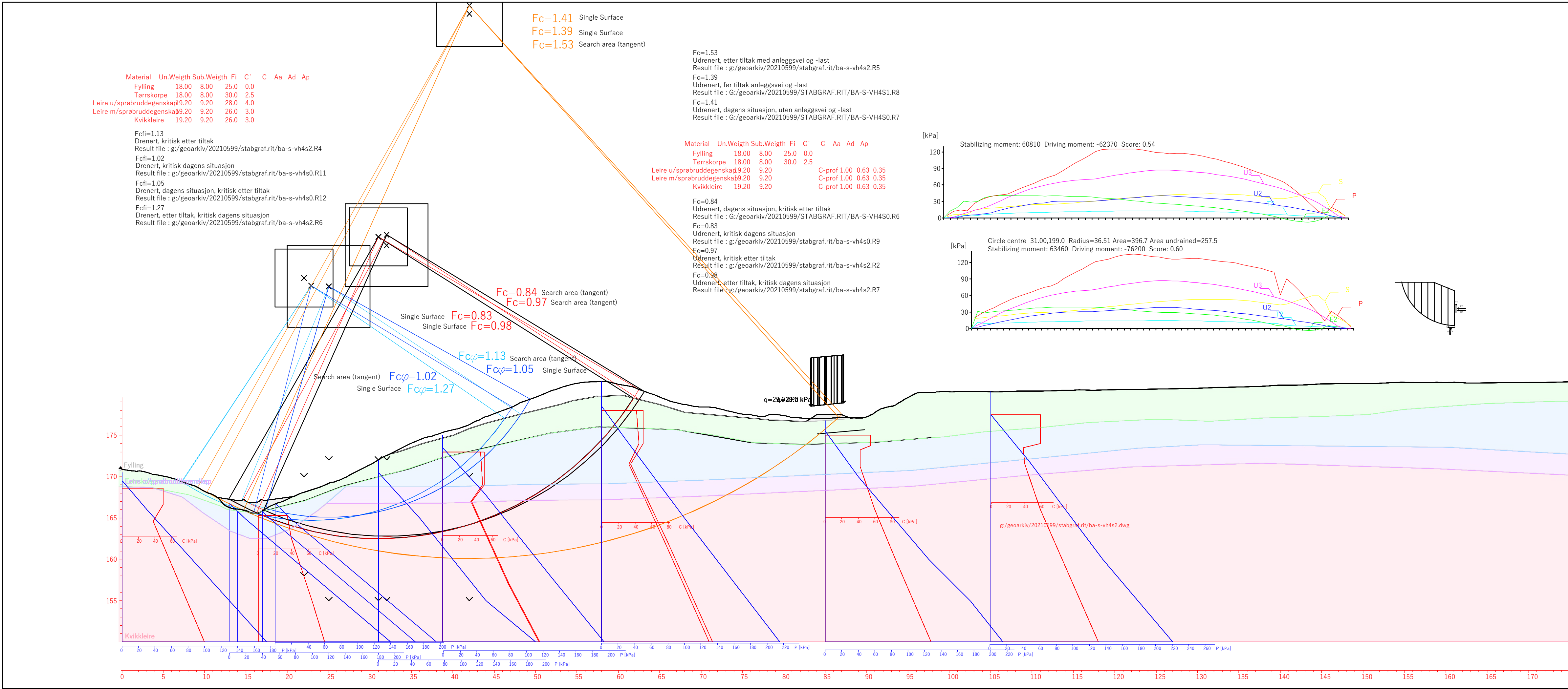
Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak, både mht. mest kritiske glideflater før og etter sikringstiltaket.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-01-R		Tegningens filnavn			
Stabilitetsberegning, profil VH3: Vestre haug		Målestokk			
Resultater fra før og etter tiltak		1:300			
Drenerte og udrenerte beregninger.		NGI			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr. BA-S-VH3	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate avlasting og oppfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

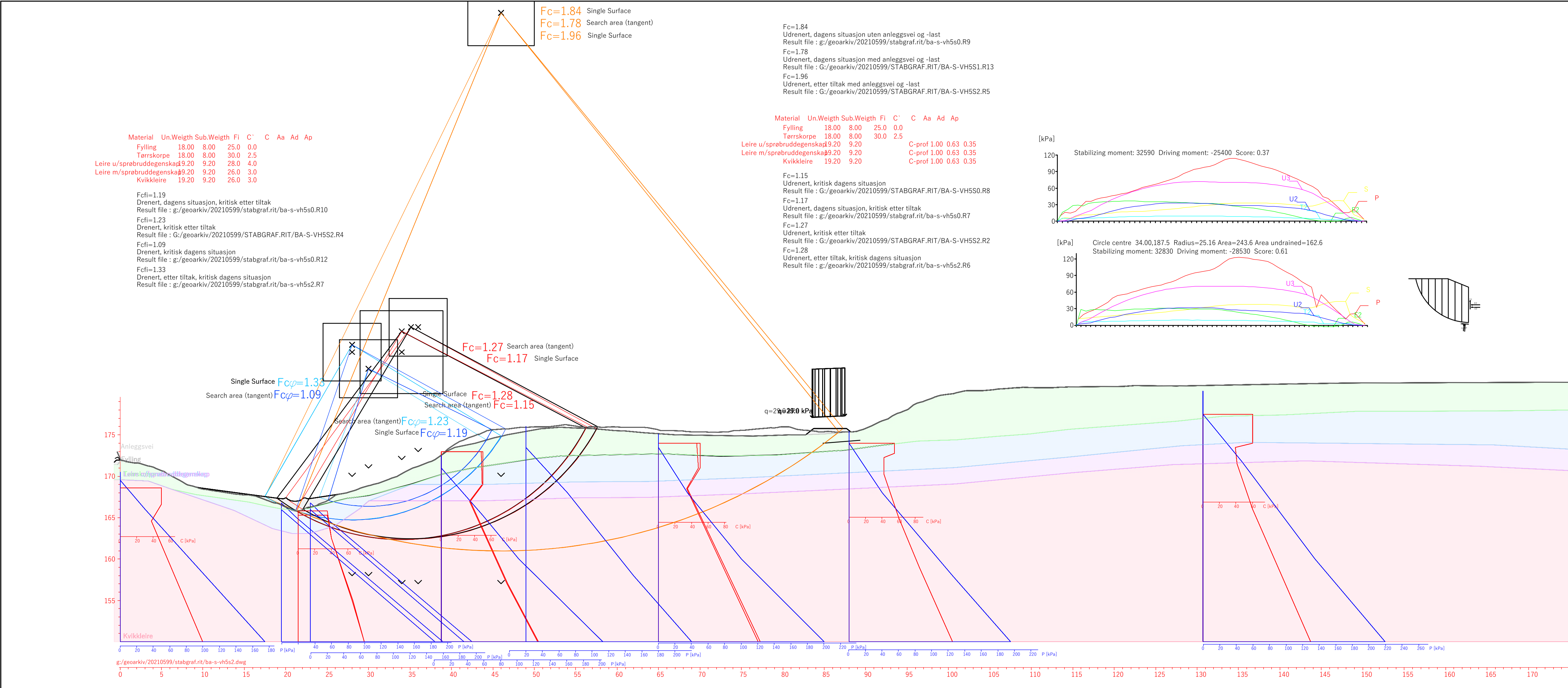
Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak, både mht. mest kritiske glideflater før og etter sikringstiltaket.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-01-R		Tegningens filnavn			
Stabilitetsberegning, profil VH4: Vestre haug		Målestokk		Godkjent	
Resultater fra før og etter tiltak		1:300		HHe	
Drenerte og udrenerte beregninger.		Rev.		00	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr. BA-S-VH4	Kontrollert JLS	Godkjent HHe

Obs: Stabilitetsberegningene i denne tegningen er basert på en tidligere versjon av oppfyllingen i ravinen.



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- Tørreskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøddedegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ($s_{u,r} \leq 0.33$ kPa, ISO 17892-12)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate avlasting og oppfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak, både mht. mest kritiske glideflater før og etter sikringstiltaket.

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-01-R		Tegningens filnavn			
Stabilitetsberegning, profil VH5: Vestre haug		Målestokk		NGI	
Resultater fra før og etter tiltak		1:300			
Drenerte og udrenerte beregninger.					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22	Konstr./Tegnet HSK	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
Oppdragsnr. 20230614		Tegningsnr. BA-S-VH5		Rev. 00	

Obs: Stabilitetsberegningene i denne tegningen er basert på en tidligere versjon av oppfyllingen i ravinen.

Obs: Stabilitetsberegningene i denne tegningen er basert på en tidligere versjon av oppfyllingen i ravinen.

	2D-beregninger med/uten anleggslast, <u>før</u> sikringstiltak	2D-beregninger med/uten anleggslast, <u>etter</u> sikringstiltak	3D-beregninger med/uten anleggslast, før sikringstiltak
Uten maskinlast	Fc=1.27 Udrenert, traktorvei, dagens situasjon Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s1 justert.R27	Fc=1.42 Udrenert, traktorvei, etter oppfylling i ravine Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s2 justert.R20	Fc=1.60 Udrenert, uten last 3D, L=50m, SIDSHR=0.04 Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s1 justert.R29
Med maskinlast	Fc=1.24 Udrenert, traktorvei, før oppfylling med maskinlast (29kPa x 4m) Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s1 justert.R26	Fc=1.38 Udrenert, traktorvei, etter oppfylling i ravine, med maskinlast (29kPa x 4m) Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s2 justert.R21	Fc=1.59 Udrenert, både dumper- og graverlast - 3D, L=50m, SIDSHR=0.04 Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s1 justert.R28

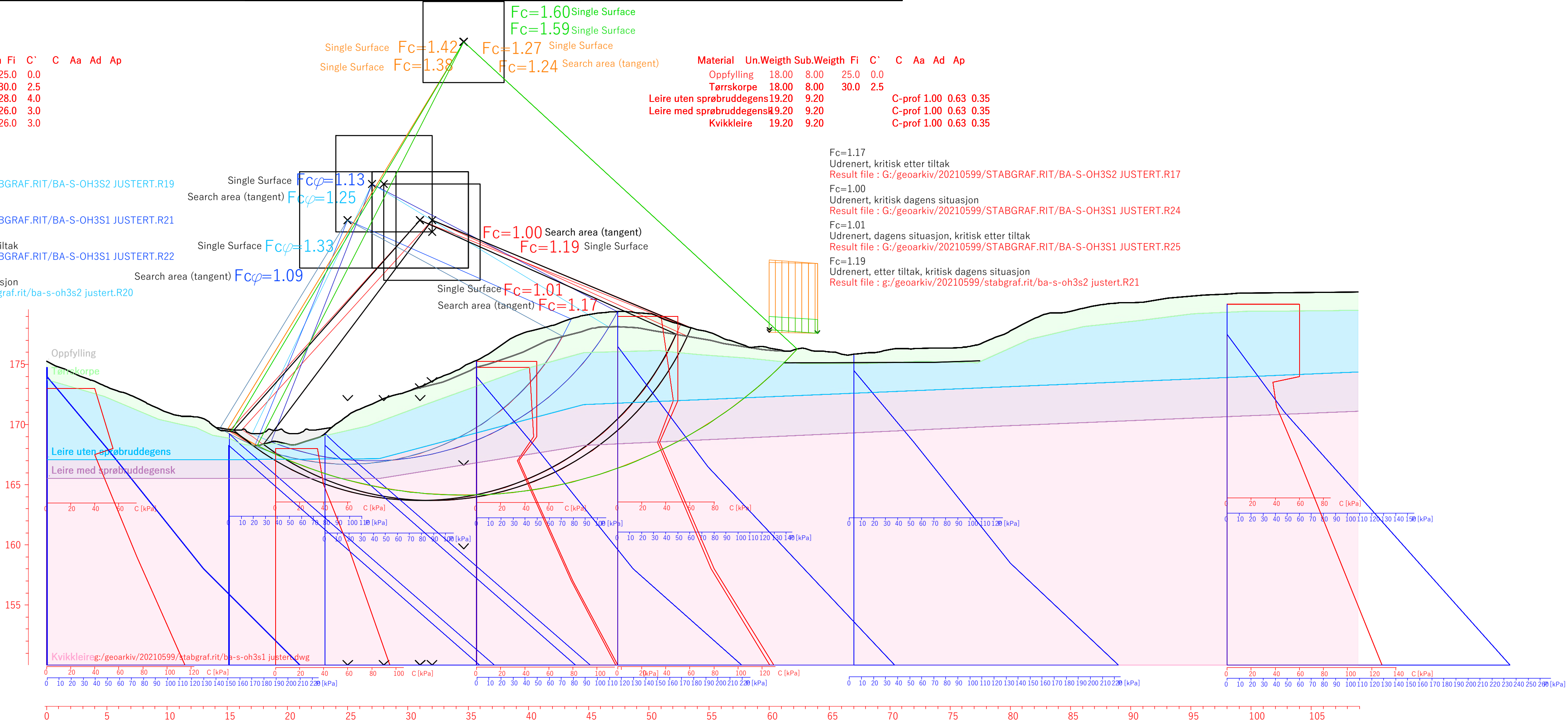
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Oppfylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire uten sprøbruddegens	19.20	9.20	28.0	4.0				
Leire med sprøbruddegens	19.20	9.20	26.0	3.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	26.0	3.0				

Fc=1.25
Drenert, kritisk etter tiltak
Result file : G:/geoarkiv/20210599/STABGRAF.RIT/BA-S-OH3S2 JUSTERT.R19

Fc=1.09
Drenert, kritisk dagens situasjon
Result file : G:/geoarkiv/20210599/STABGRAF.RIT/BA-S-OH3S1 JUSTERT.R21

Fc=1.13
Drenert, dagens situasjon, kritisk etter tiltak
Result file : G:/geoarkiv/20210599/STABGRAF.RIT/BA-S-OH3S1 JUSTERT.R22

Fc=1.33
Drenert, etter tiltak, kritisk dagens situasjon
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-oh3s2 justert.R20



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate avlasting og oppfylling

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

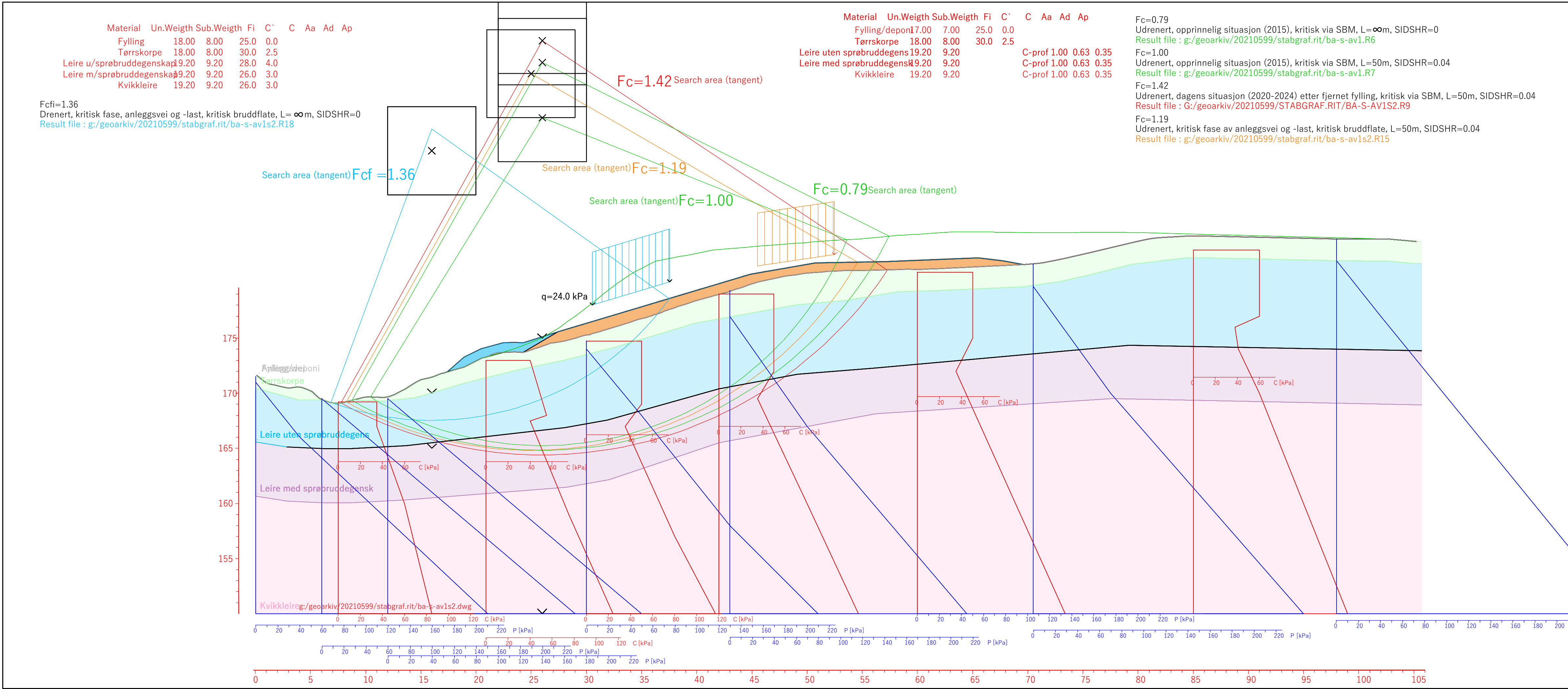
Det er utført beregninger for situasjon før/etter tiltak, både mht. mest kritiske glideflater før og etter sikringstiltaket, samt spesifikke bruddlater for anleggslaster, med enkelte 3D-effekter (se hoveddelen av rapporten).

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-01-R		Tegningens filnavn			
Stabilitetsberegning, profil OH3: Østre haug		Målestokk			
Resultater fra før og etter tiltak		1:250			
Drenerte og udrenerte beregninger.		NGI			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr. BA-S-OH3	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00

Obs: Stabilitetsberegningene i denne tegningen er basert på en tidligere versjon av oppfyllingen i ravinen.



FORKLARINGER:

Oppfylling

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)

Opprinnelige terrengoverflate

Nåværende overflate

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c,\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Det er utført beregninger for situasjon (1) før masser ble fjernet rundt 2016 (opprinnelig terreng fra 2015), (2) dagens situasjon (DTM fra 2020), og (3) planlagt anleggsvei med maksinlast.

Merk at anleggsveien kun er på drivende side. Medregnet last er 24 kPa over 7 meters lengde.

Ettersom beregningen av "opprinnelig udrenert situasjon" gav en urealistisk lav stabilitet, er det medregnet 3D-effekter for skråningen, se kommentar i hoveddelen av rapporten. En modellert bruddflate med bredde lik 50 meter gir $F_{cu}=1$. For en så bred bruddform vil den representative lasten av en dumper være svært liten: For 7 meters lengde vil lasten vær lik 1.4kPa, hvilket gir dim. last = 1.9 kPa, ikke 24 kPa.

00	Originalt dokument	2024-08-22	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			
20230614-01-R		Målestokk			
Stabilitetsberegning, profil AV1: Anleggsvei, profil 1		1:200_3			
Resultater fra før og etter anleggsvei		NGI			
Drenerte og udrenerte beregninger.					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
20230614		BA-S-AV1		00	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	18.00	8.00	25.0	0.0				
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskaper	19.20	9.20	28.0	4.0				
Leire m/sprøbruddegenskaper	19.20	9.20	26.0	3.0				
Kvikkleire	19.20	9.20	26.0	3.0				

Fcfi=2.03
Drenert, kritisk dagens situasjon, ingen laster
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2.R9
Fcfi=1.48
Drenert, før tiltak, uten anleggsvei, med mest ugunstig maskinlast (26kPa x 5m)
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2.R11

Under oppfylling i ravine og i etterkant

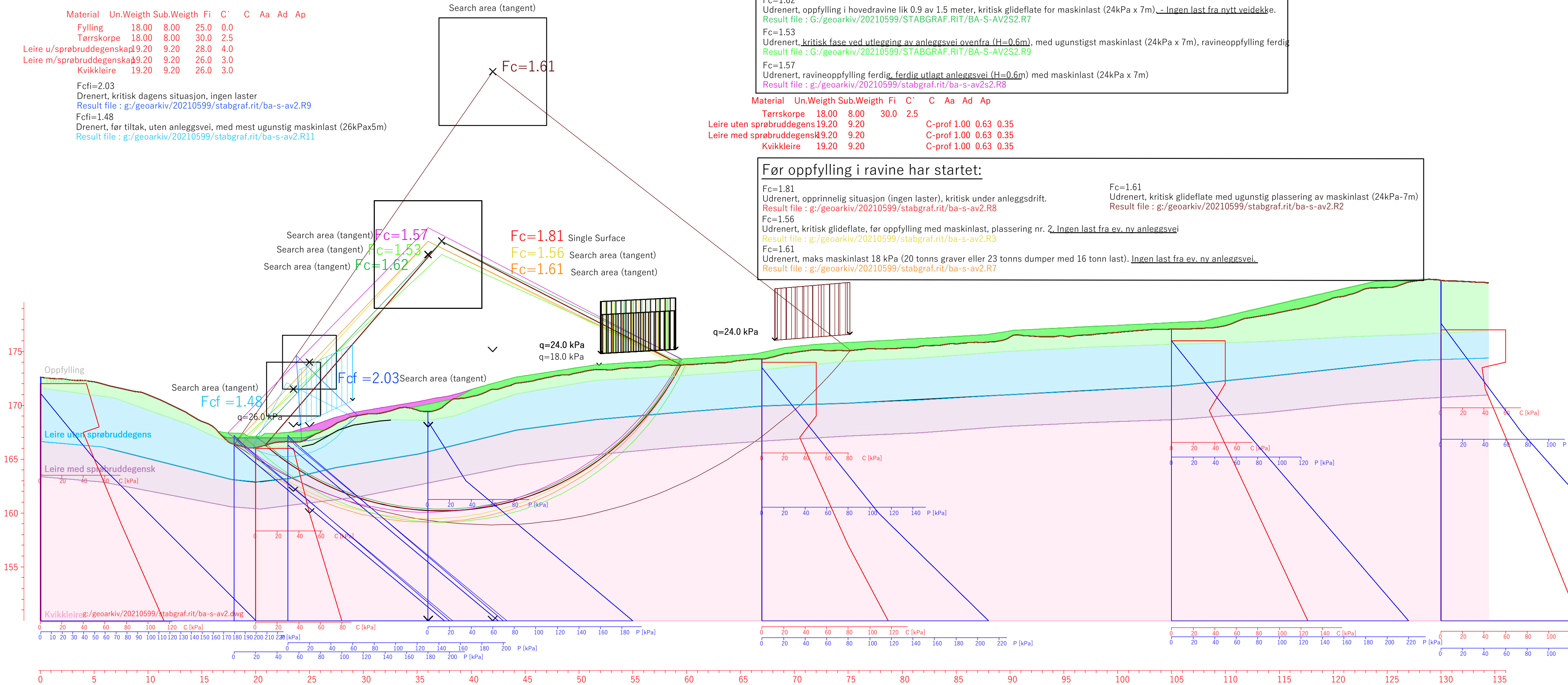
Fc=1.62
Udrenert, oppfylling i hovedravine lik 0.9 av 1.5 meter, kritisk glideflate for maskinlast (24kPa x 7m). Ingen last fra nytt veidekke.
Result file : G:/geoarkiv/20210599/STABGRAF.RIT/BA-S-AV2S2.R7
Fc=1.53
Udrenert, kritisk fase ved utlegging av anleggsvei ovenfra (H=0.6m), med ugunstig maskinlast (24kPa x 7m), ravineoppfylling ferdig
Result file : G:/geoarkiv/20210599/STABGRAF.RIT/BA-S-AV2S2.R9
Fc=1.57
Udrenert, ravineoppfylling ferdig, ferdig utlagt anleggsvei (H=0.6m) med maskinlast (24kPa x 7m)
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2s2.R8

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire uten sprøbruddegenskaper	19.20	9.20			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Leire med sprøbruddegenskaper	19.20	9.20			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	19.20	9.20			C-prof 1.00	0.63	0.35	

Før oppfylling i ravine har startet:

Fc=1.81
Udrenert, opprinnelig situasjon (ingen laster), kritisk under anleggsdrift.
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2.R8
Fc=1.56
Udrenert, kritisk glideflate, før oppfylling med maskinlast, plassering nr. 2. Ingen last fra ev. ny anleggsvei
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2.R3
Fc=1.61
Udrenert, maks maskinlast 18 kPa (20 tonns graver eller 23 tonns dumper med 16 tonn last). Ingen last fra ev. ny anleggsvei.
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2.R7

Fc=1.61
Udrenert, kritisk glideflate med ugunstig plassering av maskinlast (24kPa-7m)
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av2.R2



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)

- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflater oppfylling og eventuell anleggsvei

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

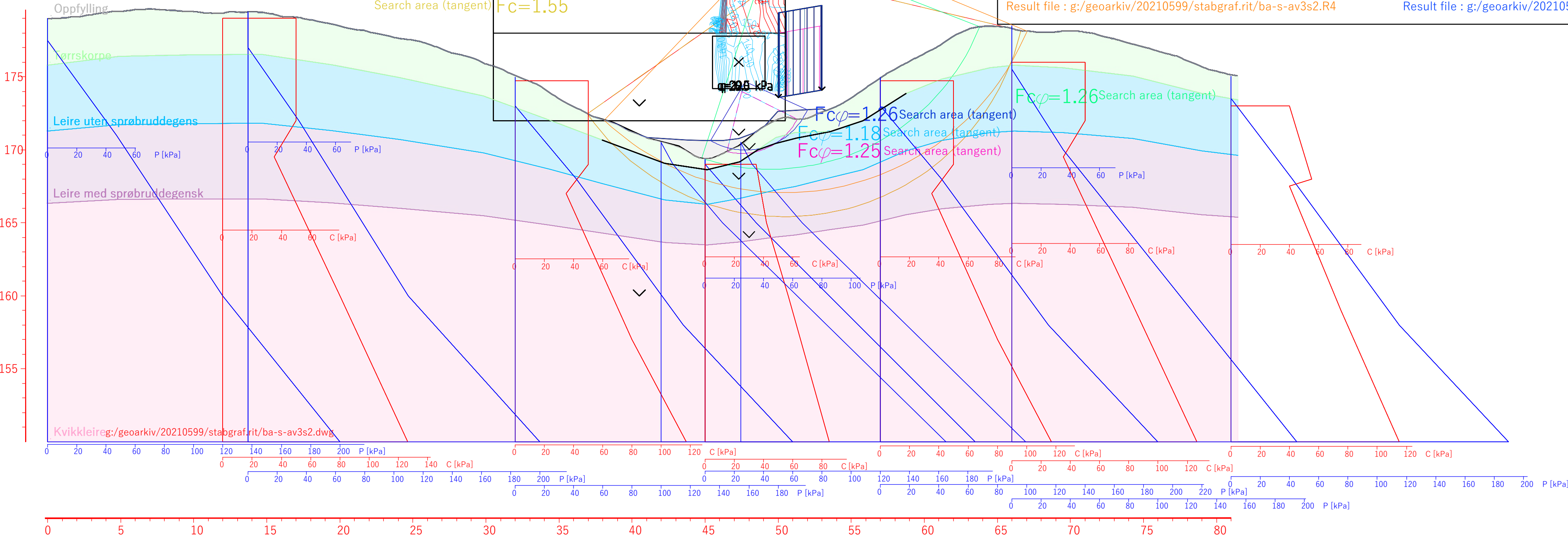
Det er utført beregninger for opprinnelig terreng (2020), (2) med ulik grad av oppfylling i ravine, samt (3) med maksinlast for både (3A) ekstra oppbygging av anleggsvei og (3B) bruk av traktorvei slik den er i dag/ev. med kompensert utlegging av vei.

Alle beregninger tar utgangspunkt i en 2D-situasjon, dvs. parameteren SIDSHR er satt lik 0 i samtlige beregninger. Se diskusjon av resultater i hoveddelen av rapporten.

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status		-	
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format		A3.1 (297x841mm)	
20230614-01-R		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.5-Stabilitetsberegning\FC - Bahus\BA-S-AV2S2.dwg	
Stabilitetsberegning, profil AV2: Anleggsvei, profil 2		Målestokk		1:250	
Resultater fra før og etter anleggsvei		NGI			
Drenerte og udrenerte beregninger.					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. BA-S-AV2	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00

Obs: Stabilitetsberegningene i denne tegningen er basert på en tidligere versjon av oppfyllingen i ravinen.

Merk at alle glideflatene er tvunget til å ha last på drivende side av sirkel. For glideflater til høyre for anleggsvei vil beregnet sikkerhetsfaktor være lavere, men maskinlaster vil kun forbedre stabiliteten for disse glideflatene.



Opprinnelig situasjon:

Fc=1.55
Udrenert, uten maskinlast, isolinjer
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s1.R2>

Fcfi=1.26
Drenert, ingen maskinlast
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s1.R3>

Ingen oppfylling i ravinearm eller utlegging av anleggsvei:

Fc=1.54
Udrenert, med maskinlast, isolinjer
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s1.R1>

Fcfi=1.18
Drenert, med maskinlast (29 kPa)
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s1.R5>
Fcfi=1.25
Drenert, med maskinlast (22 kPa)
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s1.R6>

1.1m oppfylling i ravinearm samt utlegging av anleggsvei:

Fc=1.72
Udrenert, etter 1.1m oppfylling i ravinearm, maskin- og veilast(H=0.5m)
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s2.R4>

Fcfi=1.26
Drenert, 1.1m oppfylling i ravinearm, maskin- og veilast (H=0.5m)
Result file : <g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av3s2.R9>

FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)

- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflater oppfylling og eventuell anleggsvei

HENVISNINGER:

Plantegninger:
BA-PL3-PoV
BA-PL4-AV

BESKRIVELSER / MERKNADER:

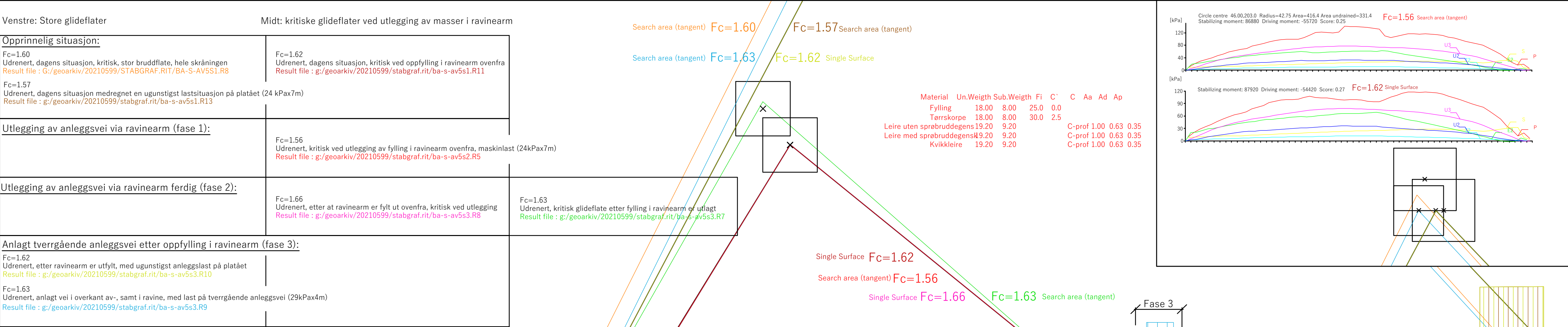
Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c,\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Det er utført beregninger for (1) opprinnelig terreng (2020), med og uten (2) maksinlast, og med og uten (3) "oppfylling i ravine + utlegging av fyllmasser på eksisterende traktorvei for anleggsvei".

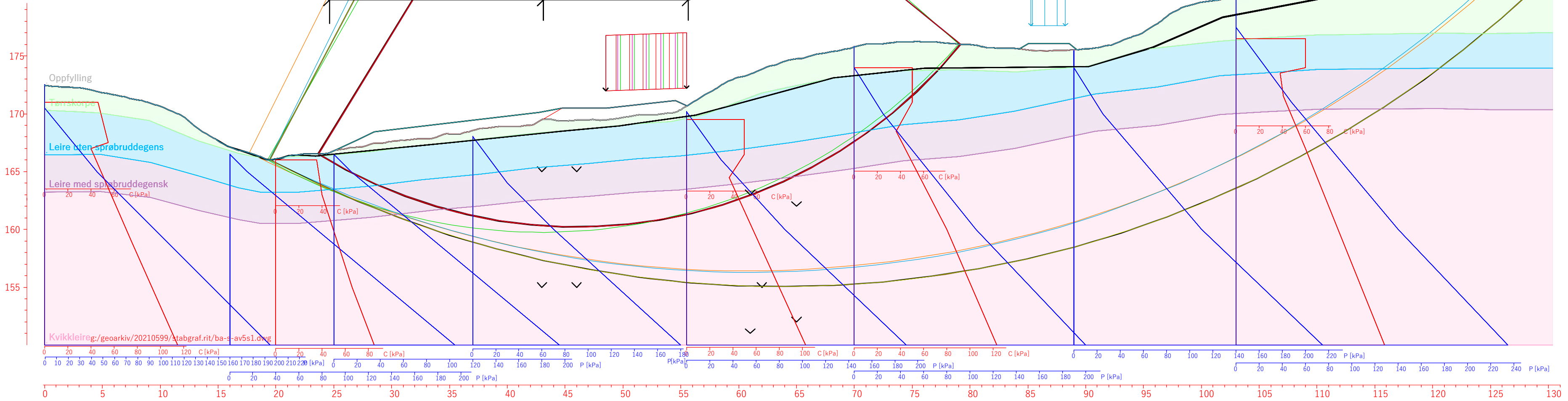
Dersom tunge kjøretøy skal kjøre på traktorveien ned til hovedravinen behøves det oppfylling i ravinearmen i underkant av veien. Uten oppfylling vil dimensjonerende marktrykk (dvs. inkl. $\gamma_Q=1.3$) av kjøretøy samt ev. nytt veidekke på traktorveien ikke kunne overstige 22 kPa. Altså må dimensjonerende last i så fall holdes være lav (20-tonns graver/30-tonns dumper inkl. last).

Dersom ravinearmen fylles opp med ca. 1.1 meter grove drenerende masser kan man legge et nytt veidekke (H=0.5m) og tyngre kjøretøy kan kjøre ned (se for øvrig BA-PL4-AV).

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		Original format A3.1 (297x841mm)			
		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20230614\AUTODRAF\RT11.5_Sikringstiltak\proj\TCD_Bahus\BA-S-av3s2.dwg			
20230614-01-R Stabilitetsberegning, profil AV3: Anleggsvei, profil 3 Resultater fra før og etter anleggsvei Drenerte og udrenerte beregninger.		Målestokk 1:200	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. BA-S-AV3	Rev. 00	



Alle beregninger er uten oppfylling i hovedravine.



FORKLARINGER:

Oppfylling

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)

Opprinnelige terrengoverflate

Overflater oppfylling i sideravine for anleggsvei

Overflate oppfylling i hovedravine

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c,\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Det er i beregningene fokusert på bruddflater hvor anleggslastene virker på drivende side.

Alle beregninger tar utgangspunkt i en 2D-situasjon, dvs. parameteren SIDSHR er satt lik 0 i samtlige beregninger. Se diskusjon av resultater i hoveddelen av rapporten. For 2D-beregningene er det en marginal forverring fra $F_{cu} = 1.62$ til 1.56 ved påbynt utlegging av anleggsvei via ravinearmen + maskinlast (fase 1), der drivende krefter øker med 2.4%. Tverrgående anleggsvei (fase 3) kan ikke anlegges før det er eventuelt er fylt ut i denne sideravinen.

00	Originalt dokument	2024-08-22	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		Original format A3.1 (297x841mm)			
		Tegningens filnavn			
20230614-01-R Stabilitetsberegning, profil AV5: Anleggsvei, profil 5 Resultater fra før og etter anleggsvei Drenerte og udrenerte beregninger.		Målestokk	NGI		
		1:275			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2024-08-22	HSK	JLS	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230614	BA-S-AV5		00

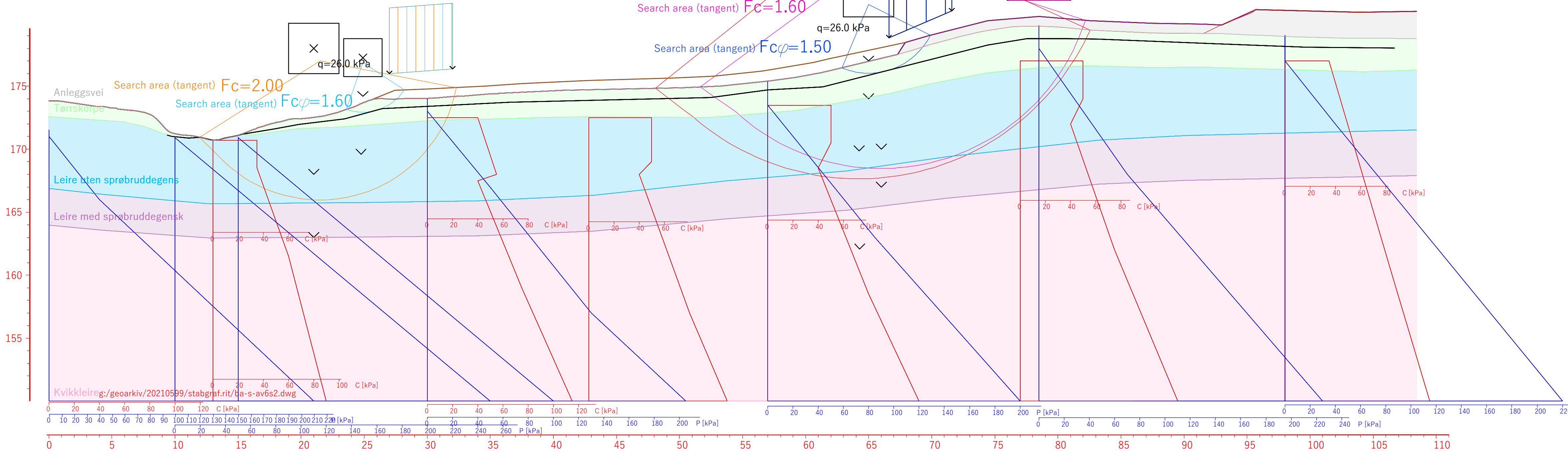
Fc=2.16
Udrenert, kritisk dagens situasjon, med mellomlagring i sør
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av6s1.R5

Fc=1.60
Udrenert, kritisk fase anleggsvei og -last
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av6s2.R7

Fc=2.00
Udrenert, kritisk, anlegging av vei nær bekk
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av6s3.R8

Fcfi=1.50
Drenert, kritisk fase anleggsvei og -last
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av6s2.R9

Fcfi=1.60
udrenert, kritisk, anlegging av vei nær bekk
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/ba-s-av6s3.R9



FORKLARINGER:

- Oppfylling
- 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)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflater oppfylling og eventuell anleggsvei

HENVISNINGER:

Plantegning: BA-PL3-PoV

BESKRIVELSER / MERKNADER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon (F_{cu}) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Beregninger er utført for dagens situasjon og med utlegging av 0.75m tykk anleggsvei. Beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet for anlegging av vei fra mellomlagringsarealer og ned til ravinebekken i nord.

00	Originalt dokument	2024-08-22	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			
20230614-01-R		Målestokk		NGI	
Stabilitetsberegning, profil AV6: Anleggsvei, profil 6		1:200			
Resultater fra før og etter anleggsvei					
Drenerte og udrenerte beregninger.					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2024-08-22 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr. BA-S-AV6	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00

Vedlegg C

FAKTAARK: FAREGRADSKLASSIFISERING
FOR SPESIFIKT PARTI

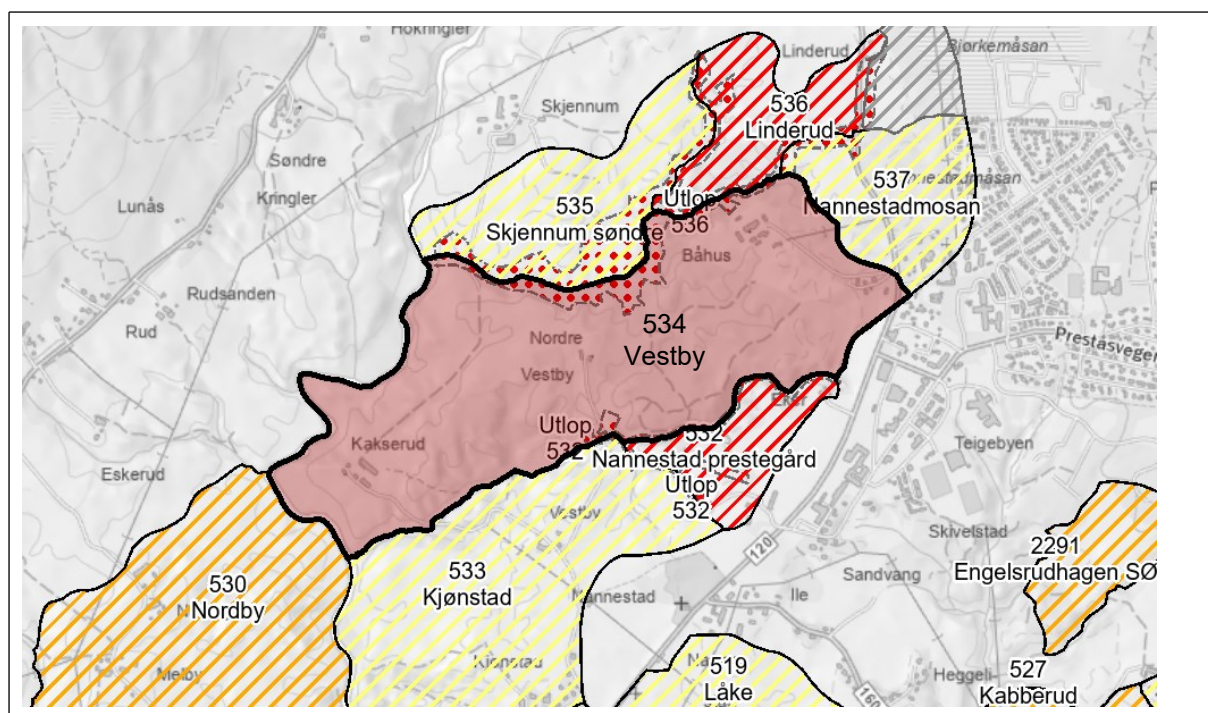


NVE

Norges vassdrags-
og energidirektorat

534: Vestby (Bahus) - Kommune: Nannestad

Faregradklasse	Middels
Konsekvensklasse	Alvorlig
Risikoklasse	3
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	boring 27 ved Kjønnstad syd i hovedsone (kvikk fra dybde 28 m)+ tidligere undersøkelser Kaksrud og Båhus indikerete Kvikkleire
26.06.2024	Faktaarket er utarbeidet ifm. detaljprosjektering av sikringstiltak samt søknadsskriving for tilskudd til sikringsarbeider fra NVE. Oppdragsgiver er Nannestad kommune, rådgiver er NGI. 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. Et av partiene i sonen "534 vestby" som er anbefalt sikret er et parti av ravinen som passerer nord for Bahus. Kommunens drifts- og beredskapssenter (brannvesen) er lokalisert på anlegget ved Bahus. Klassifiseringene i foreliggende faktaark er spesifikke for partiet som skal sikres, ikke for hele sonen "534 Vestby". Tiltakskategorien for prosjekterte sikringstiltak er K2 og det utføres derfor heller ikke uavhengig kvalitetssikring. Alt av sikringsarbeider skal tilfredsstillende krav: Dersom krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke er tilfredsstillende skal anleggsarbeider og tiltak ikke medføre forverring.

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

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng

Skredaktivitet	Skredarr ca. 300 vest for sikringstiltaket, midt i sonen "534 Vestby". Skredhendelsen fant sted i 2012. Ellers 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. 16 meter fra bekken i nord (Skjennumbekken).	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 180 og 12 meters dyp: Punktet er bakom kritisk glideflate, og er derfor satt i nivå med "geometri for opptegning av soneutstrekning for retrogressivt skredutvikling" (1:15-linjen). sig'v0 ~ 140 kPa, EPOP ~ 130 kPa, OCR ~ 1.9.	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Målt poretrykk i øvre del av skråning viser poreundertrykk, med gradient 0.2 og GVS ved D=2m. Det er samtidig forventet poreovertrykk under bekken, og i overgangen mellom lavt og høyt høydenivå i skråningen er det ca. hydrostatisk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	b/D ~ 50%, hvorav KL ~ 70%. Se tegning 56 i rapport 20210599-04-R.	>H/2	3	2	6

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	Nivå på erosjon er lagt til "noe" i skjemaet, men kunne vært lagt mellom "litt" og "noe". Stedvise utglidninger og erosjonssår.	Noe	2	3	6
Inngrep	Det er bakkeplanert på anlegget, tidligere ravinerygg som krysset anlegget (langt bak bratte skråninger) er flatet ut. Det er også fylt ut mot skråningene i nord som er ugunstig.	Liten forverring	1	3	3
Total poengsum					25
Prosent av maks					49,019 61
Sist oppdatert	19.04.2004				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Ingen fastboende. Det er forventet at det er noen få som oppholder seg der til enhver tid mtp. beredsskap. Usikkert om det er soveplasser der. Setter der derfor lik "spredt <=5".	Spredt ≤ 5	1	4	4

Næringsbygg	Drifts- og beredskapssenteret (brannvesen) til Nannestad kommune. Oppholdssted for mange personer i arbeidstiden.	10 - 50 personer	2	3	6
Annen bebyggelse	Drifts- og beredskapssenteret (brannvesen) til Nannestad kommune. Viktig infrastruktur.	Stor	3	1	3
Veier	Ingen, blindvei.	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Lokal.	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Et ev. skred ville trolig medført oppdemming. "Dambrudd" ved et senere tidspunkt kunne så igjen ev. utløse nye skred nedstrøms i ravinen, f.eks. i underkant av gårdsbruket "Nordre Vestby". Flom/oversvømmelse i seg selv vil derimot ramme lite infrastruktur. Per tid er det en bekkelukking nedstrøms som trolig ville bli tett ved ev. dambrudd, hvorpå vannet ville flommet over et jorde og ned i Leira. Settes lik "liten".	Liten	1	2	2
Total poengsum					15
Prosent av maks					33,33333
Sist oppdatert	15.04.2004				



Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Bahus - Detaljprosjektering av skråningsstabilisering og erosjonssikring		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20230614-01-R
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Rapport / Report	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Nannestad kommune	Dato/<i>Date</i> 2024-10-14
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/<i>Proprietary rights to the document according to contract</i> NGI		Rev.nr.&dato/<i>Rev.no.&date</i> 1 / 2025-09-18
Distribusjon/<i>Distribution</i> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/<i>Keywords</i> Områdeskredfare, kvikkleireskredfare, detaljprosjektering, sikringstiltak, erosjonssikring, skråningsstabilisering, oppfylling, motfylling, avlasting, ravine, hydrologi, hydraulikk, sprøbruddmateriale, kvikkleire		

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

Dokumentkontroll/ <i>Document control</i>					
Kvalitetssikring i henhold til/ <i>Quality assurance according to NS-EN ISO9001</i>					
<i>Rev/</i> Rev.	<i>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</i>	<i>Egenkontroll av/</i> <i>Self review by:</i>	<i>Sidemanns-kontroll av/</i> <i>Colleague review by:</i>	<i>Uavhengig kontroll av/</i> <i>Independent review by:</i>	<i>Tverrfaglig kontroll av/</i> <i>Inter-disciplinary review by:</i>
0	Originaldokument	2024-10-10 Ingar Haug Steinholt / Hallvard Skrede	2024-10-10 Håkon Heyerdahl		
1	Innarbeidet kommentarer fra UAK. Endret spesifikasjoner for steinstørrelse og -mengder, oppdatert tegninger (lagt til restriksjoner, justert mellomlagringsareal, lagt inn eiendomsgrenser, mm.). Ny tegning BA-TV-AT3.	2025-09-16 Ingar Haug Steinholt / Hallvard Skrede	2025-09-16 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/<i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 18. september 2025	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Hallvard Skrede
--	---	--

2015-11-16, 043 n/e, rev.03

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

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

