



RAPPORT

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

SKJENNUMBEKKEN VEST -
DETALJPROSJEKTERING AV BEKKEÅPNING OG
EROSJONSSIKRING

DOK.NR. 20230614-03-R
REV.NR. 1 / 2025-03-13

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

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



Prosjekt

Prosjekttittel: Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus
Dokumenttittel: Skjennumbekken vest - Detaljprosjektering av bekkeåpning og erosjonssikring
Dokumentnr.: 20230614-03-R
Dato: 2024-12-11
Rev.nr. / Rev.dato: 1/ 2025-03-13

Oppdragsgiver

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

for NGI

Prosjektleder: Hallvard Skrede
Utarbeidet av: Hallvard Skrede, Ingar Haug Steinholt, Jørgen Løkken Skaatan
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl, Marit Skaug Løyland, José-Luis Guerrero

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 omtalt som «Skjennumbekken vest» som utgjør enden av ravinesystemet nordvest for Teigebyen som ender i Leira.

Basert på tilgjengelig grunnundersøkellesdata i 2023, var NGIs vurdering at de to gårdene Skjennum og Nordre Vestby var særlig utsatt for eventuelle skred utløst langs partiet hvor det planlegges sikringstiltak. I løpet av prosjekteringsfasen er det utført grunnundersøkelser med påfølgende oppdatering av vurderinger mht. utstrekning til løsneområder. Vurderingene viser at skred utløst langs sikringspartiet ikke vil kunne bre seg helt til Skjennum gård etter kriteriene i NVEs veileder 1/2019.

Bekken drenerer et stort nedbørsfelt oppstrøms prosjektområdet, og avsluttes i rør/-bekkelukking som fører ut i elven Leira. Flomhendelser med oppstuvning ved bekkelukkingen, og påfølgende oversvømmelse av ravinedalen oppstrøms inntreffer hyppig (typisk årlig). Oppdemmet vannivå varierer med vekslende tidsforløp. Disse flomhendelsene kan, avhengig av hendelsesforløpet, medføre en svært ugunstig stabilitets-tilstand: Ved (1) vedvarende oversvømmelse, etterfulgt av (2) hurtig nedtapping vil tilstøtende skråninger få en vesentlig redusert stabilitet (avhengig av flomdybde og forløp mht. tid (1-2)). Skred utløst ved hurtig nedtapping (eng. «rapid drawdown») er en velkjent utløsningsmekanisme for skred.

I tillegg til denne gjentakende hendelsestypen (som innebærer midlertidig forverring av varierende grad), er vannføringen relativt stor langs det aktuelle partiet, og bekken har stort erosjonspotensiale, spesielt ved tre-/rotvelt og lignende, som vil kunne lede vann inn mot skråningsfot og undergrave skråningene.

Av disse grunnene er det planlagt sikringstiltak som skal (1) forhindre flomhendelser som medfører stabilitetsmessig kritisk tilstand i skråninger langs ravinedalen, samt (2) forebygge erosjon langs et parti som har skredutsatt bebyggelse i overkant. Det er planlagt lokal massebalanse for prosjektdelområdet, hvor utgravde masser skal legges ut i ravinedalen og gi forbedret stabilitet i tilstøtende skråninger. For eventuell nybygging i området gjelder strengere krav enn planlagt sikringstiltak.

Rapporten inneholder prosjekteringsgrunnlag for utførelse, geotekniske og hydrauliske beregninger, samt bakgrunn for dimensjonering iht. lovverk og veiledere.

Før igangsettelse av tiltaket, må gjøremålene listet opp i kap. 6.3 være utført.

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	13
4.3	Problemstilling	13
4.4	Områdestabilitet (skredfare)	14
4.5	Overordnet om grunnforhold	18
5	Anleggsbeskrivelse	19
5.1	Geometri og materialer	20
5.2	Estimerte mengder for tiltak (arealer og volum)	20
5.3	Anleggsperiode	21
5.4	Anleggsveier	22
5.5	Oppfylling i ravine	26
5.6	Utgraving	29
5.7	Funksjonskrav kulvert	32
5.8	Kryssende vannrør	33
5.9	Rydding av vegetasjon	33
5.10	Mellomlagring av masser	33
5.11	Parkering og langtidslagring	35
5.12	Kontrollplan	36
5.13	Ferdigstilling	36
6	Generelle kommentarer	36
6.1	Inntil sikringstiltaket blir utført	36
6.2	FDV	36
6.3	Før igangsettelse	37
6.4	Andre lovkrav og hensyn	37
7	Stabilitetsberegninger og bæreevne	38
7.1	Bæreevnevurderinger	38
7.2	Skråningsstabilitet	38
8	Frostsikring	39
9	Dimensjonering av erosjonssikring	40
9.1	Dimensjonerende steinstørrelse	40
10	Referanser	43

Tegninger¹

Plantegninger:

SBV-PL1-O	<u>O</u> versikt over tiltak overordnet
SBV-PL2-PoGU	<u>P</u> rofiler og <u>g</u> runn <u>u</u> ndersøkelser ved tiltak og omkringliggende områder
SBV-PL3-PoGU	<u>P</u> rofiler og <u>g</u> runn <u>u</u> ndersøkelser, detaljer rundt tiltak
SBV-PL4-PoV	<u>P</u> rofiler og <u>v</u> olum/arealer avlasting og oppfylling
SBV-PL5-AV	<u>A</u> nleggs <u>v</u> eier
SBV-PL6-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Oppfylling øst, løpemeter 300-555
SBV-PL7-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Oppfylling vest, løpemeter 25-300
SBV-PL8-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Utgraving fase 1
SBV-PL9-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Utgraving fase 2
SBV-PL10-AT	<u>A</u> nleggs <u>t</u> egning – Utgraving ferdigstilt
SBV-PL11-ML	<u>M</u> ellom <u>l</u> agringsområde

Tverrsnitt:

SBV-TV-AT1	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 1: Oppfylling i ravine
SBV-TV-AT2	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 2: Oppfylling i ravine (lengderetning)
SBV-TV-AT3	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 3: Utgravingsparti
SBV-TV-AT4	<u>T</u> verrsnitt, <u>a</u> nleggs <u>t</u> egning 4: Skisse, funksjonskrav kulvert og ramper
SBV-TV-LM25–150	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 20 til 140
SBV-TV-LM175–300	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 175 til 300
SBV-TV-LM325–450	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 325 til 450
SBV-TV-LM475–600	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 475 til 600
SBV-TV-LM625–800	<u>T</u> verrsnitt, avlasting og oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 625 til 800
SBV-TV-S1	<u>T</u> verrsnitt, <u>s</u> enterlinje oppfylling: <u>L</u> øp <u>e</u> meter 20 til 810

Vedlegg

Vedlegg A	Kontrollplan for geotekniske arbeider
Vedlegg B	Beregningsresultater
Vedlegg C	Faktaark: Faregradsklassifisering for spesifikt parti
Vedlegg D	Vurderinger knyttet til alternativ utforming

Kontroll- og referanseside

¹ Prefiks «SBV» står for prosjektdelområdet Skjennumbekken Vest

1 Rapportens oppbygning

Rapporten inneholder:

- bakgrunn og prosjektbeskrivelse (kap. 2 og 4),
- prosjekteringsforutsetninger (dvs. lovkrav) (kap. 3),
- beskrivelse av tiltaket, anleggsarbeider og frostsikring, samt dimensjonering av erosjonssikring (henholdsvis kap. 5, 8 og 9),
- kommentarer som gjelder FDV, igangsettelse og andre hensyn (kap. 6),
- oppsummering av stabilitetsberegninger og hydrauliske analyser (kap. 0 og 9).

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

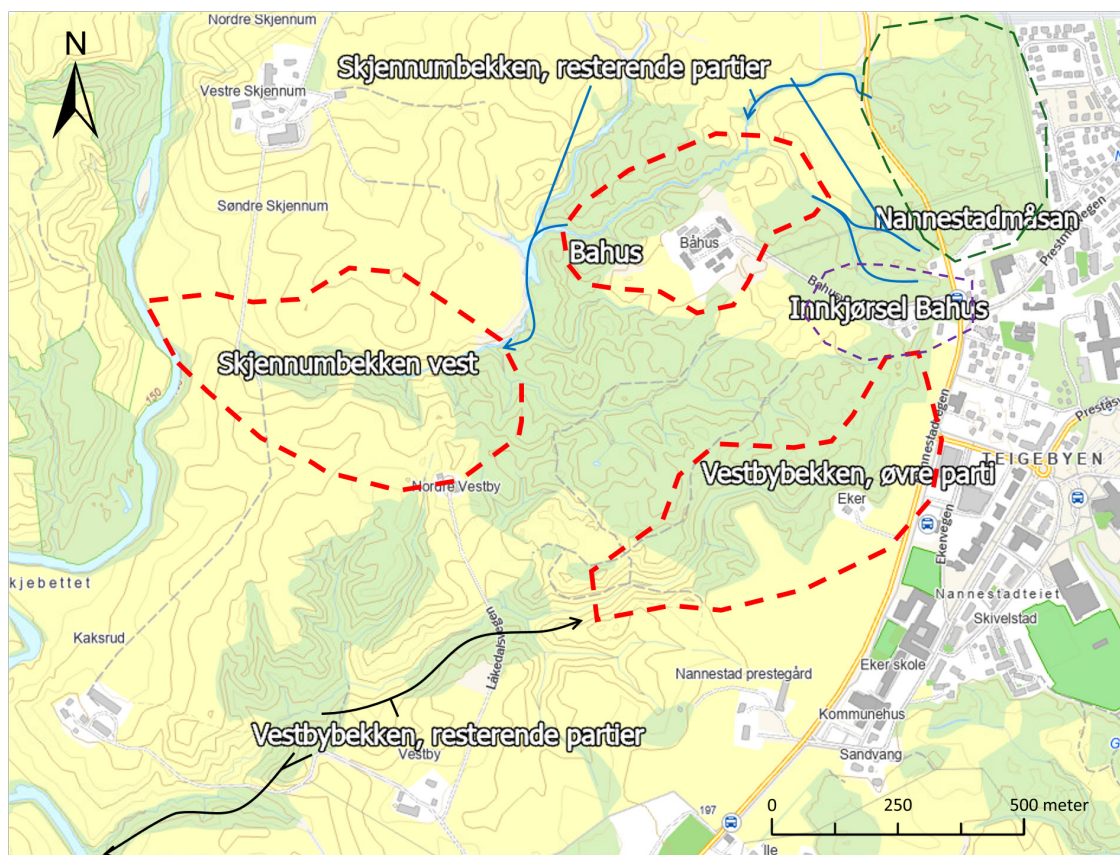
I foreliggende revisjon av rapporten (rev. 01) er geotekniske vurderinger knyttet til alternativ utforming av tiltak ved Skjennumbekken vest inkludert i et nytt vedlegg: Vedlegg D. I tillegg er kap. B5 vedlegg B supplert med hydrauliske analyser knyttet til den alternative utforminger.

2 Bakgrunn

NGI har tidligere, på oppdrag for Nannestad kommune, utført vurderinger av område-stabiliteten (dvs. faren for kvikkleireskred) i deler av ravinlandskapet vest for 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 den vestre (nedre) delen av Skjennumbekken, spesifikt rundt bekkelukkingen der Skjennumbekken har sitt utløp ut i Leira.

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/.

Det er vurdert flere alternative utforminger av sikringstiltaket, med beskrivelser presentert i kapittel 4.



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 Skjennumbekken vest (forkortet SBV).

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 skal være stabile under utførelse og i endelig tilstand (og uten uakseptable setninger).

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

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 tilfeller», fremfor «grunnarbeider ved enkle og oversiktlige grunnforhold», da det stedvis er mektige forekomster av sprøbruddmateriale i grunnen (1). Videre anses selve arbeidene som relativt ukompliserte (2).

Et eventuelt skred kan ramme gårdsbruket ved Nordre Vestby og potensielt anleggsarbeidere involvert i utførelsen. Vedlegg B i EK0 /10/ angir konsekvensen som «middels» (CC2) der boliger og bygg med personopphold kan rammes, mens i NVEs metodeveileder for kartlegging av kvikkleiresoner gis «skredutsatt bebygd område med mindre enn 5 boenheter» laveste positive score-verdi ved klassifisering av konsekvenser. Konsekvensene ved tiltaket anses derfor som «små» til «middels» (3).

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

Graving og oppfylling vil foregå i stor avstand fra bebyggelse, og det er således ingen hensyn å ta mtp. setninger på omkringliggende arealer.

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/. Ettersom tiltaket er rene grunnarbeider, med utgraving, oppfylling og erosjonssikring anses seismisk klasse I (**SK-I**) passende. Ifølge 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 ved Skjennumbekken er ment å forebygge skred som kan ramme eksisterende bebyggelse. Krav til sikring mot områdeskred gjelder kun for nye tiltak. For sikring av skrån timer utenom nye byggetiltak stilles det ikke konkrete krav til sikkerhetsnivå. Selve sikringstiltaket er likevel et tiltak etter pbl, og sikringen må dermed prosjekteres og saksbehandles ut ifra gjeldende regelverk. Under oppgis først krav, og deretter sikkerhetsnivået som sikringen planlegges å resultere i.

3.4.1 Sikkerhetskrav

Sikringstiltaket omfatter gjenåpning/utgraving av nytt bekkeløp, oppfylling samt erosjonssikring hvilket alle 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

Ved sikringen av vestlig del av Skjennumbekken tas det kun utgangspunkt i å forhindre erosjon og flomhendelser som ev. vil kunne utløse skred som rammer Nordre Vestby gård. Det innebærer at dimensjonene på motfyllinger i ravinedalen ikke er basert på stabilitetskrav som gjelder ved nybygging, men er basert på at det skal oppnås massebalanse med de utgravde massene innenfor prosjektområdet.

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).

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 skjje hurtige lastendringer.

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

4 Prosjektbeskrivelse

4.1 Beskrivelse av tiltaket

Sikringstiltaket omfatter gjenåpning av bekken sør for Skjennum som ble rørlagt en gang på 70-/80-tallet, vist i Figur 4-1. Det er gjennom prosjektet vurdert flere alternative utforminger av sikringstiltaket, herunder gjenåpning av bekken der ulike alternative bekkeleier har vært vurdert, samt et alternativ der dagens rør erstattes av rør dimensjonert for vannføringen i Skjennumbekken.

4.1.1 Rørlegging

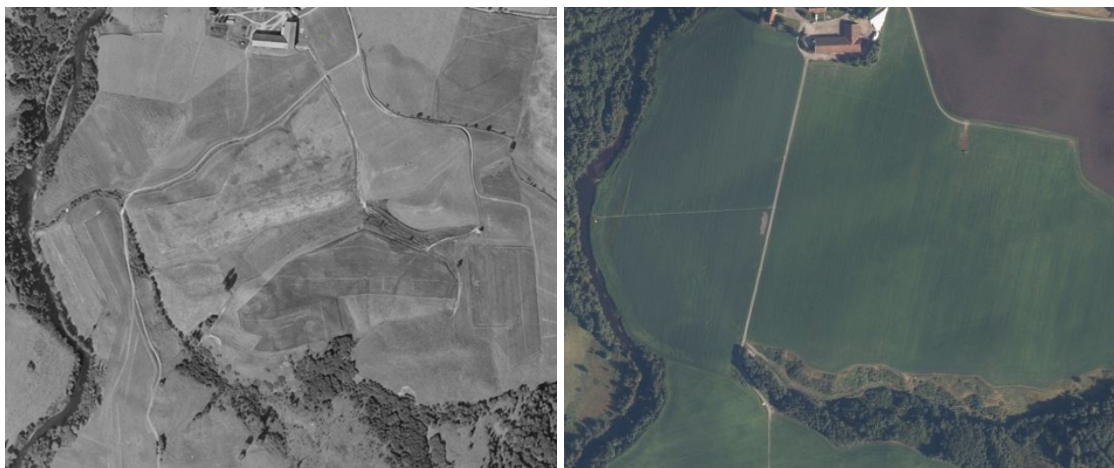
Av hensyn til å bevare dyrket mark har det blitt gjort vurderinger av å erstatte eksisterende rør ($D = 600\text{mm}$) med rør som har kapasitet til å ta unna store flommer uten særlig oppdemming av ravinen oppstrøms bekkelukkingen. Dette vil kreve at man graver en grøft med grøftekasser, og legger rør med diameter 1400 mm. I forbindelse med tiltaket bør også et 500 meters parti oppstrøms bekkelukkingen steinsettes (erosjonssikres), for å hindre erosjonsutløste utglidninger (med potensiell påfølgende retrogressiv skredutvikling). Hydrauliske vurderinger knyttet dette alternativet er presentert i kap. B5.3.1 i vedlegg B, mens geotekniske vurderinger er presentert i vedlegg D. Det er estimert at utgravingen (og til dels tilbakelegging av masser) har et volum på ca. 4700 m^3 . Mer detaljert om geometri og lignende er gitt i vedlegg D.

4.1.2 Gjenåpning av bekken

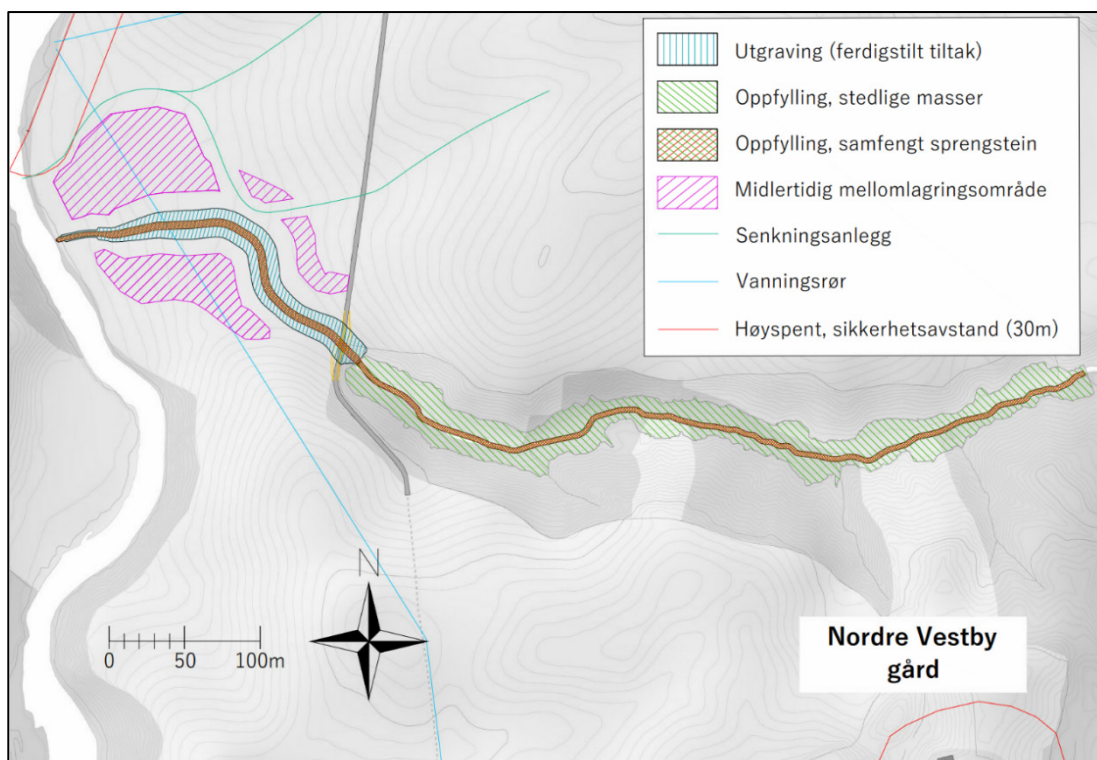
Som nevnt har ulike alternative bekkeleier vært vurdert. I det følgende gis en beskrivelse av alternativet som er ansett best (kriterier er listet opp i kap. 4.3). Alternativ med åpning av bekken skal følge det opprinnelige bekkeleiet de første 100 meterne, og bekken skal så legges i et nytt leie de neste 140 meterne. Bekken vil i nytt leie være hevet sammenlignet med det historiske høydenivået før lukking av bekken, fordi utgraving til opprinnelig høydenivå ikke vil tilfredsstille nåværende krav til sikkerhet (dvs. beregnet skråningsstabilitet).

I tillegg vil et 500 meters parti oppstrøms bekkelukkingen heves og steinsettes (erosjonssikres), for å hindre erosjonsutløste utglidninger (med potensiell påfølgende retrogressiv skredutvikling). Midtpartiet av ravinen oppstrøms bekkelukkingen skal steinsettes, mens løsmasser fra utgraving av bekken vil legges ut i fyllinger til side for bekken, og vil således virke stabilitetsforbedrende for sideskråningene.

Traktorveien fra Skjennum gård, som krysser dagens bekkelukking, skal opprettholdes ved å bygge en kulvert for bekken, med traktorveien oppå. I tillegg må et 50 meters parti med eksisterende rør til vanningssystem, som krysser det planlagte nye bekkeleiet, legges om. En oversikt over sikringstiltaket er vist i Figur 4-2. Beskrivelse av tiltaket og henvisninger til tegninger er gitt i kap. 5.



Figur 4-1 Venstre: Flyfoto (fra 1953): Utløpet av Skjennumbekken ut i Leira (lengst til venstre (vest) i flyfotoet). Høyre: Flyfoto (fra 2022): Enden av ravinen er rørlagt og omgjort til dyrket mark. (Hentet fra Norgebilder.no)



Figur 4-2 Avgrensning av prosjektert tiltak, inkl. arealer for midlertidig mellomlagring. Eksisterende infrastruktur i grunnen og høyspent (nordvest) er også markert.

4.2 Beskrivelse av sikringsobjekt

Overordnet skal tiltaket sikre gården ved Nordre Vestby mot skred utløst langs partiet som skal sikres, i tillegg til å sikre arealer med jordbruk og skogsbruk nord og sør for ravinen.

4.3 Problemstilling

Skred utløst av hurtig vannivåsenkning (eng. «rapid drawdown») er et velkjent fenomen: Fenomenet er hyppig forekommende ifm. regulering av vannmagasiner hvor hurtig nedtapping kan forekomme, ref. /16/, samtidig som rask senkning av vannstand etter langvarige naturlige flommer også forårsaker naturlig utløste skred, ref. /17/.

Bekken har et stort nedbørsfelt oppstrøms prosjektområdet, og føres til slutt i rør/bekkelukking ut i elven Leira. Det eksisterende rørets diameter er 60 cm, og røret er vesentlig underdimensjonert mot flom. Flomhendelser med oppstuvning oppstrøms bekkelukkingen og påfølgende oversvømmelse av ravedalen inntreffer derfor hyppig (typisk årlig), og med varierende vanndybder i det oversvømte området og vekslende varighet (naturlige variasjoner). Disse flomhendelsene kan, avhengig av hendelsesforløpet, medføre en svært ugunstig stabilitetstilstand: Ved (1) vedvarende oversvømmelse etterfulgt av (2) hurtig nedtapping vil tilstøtende skråninger få en vesentlig redusert stabilitet (avhengig av flomdybde og tidsforløp (punkt 1-2 over)), se også kap. 7.2. Det potensielle høydenivået på en flom er styrt av oppfyllingen i den opprinnelige ravinen ved bekkelukkingens innløp som utgjør en omtrentlig 5 meter høy terskel over bunnen av ravinen. Klimaprognoser indikerer at vannføringen vil øke vesentlig i fremtiden og at flomhendelser vil opptre både hyppigere og vil være kraftigere.

Løsningen for å unngå uønskede flomhendelser (som potensielt kan utløse skred) er å øke vannføringsskapasiteten på vannveien, enten ved legging av nye rør med større kapasitet, eller ved å gjenåpne bekken. Begge metoder er vurdert mht. gjennomførbarhet (styrt av geotekniske forutsetninger) og økonomi. Bekkeåpning er estimert å være beste økonomiske alternativ, og vil også gi størst kapasitetsøkning og binde ravinesystemet oppstrøms sammen med Leira (mtp. eventuelle akvatiske dyr osv.). Valget av trasé for åpning av bekken er basert på følgende:

- (1) Det etterstrebes å følge opprinnelig ravine.
- (2) Bekkeåpningen plasseres slik at den ikke kolliderer med eksisterende senkningsanlegg som ligger i den opprinnelige ravinen, men ledes bort fra denne.
- (3) Det er forsøkt å modellere liten helning på bekken for å redusere behovet for erosjonssikring.
- (4) Utløpet i Leira er plassert gunstigst mulig mht. erosjon nedstrøms.
- (5) Det er forsøkt å bevare mest mulig jordbruksareal.

Inntil kapasiteten er økt, må dagens rørinntak holdes åpent/renskes for å unngå redusert kapasitet til bekkelukkingen.

4.4 Områdestabilitet (skredfare)

Dette kapitlet oppsummerer kort vurderinger av områdestabiliteten (dvs. av skredfare) 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 hvor skredfare vurderes å være høy og som slik bidrar til høy risiko. På denne måten er det påvist områder hvor NGI har anbefalt kommunen å prioritere sikring.

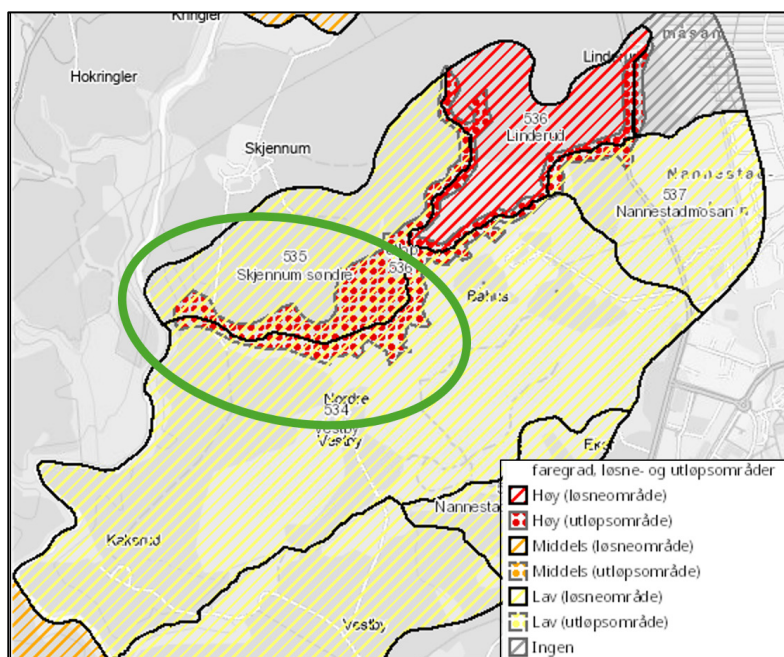
En «fullstendig» faresoneutredning er ikke påkrevet i prosjektet (krav oppgitt i kap. 3.3), da det ikke er planlagt tiltak som utløser krav til slik utredning. Eksisterende faresoner på Romerike revideres for tiden i regi av NVE gjennom forenklede soneutredninger (ref. [link](#)). En fullstendig faresonekartlegging er derfor ikke gjort i prosjektet, men deler av vurderingene overlapper.

4.4.1 Vurderinger

Vestre del av Skjennumbekken ligger i de eksisterende kvikkleirefaresone «534 Vestby» og «535 Skjennum søndre» (Figur 4-3) som ble etablert i 2004 /18/ etter oppdeling av den tidligere faresonen Kjønsstad (1984, /19-/20/).

Gården Nordre Vestby ligger på toppen av en ravinerygg sør for Skjennumbekken. Sør og nord for ravinen er det jordbruksarealer hvor landskapet er vesentlig arrondert, mens østover er ravinelandskapet uten vesentlige terrenginngrep, se Figur 4-5. Skråninger langs partiet som skal sikres har høyder oppimot ca. 35 meter fra bekken, med varierende helning: mellom 1:1.5 til 1:5.

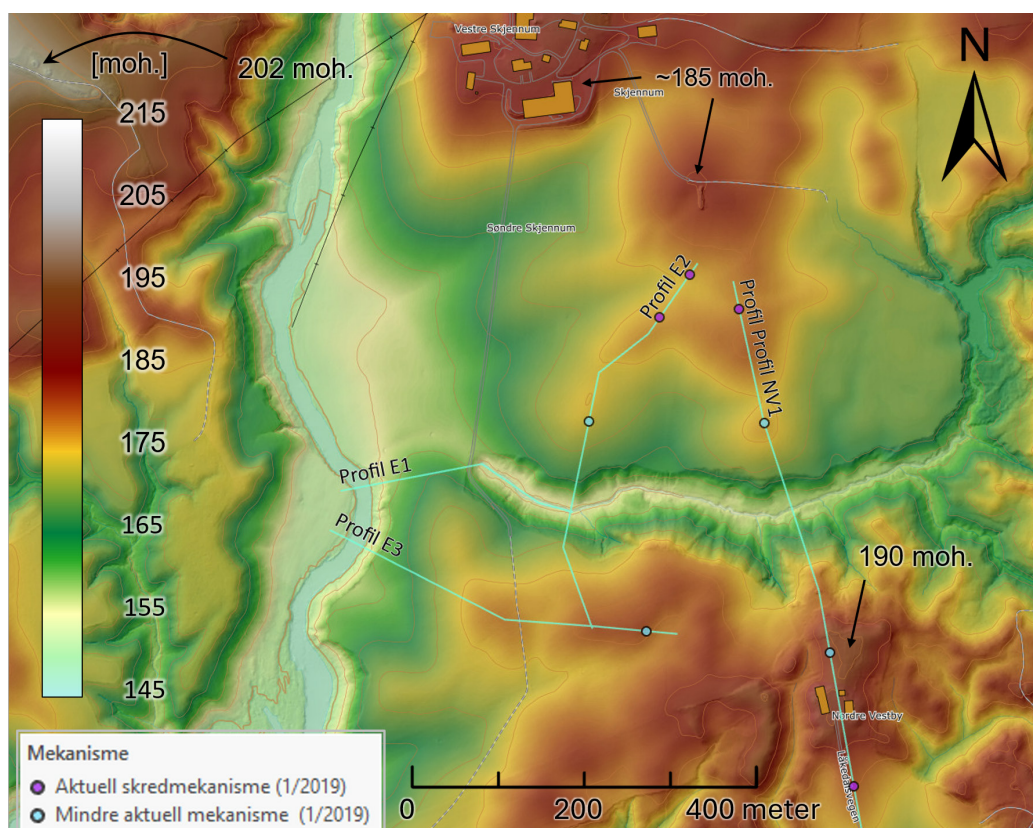
Det er generelt lite fall på Skjennumbekken langs partiet som skal sikres (~1%), og pågående erosjon som ble observert ved befaring 2024-04-03 kunne klassifiseres som «litt», og stedvis «noe» etter NVEs eksterne veileder 9/2020 /14/, se Figur 4-6. Imidlertid vil trevelt o.l. som havner i bekken kunne lede vann inn i skråningsfot. Med tidvis stor vannføring medfører dette et økt erosjonspotensiale med undergraving av skråninger og potensielle utglidninger, se Figur 4-4. Erosjonen er klassifisert som "noe" til "kraftig" de 50-100 meterne oppstrøms det planlagt sikrede partiet, helt opp til overkant av skred-såret fra 2012.



Figur 4-3 Delområdet Skjennumbekken vest med gården Nordre Vestby (grønn markering) ligger i de eksisterende faresone «534 Vestby» og «535 Skjennum søndre».



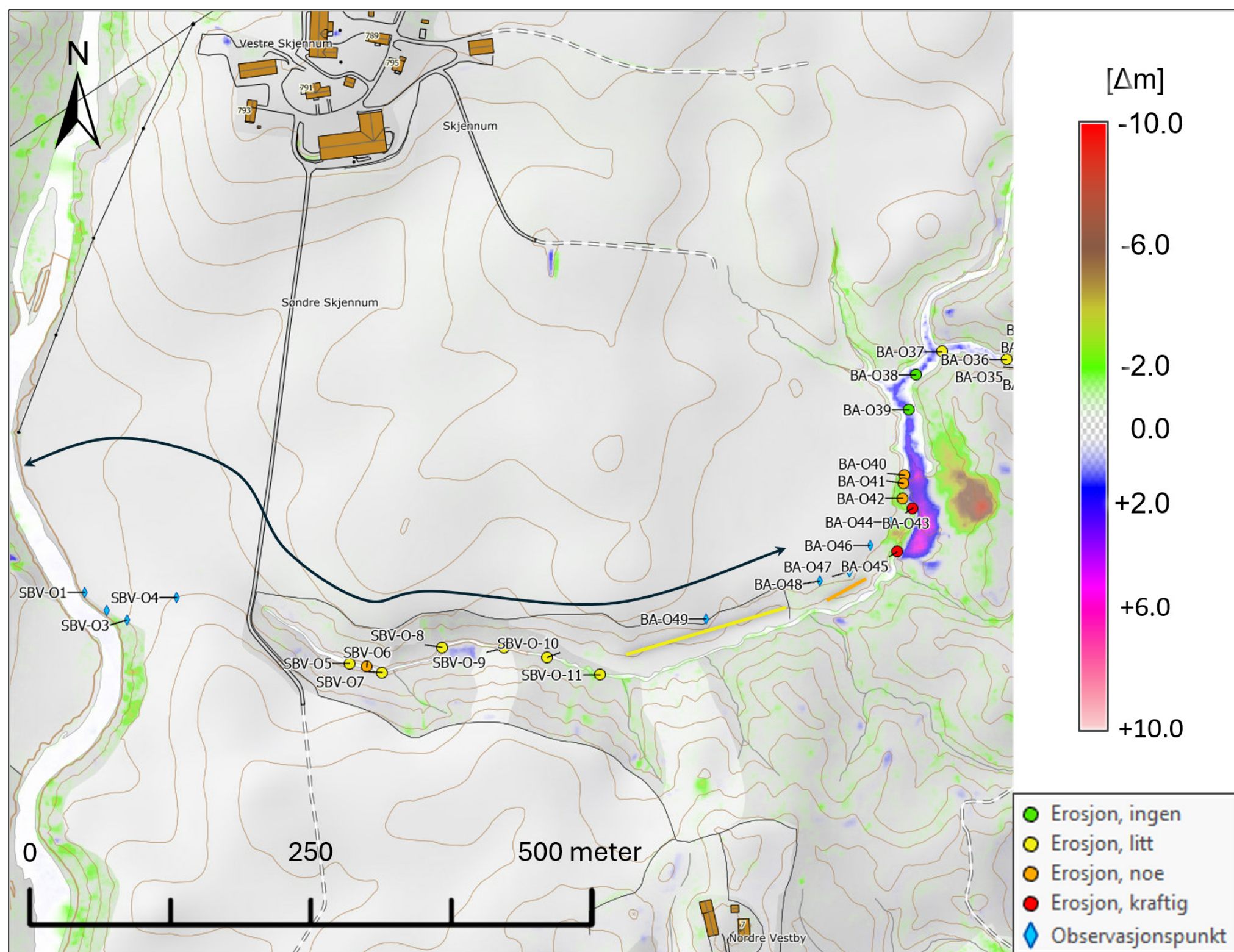
Figur 4-4 Observasjon ved befaring 2024-04-03: Hindringer i bekkeløpet leder bekkevannet inn mot skråningsfot. Erosjonen vist på bildet er ca. 1.5 meter sideveis og 0.5 meter dyp under det frosne vegetasjonsdekket. Erosjonspotensialet er stort, selv om det er lavt fall på bekken (<1%).



Figur 4-5 Høydenivå ved prosjektområdet vist med fargegradient. Terrenget faller generelt mot elva Leira i vest. Kartet viser også plassering av profiler for vurdering av potensielle løsneområder og punkter som viser estimert bakkant av teoretiske løsenområder, vurdert etter kriterier i 1/2019 /15/. Profil E1-E3 ble vurdert ifm. rapport 20210599-04-R /4/ mens profil NV1 er nytt. Avhengig av antatt bruddmekanisme (rotasjonsbrudd/retrogressiv skred) varierer antatt utstrekning av løsneområder i de viste profilene fra rundt 100 til 330 meter fra bekkennivå.

Første prioritet for sikringen er å forhindre at flommer medfører skredutløsning (kap. 4.3). Derneft er det planlagt å bygge erosjonssikring og stabiliserende fyllinger fra bekkemøtet der to større ravinesystem møtes (bekken fra skredsåret i nordøst, og bekket fra ravinelandskapet i øst/sørøst) og ned til bekkelukkings innløp. Omfanget på fyllingen er tilpasset med hensyn til (1) massebalansen i prosjektet og (2) kontroll av bekkennivå og -helling. Samtidig er utstrekningen (lengden) på fyllingens tilpasset (3) at ev. skredutvikling på tvers av ravinedaler inntreffer sjeldent (men kan ikke utelukkes av den grunn). Ravinedalen sørøst for sikringen er 20 meter dyp.

Tidligere, basert på tilgjengelige grunnundersøkellesdata i 2023 var NGIs vurdering at også Skjennum gård var utsatt for potensielle skred utløst langs det planlagt sikrede partiet. I løpet av prosjekteringsfasen er det utført grunnundersøkelser /5/ som viser at utstrekning av ev. løsneområde mot Skjennum gård fra sikringspartiet ikke vil kunne strekke seg til gården ifølge kriterier i NVEs veileder 1/2019, se tegning SBV-P-NV1 og Figur 4-5.



Figur 4-6 Kart med endring av terrengnivå i perioden 2010-2020 (vist med delvis gjennomsliktig fargegradient), samt klassifisering av erosjon ved punkter langs Skjennumbekken. Erosjonen er hovedsakelig «litt» langs partiet som skal sikres (markert med svart pil), men stedvis «noe». Ved punkt BA-O39, et stykke oppstrøms, 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 øst (2012), samt undergraving og sig langs med elven Leira (i vest). All tilsynelatende terrengheving (markert med blått) i ravinelandskapet skyldes i hovedsak at terrengmodellen som ble målt inn i 2010 er meget grov; tilsvarende er det noe usikkerhet om terrengsenking (i grønt) skyldes grov terrengmodell (2010) eller reelle utglidninger og sig.

I forbindelse med søknad til NVE for tilskudd til sikringstiltaket er det utført en lokal faregradsklassifisering for det spesifikke skråningspartiet som skal sikres, se **vedlegg C**. Estimert faregrad lokalt for skråningspartiet i sør er funnet å være «middels», med 23 (av 51 mulige) poeng. Etter ferdigstilt sikringstiltak forventes poengsummen å reduseres til 17, og faregraden lokalt for dette spesifikke partiet vil endres til «lav».

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, og med faregradsvurdering basert på det mest kritiske snitt innenfor faresonen.

4.5 Overordnet om grunnforhold

Prosjektområdet ligger i et område med marine avsetninger, i hovedsak leire, med generelt stor mektighet: dybden til berg varierer mellom 10 m (borpunkt SBV-1) og mer enn 40 m (boring 6 i ref. /20/, angitt som NG94-6 i tegning SBV-PL2-PoGU). Ved enkelte borpunkter er løsmassene vesentlig lagdelt med innslag av silt, sand og grus. De fleste boringene som er utført i området er stanset i faste masser. Totalsondering er utført i to punkter: SBV-1 og -2 viser at de faste påtrufne massene består av et morenelag, enten rett over berg, eller med underliggende leire over et nytt morenelag over berg.

Undersøkelser i det gjenfylte ravinepartiet viser at ravinen ble fylt igjen med forvitret leire/tørreskorpeleire, altså stedlige masser. Flere av boringene på jordene viser et tykt lag med tørreskorpeleire, varierende mellom 3.5 til 9 meter over underliggende uforvitret leire med høy skjærfasthet (s_u) (60-125 kPa, lokalt nedmot 45 kPa). Boringen SBV-1, som ble utført i selve ravinen som skal sikres, viste derimot liten tykkelse av tørreskorpeleire (<1 m), og leire med intakt skjærfasthet i overgangen mellom lav og middels høy skjærfasthet (s_u) (estimert til mellom 35 og 55 kPa).

Omrørt skjærfasthet ($s_{u,r}$) er stedvis meget høy, og leira lite sensitiv, men det er også innslag av sensitiv leire/sprøbruddmateriale:

- Ved SBV-4 er $s_{u,r} \geq 15$ kPa ned til 10 meters dybde, videre ned mot 15 meters dybde avtar imidlertid $s_{u,r}$ ned til 0.5 kPa, som vil si at leiren klassifiseres som sprøbruddmateriale (SBM) ⁵.
- I gjenfylt ravine er omrørt skjærfasthet $s_{u,r} \geq 20$ kPa ned til 6 meters dybde.
- I området ved bekkelukkingen er det forventet $s_{u,r} \approx 5$ kPa ned til 147 moh., med indikasjon på SBM ved større dybde. Dvs. at overgang til SBM er forventet ved 5 meters dybde under bunn av ravedalen.

I ravedalen ved borpunkt SBV-1 er situasjonen annerledes, der er leiren meget sensitiv med generelt lav omrørt skjærfasthet, betegnet som sprøbruddmateriale fra 2 meters dybde og dypere (inkl. noe kvikkleire).

⁵ Grenseverdi for sprøbruddmateriale er lik $s_{u,r} \leq 1.27$, og for kvikkleire lik $s_{u,r} \leq 0.33$, iht. ISO 17892-6 /21/.

Høy sensitivitet og lav omrørt skjærfasthet innebærer at man må unngå degradering av underlaget ved anleggstrafikk, samt at man må begrense bearbeiding av terrengoverflate/graveplanum i størst mulig grad. Etablering av anleggsveier (vha. duk og masser) er et eksempel på egnet forebyggende tiltak. Dette er særlig aktuelt langs ravinen og i overgangen til gjenfylt ravine.

Laveste målte intakte skjærfasthet ($s_{u,A}$) er 35 kPa (SBV-1), basert på trykksonderinger, dvs. uforstyrret leire karakteriseres som middels fast (/3/, /5/).

5 Anleggsbeskrivelse

Tiltaket er kort beskrevet i kap. 4.1. Overordnet skal man grave et nytt bekkeleie (gjenåpne eksisterende bekkelukking), heve nivået på ravinen ovenfor nåværende bekkelukking og erosjonssikre bekken. Hovedaktivitetene omfatter:

- Utgraving av 250 meter bekk (nåværende lukket parti)
- Utlegging av 550 meter motfylling
- 800 meter erosjonssikring
- Konstruksjon av kulvert og ramper for kryssing av bekken for traktorvei, inklusive reetablering av traktorveien
- Omlegging av vannrør (se kap. 5.8)

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

I tillegg til de overordnede aktivitetene (utgraving, oppfylling og erosjonssikring), vil anbudsgrunnlaget omfatte 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 vil generelle poster inngå, som rigg, prosjektadministrasjon, innmåling, dokumentasjon osv.

Grunnlaget for dimensjonering av tiltakene (stabilitetsberegninger mv). er kort presentert i kap. 0-9, detaljer er presentert i vedlegg B.

Forøvrig bemerkes det at entreprenøren som skal utføre arbeidet må ha tilstrekkelig kompetanse om ivaretagelse av matjord (/24/-/25/) og nødvendige ansvarsretter.

5.1 Geometri og materialer

5.1.1 Geometri

Geometri på prosjektert tiltak er vist i følgende tegninger:

- Plantegningene SBV-PL6-AT tom. SBV-PL10-AT,
- Tverrsnitt av oppfyllingens senterlinje i tegning SBV-TV-S1, og
- Tverrsnitt normalt på oppfyllingens senterlinje i tegning SBV-TV-LM20–140 tom. SBV-TV-LM625–800.

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 modellen starter ved ca. LM 25 i referansesystemet 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 9-1.
- Erosjonssikring av skuldre på bekkeløp/sprengsteinfylling: Grunnet delvis bratte sidekanter, skal samfengt sprengstein i sidene av kanalen ha steinstørrelse halvannen ganger større enn oppfyllingen forøvrig, dvs. $D_{\text{sideplastring}} = 1.5 \times D$ (se kap. 9.1).
- Kvalitetsmasser til fundament og omfylling av kulvert/ramper, herunder frostsikringslag (T1-masser, inndelt i 3 kategorier (se vedlegg B)) og dremsmasser/-avrettingslag, i tillegg til isolasjonsplater.

Stedlige masser:

- Disse massene hentes fra utgravingen langs nåværende bekkelukking. I hovedsak antas gravemasser å være tørrskorpeleire med innslag av silt- og sand. Det antas at det stedvis vil også kunne være uforvitret leire med lav sensitivitet.
- Dersom det påtreffes sensitive masser skal byggeleder kontaktes.

5.2 Estimerte mengder for tiltak (arealer og volum)

Et overordnet mengdeestimat for 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).

Tabell 5-1 Overslagsmessige mengder for hovedarbeider i sikringsprosjektet.

Aktivitet	Lengde [m]	Areal [m ²] ¹	Volum (pf/pa) [m ³] ²
Anleggsveier og utbedring av traktorvei ³	500-1000		
Vegetasjonsrydding		5 000 - 8 000	
Utgraving, fase 1 ⁴	200	5 050 - 5 200	6900 - 7750
Utgraving, fase 2 (inkl. volum fra fase 1) ⁴	250	5 550 - 5 700	10 050 - 10 900
Tilbakefylling, utgraving ⁴	250	1 800	2 300 - 3 150
Oppfylling, sprengstein langs utgravd parti	250	1 750	850
Oppfylling, oppstrøms innløpet til bekkelukking	550	12 750	12 750
- Hvorav samfengt sprengstein		1 100	5 000
- Hvorav stedlige masser		11 650	7 750
Følgende mengder omfatter ikke «arbeider», men er relevante nøkkeltall:			
Utgravd bekkeløp, etter tilbakelegging av masser	250	3 900	
Disponibelt areal/volum for mellomlagring		9 500	12 000
Overskudd stedlige masser (+) ^{4,5}			600-900
¹ Areal i horisontalplanet. ² pf = p rosjekterte f aste masser (som skal graves ut), pa = p rosjekterte a nbrakte masser. ³ Anslått behov for anleggsvei (øvre anslag omfatter vei parallelt med oppfylling i ravinen). ⁴ Avhengig av om søndre terrasse graves ut eller ei. ⁵ Eventuelle overskuddsmasser kan legges ut i ravinen oppstrøms bekkelukkingen som ekstra motfylling.			

I tillegg til mengdene listet opp over, omfatter tiltaket:

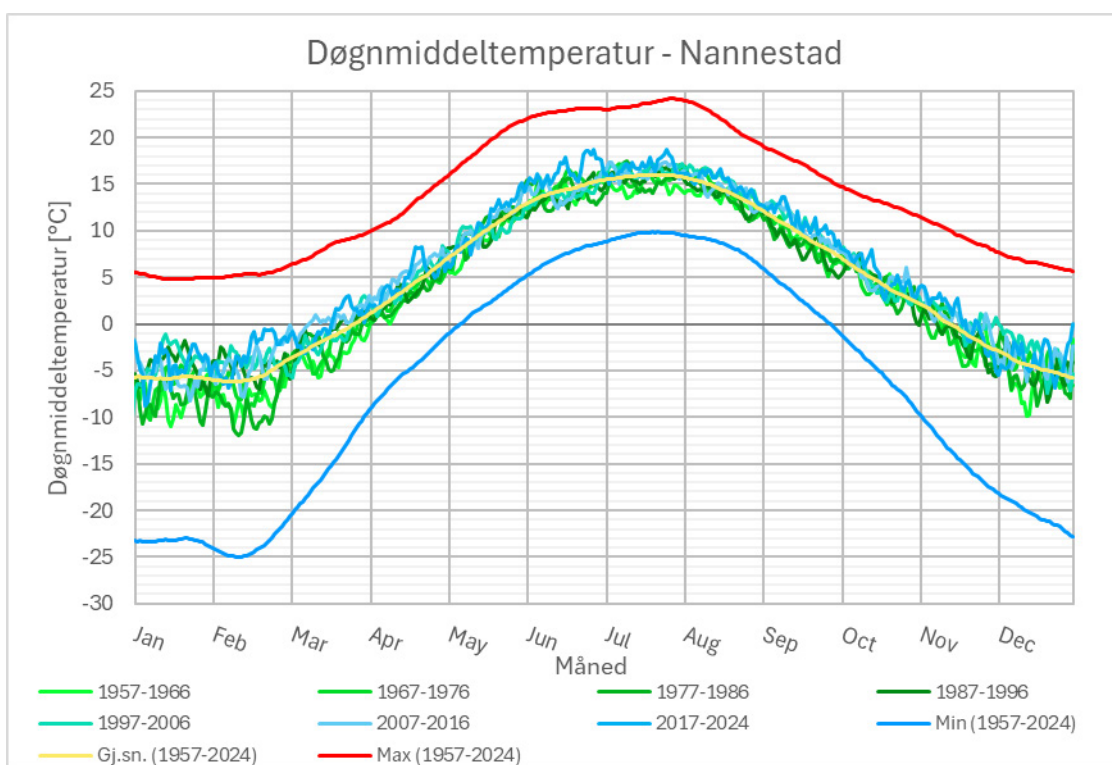
- Støping av kulvert, eller utplassering av kulvertelementer, med tilhørende frostsikringslag.
- Dersom frostsikring til side for kulvert i hovedsak omfatter masseskifting anslås mengder tilkjørte telesikre T1-masser rundt 300-700 m³ avhengig av utforming.
- Reetablering av traktorvei som krysser ny kulvert.
- Omlegging av vannrør.

Detaljer angående kulverten og frostsikring gis i kap. 5.7, og for vannrør i kap. 5.8.

5.3 Anleggsperiode

Anleggsarbeidene planlegges utført i vinterhalvåret for mest gunstige arbeidsforhold, mtp. kjøring av anleggsmaskiner på dyrket mark og i terrenget, samt av hensyn til naturen (utenfor hekketiden, mm.). Basert på Meteorologisk institutts (MET) interpolerte værdatasett for Norge er historisk temperaturdata ved Teigebyen som vist i Figur 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 gjennom de siste 70 årene, er hhv. 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) (værdedata 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 til at utførelsen av sikringstiltaket blir inndelt i ulike faser, hvor det tilrettelegges for etablering av anleggsveier som er hensiktsmessige under de ulike fasene. Aktuelle veier er vist i tegning SBV-PL5-AV. En hel del av anleggsarbeidet skal foregå på dyrket mark, og det er viktig å skåne jorden i størst mulig grad gjennom etablering av egnede anleggsveier.

Foreslåtte tilkomstveier er vurdert mht. stabilitet og bæreevne.

Det er ikke gjort vurderinger av trafikale løsninger for anleggstrafikk forbi/rundt Skjennum gård. Riggområde er ikke fastsatt, og dermed heller ikke eventuelle tilhørende tilkomstveier. Disse aspektene må planlegges og avtales med berørte grunneiere.

5.4.1 Forutsetninger

Ettersom detaljprosjekteringen utføres før entreprenør er kontrahert, er det ikke avklart hvilke typer maskiner som vil benyttes. Det er i beregninger mm. derfor tatt utgangspunkt i tunge anleggsmaskiner: hhv. gravemaskin med 30 tonns driftsvekt og dumper med 23 tonns driftsvekt (ca. 50 tonn fullastet). 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 uansett avklares før igangsettelse.

Med tanke på valg av maskiner for oppdraget kan det nevnes at det er god arbeidsbredde i ravinen som skal fylles opp, med en eksisterende traktorvei (av varierende kvalitet) som går parallelt med bekken helt opp til øvre ende av planlagt oppfylling, se Figur 5-2. Toppdekket langs traktorveien består av moldjord, tørrskorpeleire og stedvis av myr. Underliggende lag består av middels fast sensitiv leire.



Figur 5-2 Det går en traktorvei langs ravinebekken. Underlaget er stedvis ganske bløtt. Bekken er ca. 1-1.5 meter bred langs strekningen vist på begge bilder.

5.4.2 Utforming

Der anleggsvei legges over dyrket jord skal det alltid gjøres tiltak for å fordele lastene over større areal og skåne underliggende jord. Tilleggslasten på underjord (B-lag) må ikke overstige 50 kPa⁶, det innebærer at det kan være nødvendig å grave til side en del jord før utlegging av anleggsvei.

Som nevnt i kap. 5.3 er arbeidene planlagt utført i perioden oktober – april. Da forventes det at det normalt vil være tørt i grunnen, hvilket vil øke jordens bæreevne betydelig. I tillegg vil det kunne legges seg et snødekke som bidrar til å fordele laster utover større arealer i grunnen. Ved slike optimale forhold vil det være mindre behov for anleggsvei. Det må likevel forutsettes at det i perioder kan være plussgrader med vedvarende og/eller kraftig nedbør i form av regn, inkludert eventuell snøsmelting under arbeidene. Det må derfor etableres anleggsveier som kan brukes også under slike forhold.

Det finnes flere alternative måter å utforme anleggsveier på. Hensikten med å bygge anleggsveier er at marktrykket fra anleggsmaskinene skal fordeles over større arealer, samt at underlaget av leirmasser ikke skal forstyrres gjennom kontakt med belter og hjul. Dermed motvirker man degradering av underlaget, slik at framkommeligheten sikres under hele anleggsperioden. I tillegg forhindrer man lokale brudd under anleggs-maskinene. Anleggsveiene er tenkt som midlertidige og skal legges ut slik at man på en hensiktsmessig måte kan fjerne anleggsveier ved avslutningen av arbeidene. Foreslått oppbygning av vei (0.5-0.6 meters høyde, ref. vedlegg B, kap. B2) er som følger:

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

** Ifølge NorGeoSpec vedlegg B /26/ skal fiberduk-klasse 2 være tilstrekkelig. Dersom det er arealer hvor det lokalt er lavere fasthet i jorden (myr/bløt og meget bløt leire, $s_u \leq 25$ kPa), bør det benyttes klasse 3.*

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

- A) Rydding av vegetasjon (se kap. 5.9).
- B) Eventuell fortanning (både mht. tverrfall og fall i lengderetning), aktuelt for helninger brattere enn 1:3 (18°).

⁶ Det er til NGIs kjennskap ingen omforente krav til «maksimale tilleggslasten» på B-lag eller kriterier for å bestemme av dette. Som referanse er maksimal tillatt tilleggslast på matjord 50 kPa i Bane NORs prosjekt InterCity Sandbukta-Moss-Såstad. /27/

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 anlegging av vei. 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. Det er opp til entreprenør hvilke løsninger som velges, imidlertid skal marktrykket av vei- og maskinlaster ikke overstige jordens bæreevne (estimert til $q_{dim} = 90$ kPa, ref. vedlegg B, kap. B2), og på dyrket mark må anleggsvei inkludert trafikklaster ikke gi en tilleggsbelastning på underjord (B-lag) som overstiger 50 kPa.

5.4.3 Traséer

I tegning SBV-PL5-AV er det skissert aktuelle traseer for anleggsveier.

For anleggsvei opp til øvre (østlig) ende av oppfyllingen kan anleggsvei fortrinnsvis anlegges ved å legge ut sprengstein i bekkeløpet, og fortløpende ta i bruk oppfyllingen som anleggsvei. Eventuelt kan traktorveien som går parallelt med bekken benyttes, med forsterkning etter behov.

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) Under fase 2-3 av utgravingen, inntil kulverten og rampene er etablert, må anleggs-trafikk sør for utgravingen ha en minste avstand på 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se markering i SBV-PL5-AV.

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

5.4.5 Annet

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

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

5.5 Oppfylling i ravine

5.5.1 Rekkefølgebestemmelser

Oppfylling skal foregå etter beskrivelse i tegning SBV-TV-AT1, -TV-AT2, -PL6-AT og PL7-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.

5.5.1.1 Oppstart:

- 1) Først skal det legges ut anleggsvei oppover ravinen oppstrøms bekkelukkingen (LM555) til østlig ende av oppfyllingen (LM20).
 - a) Det kan bygges anleggsvei innover ravinen ved å legge ut sprengstein i bekkeløpet og benytte denne oppfyllingen som anleggsvei.
 - i) Sprengsteinfyllingen bør legges ut med en gradvis heving av bekken mot øst.
 - ii) Oppdemming av vann oppstrøms fyllingen bør minimeres (<0.5 m).
 - iii) Oppfylling og heving av bekken til prosjektert nivå gjøres på senere stadium.
 - iv) Se punkt 6) for detaljer om utførelse av oppfylling.
 - b) Det er en eksisterende traktorvei med varierende kvalitet langs bekken oppover deler av ravinen som også kan benyttes, men stedvis vil denne veien sannsynligvis kreve forsterking for å kunne brukes til anleggstrafikk.
- 2) Når det er opprettet anleggsvei til østlig ende av prosjektområdet, kan utgravningen nedstrøms bekkelukkingen starte. Se kap. 5.6 og tegning SBV-PL8-AT tom. PL10-AT.

5.5.1.2 Før utlegging av masser i sidefyllinger, eller eventuelt parallelt med utlegging av masser:

- 3) «Anleggsarealer» (dvs. prosjekterte flater) må ryddes for vegetasjon. Hogst, stubber, døde trær mm. legges i ranker til sidene for anleggsarealet.
- 4) Organisk jord skal skaves av og tas vare på. Dette foregår seksjonsvis (inntil 15 meter i lengderetningen) etter følgende beskrivelse: I forkant av avskrapingen skal tykkelsen på moldjord over mineraljord ⁷ undersøkes ved stikkprøver.
 - a) Dersom tykkelsen av moldjord over mineraljord er mindre enn ca. 20 cm skal all moldjorden avskrapes.
 - b) Ved større tykkelser skal det avskrapes ca. 20 cm moldjord.
- 5) Avskrapet moldjord legges i ranker utenfor "anleggsarealet", med en maksimal helning på 1:2, maks tykkelse på 0.5 m, og ikke høyere enn 3 meter opp i skråningene, se tegning SBV-TV-AT1. I partier der kriteriene ikke kan innfris, må massene flyttes og mellomlagres annensteds (ved angitte områder, eller etter avtale).

5.5.1.3 Utlegging av masser:

- 6) Det skal legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet: Dimensjonerende steinstørrelse (D) varierer langs oppfyllingen, se Tabell 9-1 og Figur 9-1. Utlagte masser

⁷ Mineraljord omfatter jordarter med lavt organisk innhold (dvs. leire, silt og sand).

bør kunne benyttes som anleggsvei. Utlegging av sprengstein kan utføres parallelt med punkt 3) tom. 5) over.

- a) Vannet må ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp, ettersom dette medfører at bekken vil kunne grave i sideskråninger under anleggsarbeidet.
 - b) Ved starten av oppfyllingen skal det over et 15 meters parti etableres erosjonssikring med nedgrunnet stein (se tegning SBV-PL7-AT).
- 7) Prosedyre ved utlegging av masser til side for bekkeløp avhenger av avdekket underlag (planum) eller ev. vanntilsig (se punkt 4)):
- 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. Stedlige masser legges så over dette igjen, se SBV-TV-AT1.
 - i) Ved langstrakte partier kan det legges strenger av drenerende materiale med tverrsnitt på 1 x 0.5 m ned mot bekken, men det må da også lages tverrgående samlestrenger i overkant av fyllingen for å samle utstrømmende vann.
 - b) Dersom eksponert planum består av kohesjonsmateriale (finkornig jord: leire og silt) legges de stedlige utgravde massene ut direkte på grunnen.
 - c) Utlagte masser skal lagvis kompakteres slik at sprekker og hulrom i oppfyllingen unngås. For overfart med doser behøves minst 4 passeringer for maksimalt halv-meter tykke lag. Andre metoder kan benyttes, men lagtykkelsen må da tilpasses, se kap. 2.2.4 i SVVs V221 /28/.
- 8) Når oppfyllingen er utført til prosjektert nivå, skal moldjord legges utover sidefyllingene. Moldjorden skal være "rufsete" eller "uordnet", dvs. ikke pakket eller dandert. Ev. døde trær, hogst mm. kan deretter legges over moldjorden.
- 9) Dersom bekken etter utlegging av masser ikke renner i dagen, men gjennom fyllingen må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen. Se tegning SBV-TV-AT2.

OBS: Ettersom tykkelsen på fyllingen er stor, er det hensiktsmessig at man fortløpende holder tilsyn med fyllingens «oppførsel», ettersom det vil være enklere å etablere tetteribber fortløpende/etappevis, enn å gjøre det i etterkant, se punkt (9c-i).

- a) Tetteribber etableres ved å grave bort drenerende fyllmasser over en kort seksjon (1-2 meters bredde, på tvers av senterlinjen). Dvs. det skal graves helt ned til opprinnelig bekkenivå/terrengnivå. Sideveis utstrekning på tetteribbene må være tilstrekkelig til at vannet ikke går rundt, men over, tetteribbene.
- b) Etter utgraving gjenfyller man seksjonen med tette masser (f.eks. finkornig jord).
 - i) Underkant av tetteribbene må erosjonssikres enten i forkant eller underveis av oppfylling av tettemassene, samt at toppen av tetteribbene erosjonssikres til slutt. Erosjonssikring utføres med grov stein: $D_{50,ribber} = 2 \times D_{50}$ (se kap. 9.1).
- c) Fortrinnsvis bør tetteribbene etableres per 30 cm fall på fyllingen, dvs. per 20 meter ved 1.5% fall, per 30 meter ved 1.0% fall, per 60 meter ved 0.5% fall etc. Eventuelt kan man tilpasse avstanden dersom man etablerer tetteribbene til slutt:

- i) Dersom etablering av tetteribber gjøres i senere stadier av oppfyllingen og utføres nedenfra og oppstrøms vil man kunne tilpasse avstanden mellom tetteribbene enkeltvis.

Snø, is og teleklumper i massene må unngås ved utlegging av motfylling, se toleranser i kap. 5.5.4.

- 10) Når utgravingen og etableringen av kulverten er ferdig (SBV-PL10-AT), kan oppfyllingen fullføres. Løsning for eksisterende rør (bekkelukking) er ikke avklart per tid, men det kan enten (a) lukkes eller (b) det kan etableres en "terskel" rundt innløpet. For begge løsningene er det viktig at vannet går i bekken ved normal vannføring og ikke via røret. Løsningsvalg diskuteres med oppdragsgiver, geotekniker og grunneier.

Detaljer vedrørende vegetasjonsrydding er beskrevet i kap. 5.9.

5.5.2 Restriksjoner/føringer

- * Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veioverbygning. Veioverbygning skal skåne underliggende jord for slitasje og kompaktering.
- ** Det skal ikke graves i skråningsfot utover begrenset avskraping av moldjord etter kriteriene under punkt 4) i listen over.
- *** Vann i bekken skal ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp under arbeidet, ettersom dette medfører at sideskråninger vil kunne undergraves.

5.5.3 Merknader

Under anleggsarbeidet skal vannet i Skjennumbekken renne gjennom eksisterende rørsystem. Det innebærer at man ikke må blokkere eller skade rørsystemet (kum/inntak mm.) under arbeidet.

Dersom ravinen demmes opp og vannivået overstiger innløpet med 2 meter under anleggsarbeidet, bør det pumpes vann over terskelen (traktorveien) og videre over jordet, se kap. 4.3 for forklaring.

5.5.4 Toleranser

Etter ferdigstilling vil fyllingen 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 i fyllingen. 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: +25 cm over og -15 cm under prosjektert nivå.
- Steinfylling: +8 cm over og -8 cm under prosjektert nivå.

Det er viktig at tverrsnittsarealet på bekken ivaretas, og at det ikke stedvis blir innsnevring som resulterer i at vann ledes over skuldrene på bekkeløpet.

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.

5.6 Utgraving

5.6.1 Rekkefølgebestemmelser

Utgraving skal foregå etter beskrivelse i tegning SBV-PL8-AT tom. -PL10-AT, gjengitt under med noen supplerende merknader (*med grønn skrift*).

- 0) Først skal det legges ut anleggsvei oppover ravinen oppstrøms bekkelukkingen til østlig ende av prosjektområdet. Se kap. 5.5 eller tegning SBV-PL6-AT og -PL7-AT.

5.6.1.1 Utgraving, fase 1 - Utgraving til terrassenivå

Utgravingen skal være terrassert, der terrassenivået vil kunne fungere som arbeidsplattform/anleggsvei (se tegning SBV-PL9-AT). Utgravingen bør starte fra bunn (vestlig ende) slik at man kontrollert kan lede bort avrenning under arbeidet:

- 1) For å kunne igangsette arbeidene er det nødvendig å etablere en anleggsvei ned til enden, se også punkt 3). Anleggsvei skal legges minst 2 meter fra overkant av utgraving. ^{*8}
- 2) Ved utgraving av masser skal O- og A-sjiktet (matjordlaget, ~ 20-30 cm) skånsomt graves av og mellomlagres i egne ranker ved anvist mellomlagringsområde. Tilsvarende skal B-laget (mellomlaget, ~ 20-80 cm) også tas vare på i egne ranker. Vurdering av tykkelsen på de aktuelle sjiktene skal gjøres av fagkyndig underveis. Masser til oppfylling i ravinen oppstrøms bekkelukkingen skal transporteres direkte dit.
 - a) Detaljer om mellomlagring er gitt i kap. 5.10.
 - b) Avhengig av om det graves ut en terrasse i sør eller ei, se punkt 3)c), skal det tilbakelegges rundt 500-700 m³ O-/A-lag, 1100-1500 m³ B-lag, og 500-1000 m³ C-lag ved utgravingsområdet (*C-sjikt er «undergrunnslag av stedlige masser»*).
 - c) Overvann håndteres av entreprenøren (anlegging av ev. drengrofter mv.). Se også punkt 8)a) og tegning SBV-TV-AT3.
- 3) Nordre terrasse er tiltenkt som anleggsvei og arbeidsplattform i neste fase (se tegning SBV-PL9-AT), og det kan anlegges vei langs terrassen fortløpende under fase 1 i utgravingen.
 - a) Eventuelle utvidelser for møteplasser kan anlegges langs med veien. ^{**8}

⁸ Merknader markert med* og ** er beskrevet i kap. 5.6.3.

- b) Det kan etableres tilkomstveier ned til utgravingen, med følgende føringer: Langs søndre graveskråning mellom løpemeter LM560-635 skal det ikke etableres tilkomstveier til/fra grøften. Tilkomstvei til/fra grøften kan etableres langs hele nordre graveskråning. **8
- i) Helning på tilkomstveier kan være rundt 1:5-1:7. Merk at hensiktsmessig gravedybde kan variere for fase 1 og 2.
- c) Dersom nytteverdien av en arbeidsplattform langs søndre terrasse anses å være liten, er det heller ikke nødvendig å grave ut denne.

5.6.1.2 Utgraving, fase 2 – Utgraving til nedre gravenivå

Utgravingen skal være terrassert, der terrassenivå vil kunne fungere som arbeidsplattform/anleggsvei. Utgravingen for fase 2 bør starte fra bunnen (vestlig ende), slik at man kontrollert kan lede bort avrenning under arbeidet.

- 4) Under utgraving i fase 2 vil det fortløpende kunne legges ut sprengstein i det utgravde bekkeløpet. Laget vil da kunne benyttes som anleggsvei. Det må kontrolleres at tykkelsen på laget med erosjonssikring blir som prosjektert (se også dimensjonering i kap. 9.1).
 - a) Anleggsvei/arbeidsplattform vil også kunne fjernes fortløpende og jord kunne tilbakelegges på terrassene etter hvert som utgravingen fortsetter oppstrøms. Se punkt 6) og tegning SBV-TV-AT3.
 - b) Utgravde masser som skal til oppfyllingen i ravinen oppstrøms bekkelukkingen skal transporteres direkte dit.
 - c) Se også punkt 7) for detaljer om erosjonssikringen.
 - d) Overvann håndteres av entreprenøren (anlegging av ev. drengrofter mm.). Se også punkt 8)a).
- 5) Når det er gravd ned til nederste gravenivå, vil kulverten kunne ev. plasstøpes eller utplasseres (elementer), med underliggende avrettings- og isolasjonslag mm.
 - a) Ettersom entreprenøren står fritt til valg av kulvertløsning som innfrir funksjonskrav (se kap. 5.7), er det ikke detaljprosjektert en spesifikk kulvert, og plasseringen og utformingen vil dermed kunne tilpasses.

5.6.1.3 Utgraving, fase 3 - Ferdigstilling av bekk:

Plantegningen viser bekkeleiet når utgravingen er ferdig, og terrasser er gjenfylt: Angitt volum/gravedybde er for underkant av erosjonssikringslaget.

Ved ferdigstilling av utgravingen skal terrassene tilbakefylles:

- 6) Når terrassenivået skal tilbakefylles skal mest mulig dyrket mark tilbakeføres. Lagdelingen skal være tredelt: C-laget (dvs. undergrunnslag av uspesifiserte stedlige masser) skal legges ut til et nivå 80 cm under opprinnelig terrengnivå, deretter legges B-laget ut med en tykkelse på omtrent 55 cm, etterfulgt av O-/A-laget med ca. 25 cm tykkelse, se tegning SBV-TV-AT3.
- 7) Erosjonssikringen med sprengstein i bekkeleiet skal ferdigstilles.
 - a) Det skal også legges ut sprengstein i kulverten som følger nivået til erosjonssikring opp- og nedstrøms kulverten, med likt tverrsnitt.

- b) Avslutningen av utløpet av bekken i Leira skal steinsettes med nedgrunnet stein på elvebunnen ned til 1 meter vanddybde under normalvannstand i Leira, se tegning SBV-TV-S1.
- c) Det er viktig at tverrsnittsarealet på bekken ivaretas, og at det stedvis ikke blir trangere/høyere, slik at man unngår at vann ledes over skuldrene på bekken ved flomhendelser.
- d) Dersom bekken ikke renner på overflaten av fyllingen, men gjennom fyllingen, må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen, se tegning SBV-TV-AT2.
- 8) Et 10-15 cm lag med moldjord (O-/A-lag) legges på skråningene langs bekken.
 - a) Eventuelle vannkilder/oppkom i skråningen skal plastres med stein fra utspringet ned til erosjonssikret parti i bekkeleiet, se tegning SBV-TV-AT3.
- 9) Ved ferdigstilling skal eventuelle masser ved mellomagringsområder transporteres til oppfyllingen i ravinen, og midlertidige anleggsveier fjernes.

Detaljer vedrørende mellomlagring er beskrevet i kap. 5.10.

5.6.2 Merknad

Det kan ikke utelukkes at det er områder i utgravingen der det er leire med høyt siltinnhold, noe som kan medføre gyngebunn for utgravinger under grunnvannstand. Dette kommer av at slike masser får redusert bæreevne ved avlastning (svelling). Mottiltak vil være å fordele laster over større arealer på traubunnen, eksempelvis ved hjelp av stokkmatter, eller utlegging av bærelag tilsvarende foreslått oppbygging av anleggsvei i kap. 5.4.2 i hoveddokumentet.

5.6.3 Restriksjoner/føringer

- * Det skal ikke kjøres tungt maskineri direkte på dyrket mark uten veioverbygning. Veioverbygningen skal skåne underliggende jord for slitasje og kompaktering.
- ** Graveskråninger skal aldri ha brattere helning enn 1:2.
- *** Under/etter fase 2 og inntil kulverten og rampene er etablert, skal eventuell anleggs-trafikk sør for utgravingen ha en minste avstand 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se SBV-PL5-AV.

5.6.4 Toleranser

Under alle fasene av utgravingen (fase 1-3) er toleranse for gravenivå som følger:

- ▴ -5 cm under prosjektert nivå.

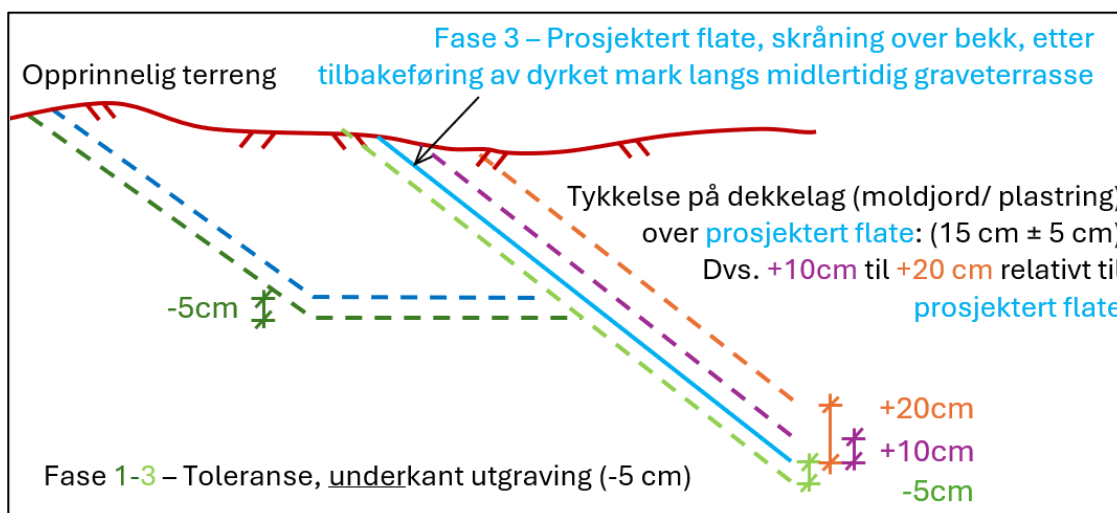
Ytterligere utgraving dypere enn prosjektert nivå er ugunstig mht. skråningsstabilitet, og skal unngås.

Når utgravingen er ferdig, dvs. når dyrket mark langs terrassene er tilbakeført, erosjonssikringen er lagt ut i bekkeløpet og moldjord (og ev. plastring/erosjonssikring) er lagt ut i skråninger til side for bekken er toleransene for overflater som følger:

- Steinfylling: -5 cm under og +10 cm over prosjektert flate.
- Sideskråninger: Mellom +10 cm og +20 cm over prosjektert flate.
- Dyrket mark: Opprinnelig terrengnivå ± 10 cm.

Det gis også toleranser forbundet med lagtykkelser:

- 1) For dekkelag på graveskråninger langs bekken:
 - O-/A-lag: Tykkelsen skal være 15 cm ± 5 cm.
 - Eventuell plastring mot overflateerosjon: 15 cm ± 5 cm.
- 2) Ved tilbakeføring av dyrket mark:
 - O-/A-lag: Tykkelsen skal være 25 cm ± 5 cm.
 - B-lag: Tykkelsen skal være 55 cm ± 5 cm.
 - C-lag: Tykkelsen tilpasses slik at overkant er 80 cm ± 10 cm sammenlignet med opprinnelig terrengoverflate.
 - Endelig høydenivå på terrengoverflaten skal bli lik opprinnelig terrengnivå ± 10 cm.
- 3) Tykkelse på erosjonssikring langs bekkeåpningen varierer i tverrsnittet, fra 45 cm i midten til 60 cm på sidene. Toleranse på tykkelse er fra -5 cm til +10 cm.



Figur 5-3 Illustrasjon av toleranse for overflatenivå relativt til prosjektert flate. Ettersom løsningsvalg for kulvert ikke er spesifisert (utover funksjonskrav) vil utført nivå lokalt rundt kulverten kunne avvike fra modellert flate (se kap. 5.6.1, punkt 5), imidlertid må det ikke graves dypere enn modellert gravedybde uten forutgående avtale med geotekniker.

5.7 Funksjonskrav kulvert

For å tilrettelegge for en mest økonomisk kulvertløsning, tilordnes valg av kulvertløsning til entreprenør. Imidlertid angis funksjonskrav som skal sikre at kulvertens funksjon og bestandighet ivaretas. Funksjonskrav er som følger:

- (1) Kjørebanelen skal være minst 4 meter bred ekskludert skulder/rekkverk.
- (2) Lysåpning (bredde x høyde, B x H):
 - (2A-i) Innvendig bredde (spenn): minst 2 meter.
 - (2A-ii) «Utvendig bredde»: maksimalt 3.5 meter. *
 - (2B) Innvendig høyde: minst 1.5 meter. **
- (3) Det skal legges ut stein i kulverten som følger nivået til erosjonssikring opp- og nedstrøms kulverten, med likt tverrsnitt.
- (4) Kulverten skal være dimensjonert for tunge kjøretøy ifm. gårdsdriften: Det forutsettes en totalvekt oppimot 34 tonn jevnt fordelt over kulvertens spenn.
- (5) Kulverten skal ha rekkverk.
- (6) Kulvertløsningen skal være frostsikker, og traktorveien inn mot kulverten frostsikres ved utkiling (forutsatt at eksisterende vei ikke er frostsikret), se kap. 0.

* Begrensningen er av hensyn til gravedybde og -bredde, og nødvendig tykkelse på frostsikring til side for kulverten, dvs. underbygning til rampene inn mot kulverten.

** Overkant av traktorveien/overbygningen på kulverten skal være minst 2.5 meter over nytt bekkenivå. Traktorveien skal ikke få brattere helning enn eksisterende vei ($\leq 10\%$).

En trykkfasthet på minst 150 kPa for underliggende XPS-plater bør være dekkende for de fleste mulige løsninger/geometrier.

5.8 Kryssende vannrør

Som vist i Figur 4-2 ligger det et vannrør over jorden som krysser et parti av utgravingen. Grunneier informerer om at det er et 110 mm PVC-rør som ligger ved 1-1.5 meters dybde, og at røret benyttes til vanningsystemet i sommerhalvåret. Grunneier skal ha et funksjonelt vanningsystem også etter sikringstiltaket, og rør må derfor enten bli værende og støttes oppe vha. en anordning, eller legges om, eksempelvis ved å krysse bekken langs med kulverten. Valg av løsning/erstatning tilordnes entreprenør.

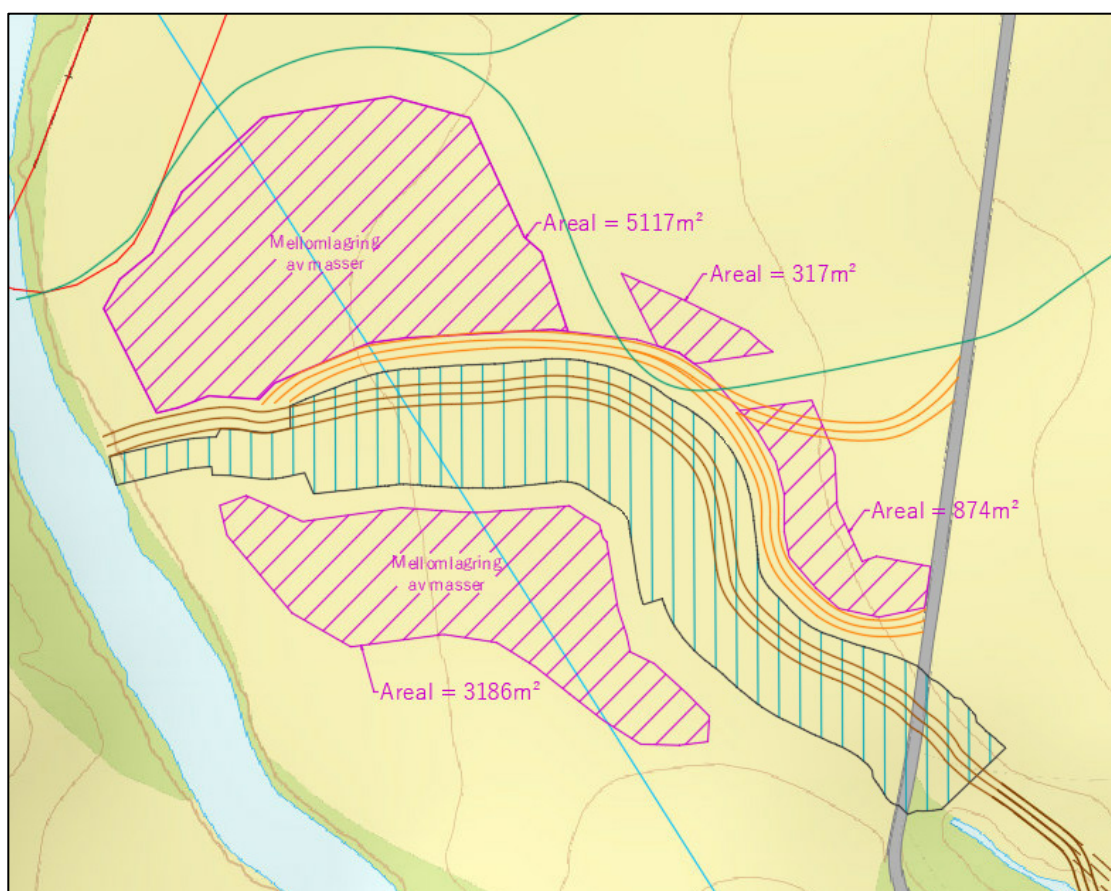
5.9 Rydding av vegetasjon

Ved rydding av vegetasjon i ravinedalen (hogst, stubber, døde trær mm.) mellomlagres ryddet vegetasjon fortrinnsvis på sidene av oppfyllingen/anleggsområdet, se tegning SBV-TV-AT1. Ved ferdig oppfylling kan ryddet vegetasjon legges tilbake oppå sidefyllingene.

5.10 Mellomlagring av masser

Mellomlagring av masser kan gjøres langs bunnen av ravinedalen som skal fylles opp og ved anvist område på jorden, se Figur 5-4 eller SBV-PL11-ML. Det vil høyst sannsynlig være nødvendig å mellomlagre masser på dyrket mark. Matjord er ømfintlig for bearbeiding og transport, entreprenøren skal alltid etterstrebe god ivaretagelse av matjorden. Mellomlagringsområder skal tilbakeføres ved endt tiltak.

Ved opparbeiding av arealer for mellomlagring skal (1) eventuell vegetasjon fjernes (aktuelt i ravinen) og (2) moldjord (~20-30 cm) graves opp og legges til side i egne ranker direkte på grunnen (ikke høyere enn $H=0.5$ m). Deretter legges det ut filterduk som underlag for mellomlagringsmasser (3). Dette bidrar både til at man unngår innblanding i underliggende masser, samtidig som det forenkler separasjon av masser når massene skal fjernes. Opparbeiding av arealer kan gjøres fortløpende etter behov. Når sikringstiltaket er ferdigstilt og mellomlagringsmasser fjernet, skal arealene tildekkes igjen med den utgravde moldjorden.



Figur 5-4 Tiltenkte områder for mellomlagring av masser (vist med lilla skravur), graveområdet (blå skravur), anleggsveier (oransje og brunt), vannrør (blå linje) og senkningsanlegg (grønn linje). Organisering av området mtp. arealbruk gjøres i regi av entreprenør. Ekskludert anleggsveier er markerte mulige arealer ca. 9.5 dekar (9500m^2).

Det bør etterstrebtes å benytte minst mulig areal. Hvordan arealet benyttes/organiseres mht. mellomlagring av ulike masser, traséer for anleggsveier etc. er opp til entreprenøren. Imidlertid gis følgende føringer:

- Det skal alltid legges anleggsvei innenfor og til/fra mellomlagringsområder. Anleggsveier skal bidra til å fordele marktrykk utover større areal, og dermed motvirke slitasje og kompaktering av matjorden.
- Stedlige masser skal mellomlagres sortert etter tre kategorier:

- O-/A-sjikt (øvre lag med moldjord)
- B-sjikt (mellomlag/underjord)
- C-sjikt (undergrunns lag av stedlige masser eller "mineraljord" (leire, silt, sand))
- Tykkelsen av utlagte masser kan maksimalt være 1.5 meter høy.
- Masser skal legges ut skånsomt og i etterkant bearbeides minst mulig.
- Det skal kun benyttes skuffe for flytting av masser, dvs. dosing av masser tillates ikke.
- Overvann på mellomagringsområdet håndteres av entreprenøren, herunder etablering av dreneringsgrøfter ol.
- Pytter og lokal oppbløting skal unngås, da det gjør jorden mer ømfintlig.
- Ved langvarig mellomlagring av moldjord og 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.
- Mellomlagring over senkningsanlegg skal unngås, og overlaging nær vannledning minimeres ($H \leq 0.5$ m).

Det er ikke forventet påtruffet bløte, sensitive masser under utgravingen. Dersom dette påtreffes må byggeleder kontaktes. Preventivt kan det tilrettelegges for mellomlagring i tette kasser, eller etablering av forbygninger som kan demme opp materiale som eventuelt skulle bli mindre håndterbart (flytende) ved bearbeiding. Avhengig av anvendeligheten av massene, kan de sendes til godkjent massedeponi, eller benyttes i oppfyllingen i ravinen. 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 godkjent 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.

5.11 Parkering og langtidslagring

Utstyr og maskiner bør ikke lagres/parkeres 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.

Under fase 2 og 3 av utgravingen, inntil kulvert og ramper er etablert, må ev. anleggs-trafikk sør for utgravingen ha en minste avstand på 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se SBV-PL5-AV.

5.12 Kontrollplan

Det henvises til kontrollplan i vedlegg A.

5.13 Ferdigstilling

Når tiltaket er ferdigstilt, skal jordbruksareal langs terrassene tilbakeføres, midlertidige anleggsveier fjernes og grunnen overleveres i samme stand som den var ved anleggsstart, etter nærmere avtale med grunneier.

Det er lagt opp til litt overskuddsmasser fra avlastingen, slik at det er mulig å fylle opp til prosjektert nivå på fyllinger med grei margin. Ytterligere oppfylling i ravinen vil være stabilitetsforbedrende og er således uproblematisk. Hva som gjøres med eventuelle overskuddsmasser kan avtales i samråd med oppdragsgiver, grunneier og geotekniker.

6 Generelle kommentarer

6.1 Inntil sikringstiltaket blir utført

Så lenge sikringstiltaket ikke er gjennomført, må det påses at innløpet ikke blir blokkert. Dersom ravinen demmes opp og vannivået overstiger innløpet med 2 meter bør det vurderes å pumpe vann over terskelen og videre over jorden.

6.2 FDV

Tiltaket er utformet for å være en mest mulig bestandig løsning, med så lavt behov for vedlikehold som mulig. Raviner er imidlertid dynamiske systemer på grunn av naturlige prosesser: Vegetasjon vil kunne påvirke tiltaket ved f.eks. røtter, veltede trær etc. 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), eller endring av nedbørsfeltet oppstrøms, mm. Dette kan ev. over tid resultere i at sikrede partier ikke er tilstrekkelig robuste til at sikringen motstår gjentatte ekstremværhendelser.

Av denne grunn forutsettes det at ansvarlig for tiltaket (ref. kap. [11.5.1.2](#), NOU 2022:3 /29/, og [Forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv.](#) /30/) organiserer inspeksjoner ved planlagte intervaller for å identifisere eventuelle skader på sikrings-tiltaket, slik at skader (av betydning for tiltakets funksjon) kan rettes opp i. Etter ferdigstilling med attest år «X» bør tiltaket forslagsvis inspiseres etter: X+1 år, X+3 år, og hvert femte år etter dette. Det må understrekes at disse intervallene ikke er absolutte, men tilpasses etter utviklingen i ravinen. Dersom større skader oppstår utenom disse tidspunktene, må det gjøres tiltak for å utbedre skadene.

6.3 Før igangsettelse

Før anleggsarbeidet kan igangsettes, må følgende oppgaver utføres:

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

6.4 Andre lovkrav og hensyn

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

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

Angående punkt (3) er det ikke forventet at det påtreffes forurensede masser under arbeidene. Det er gjort undersøkelser i den arronderte ravinen, hvorpå det kun ble observert mineraljord. Imidlertid er det ikke uvanlig å finne søppel/avfall iblant arronderte masser i gjenfylte raviner, og det må derfor foreligge en plan for undersøkelse og eventuell håndtering av slike masser.

7 Stabilitetsberegninger og bæreevne

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

7.1 Bæreevnevurderinger

Dimensjonerende bæreevne til naturlig grunn (terreng) langs Skjennumbekken 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 totallast inntil ca. 50 tonn, medfører det behov for anleggsvei med i overkant av 50 cm tykkelse. For oppfyllingen i ravinen, dvs. langs bekken, skal det ikke legges ut mer masser enn at største høydeforskjell er 3 meter. Det forventes at grunnen på jordet, i området ved utgravingen, har vesentlig høyere bæreevne, men for å forhindre forringelse av matjorden er maksimal tillatt høyde 1.5 m for mellomlagring av masser der (ved anviste områder).

7.2 Skråningsstabilitet

Som nevnt i kap. 4.3 er det fare for utløsning av større skred i skråningene sør og nord i ravinen oppstrøms bekkelukkingen, især som følge av hurtig nedtapping etter vedvarende oversvømmelse. Skred i skråningen på sørsiden av ravinen kan potensielt ramme et gårdsbruk. Beregningsmessig skråningsstabilitet varierer med topografien langs ravinen, og det er derfor utført beregninger for et par parallelle tverrsnitt i ravinen for å vurdere skredmekanisme for initiell utglidning som ev. kan etterfølges av retrogressiv skredutvikling, se Tabell 7-1.

Slik det fremkommer i Tabell 7-1 varierer effekten av tiltaket i ravinen. For situasjon med normal vannføring er beregnet drenert sikkerhetsfaktor økt med 35% i snitt OF2, og kun 2.5% i snitt OF1. Den lille endringen for OF1 skyldes forventet økt poretrykk i dalbunnen. Der nest skyldes en stor del av forbedringen i OF2 at kritisk glideflate har ulik plassering og geometri i de to situasjonene. Uansett, tiltaket er altså i hovedsak gunstig for normalvannføring, men den viktigste effekten av tiltaket er at langvarige flommer forebygges slik at situasjon (2) og (3) i tabellen under forhindres. Effekten av tiltaket varierer også oppover i dalføret med topografien og fyllingshøyden.

Tabell 7-1 Resultater: Drenerte beregninger for ravinebekken med (1) normalvannstand, (2) vedvarende oversvømmelse til terskelnivå (med poretrykksoppbygning i grunnen), (3) påfølgende hurtig nedtapping og (4) etter utført sikringstiltak. OBS: Geometrien på bruddflatene er forskjellig i hver beregning.

Tegn- nr.	Profil - navn	(1)	(2)	(3)	(4)	Kommentarer
SBV- S-OF1	OF1	1.5 3	1.3 5	1.0 5	1.57	Beregningsmessig sikkerhet ved normal vannstand er god. Sikkerheten forverres noe ved langvarig oppdemming. Ved den forventede mest ugunstige lasttilstanden er beregningsmessig skråningsstabilitet ikke tilfredsstillende mht. krav i NVEs 1/2019, men teoretisk brudd inntreffer ikke.
SBV- S-OF2	OF2	1.0 6	1.2 0	0.5	1.43	Beregningsmessig sikkerhet ved normal vannstand er ikke tilfredsstillende mht. krav i NVEs 1/2019. Ved den forventede mest ugunstige lasttilstanden er beregningsmessig skråningsstabilitet langt mindre enn 1.00 (teoretisk brudd), noe som innebærer at det er flere mulige lasttilstander utover den spesifikke forventede mest ugunstige som kan initiere et brudd.

For gjenåpningen av bekken er det utført flere stabilitetsberegninger for å vurdere en trygg utførelse av anleggsarbeidene. Beregninger er utført iterativt, og endelig utforming er tilpasset krav til sikkerhet samt eksisterende infrastruktur i grunnen (i tillegg til kriteriene i kap. 4.3). Som følge av krav til sikkerhet, må utgravingen være 2 meter grunnere enn opprinnelig ravin nivå (før bekkelukking). Dette er en følge av at dypere utgraving ikke er forskriftsmessig forsvarlig.

Som omtalt i kap. 3.3 er sikring av eksisterende bebyggelse ikke underlagt konkrete krav til sikkerhetsnivå. Sikringstiltaket i seg selv er underlagt krav for K2-tiltak og Eurokode. Detaljer for beregninger er presentert i vedlegg B.

8 Frostsikring

Kulverten som skal etableres og tilhørende vei/ramper skal frostsikres, slik at telehiv og setninger unngås. Det er gjort vurderinger av frostsikringen, særlig for å vurdere behovet og omfanget for supplerende graving rundt kulvert og traktorvei. Entreprenøren kan velge egne løsninger, men dimensjonering og funksjonskrav gitt i kap. B4 i vedlegg B må ivaretas. Funksjonskrav er også vist i tegning SBV-TV-AT4. Kort oppsummert skal masser under og til side for kulverten frostsikres (F10), og det vil være nødvendig med utkiling av overgangen fra fyllmassene til side for kulverten og inn langs traktorveien.

9 Dimensjonering av erosjonssikring

Hovedformålet med sikringstiltaket med gjenåpning av bekken ved Skjennum er å forhindre at flomhendelser utløser skred, se kap. 4.3 for nærmere detaljer. Funksjonen til erosjonssikringen er å hindre at bekken over tid graver seg sideveis inn i sideskråninger, eller vertikalt ned i oppfylling eller opprinnelig grunn. Tiltaket vil forhindre at bekken forårsaker lokale utglidninger, som i neste omgang kan sette i gang et retrogressivt kvikkleireskred.

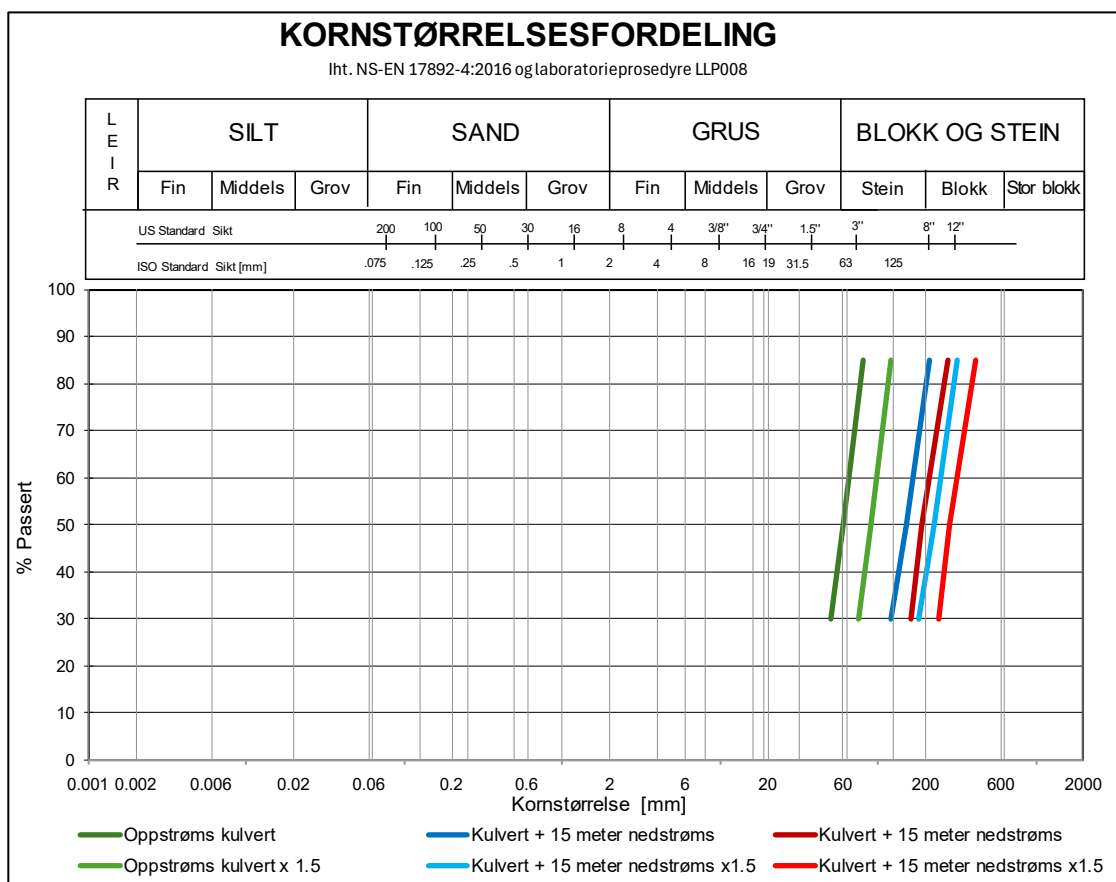
Videre skal det anlegges en ny kulvert under eksisterende gårdsvei. Kulverten vil ha en vesentlig økt kapasitet sammenlignet med dagens rør (bekkelukking). For en nærmere beskrivelse av flomberegninger og resultater fra de gjennomførte hydrauliske beregningene, vises det til vedlegg B.

9.1 Dimensjonerende steinstørrelse

Tabell 9-1 angir dimensjonerende kornfordelingskurver (steinstørrelser, angitt ved D) for bunnsikring av bekkeløpet. Grunnet delvis bratte sidekanter, må sidene i kanalen sikres med stein med halvannen steinstørrelse av verdier beskrevet i Tabell 9-1, dvs. $D_{\text{sideplastring}} = 1.5 \times D$. Tykkelsen på sideplastringslaget skal være minst $2 \times D_{50, \text{sideplastring}} = 3 \times D_{50}$. Fra starten av nåværende bekkelukking og ned til Leira behøves det større steinstørrelser enn langs oppfyllingen, på grunn av større helning samt innsnevring av kanalen rundt kulvertpartiet, noe som gir større strømningshastighet.

Tabell 9-1 Beregnede kornfordelingskurver (steinstørrelser) for bunnsikring langs bekken. Fargekoder angitt per seksjon går igjen i Figur 9-1.

Seksjon langs senterlinje	D ₃₀ [cm]	D ₅₀ [cm]	D ₈₅ [cm]
Oppstrøms kulvert	5	6	8
Kulvert + 15 meter nedstrøms	12	15	21
Nedstrøms kulvert	16	19	28



Figur 9-1 Veiledende kornfordelingskurver for ulike strekninger. Sidene av bekkeleiet skal sikres med materiale med steinstørrelser halvannen ganger større enn bunnplastringen, og er vist med lysere farge per parti i diagrammet, samt angitt med (x1.5) i tegnforklaringen.

For den praktiske gjennomføringen av sikringstiltaket vises det til NVEs sikringshåndbok /31/. I NVEs veileder for erosjonssikring /32/ oppgis følgende:

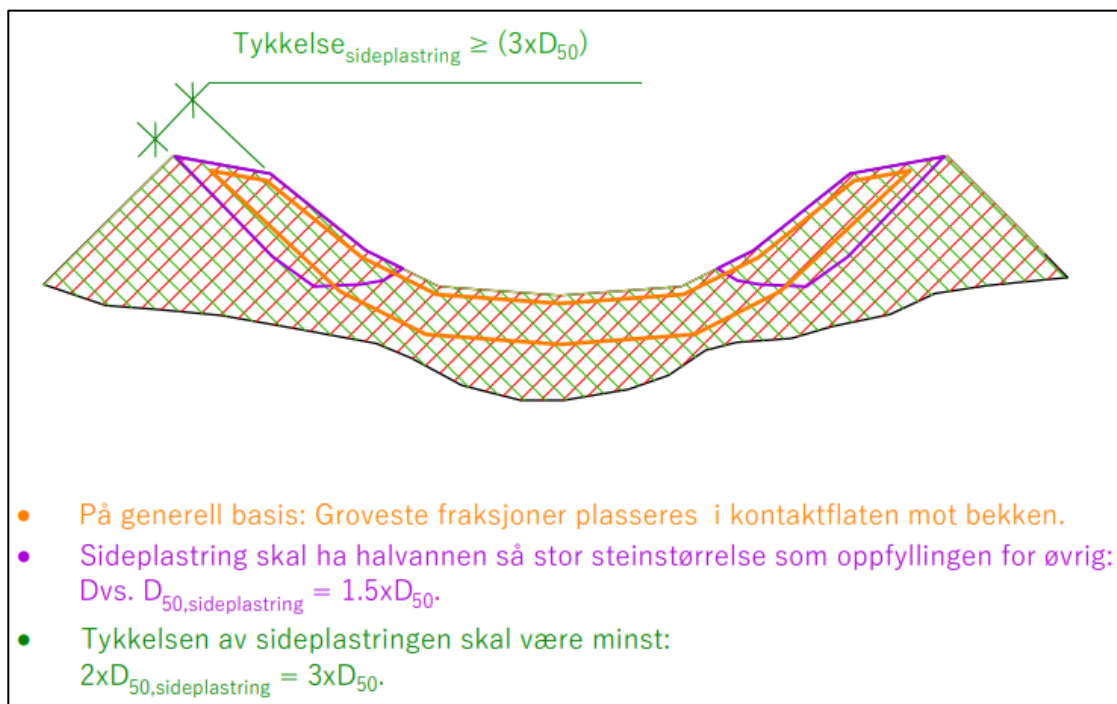
«Sikringslag av samfengt masse vurderes ut fra forholdene. Om en kjenner kornfordelingen i et samfengt dekklag, kan en beregne sluttresultatet etter at finstoffet i øvre deler av massene er ferdig utvasket, både erodert volum og endelig utvasket dekklag.»

For å ivareta graderingen i sikringslaget i anleggsgjennomføringen vises det til sikringshåndboka /31/, som skriver følgende:

«Det er viktig at man ivaretar den beskrevne graderingen og steinstørrelse for steinmassene for hvert lass. Maskin på stedet må gjennomføre en sortering av steinmassene på tipp i elva. De groveste fraksjonene plasseres nederst og ytterst ⁹ der en kan vente størst belastning på sikringen. De resterende massene bygges opp til et solid blandet filter mot grunnmassene innenfor. Tykkelsen av steinlaget er avhengig av den dimensjo-

⁹ Dvs. i kontaktflaten med vannet.

nerende størrelsen på steinen. Siden belastningen fra strømkreftene reduseres fra bunnen og opp mot toppen av sikringslaget⁹, må man sørge for at steinstørrelse og tykkelse på steinlaget er størst ved bunnen⁹ og avtar mot toppen.»



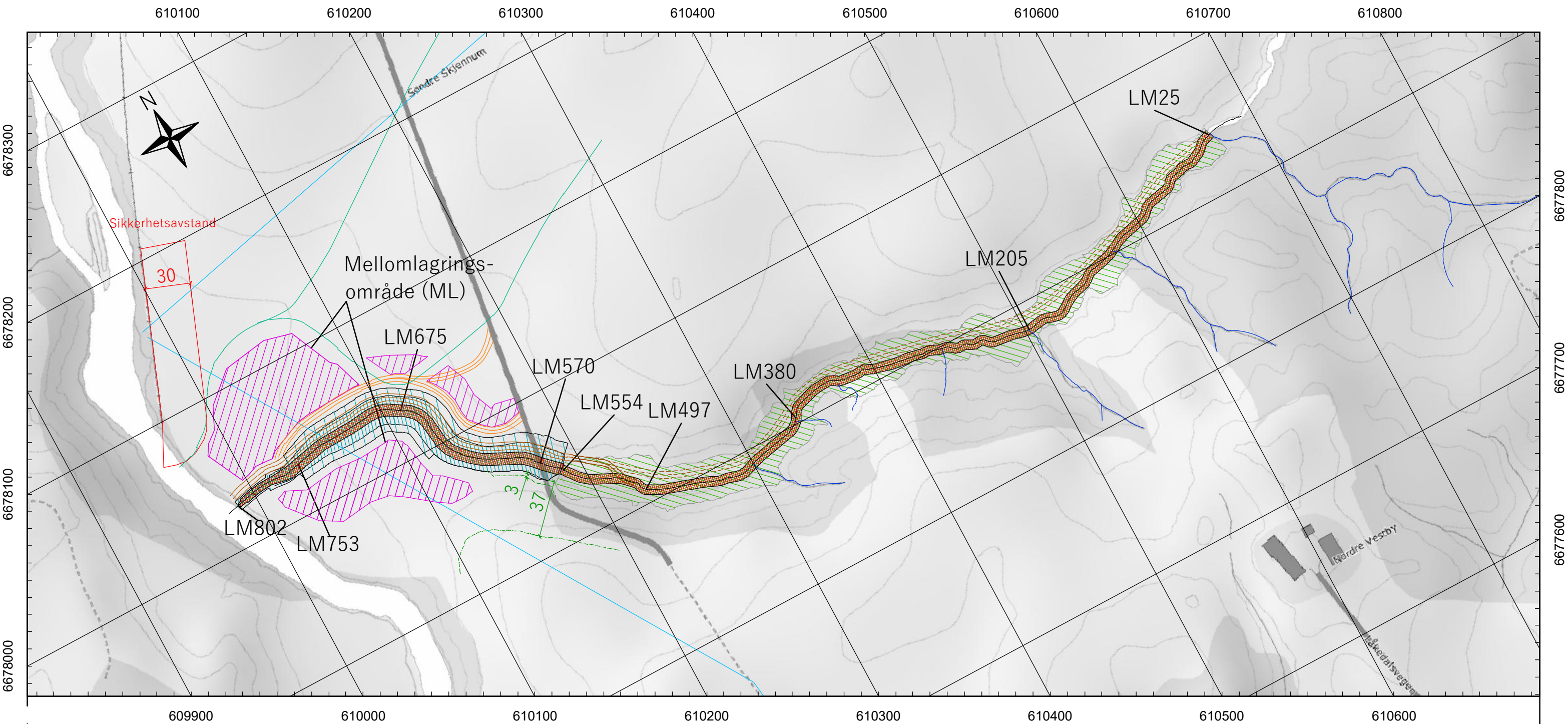
Figur 9-2 Prinsippskisse for oppfylling av samfengt sprengstein, med fremheving av beskrivelser gitt i NVEs sikringshåndbok /31/.

Avslutningen av utløpet av bekken i Leira skal steinsettes med nedgrunnet stein på elvebunnen ned til 1 meter vanddybde under normalvannstand i Leira. Ved å nedgrunne steinen ved utløpet unngår man at steinsettingen innsnevrer tverrsnittet av Leira, og reduserer dermed påvirkningen av strømningsmønsteret i elven.

10 Referanser

- /1/ Norges Geotekniske Institutt (NGI) *Forprosjekt: Geoteknisk og hydrologisk vurdering*. NGI rapport 20210599-01-R, dato: (2021-11-05).
- /2/ NGI (2022) *Hydraulisk modellering og innledende risikovurdering for kvikkleireskred i Nannestad*. NGI rapport 20210599-02-R, dato: (2022-11-17).
- /3/ NGI (2023) *Geoteknisk datarapport, Teigebyen vest og Bahus, Nannestad*. NGI rapport 20210599-03-R, dato: (19.06.2023).
- /4/ NGI (2023) *Vurdering av områdestabilitet Nannestad sentrum vest og Bahus*. NGI rapport 20210599-04-R, dato: (2023-09-04).
- /5/ NGI (2024) *Geoteknisk datarapport: Undersøkelser for detaljprosjektering - Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-04-R, dato: (2024-08-08).
- /6/ NGI (2024) *Tolking av beregningsparametere – Teigebyen vest og Bahus*. NGI rapport 20230614-05-R, dato: (2024-08-29).
- /7/ Kommunal og distriktsdepartementet (KDD) (2009) *Lov om planlegging og byggesaksbehandling* (plan- og bygningsloven) (pbl). LOV-2008-06-27-71, sist endret dato: (2024-01-01). Ikrafttredelse fra (2009-07-01). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/lov/2008-06-27-71>.
- /8/ KDD (2017) *Forskrift om tekniske krav til byggverk* (Byggteknisk forskrift) (TEK17). FOR-2017-06-19-840, sist endret dato: (2024-01-01). Ikrafttredelse fra (01.07.2017). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2017-06-19-840>.
- /9/ KDD (2010) *Forskrift om byggesak* (byggesaksforskriften) (SAK10). FOR-2010-03-26-488, sist endret dato: (2024-01-01). Ikrafttredelse fra (2010-07-01). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2010-03-26-488>.
- /10/ Standard Norge (SN) (2002). *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Sist endret: (2016-05-01). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1990-2002a1-2005ac-2010na-2016>.
- /11/ SN (2004). *Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Sist endret: (2020-12-18). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1997-1-2004a1-2013na-2020>.
- /12/ SN (2004) *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger*. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Sist endret: (30.06.2021). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-en-1998-1-2004a1-2013na-2021>.
- /13/ Direktoratet for byggkvalitet (DiBK) (2017) *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Sist endret dato: (2023-10-01). Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- /14/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2020) *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse*. NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, dato: (2020-12). Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2020/eksternrapport2020_09.pdf.
- /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/ Moseid, T., Sandven, R.B., (institutt for geologi og bergteknikk og institutt for geoteknikk, NTH (nåværende NTNU)) (1989) Skred som følge av nedtapping av Falningsjøen, Kvikne. Eng. Slide due to water level drawdown in Falningsjøen reservoir, Kvikne. Norsk jord- og fjellteknisk forbund. *Fjellsprengningsteknikk – Bergmekanikk – Geoteknikk: 1989*. Oslo, Tapir trykkeri, s. 24.1-24.25 (digitalt, s. 271-295). Tilgjengelig fra: <https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/Fjellsprengningsdagen-1989.pdf>.
- /17/ Eshraghian, C.A. Martin, D., Morgenster, N.R. (2008) Movement triggers and mechanisms of two earth slides in the Thompson River Valley, British Columbia, Canada. *Canadian Geotechnical Journal*, årgang 42, utgave (9), s. 1189-1209. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1139/T08-047>.
- /18/ NGI (2004) *Program for økt sikkerhet i vassdrag: Vurdering av risiko for skred*. NGI rapport 20001008-12, dato: (2004-12-20).

- /19/ NGI (1984) *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Nannestad*. NGI rapport 81071-1, dato: (1984-05-09).
- /20/ NGI (1994) *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Nannestad - Boreresultater*. NGI rapport 810071-2, dato: (1994-03-18).
- /21/ SN (2017) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 6: Konusprøving*. NS-EN ISO 17892-6:2017, dato: (06.2017).
- /22/ SN (2022) *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner: Del F: Grunnarbeider*. NS 3420-F:2022+AC. Fastsatt: (2022-01-01), sist endret: (2022-11-01). Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/nb/ns-3420-f-2022ac-2022>.
- /23/ Statens vegvesen (SVV) (2014) *Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter: Hovedprosess 1-7*. SVV håndbok R761. Rev. 02, dato: (2018-07-09). Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r761-prosesskode-1-05072018.pdf> og [https://trafikksiden.motocross.io/informasjon/statens vegvesen/faghandboker/R761_Proesskode_1.html](https://trafikksiden.motocross.io/informasjon/statens_vegvesen/faghandboker/R761_Proesskode_1.html).
- /24/ Norsk Landbruksrådgiving SA (NLR), Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) (2020) *Jordmasser: Fra problem til ressurs – Ta vare på matjorda: Praktisk og faglig veileder*. 2. utgave, (2022). Tilgjengelig fra: <https://www.nlr.no/fagartikler/jord/vest/jordmasser-fra-problem-til-ressurs>.
- /25/ NLR, NIBIO (2020) *Jordmasser: Fra problem til ressurs – Ta vare på matjorda: Praktisk veileder - Kortversjonen*. Tilgjengelig fra: <https://www.nlr.no/fagartikler/jord/vest/jordmasser-fra-problem-til-ressurs>.
- /26/ NorGeoSpec (SINTEF, SVV, mfl.) (2012) *A Nordic system for the certification and specification of geosynthetics and geosynthetic-related products*. Rev. 01, dato: (2016-012-14). Tilgjengelig fra: <https://www.norgeospec.org/acms/norgeospec/guideline/>.
- /27/ NGI (2020) *Belastning på underjord (B-layer) i området ved Carlberg*. NGI teknisk notat 20190539-20-TN.
- /28/ SVV (2012) *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger*. SVV håndbok V221, rev. 1, dato: (2014-06-01). Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v221.pdf?v=49946a>.
- /29/ Olje- og energidepartementet, Gjerdrumutvalget (2022) *Norges offentlige utredninger NOU 2022: 3: På trygg grunn — Bedre håndtering av kvikkleirerisiko*. Dato: (2022-03-28). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2022-3/id2905694/>.
- /30/ Energidepartementet (2005) *Forskrift om kommunalt tilsyn med anlegg for sikring mot flom, erosjon og skred og anlegg for å bedre vassdragsmiljøet* (Forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv.). FOR-2005-06-17-655, ikrafttredelse fra: (2005-06-17). Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-06-17-655>.
- /31/ NVE (2020) *Sikringshåndboka*. Sist oppdatert: (2024-06-21) Tilgjengelig fra: <https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/>.
- /32/ NVE (2009) *4/2009 Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Tilgjengelig fra: http://publikasjoner.nve.no/veileder/2009/veileder2009_04.pdf



FORKLARINGER:

-  Utgraving, fase 1-2 og ved ferdigstilling
-  Oppfylling, stedlige masser
-  Erosjonssikring og oppfylling, samfengt sprengstein
-  Disponibelt mellomlagringsområde
-  Aktuelle anleggsveier (steinfyllinger kan også benyttes underveis)
-  Sikkerhetsavstand fase 2-3, se SBV-PL5-AV
-  Sikkerhetsavstand fra høyspentlinje (30m)
-  Vannrør og senkningsanlegg

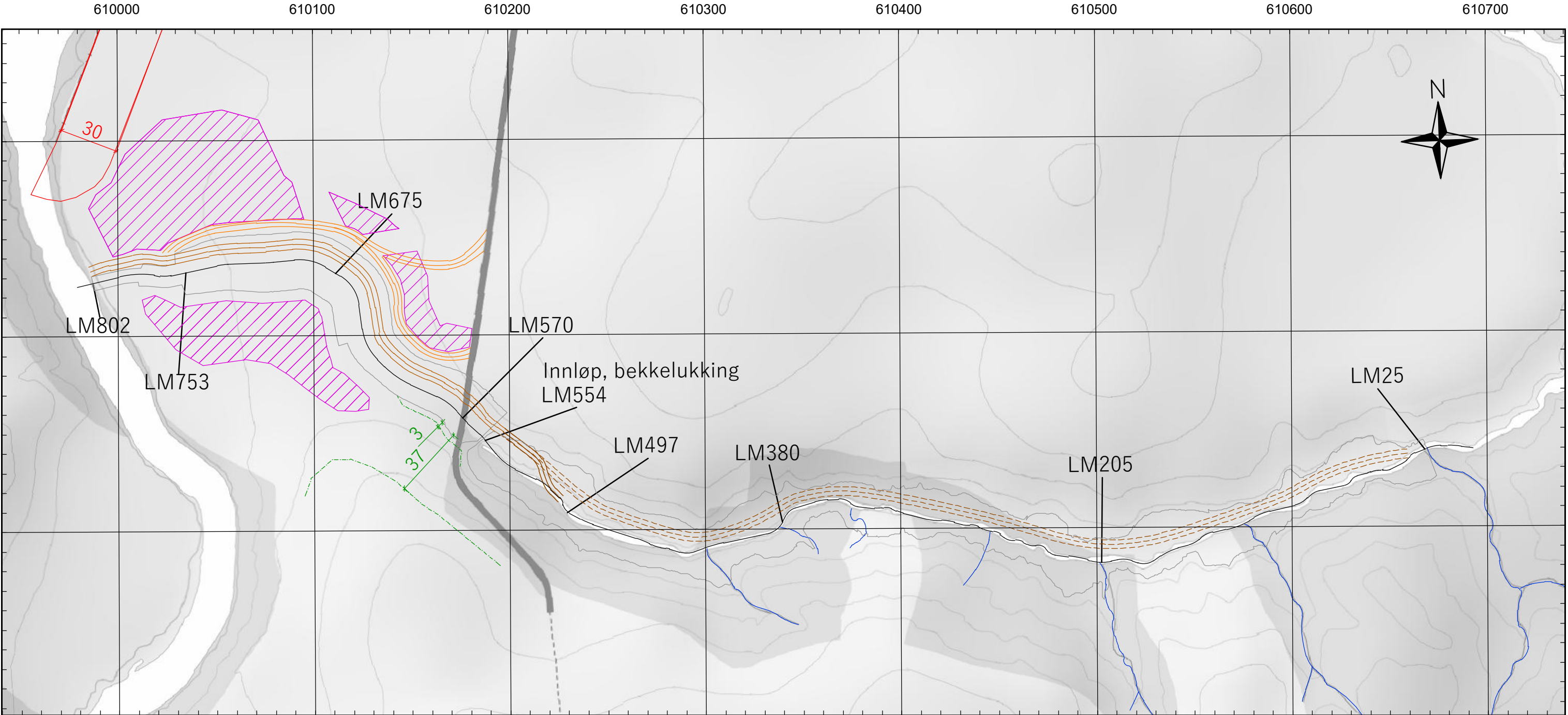
BESKRIVELSER:

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

HENVISNINGER:

Følgende tegninger er anleggstegninger som viser oppbygning av tverrsnitt mm.:
Plantegninger: SBV-PL6-AT tom. SBV-PL10-AT
Plantegning, mellomlagring: SBV-PL11-ML
Anleggstegninger: SBV-TV-AT1 tom. -AT4
Tverrsnitt senterlinje: SBV-TV-S1
Tverrsnitt normalt på senterlinje: SBV-TV-LM20 – 800

00	Anbudstegning	2024-09-19	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		-			
		Original format A3 (297x420mm)			
20230614-03-R PL1-O - Plantegning 1: Oversikt over tiltaksområde Utgraving, erosjonssikring/oppfylling, mulige anleggsveier og mellomlagringsarealer		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.2 - Plantegninger\SBV - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg	
		Målestokk			
		1:2500			
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.	
		2024-09-19	HSk	JLS	HHe
		20230614	SBV-PL1-O		00



610000

610100

610200

610300

610400

610500

610600

610700

FORKLARINGER:

Disponibelt mellomlagringsområde

Aktuelle anleggsveier fase 1-3 (stein-fyllinger kan også benyttes underveis)

Senterlinje, oppfylling

Sikkerhetsavstand anleggstrafikk

Sikkerhetsavstand fra høyspentlinje (30m)

HENVISNINGER:

Plantegninger:
SBV-PL6-AT tom. -PL10-AT og -PL11-ML

RESTRIKSJONER:

Under fase 2-3 av utgravingen, inntil kulverten og ramperene er etablert, må ev. anleggstrafikk sør for utgravingen ha en minste avstand på 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se markeringer.

BESKRIVELSER:

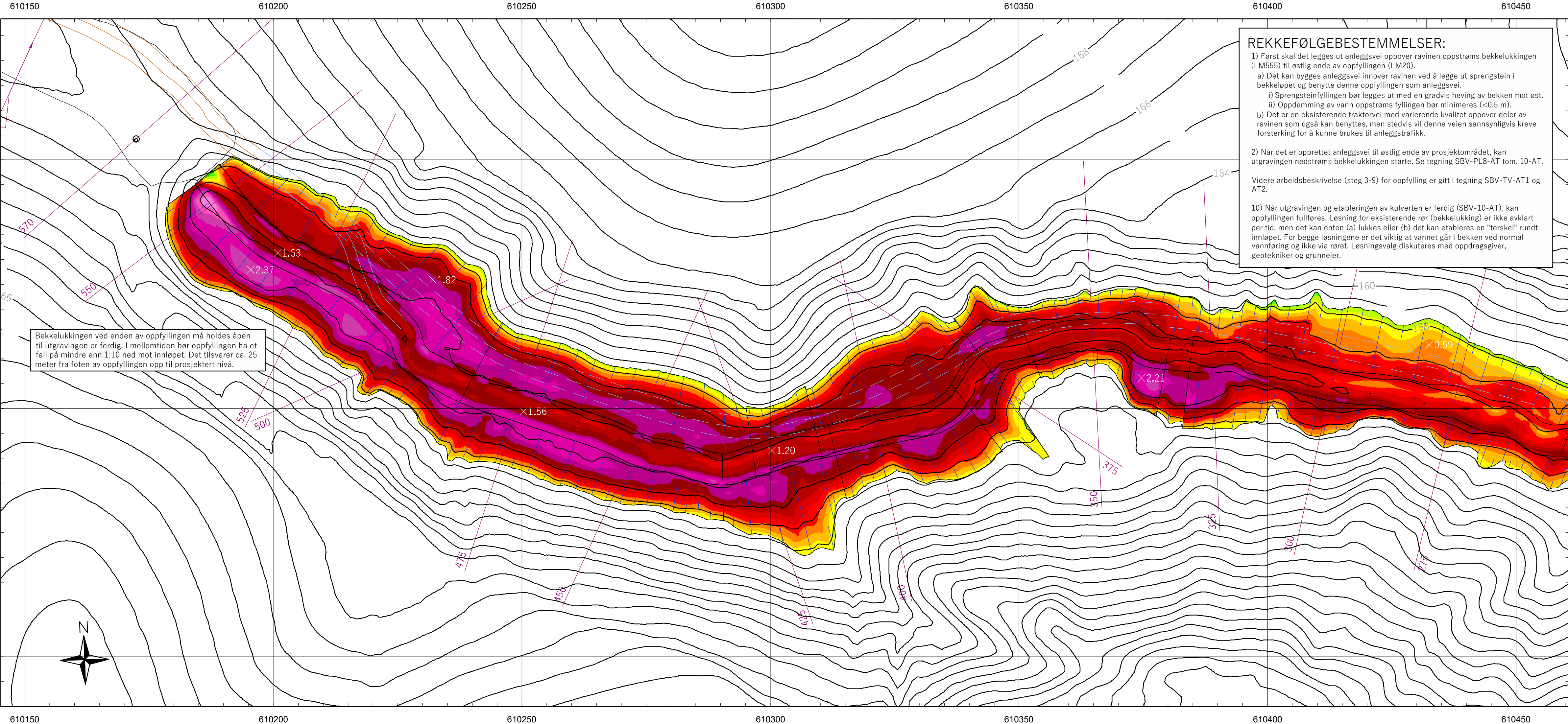
Tegningen viser skisserte aktuelle anleggsveier. Det tas utgangspunkt i at man etablerer vei helt til den øvre enden av oppfyllingen (østlig ende) før man starter utgravingen. Det er to alternative måter å anlegge vei til øvre ende av fyllingen:
(1) Fortrinnsvis kan man legge ut sprengstein i bekkeløpet, og fortløpende ta i bruk oppfyllingen som anleggsvei.
(2) Alternativt kan man benytte traktorveien som går parallelt med bekken oppover deler av ravedalen.

Ved oppfylling i bekken bør oppfyllingen gradvis heves mot øst. Eventuell oppstuvning av vann på oppstrøms side av oppfyllingen bør unngås så langt det lar seg gjøre, Eventuell vanndybde bør ikke overstige 0.5 meter. Ved oppfylling skal vannet stadig ledes i det opprinnelige bekkeløpet og ikke til side for løpet, slik at man unngår undergraving i sideskråninger. Innløpet av bekkelukkingen må stadig holdes åpent til utgravingen er ferdig. I mellomtiden bør oppfylling ha et fall på 1:10 eller mindre ned mot innløpet.

Kvaliteten på traktorveien er varierende, og det vil stedvis vær behov for å forsterke veien/legge ut nytt underlag om denne skal benyttes.

Midlertidige anleggsveier skal fjernes i etterkant av at sikringstiltaket er ferdigsstilt.

00	Anbudstegning	2024-09-14	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus 20230614-03-R PL5-AV - Plantegning 5: Anleggsveier		Status -		Original format A3 (297x420mm)	
		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT1.2 - Plantegninger\SBV - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg	
		Målestokk 1:2000		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 2024-09-14	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. SBV-PL5-AV		Rev. 00



FORKLARINGER:

- Høydekoter, opprinnelig terreng
- Skjæringer, oppfylling
- Tverrsnitt, løpemeteter
- Oppfyllingshøyde
- Anleggsvei, oppfylling i ravine (se punkt (1a)-(1c))

HENVISNINGER:

Plantegninger:
SBV-PL1-O
SBV-PL4-AV
SBV-PL11-ML

Tverrsnitt:
SBV-TV-AT1 og -AT2
SBV-TV-LM25-LM800
SBV-TV-S1

RESTRIKSJONER:

Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veioverbygning. Veioverbygning skal skåne underliggende jord for slitasje og kompaktering.

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

Vann i bekken skal ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp under arbeidet, ettersom dette medfører at sideskråninger vil kunne undergraves.

MERKNADER:

Under anleggsarbeidet skal vannet i Skjennum-bekken renne gjennom eksisterende rørsystem. Det innebærer at man ikke må blokkere eller skade rørsystemet (kum/inntak mm.) under arbeidet.

Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]
1	-0.75	-0.50		0
2	-0.50	-0.25		0
3	-0.25	0.00		3
4	0.00	0.25		3158
5	0.25	0.50		2757
6	0.50	0.75		2240
7	0.75	1.00		1801
8	1.00	1.25		1417
9	1.25	1.50		1044
10	1.50	1.75		638
11	1.75	2.00		307
12	2.00	2.25		92
13	2.25	2.50		13
14	2.50	2.75		2
15	2.75	3.00		0

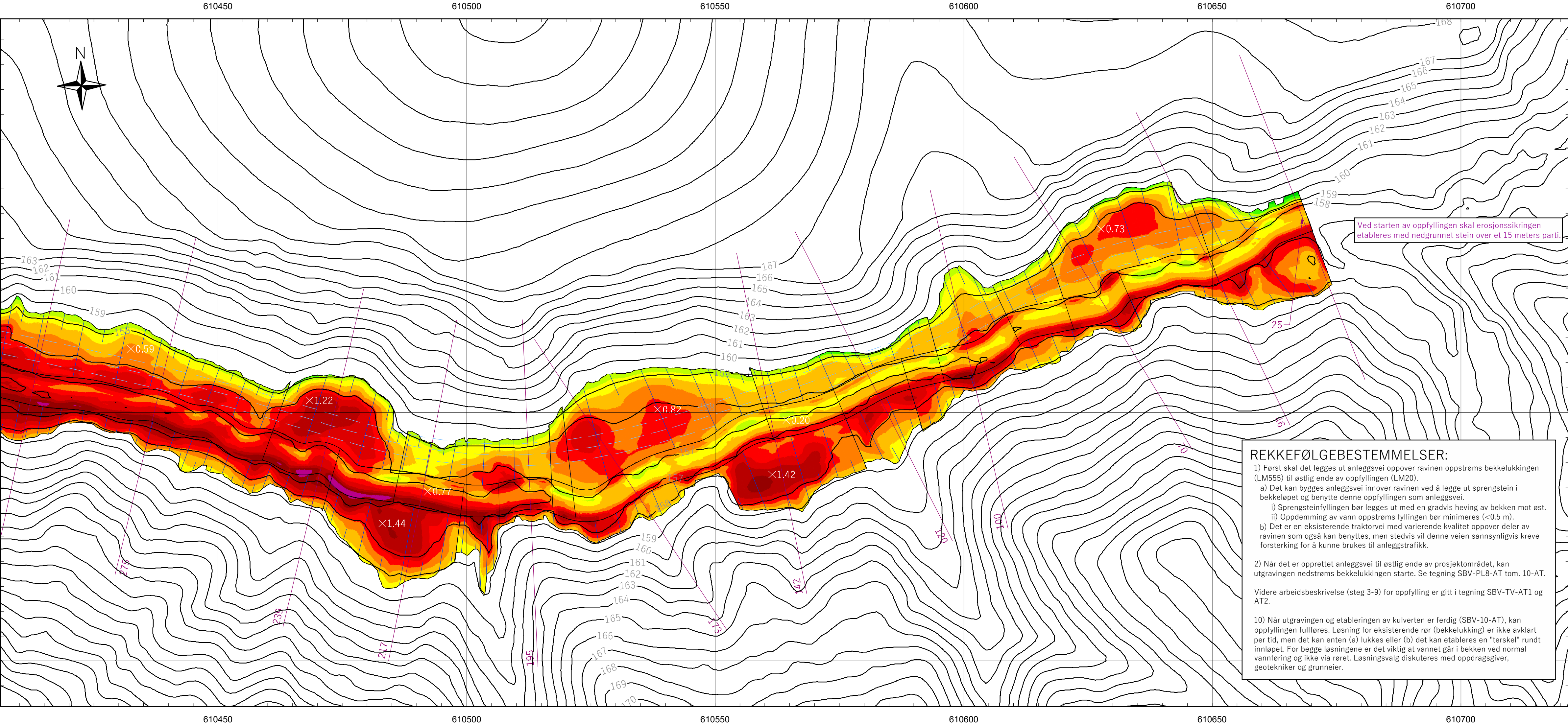
TOLERANSER:

Toleranse for utført nivå for hhv. sidefylling og steinfylling er som følger:
Sidefylling: +25 cm over og -15 cm under prosjektert nivå.
Steinfylling: +8 cm over og -8 cm under prosjektert nivå.

Det er viktig at tverrsnittsarealet på bekken ivaretas, og at det stedvis ikke blir trangere/høyere, slik at man unngår at vann ledes over skuldrene på bekken.

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) tilfredsstillende toleransekrav ved innmåling sensommer etter tiltak.

00	Anbudstegning		2024-09-12	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus			Status			
			-			
			Original format			
			A3.1 (297x841mm)			
20230614-03-R PL6-AT - Plantegning 6, anleggstegning: Erosjonssikring og oppfylling vest, løpemeter (LM) 300 – 555			Tegningens filnavn			
			G:\prosjekt\20230614\AUTOGRAF\RT1\4-Grunnlagmodeller\SBV-Anleggsmodell Midre Trasse Rendert.dwg			
			Målestokk			
			1:500			
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
			2024-09-12	HSk	JLS	HHe
			Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
			20230614	SBV-PL6-AT		00



FORKLARINGER:

- Høydekoter, opprinnelig terreng
- Skjæringer, oppfylling
- Tverrsnitt, løpemeter
- Oppfyllingshøyde
- Anleggsvei, oppfylling i ravine*

HENVISNINGER:

Plantegninger:
SBV-PL1-O
SBV-PL4-AV
SBV-PL11-ML

Tverrsnitt:
SBV-TV-AT1 og -AT2
SBV-TV-LM25-LM800
SBV-TV-S1

RESTRIKSJONER:

Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veioverbygning. Veioverbygning skal skåne underliggende jord for slitasje og kompaktering.

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

Vann i bekken skal ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp under arbeidet, ettersom dette medfører at sideskråninger vil kunne undergraves.

MERKNADER:

Under anleggsarbeidet skal vannet i Skjennum-bekken renne gjennom eksisterende rørsystem. Det innebærer at man ikke må blokkere eller skade rørsystemet (kum/inntak mm.) under arbeidet.

Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]
1	-0.75	-0.50		0
2	-0.50	-0.25		0
3	-0.25	0.00		3
4	0.00	0.25		3158
5	0.25	0.50		2757
6	0.50	0.75		2240
7	0.75	1.00		1801
8	1.00	1.25		1417
9	1.25	1.50		1044
10	1.50	1.75		638
11	1.75	2.00		307
12	2.00	2.25		92
13	2.25	2.50		13
14	2.50	2.75		2
15	2.75	3.00		0

TOLERANSER:

Toleranse for utført nivå for hhv. sidefylling og steinfylling er som følger:
Sidefylling: +25 cm over og -15 cm under prosjektert nivå.
Steinfylling: +8 cm over og -8 cm under prosjektert nivå.

Det er viktig at tverrsnittsarealet på bekken ivaretas, og at det stedvis ikke blir trangere/høyere, slik at man unngår at vann ledes over skuldrene på bekken.

OBS: Snø, is og teleklumper må unngås ved utlegging av motfylling. Det settes ingen toleransekrav til setninger på oppfyllingen over tid. Midlertid skal ferdig utlagt fylling (etter tilbakelegging av moldjord) tilfredsstillende toleransekrav ved innmåling sensommer etter tiltak.

REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

- Først skal det legges ut anleggsvei oppover ravinen oppstrøms bekkelukkingen (LM555) til østlig ende av oppfyllingen (LM20).
 - Det kan bygges anleggsvei innover ravinen ved å legge ut sprengstein i bekkeløpet og benytte denne oppfyllingen som anleggsvei.
 - Sprengsteinfyllingen bør legges ut med en gradvis heving av bekken mot øst.
 - Oppdemming av vann oppstrøms fyllingen bør minimeres (<0.5 m).
 - Det er en eksisterende traktorvei med varierende kvalitet oppover deler av ravinen som også kan benyttes, men stedvis vil denne veien sannsynligvis kreve forsterking for å kunne brukes til anleggsstrafikk.

2) Når det er opprettet anleggsvei til østlig ende av prosjektområdet, kan utgravingen nedstrøms bekkelukkingen starte. Se tegning SBV-PL8-AT tom. 10-AT.

Videre arbeidsbeskrivelse (steg 3-9) for oppfylling er gitt i tegning SBV-TV-AT1 og AT2.

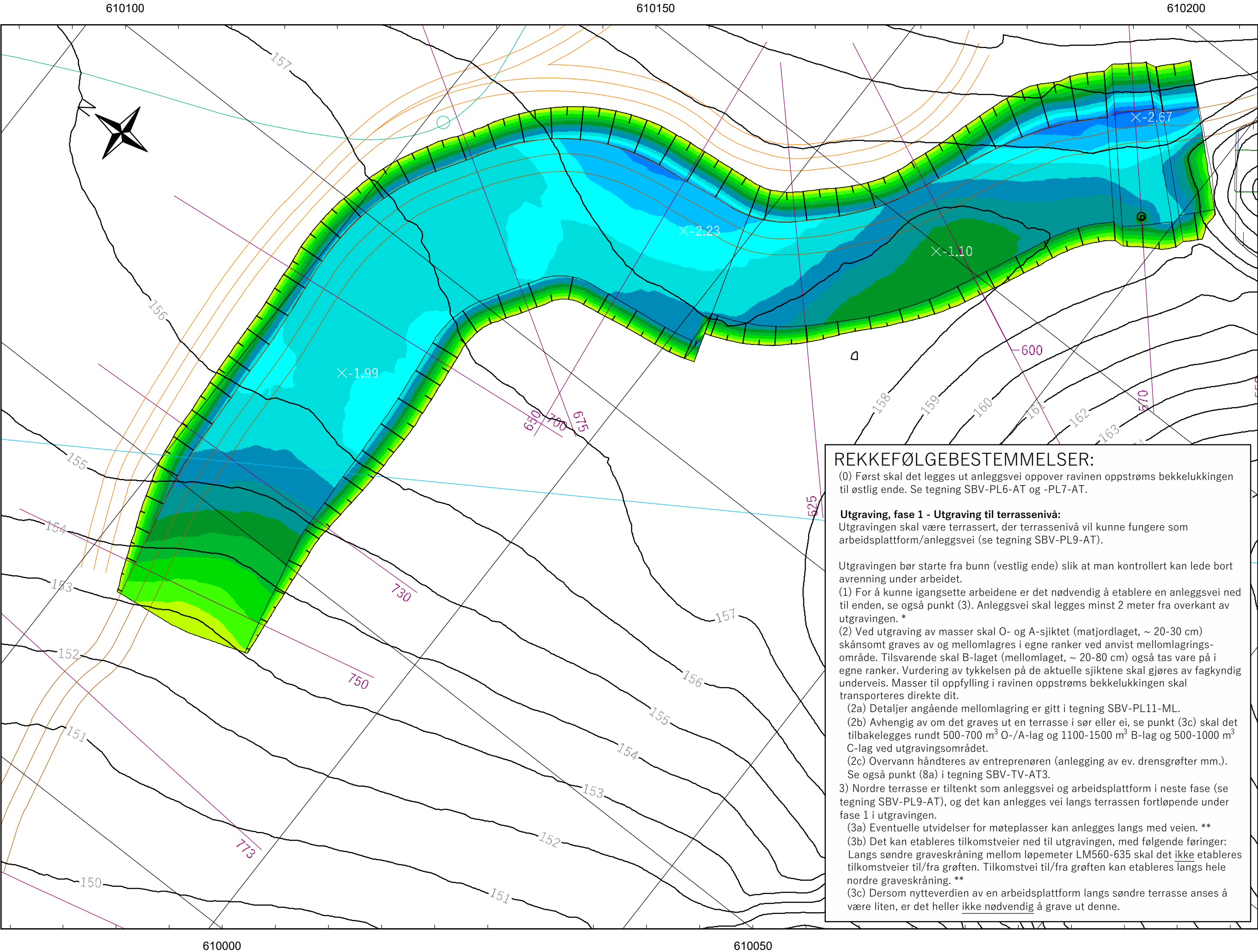
10) Når utgravingen og etableringen av kulverten er ferdig (SBV-10-AT), kan oppfyllingen fullføres. Løsning for eksisterende rør (bekkelukking) er ikke avklart per tid, men det kan enten (a) lukkes eller (b) det kan etableres en "terskel" rundt innløpet. For begge løsningene er det viktig at vannet går i bekken ved normal vannføring og ikke via røret. Løsningsvalg diskuteres med oppdragsgiver, geotekniker og grunneier.

Nannestad kommune

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

20230614-03-R
PL7-AT - Plantegning 7, anleggstegning:
Erosjonssikring og oppfylling øst,
løpemeter (LM) 25 – 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 2024-09-12 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet Hsk Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
	20230614	SBV-PL7-AT		00



REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

(0) Først skal det legges ut anleggsvei oppover ravinen oppstrøms bekkelukkingen til østlig ende. Se tegning SBV-PL6-AT og -PL7-AT.

Utgraving, fase 1 - Utgraving til terrassenivå:
Utgravingen skal være terrassert, der terrassenivå vil kunne fungere som arbeidsplattform/anleggsvei (se tegning SBV-PL9-AT).

Utgravingen bør starte fra bunn (vestlig ende) slik at man kontrollert kan lede bort avrenning under arbeidet.

(1) For å kunne igangsette arbeidene er det nødvendig å etablere en anleggsvei ned til enden, se også punkt (3). Anleggsvei skal legges minst 2 meter fra overkant av utgravingen. *

(2) Ved utgraving av masser skal O- og A-sjiktet (matjordlaget, ~ 20-30 cm) skånsomt graves av og mellomlagres i egne ranker ved anvist mellomlagrings-område. Tilsvarende skal B-laget (mellomlaget, ~ 20-80 cm) også tas vare på i egne ranker. Vurdering av tykkelsen på de aktuelle sjiktene skal gjøres av fagkyndig underveis. Masser til oppfylling i ravinen oppstrøms bekkelukkingen skal transporteres direkte dit.

(2a) Detaljer angående mellomlagring er gitt i tegning SBV-PL11-ML.

(2b) Avhengig av om det graves ut en terrasse i sør eller ei, se punkt (3c) skal det tilbakelegges rundt 500-700 m³ O-/A-lag og 1100-1500 m³ B-lag og 500-1000 m³ C-lag ved utgravingsområdet.

(2c) Overvann håndteres av entreprenøren (anlegging av ev. drengrofter mm.). Se også punkt (8a) i tegning SBV-TV-AT3.

3) Nordre terrasse er tiltenkt som anleggsvei og arbeidsplattform i neste fase (se tegning SBV-PL9-AT), og det kan anlegges vei langs terrassen fortløpende under fase 1 i utgravingen.

(3a) Eventuelle utvidelser for møteplasser kan anlegges langs med veien. **

(3b) Det kan etableres tilkomstveier ned til utgravingen, med følgende føringer: Langs søndre graveskråning mellom løpemeter LM560-635 skal det ikke etableres tilkomstveier til/fra grøften. Tilkomstvei til/fra grøften kan etableres langs hele nordre graveskråning. **

(3c) Dersom nytteverdien av en arbeidsplattform langs søndre terrasse anses å være liten, er det heller ikke nødvendig å grave ut denne.

FORKLARINGER:

- Kote Høydekoter, opprinnelig terreng
- Skjæringer, utgraving
- LM/ Tversnitt, løpemeter
- X Utgravingsdybde
- Anleggsvei, fase 1 og 2
- Vannrør og senkningsanlegg

HENVISNINGER:

Plantegninger: SBV-PL1-O, SBV-PL4-AV, SBV-PL11-ML
Tversnitt: SBV-TV-AT3 og -AT4, SBV-TV-LM25-LM800, SBV-TV-S1

TOLERANSER:

Under alle fasene av utgravingen (fase 1-3) er toleranse for gravenivå som følger:
-5 cm under nederste prosjekterte nivå (fase 2).
Ytterligere utgraving dypere enn prosjektert nivå er ugunstig mht. skråningsstabilitet, og skal unngås.
Øvrige toleranser for overkant av erosjons-sikring, sideskråninger mm. er angitt i tegning SBV-PL10-AT.

MERKNADER:

Under anleggsarbeidet skal vannet i Skjennumbekken renne gjennom eksisterende rør (bekkelukking). Det innebærer at man ikke må blokkere eller skade rørsystemet (kum/inntak mm.) under arbeidet.
Det er vannrør (PVC, D=110mm) som krysser utgravingen, omtrentlig ved LM725, oppgitt til å ligge ved ca. 1-1.5m dybde. Se hoveddelen av rapporten for detaljer.

RESTRIKSJONER:

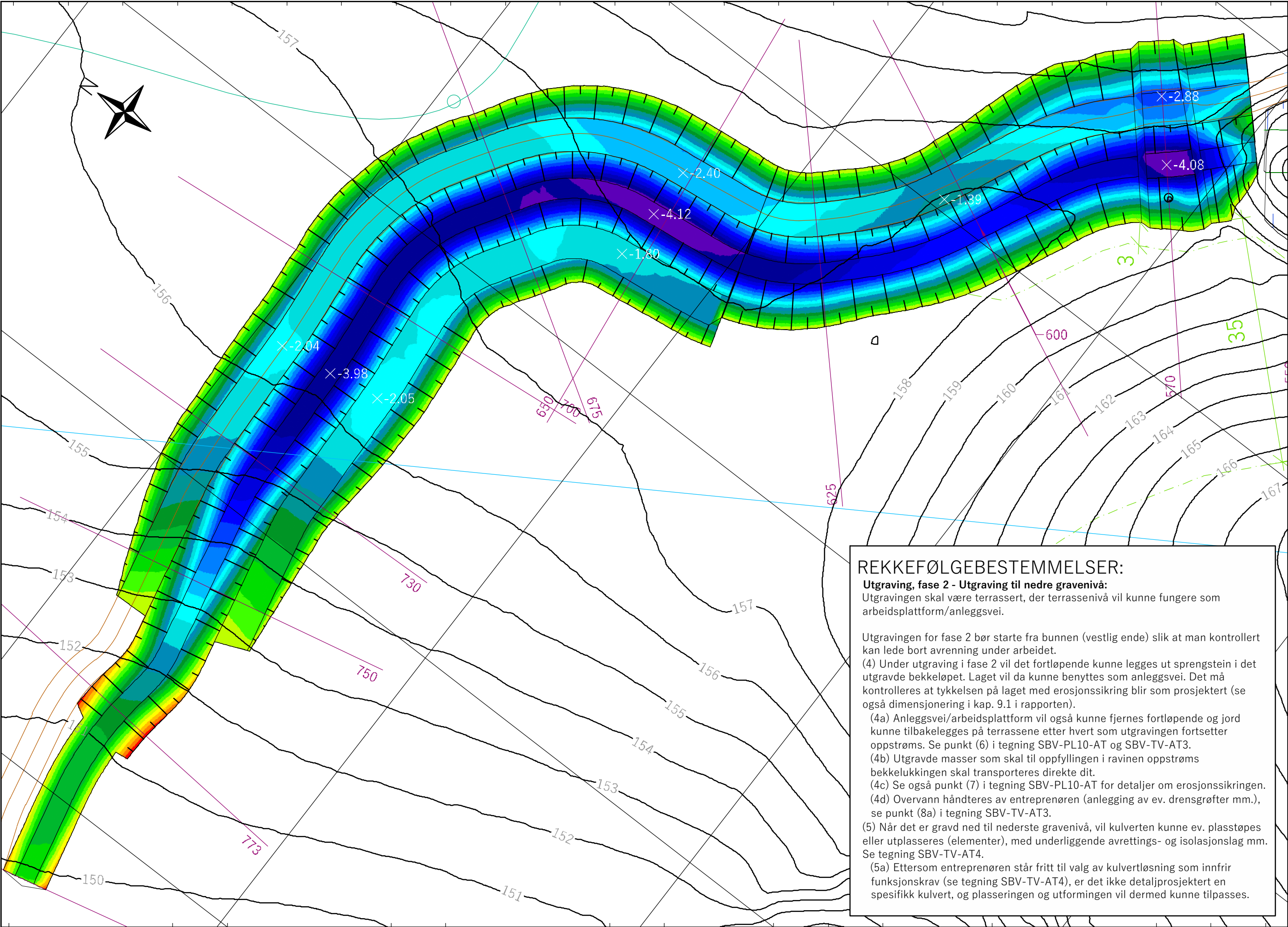
* Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veiøverbygning.
** Graveskråninger skal aldri ha brattere helning enn 1:2.

Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]
1	-3.00	-2.75		0
2	-2.75	-2.50		4
3	-2.50	-2.25		46
4	-2.25	-2.00		178
5	-2.00	-1.75		529
6	-1.75	-1.50		683
7	-1.50	-1.25		809
8	-1.25	-1.00		931
9	-1.00	-0.75		1020
10	-0.75	-0.50		1094
11	-0.50	-0.25		1166
12	-0.25	0.00		1236
13	0.00	0.25		0

00	Anbudstegning	2024-09-10	Hsk	JLS	HHe
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\RTT1.4 - Grunnlagsmodeller\SBV Anleggsmodell Midtre Trase Revidert.dwg			
20230614-03-R PL8-AT Plantegning 8, anleggstegning: Utgraving fase 1: Utgraving til terrassenivå		Målestokk 1:500	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 2024-09-10	Konstr./Tegnet Hsk	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
Oppdragsnr. 20230614		Tegningsnr. SBV-PL8-AT		Rev. 00	

6678100

6678050



6677950

6677900

FORKLARINGER:

- Høydekoter, opprinnelig terreng
- Skjæringer, utgraving
- Tverrsnitt, løpemeter
- Utgravingsdybde
- Anleggsvei, fase 2
- Vannrør og senkningsanlegg
- Restriksjoner anleggstrafikk

HENVISNINGER:

Plantegninger: SBV-PL1-O, SBV-PL4-AV, SBV-PL11-ML
Tverrsnitt: SBV-TV-AT3 og -AT4, SBV-TV-LM25-LM800, SBV-TV-S1

TOLERANSER:

Under alle fasene av utgravingen (fase 1-3) er toleranse for gravenivå som følger:
-5 cm under prosjektert nivå.
Ytterligere utgraving dypere enn prosjektert nivå er ugunstig mht. skråningsstabilitet, og skal unngås.
Øvrige toleranser for overkant av erosjons-sikring, sideskråninger mm. er angitt i tegning SBV-PL10-AT.

MERKNADER:

Under anleggsarbeidet skal vannet i Skjennumbekken renne gjennom eksisterende rør (bekkelukking). Det innebærer at man ikke må blokkere eller skade rørsystemet (kum/inntak mm.) under arbeidet.
Det er vannrør (PVC, D=110mm) som krysser utgravingen, omtrentlig ved LM725, oppgitt til å ligge ved ca. 1-1.5m dybde. Se hoveddelen av rapporten for detaljer.

Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell {min} [m]	Høydeforskjell {maks} [m]	Farge	Volum [m³]
1	-4.25	-4.00		3
2	-4.00	-3.75		36
3	-3.75	-3.50		85
4	-3.50	-3.25		131
5	-3.25	-3.00		183
6	-3.00	-2.75		238
7	-2.75	-2.50		294
8	-2.50	-2.25		372
9	-2.25	-2.00		477
10	-2.00	-1.75		676
11	-1.75	-1.50		824
12	-1.50	-1.25		916
13	-1.25	-1.00		992
14	-1.00	-0.75		1068
15	-0.75	-0.50		1149
16	-0.50	-0.25		1229
17	-0.25	0.00		1305
18	0.00	0.25		6
19	0.25	0.50		1
20	0.50	0.75		0

RESTRIKSJONER:

* Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veiøverbygning.
** Graveskråninger skal aldri ha brattere helning enn 1:2.
*** Ev. anleggstrafikk sør for utgravingen må ha en minste avstand 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se markeringer. Begrensningen gjelder inntil kulverten og rampene er etablert.

REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

Utgraving, fase 2 - Utgraving til nedre gravenivå:
Utgravingen skal være terrassert, der terrassenivå vil kunne fungere som arbeidsplattform/anleggsvei.
Utgravingen for fase 2 bør starte fra bunnen (vestlig ende) slik at man kontrollert kan lede bort avrenning under arbeidet.
(4) Under utgraving i fase 2 vil det fortløpende kunne legges ut sprengstein i det utgravde bekkeløpet. Laget vil da kunne benyttes som anleggsvei. Det må kontrolleres at tykkelsen på laget med erosjonssikring blir som prosjektert (se også dimensjonering i kap. 9.1 i rapporten).
(4a) Anleggsvei/arbeidsplattform vil også kunne fjernes fortløpende og jord kunne tilbakelegges på terrassene etter hvert som utgravingen fortsetter oppstrøms. Se punkt (6) i tegning SBV-PL10-AT og SBV-TV-AT3.
(4b) Utgravde masser som skal til oppfyllingen i ravinen oppstrøms bekkelukkingen skal transporteres direkte dit.
(4c) Se også punkt (7) i tegning SBV-PL10-AT for detaljer om erosjonssikringen.
(4d) Overvann håndteres av entreprenøren (anlegging av ev. drengrofter mm.), se punkt (8a) i tegning SBV-TV-AT3.
(5) Når det er gravd ned til nederste gravenivå, vil kulverten kunne ev. plasstøpes eller utplasseres (elementer), med underliggende avrettings- og isolasjonslag mm. Se tegning SBV-TV-AT4.
(5a) Ettersom entreprenøren står fritt til valg av kulvertløsning som innfrir funksjonskrav (se tegning SBV-TV-AT4), er det ikke detaljprosjektert en spesifikk kulvert, og plasseringen og utformingen vil dermed kunne tilpasses.

Nannestad kommune

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahun

20230614-03-R
PL9-AT Plantegning 9, anleggstegning:
Utgraving fase 2: Utgraving til nedre gravenivå

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
2024-09-10

Oppdragsnr.
20230614

Konstr./Tegnet
Hsk

Tegningsnr.
SBV-PL9-AT

Kontrollert
JLS

Rev.
00

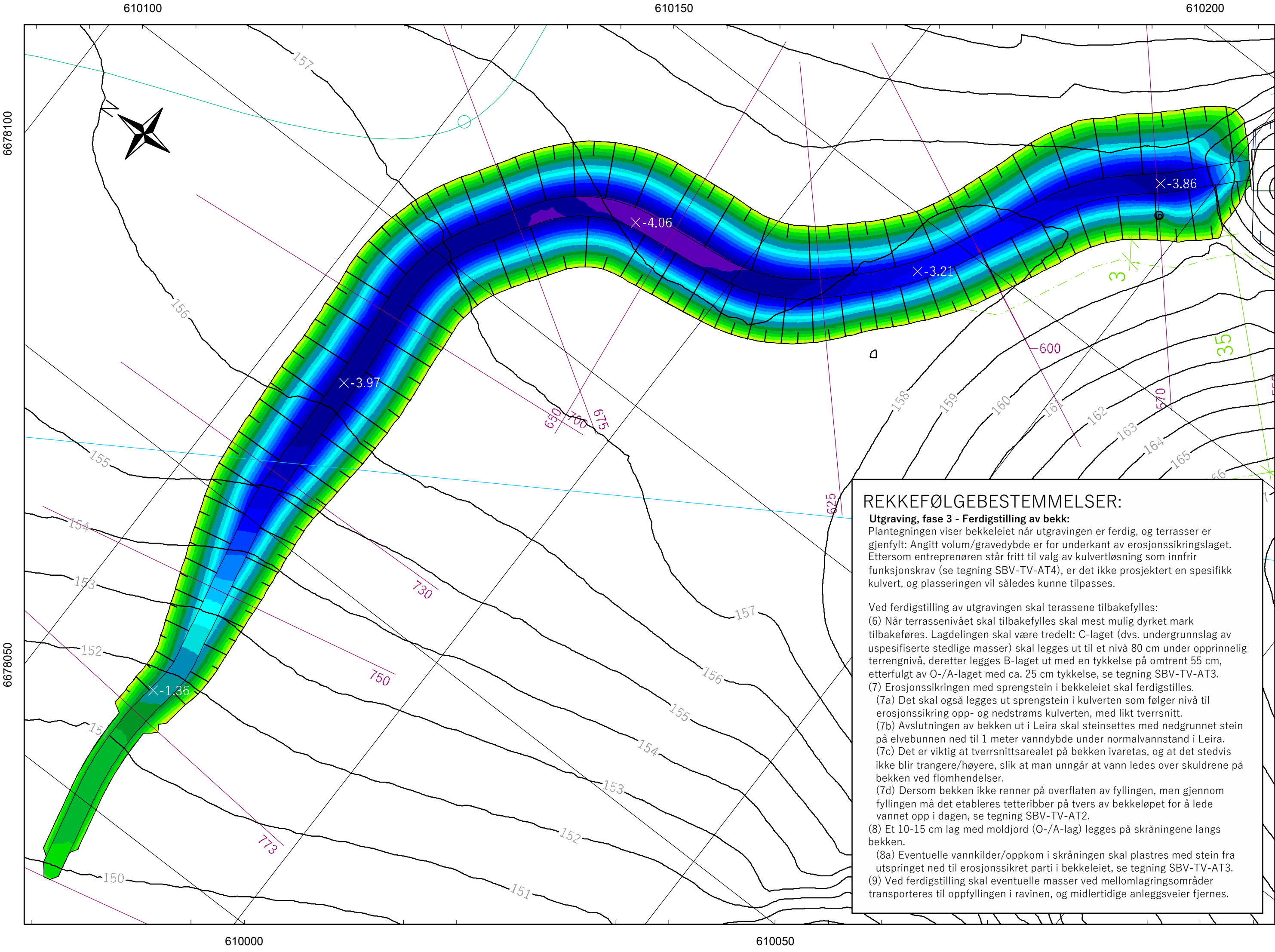
Godkjent
HHe

Godkjent
HHe

610000

610050

610200



REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

Utgraving, fase 3 - Ferdigstilling av bekk:
Plantegningen viser bekkeleiet når utgravingen er ferdig, og terrasser er gjenfylt: Angitt volum/gravedybde er for underkant av erosjonssikringslaget. Ettersom entreprenøren står fritt til valg av kulvertløsning som innfrir funksjonskrav (se tegning SBV-TV-AT4), er det ikke prosjektert en spesifikk kulvert, og plasseringen vil således kunne tilpasses.

- Ved ferdigstilling av utgravingen skal terrassene tilbakefylles:
- (6) Når terrassenivået skal tilbakefylles skal mest mulig dyrket mark tilbakeføres. Lagdelingen skal være tredelt: C-laget (dvs. undergrunnslag av uspesifiserte stedlige masser) skal legges ut til et nivå 80 cm under opprinnelig terrengnivå, deretter legges B-laget ut med en tykkelse på omtrent 55 cm, etterfulgt av O-/A-laget med ca. 25 cm tykkelse, se tegning SBV-TV-AT3.
 - (7) Erosjonssikringen med sprengstein i bekkeleiet skal ferdigstilles.
 - (7a) Det skal også legges ut sprengstein i kulverten som følger nivå til erosjonssikring opp- og nedstrøms kulverten, med likt tverrsnitt.
 - (7b) Avslutningen av bekken ut i Leira skal Steinsettes med nedgrunnet stein på elvebunnen ned til 1 meter vanndybde under normalvannstand i Leira.
 - (7c) Det er viktig at tverrsnittsarealet på bekken ivaretas, og at det stedvis ikke blir trangere/høyere, slik at man unngår at vann ledes over skuldrene på bekken ved flomhendelser.
 - (7d) Dersom bekken ikke renner på overflaten av fyllingen, men gjennom fyllingen må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen, se tegning SBV-TV-AT2.
 - (8) Et 10-15 cm lag med moldjord (O-/A-lag) legges på skråningene langs bekken.
 - (8a) Eventuelle vannkilder/oppkom i skråningen skal plastres med stein fra utspringet ned til erosjonssikret parti i bekkeleiet, se tegning SBV-TV-AT3.
 - (9) Ved ferdigstilling skal eventuelle masser ved mellomlagringsområder transporteres til oppfyllingen i ravinen, og midlertidige anleggsveier fjernes.

FORKLARINGER:

- Høydekoter, opprinnelig terreng
- Skjæringer, utgraving
- Tverrsnitt, løpemeter
- Utgravingsdybde
- Vannrør og senkningsanlegg
- Restriksjoner anleggstrafikk

HENVISNINGER:

- Plantegninger: SBV-PL1-O, SBV-PL4-AV, SBV-PL11-ML
- Tverrsnitt: SBV-TV-AT3 og -AT4, SBV-TV-LM25-LM800, SBV-TV-S1

TOLERANSER:

- Toleranse for utført nivå for hhv. (1) erosjonssikring, (2) sideskråninger og (3) dyrket mark er som følger:
- (1) -5 cm under og +10 cm over prosjektert nivå.
 - (2) Mellom +10 cm og +20 cm over prosjektert nivå.
 - (3) Likt opprinnelig terrengnivå ± 10 cm.

- Toleranser for lagtykkelser er som følger:
- (i) For dekkelag på graveskråninger langs bekken:
 - O-/A-lag: Tykkelsen skal være 15 cm ± 5 cm.
 - Ev. plastring mot overflateerosjon: 15 cm ± 5 cm.
 - (ii) Ved tilbakeføring av dyrket mark:
 - O-/A-lag: Tykkelsen skal være 25 cm ± 5 cm.
 - B-lag: Tykkelsen skal være 55 cm ± 5 cm.
 - C-lag: Tykkelsen tilpasses slik at overkant er 80 cm ± 10 cm sammenlignet med opprinnelig terrengoverflate.
 - (iii) Tykkelse på erosjonssikring langs bekkeåpningen varierer i tverrsnittet, fra 45 cm i midten til 60 cm på sidene. Toleranse på tykkelse er fra -5 cm til +10 cm.

MERKNADER:

Under anleggsarbeidet skal vannet i Skjennumbekken renne gjennom eksisterende rørsystem. Det innebærer at man ikke må blokkere eller skade rørsystemet (kum/inntak mm.) under arbeidet.

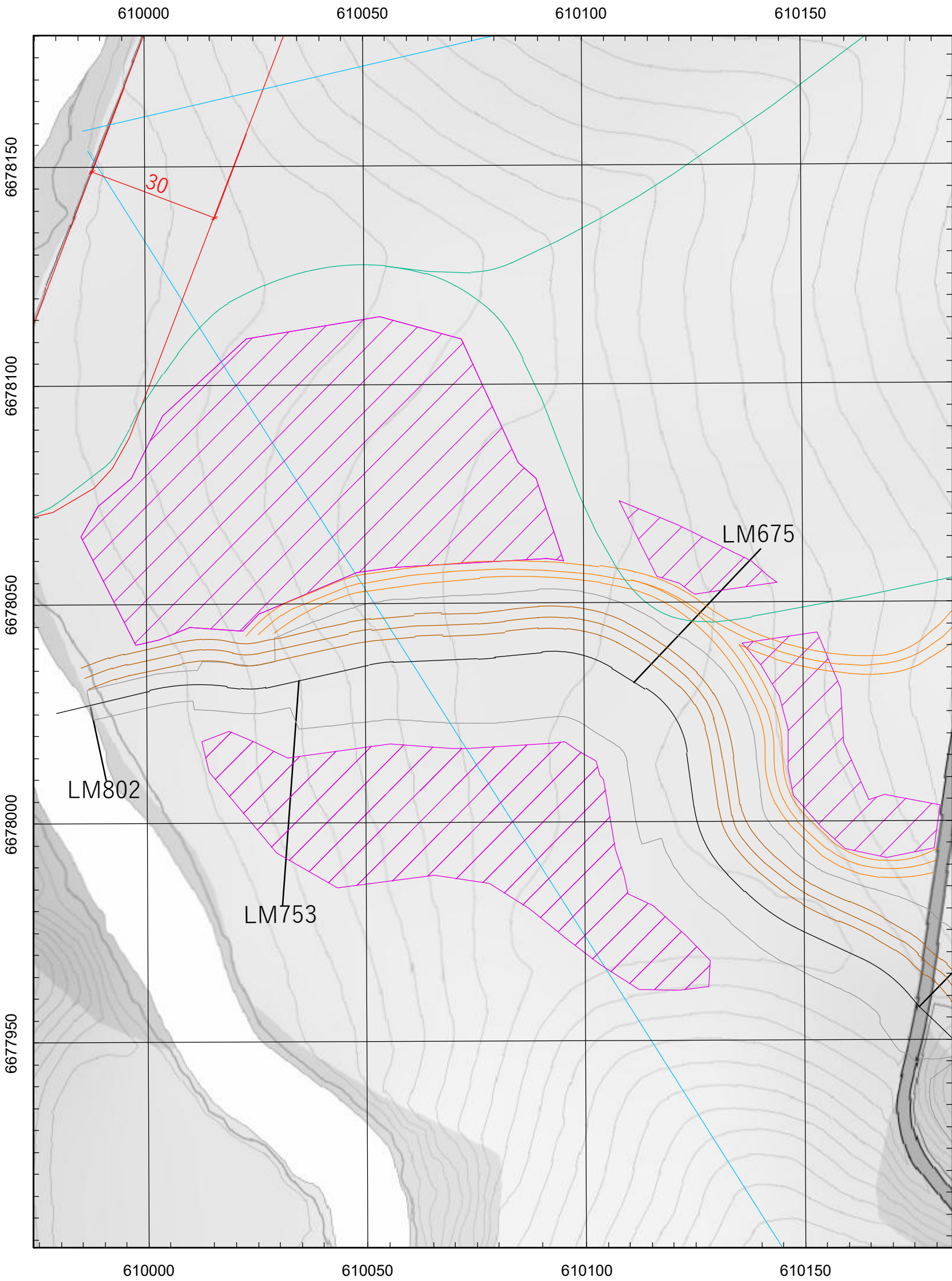
Det er vannrør (PVC, D=110mm) som krysser utgravingen, omtrentlig ved LM725, oppgitt til å ligge ved ca. 1-1.5m dybde. Se hoveddelen av rapporten for detaljer.

Tegnforklaring - Høydeforskjell terrengoverflate og prosjektert flate				
Nr.	Høydeforskjell (min) [m]	Høydeforskjell (maks) [m]	Farge	Volum [m³]
1	-4.25	-4.00		1
2	-4.00	-3.75		28
3	-3.75	-3.50		78
4	-3.50	-3.25		125
5	-3.25	-3.00		177
6	-3.00	-2.75		231
7	-2.75	-2.50		282
8	-2.50	-2.25		333
9	-2.25	-2.00		384
10	-2.00	-1.75		437
11	-1.75	-1.50		492
12	-1.50	-1.25		549
13	-1.25	-1.00		608
14	-1.00	-0.75		672
15	-0.75	-0.50		742
16	-0.50	-0.25		810
17	-0.25	0.00		875
18	0.00	0.25		0

RESTRIKSJONER:

- * Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veiøverbbygning.
- ** Graveskråninger skal aldri ha brattere helning enn 1:2.
- *** Ev. anleggstrafikk sør for utgravingen må ha en minste avstand 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se markeringer. Begrensningen gjelder inntil kulverten og rampene er etablert.

00	Anbudstegning	2024-09-10	HSk	JLS	HHe	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahun		Status				
		-				
		Original format				
		A3.2 (297x594mm)				
20230614-03-R PL10-AT Plantegning 10, anleggstegning: Utgraving fase 3: Ferdigstilling av bekk		Tegningens filnavn		G:\geotekn\20230614\AUTOGRAF\RT11.4 - Grunlagsmodeller\SBV Anleggsmodell Midtre Trase Revidert.dwg		
		Målestokk		NGI		
		1:500				
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	
		2024-09-10	Hsk	JLS	HHe	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.		
		20230614	SBV-PL10-AT	00		



FORKLARINGER:

- Mellomlagringsarealer
- Aktuelle anleggsveier
- Sikkerhetsavstand fra høyspentlinje (30m)
- Vannrør og senkningsanlegg

BESKRIVELSE:

Mellomlagring av masser kan gjøres langs bunnen av ravinedalen og ved anvist areal på jordet. Det vil høyst sannsynlig være nødvendig å mellomlagre masser på dyrket mark. Matjord er ømfintlig for bearbeiding og transport, og maskinførere mfl. som er på prosjektet skal alltid etterstrebe god ivaretagelse av matjorden. Mellomlagringsområder skal tilbakeføres ved endt tiltak.

Ved opparbeiding av arealer for mellomlagring skal (1) eventuell vegetasjon fjernes (aktuelt i ravinen) og (2) moldjord (~20-30cm) graves opp og legges til side i egne ranker direkte på grunnen (aldri høyere enn H=0.5m). For mellomlagring på dyrket mark legges det deretter 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. Opparbeiding av arealer kan gjøres fortløpende etter behov. Når sikringstiltaket er ferdigstilt og mellomlagringsmasser fjernet skal arealene tildekkes igjen med den utgravde moldjorden.

Det bør etterstrebes å benytte minst mulig areal. Hvordan arealet benyttes/organiseres mht. mellomlagring av ulike masser, traséer for anleggsveier etc. er opp til entreprenøren.

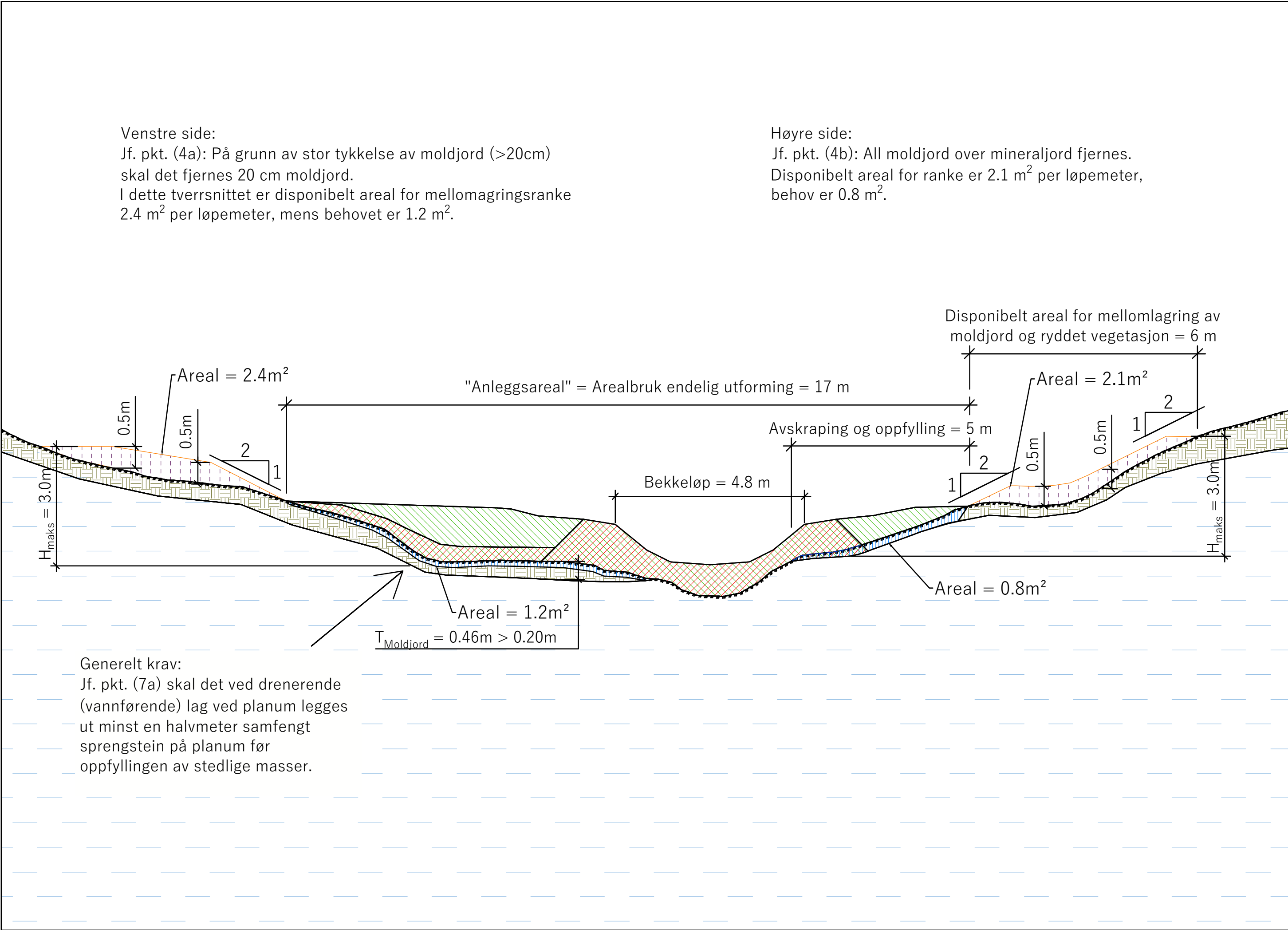
Føringer:

- Det skal alltid legges anleggsvei innenfor og til/fra mellomlagringsområder. Anleggsveier skal bidra til å fordele marktrykk utover større areal, og dermed motvirke slitasje og kompaktering av matjorden.
 - Stedlige masser skal mellomlagres sortert etter tre kategorier:
 - O-/A-sjikt (øvre lag med moldjord)
 - B-sjikt (mellomlag/underjord)
 - C-sjikt (undergrunnslag av stedlige masser eller "mineraljord" (leire, silt, sand))
 - Tykkelsen av utlagte masser kan maksimalt være 1.5 meter høy.
 - Masser skal legges ut skånsomt og i etterkant bearbeides minst mulig.
 - Det skal kun benyttes skuffe for flytting av masser, dvs. dosing av masser tillates ikke.
 - Overvann på mellomlagringsområdet håndteres av entreprenøren, herunder etablering av dreneringsgrøfter ol. Pytter og lokal oppbløting skal unngås, da det gjør jorden mer ømfintlig.
 - Ved langvarig oppbevaring av moldjord og 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.
 - Mellomlagring over senkningsanlegg skal unngås og overlaging nær vannledning minimeres ($H \leq 0.5m$).
- Detaljer vedrørende eventuelle forurensede masser eller bløte, sensitive masser er gitt i hoveddelen av rapporten.

HENVISNINGER:

Plantegninger: SBV-PL5-PoV, og SBV-PL6-AT tom. SBV-PL10-AT
Plantegning, oversiktstegning: SBV-PL1-O

00	Anbudstegning	2024-10-01	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus 20230614-03-R PL11-ML - Plantegning 11: Mellomlagringsområde		Status -		Original format A3 (297x420mm)	
		Målestokk 1:1000		Tegningens filnavn G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF\RTI\1.2 - Plantegninger\SBV - Plantegning, Beregningsprofiler Mm.dwg	
		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 2024-10-01	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. SBV-PL11-ML	Rev. 00	



FORKLARINGER:

Moldjord/Organisk jord

Mineraljord (leire, silt, sand mm.)

Ranke, mellomlagring av moldjord mm.

Fjernet moldjord

Oppfylling, stedlige masser

Oppfylling, samfengt sprengstein

Opprinnelige terrengoverflate

HENVISNINGER:

Plantegning:
SBV-PL6-AT tom. PL10-AT.
Tverrsnitt, anleggstegning:
SBV-TV-AT2
Tverrsnitt, geometri:
SBV-TV-S1 og SBV-TV-LM20-550

TOLERANSER:

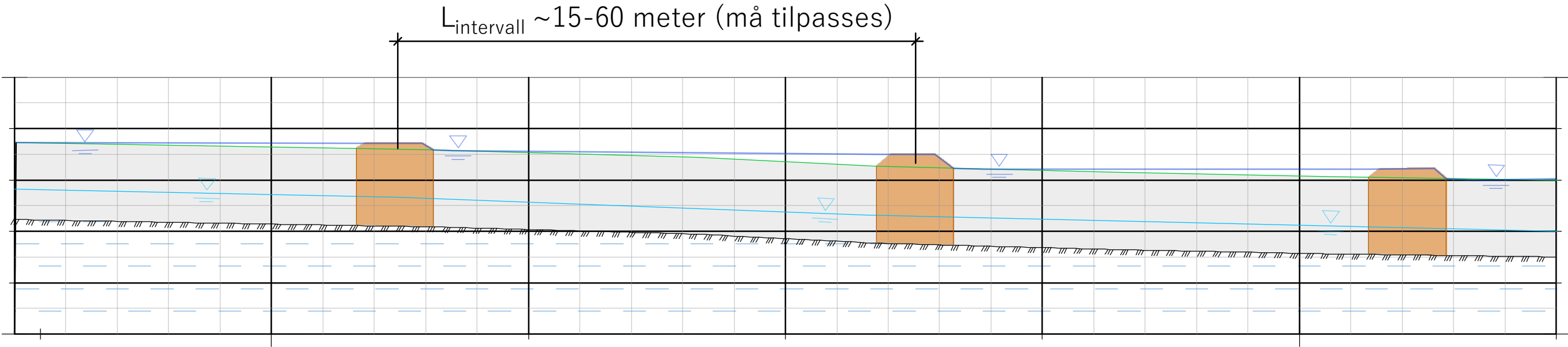
Se tegning SBV-PL7-AT og -PL8-AT for toleransekrav og restriksjoner.

REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

(1) Først skal det legges ut anleggsvei oppover ravinen oppstrøms bekkelukkingen til østlig ende av oppfyllingen (LM555-LM20), se SBV-PL5 tom. -PL7.
(1a) Det kan bygges anleggsvei innover ravinen ved å legge ut sprengstein i bekkeløpet og benytte denne oppfyllingen som anleggsvei. Se punkt (6).
(1a-i) Fyllingen bør legges ut med en gradvis heving av bekken mot øst.
(1a-ii) Oppdemming av vann oppstrøms fyllingen bør minimeres (<0.5m).
(3) "Anleggsarealer", dvs. prosjekterte flater, markert i tegningen, skal ryddes for vegetasjon. Hogst, stubber, døde trær mm. legges i ranker til sidene for anleggsarealet. Ev. kan det kjøres til mellomagringsområde.
(4) Organisk jord skal skaves av og tas vare på. Dette foregår seksjonsvis (inntil 15 meter i lengderetningen) 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.
(4a) Dersom tykkelsen av moldjord over mineraljord er mindre enn 20 cm skal all moldjord avskrapes.
(4b) Ved større tykkelser skal det avskrapes ca. 20 cm moldjord.
(5) 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 (ved angitte områder, eller etter avtale).
(6) Det skal legges ut samfengt sprengstein i bekkeløpet: Dimensjonerende steinstørrelse (D) varierer langs oppfyllingen, se tabell 9-1 og figur 9-1 i rapporten. Utlagte masser bør kunne benyttes som anleggsvei. Utlekking av sprengstein kan utføres parallelt med punkt (3-5) over.
(6a) Vannet må ikke ledes til side for eksisterende bekkeløp, ettersom dette medfører at bekken vil kunne grave i sideskråninger.
(7) Prosedyre ved utlegging av masser til side for bekkeløp avhenger av avdekket underlag (planum) eller ev. vanntilsig (se punkt (4)):
(7a) 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, med en minste tykkelse på 0.5 meter. Stedlige masser legges så over dette igjen. Ved langstrakte partier kan det legges strenger av sprengstein (se detaljer i rapport).
(7b) Dersom eksponert planum består av kohesjonsmateriale (finkornig jord: leire og silt) legges de stedlige utgravde massene ut til side for bekkeløpet.
(7c) Utlagte masser skal lagvis kompakteres slik at sprekker og hulrom i oppfyllingen unngås (se detaljer i rapport).
(8) Når oppfyllingen er utført til prosjektert nivå, skal moldjord legges utover sidefyllingene. Moldjorden skal være "rufsete" eller "uordnet", dvs. ikke pakket eller dandert. Ev. døde trær, hogst mm. kan deretter legges over moldjorden.
(9) Dersom bekken ikke renner i dagen, men gjennom fyllingen må det lages tetteribber. Se tegning SBV-TV-AT2.
(10) Når utgravingen og etableringen av kulverten er ferdig, kan oppfyllingen fullføres, se beskrivelse i SBV-PL10-AT.

00	Anbudstegning	2024-09-15	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:\gearkiv\20230614\AUTOGRAF-RT11.3 Lagteiling\FO - SBV\SBV-TV-AT1 OG -AT2 - Forklaring Anleggsutførelse.dwg			
20230614-03-R TV-AT1: Tverrsnitt anleggstegning 1 Oppfylling i ravine		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 2024-09-15	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. SBV-TV-AT1	Rev. 00	

Dersom vannet renner gjennom fyllingen og ikke på overflaten må det etableres tetteribber.



FORKLARINGER:

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

TOLERANSER:

Se tegning SBV-PL6-AT og -PL7-AT for toleransekrav og restriksjoner.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL6-AT tom. PL10-AT.
Tverrsnitt, senterlinje av oppfylling: SBV-TV-S1
Tverrsnitt, anleggstegning: SBV-TV-AT1

REKKEFØLGEBESTEMMELSER:

Steg (9) - Dersom bekken etter utlegging av masser ikke renner i dagen, men gjennom fyllingen må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen.

OBS: Ettersom tykkelsen på fyllingen er stor, er det hensiktsmessig at man fortløpende holder tilsyn med fyllingens «oppførsel», ettersom det vil være enklere å etablere tetteribber fortløpende/etappevis, enn å gjøre det i etterkant, se punkt (9c-i).

(9a) Tetteribber etableres ved å grave bort drenerende fyllmasser over en kort seksjon (1-2 meters bredde, på tvers av senterlinjen). Dvs. det skal graves helt ned til opprinnelig bekkenivå/terrengnivå. Sideveis utstrekning på tetteribbene må være tilstrekkelig til at vannet ikke går rundt, men over, tetteribbene.

(9b) Etter utgraving gjenfyller man seksjonen med tette masser (f.eks. finkornig jord).

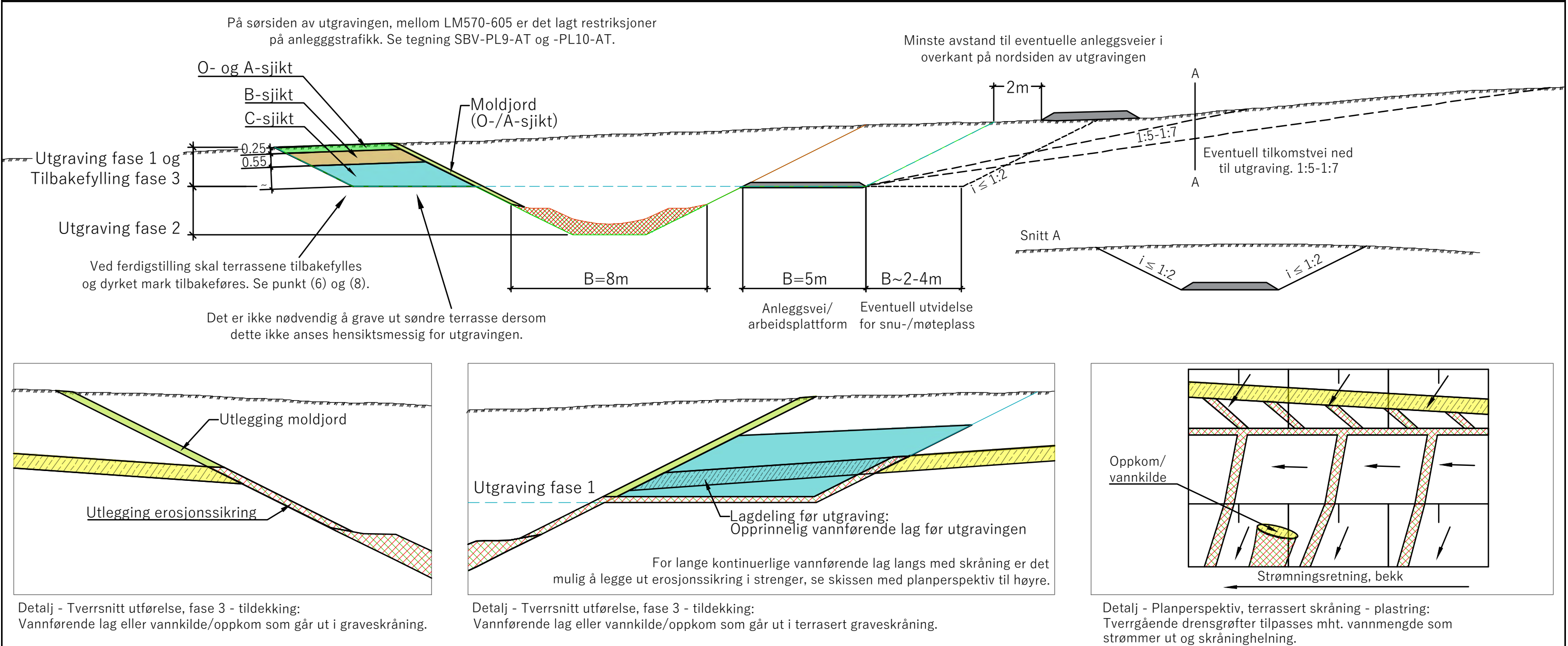
(9b-i) Underkant av tetteribbene må erosjonssikres enten i forkant eller underveis av oppfylling av tette massene, samt at toppen av tetteribbene erosjonssikres til slutt. Erosjonssikring utføres med grov stein:

$D_{50,ribber} = 2 \times D_{50}$ (se kap. 9.1 i rapporten).

(9c) Fortrinnsvis bør tetteribbene etableres per 30 cm fall (på prosjektert oppfylling), dvs. per 20 meter ved 1.5% fall, per 30 meter ved 1.0% fall, per 60 meter ved 0.5% fall etc. Eventuelt kan man tilpasse avstanden dersom man etablerer tetteribbene til slutt:

(9c-i) Dersom etableringen av tetteribber gjøres i senere stadier av oppfyllingen og utføres nedenfra og oppstrøms vil man kunne tilpasse avstanden mellom tetteribbene enkeltvis.

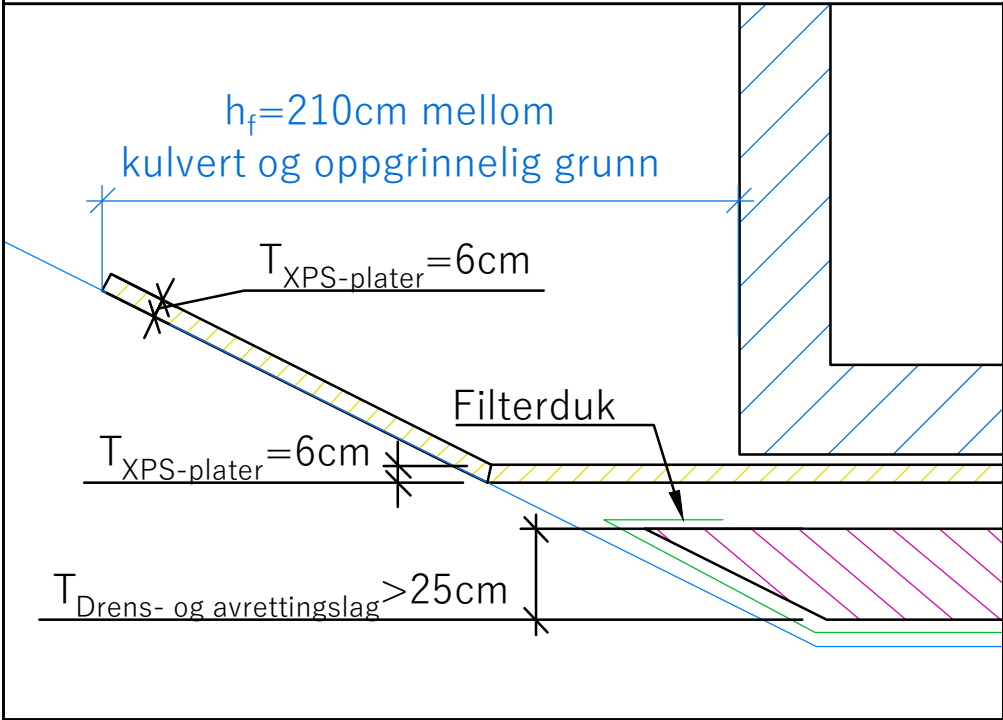
00	Anbudstegning	2024-09-15	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus 20230614-03-R TV-AT2: Tverrsnitt, anleggstegning 2 Oppfylling i ravine (lengderetning)		Status -		Original format A3.1 (297x841mm)	
		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.3 - Lagdeling\FO - SBV\SBV-TV-AT1 OG -AT2 - Forklaring Anleggsutførelse.dwg	
		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 2024-09-15	Konstr./Tegnet HSk	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. SBV-TV-AT2	Rev. 00	



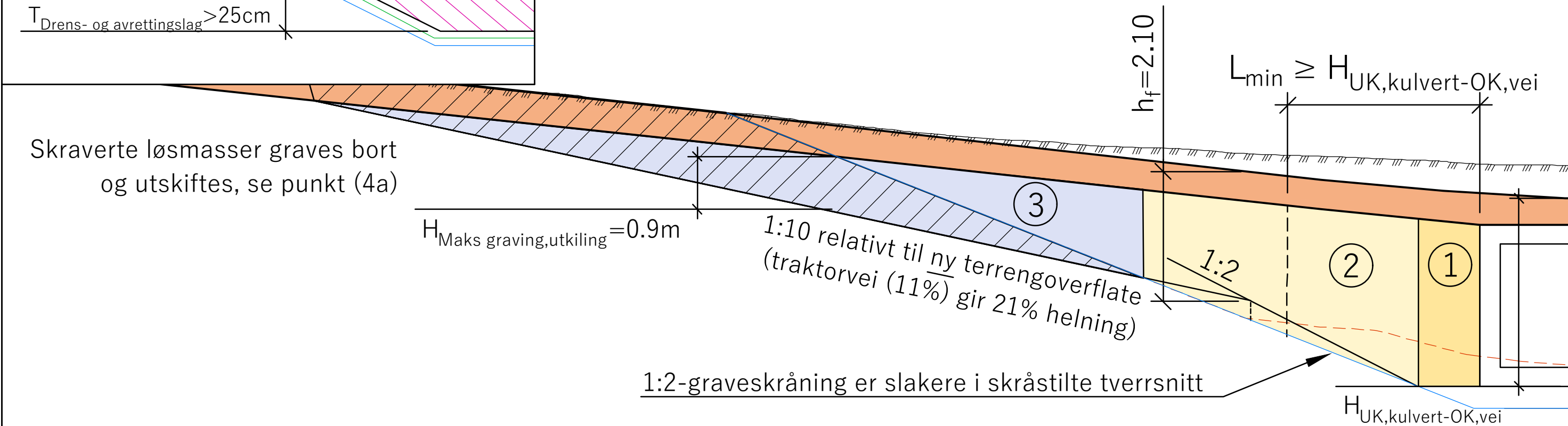
FORKLARINGER:		REKKEFØLGEBESTEMMELSER:	
	Oppfylling/erosjonssikring, samfengt sprengstein		Overbygning, anleggsvei
	O-/A-sjikt (moldjord)		Opprinnelige terrengoverflate
	B-sjikt		Gravenivå fase 1
	C-sjikt ("undergrunns"lag av stedlige masser)		Gravenivå fase 2
	Vannførende lag		Lokale tilkomstveier og møte-/snplasser
			Retning avrenning
RESTRIKSJONER:			
* Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veioverbygning.			
** Utgraving skal aldri ha tilstøtende skråninger brattere enn 1:2.			
TOLERANSER:			
Se tegning SBV-PL8-AT tom. -PL10-AT for toleransekrav.			
HENVISNINGER:			
Plantegning: SBV-PL6-AT tom. PL10-AT.			
Tverrsnitt, senterlinje av oppfylling: SBV-TV-S1.			
Tverrsnitt, anleggstegninger: SBV-TV-AT2 og -AT4.			
		Utgraving, fase 1 - Utgraving til terrassenivå	
		(2) Ved utgraving skal O- og A-sjiktet (matjordlaget, ~ 20-30 cm) skånsomt graves av og mellomlagres i egne ranker ved anvist mellomlagringsområde. Tilsvarende skal B-laget (mellomlaget, ~ 20-80 cm) også tas vare på i egne ranker. Vurdering av tykkelsen på de aktuelle sjiktene skal gjøres av fagkyndig underveis. Masser til oppfylling i ravinen oppstrøms bekkelukkingen skal transporteres direkte dit.	
		(2a) Detaljer om mellomlagring er gitt i tegning SBV-PL11-ML.	
		(2b) Avhengig av om det graves ut en terrasse i sør eller ej, skal det tilbakelegges rundt 500-700m³ O-/A-lag, 1100-1500 m³ B-lag, og 500-1000 m³ C-lag ved utgravingsområdet.	
		(2c) Overvann håndteres av entreprenøren (anlegging av ev. drengrofter mv.). Se punkt (8a).	
		Utgraving, fase 2 - Utgraving til nedre gravenivå	
		(4) Under utgraving i fase 2 vil det fortløpende kunne legges ut sprengstein i det utgravde bekkeløpet. Laget vil da kunne benyttes som anleggsvei. Det må kontrolleres at tykkelsen på laget med erosjonssikring blir som prosjektert (dimensjoner er oppgitt i kap. 9.1 i rapporten).	
		(4b) Dersom bekken ikke renner på overflaten av fyllingen, men gjennom fyllingen må det etableres tetteribber på tvers av bekkeløpet for å lede vannet opp i dagen, se tegning SBV-TV-AT2.	
		Utgraving, fase 3 - Ferdigstilling av bekk:	
		(6) Når terrassenivået skal tilbakefylles skal mest mulig dyrket mark tilbakeføres. Lagdelingen skal være tredelt: C-laget skal legges ut til et nivå 80 cm under opprinnelig terrengnivå, deretter legges B-laget ut med en tykkelse på omtrent 55 cm, etterfulgt av O-/A-laget med ca. 25 cm tykkelse.	
		(8) Et 10-15 cm lag med moldjord (O-/A-lag) legges på skråningene langs bekken.	
		(8a) Eventuelle vannkilder/oppkom i skråningen skal plastres med stein (10-15cm tykt) fra utspringet ned til erosjonssikret parti i bekkeløpet. Detaljer i profil og i planet er vist over.	
		(9) Ved ferdigstilling skal eventuelle masser ved mellomlagringsområder transporteres til oppfyllingen i ravinen, og midlertidige anleggsveier fjernes.	

00	Anbudstegning	2024-09-15	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		-			
		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-03-R TV-AT3: Tverrsnitt, anleggstegning 3 Utgravingsparti, med erosjonssikring og tilbakefylling av masser		Tegningens filnavn		G:\geoteknisk\20230614\AUTOGRAF_RIT1.3 - Lagdeling\FO - SBV\SBV-TV-AT3 Og -AT4 - Kulvert Tverrsnitt Langs Senterlinje.dwg	
		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	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2024-09-15	HSk	JLS	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230614	SBV-TV-AT3	00	

Overgang fra kulvert/ramper til traktorvei skal frostsikres.
Det kan gjøres ved å legge ut frostsikringslag i en utkiling med T1-masser som vist under.
Ev. kan man legge isolasjonsplater med utkiling jf. beskrivelse i SVVs N200.



Tverrsnittet er tegnet langs med ny/gammel traktorvei og er således skråstilt ift. utgravingen (dvs. ikke vinkelrett på senterlinje, se over).



HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL9-AT og -PL10-AT.
Tverrsnitt, anleggstegning: SBV-TV-AT3.
Tverrsnitt, geometri: SBV-TV-S1 og -TV-LM20-805.

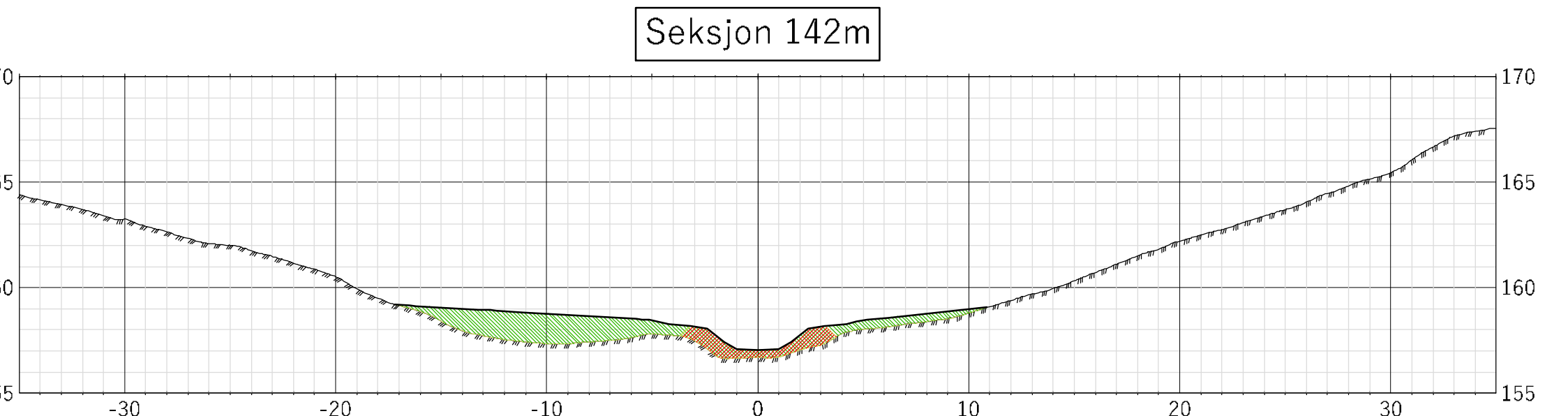
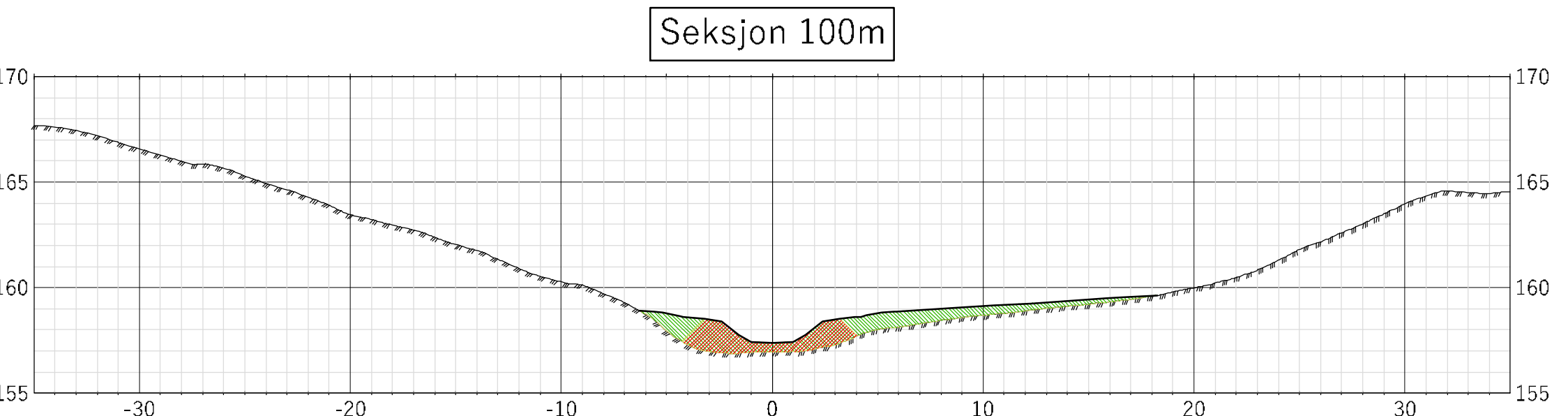
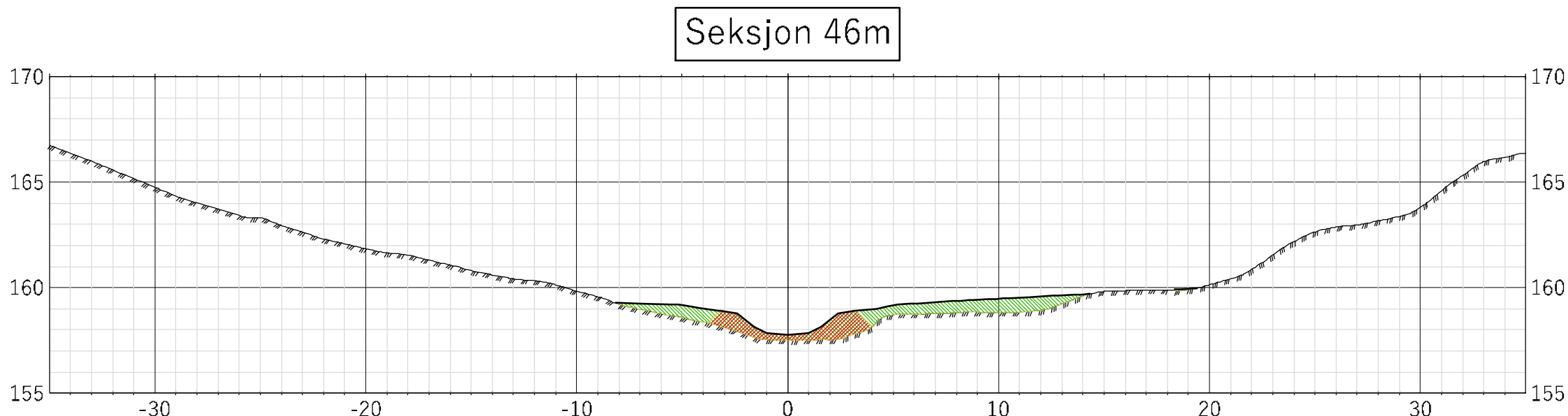
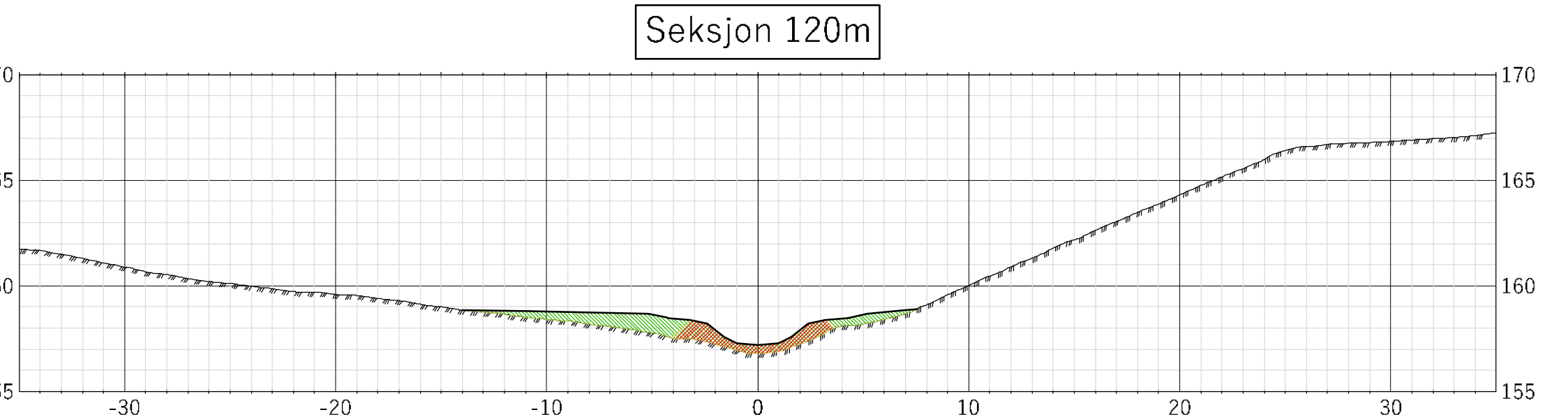
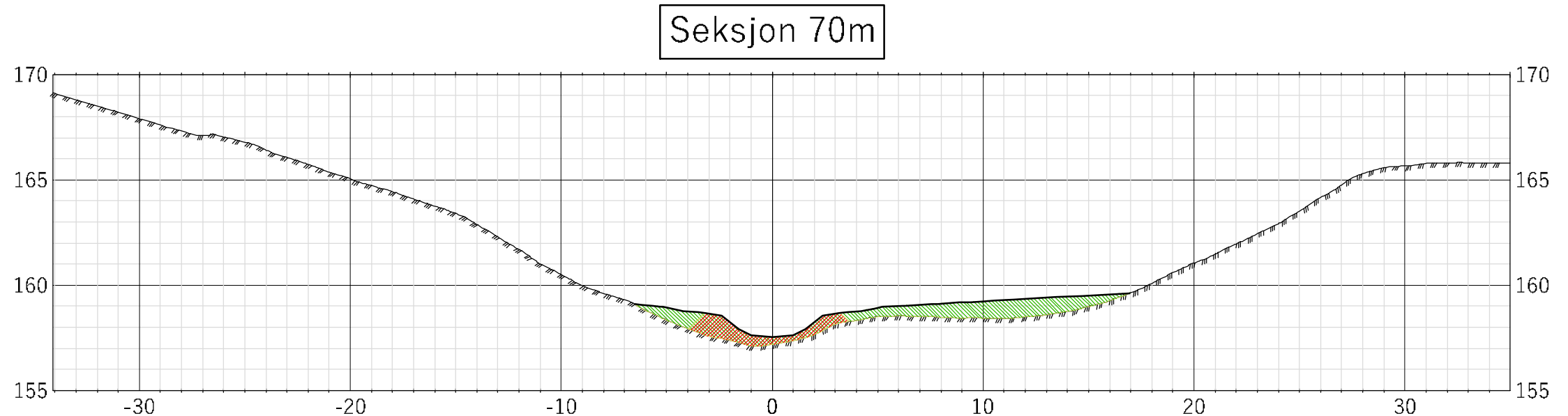
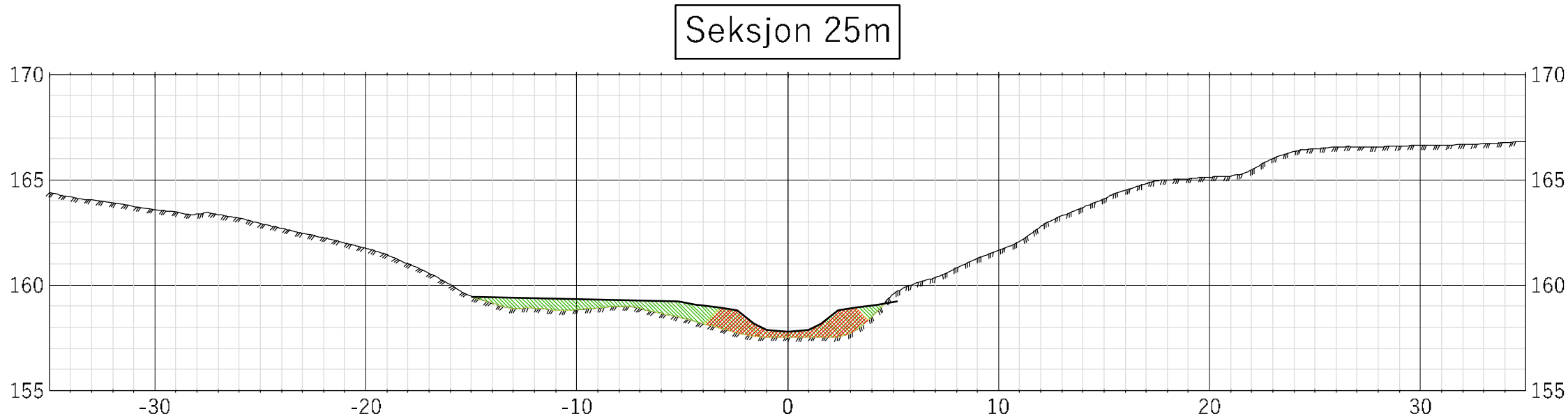
FORESLÅTT UTFØRELSE:

- (1) Utgraving utføres til underkant av kulvert, inkludert dybde/tykkelse for drens- og avrettingslag ($T > 25\text{cm}$) samt isolasjonsplater (6cm XPS).
- (2) Utgraving etterfølges av utlegging av fiberduk, drens- og avrettingslag (se kriterier til masser i kap. 9) og XPS-plater.
- (2a) Isolasjonsplatene legges ut slik at det er tilstrekkelig avstand mellom kulvertveggene og opprinnelig grunn (lik $h_1 = 210\text{cm}$), se venstre utsnitt. Tilsvarende skal det også være utstikk i kulvertens lengderetning.
- (2b) Tilsørg at drenslaget er dekket med filterduk, med tilstrekkelig overlapp ved skjøter ($> 0.20\text{m}$). Drenslaget skal være separert fra omliggende masser med duk.
- (3) Når underlag er fullført kan kulverten utplaseres (elementer) eller plassøpes.
- (4) Når kulverten er på plass skal det fylles opp med T1-masser (kategori ①-③) til side for kulverten for oppbygning av rampene inn mot kulvertens. Kriteriene for massene (①-③) er angitt i kapittel B4.3 i vedlegg B. Frostsikringslaget inn mot rampene må utkiles under traktorveien:
- (4a) Ved bruk av XPS-plater for utkiling henvises det til SVVS N200, kap. 3.2.5. (4b) Ved bruk av fyllmasser (T1, kategori ③) er det to kriterier som styrer hvor utkilingen skal starte, enten:
- A) Fra frostsikringsdybden ($h_f = 2.1\text{m}$), eller
 - B) Fra et punkt $1:2$ fra underkant kulvert i avstand $H_{\text{UK,kulvert-OK,vei}}$ se tegning.
- (4b) Utkiling av frostsikring legges med $1:10$ i helning relativt til overflatenivået på ny vei. Dette kan medføre at det må graves for masseskifting. Graving for utkiling skal ikke utføres før det er fullstendig fylt opp med fyllmasser i underkant av nivået det skal graves fra. T1-masser legges så ut fortløpende.

FORKLARINGER:

- | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|---|---|
|  | Kulvert |  | Overbygning, traktorvei |  | Opprinnelige
terrengoverflate |
|  | Drens- og avrettingslag |  | T1-masser, kategori ① | | Nedre gravenivå langs
kulvert-seksjon |
|  | Isolasjonsplater |  | T1-masser, kategori ② | | Silhuett utgraving opp- og
nedstrøms kulvert |
|  | Masseutskifting med kat.
③-masser. Gjøres etter
oppfylling av ① og ②. |  | T1-masser, kategori ③ | | |

00	Anbudstegning		2024-10-01	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:\geotarkiv\20230614\AU\TOGRAF_RIT1.3 - Lagdeling\FO - SBV\SBV-TV-AT3 Og -AT4 - Kulvert Tversnitt Langs Senterlinje.dwg			
		20230614-03-R TV-AT4: Tversnitt anleggstegning 4 Funksjonskrav, kulvert og ramper		Målestokk 1:100 1:25 1:50 	
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
		2024-10-01 Oppdragsnr. 20230614	HSk Tegningsnr. SBV-TV-AT4	JLS	HHe Rev. 00



FORKLARINGER:

Oppfylling, stedlige masser

Oppfylling og erosjonssikring, samfengt sprengstein

Opprinnelige terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning SBV-PL6-AT tom. PL10-AT, samt SBV-TV-AT1 og -AT2.

RESTRIKSJONER:

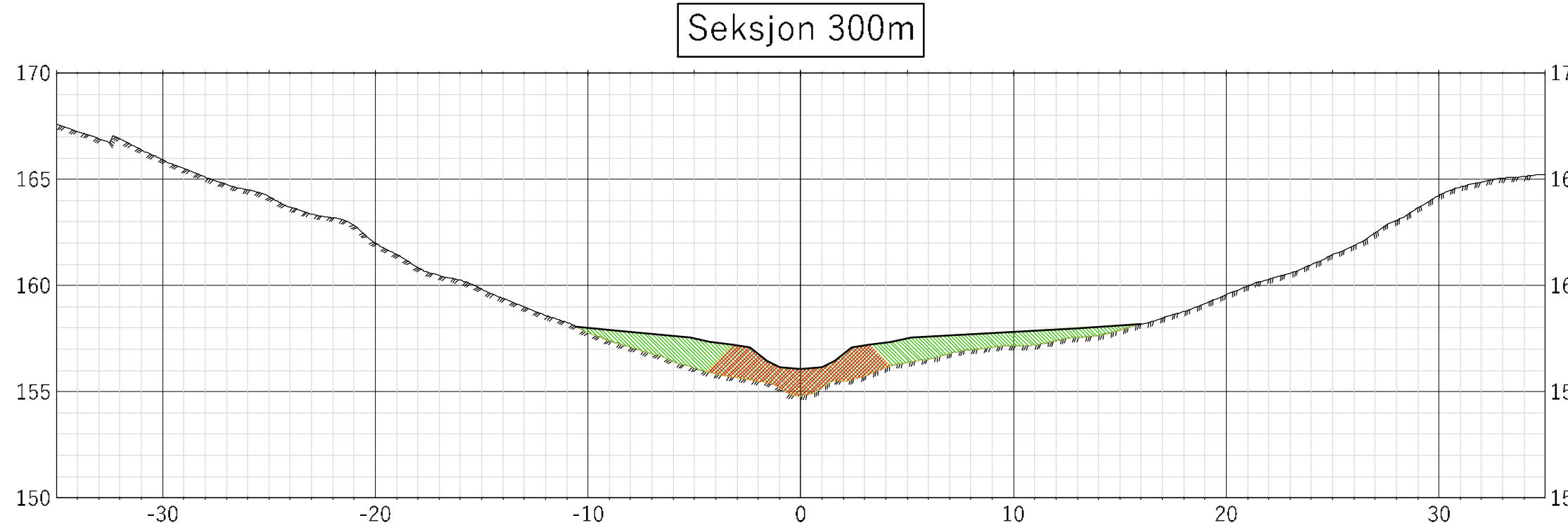
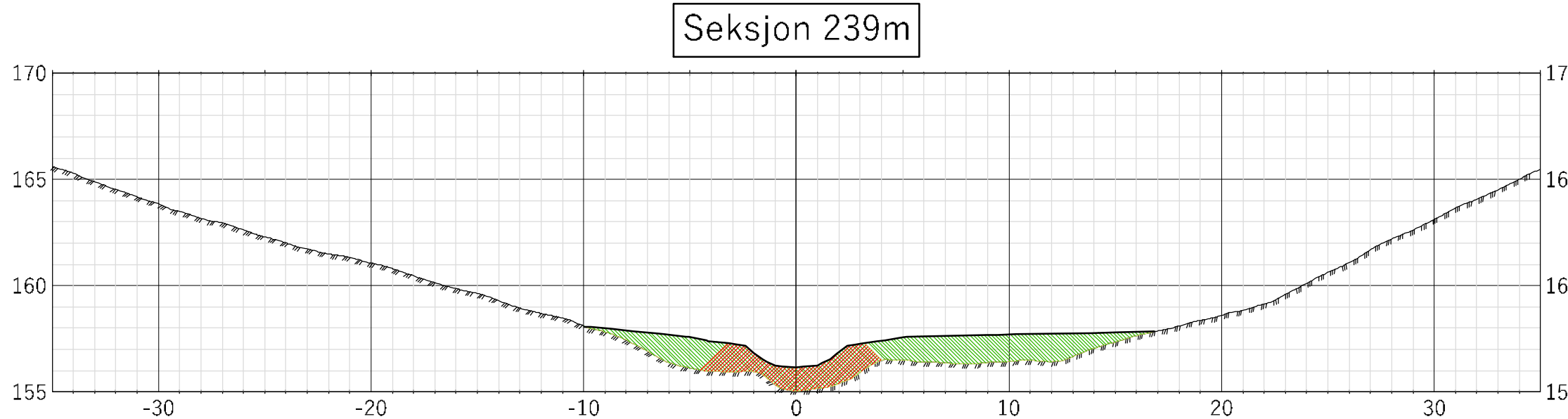
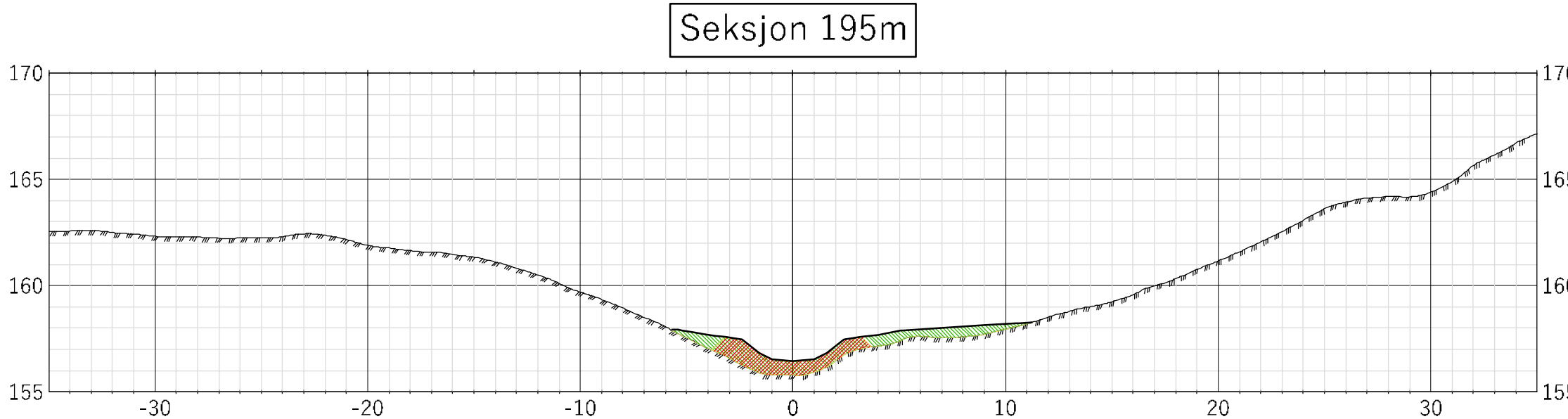
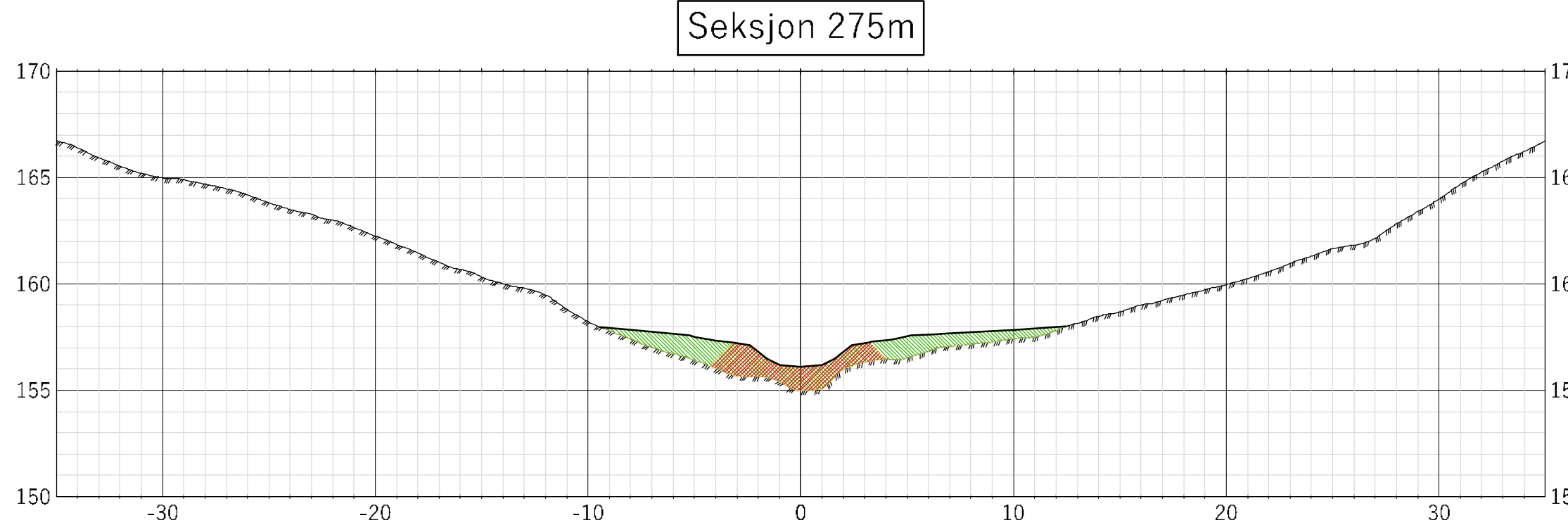
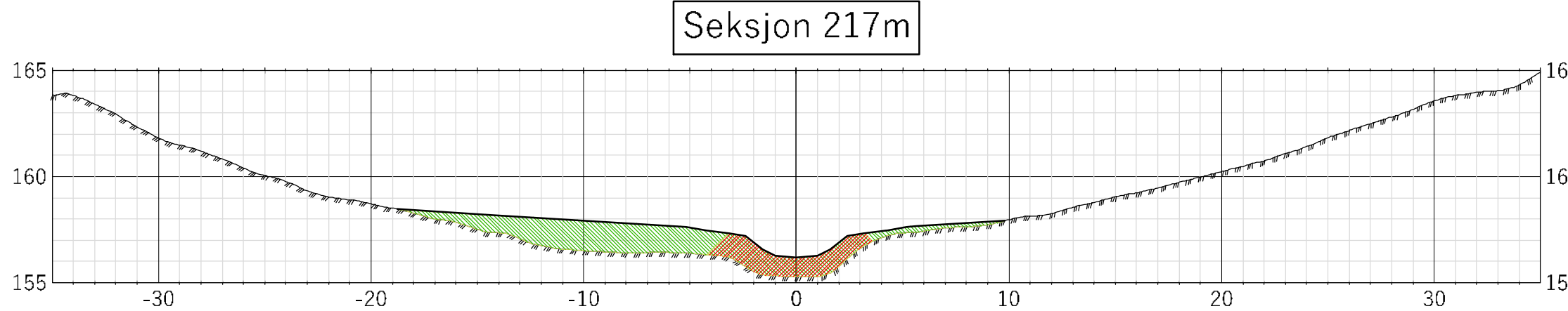
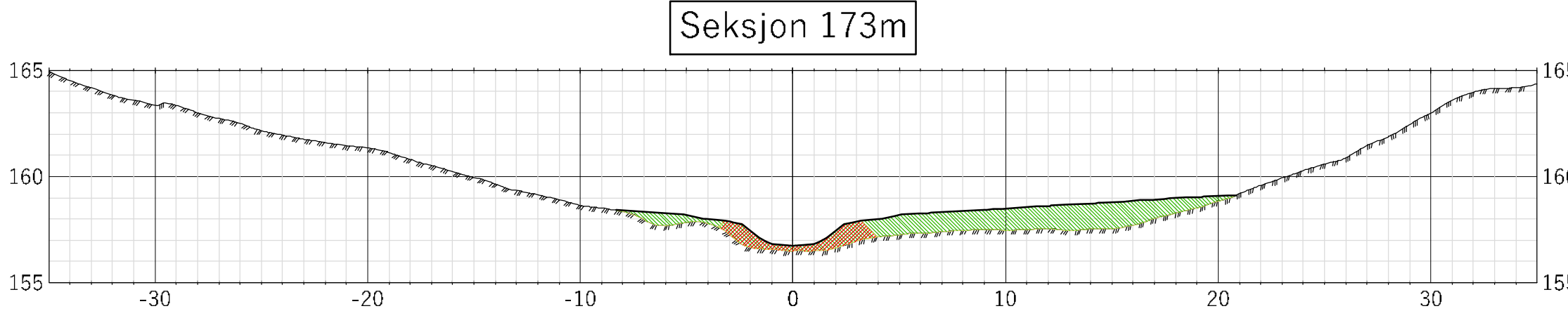
Ved oppfylling:
Det skal ikke graves i skråningsfot, utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning SBV-TV-AT1.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL6-AT tom. -PL10-AT og SBV-PL11-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: SBV-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegninger: SBV-TV-AT1 tom. -AT4.

00	Anbudstegning	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status -			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
		Tegningens filnavn G:\prosjekt\20230614\4\1\TODRAF\RT11.47_Gruntlegningsdel\SBV_Anleggsmødel_Møte_Trasé_Resselt.dwg			
20230614-03-R TV-LM25 – LM150: Tverrsnitt oppfylling Løpemeter 25 til 150		Målestokk 1:250			
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 Oppdragsnr. 2024-10-10 20230614	Konstr./Tegnet Tegningsnr. HSk SBV-TV-LM25-150	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000



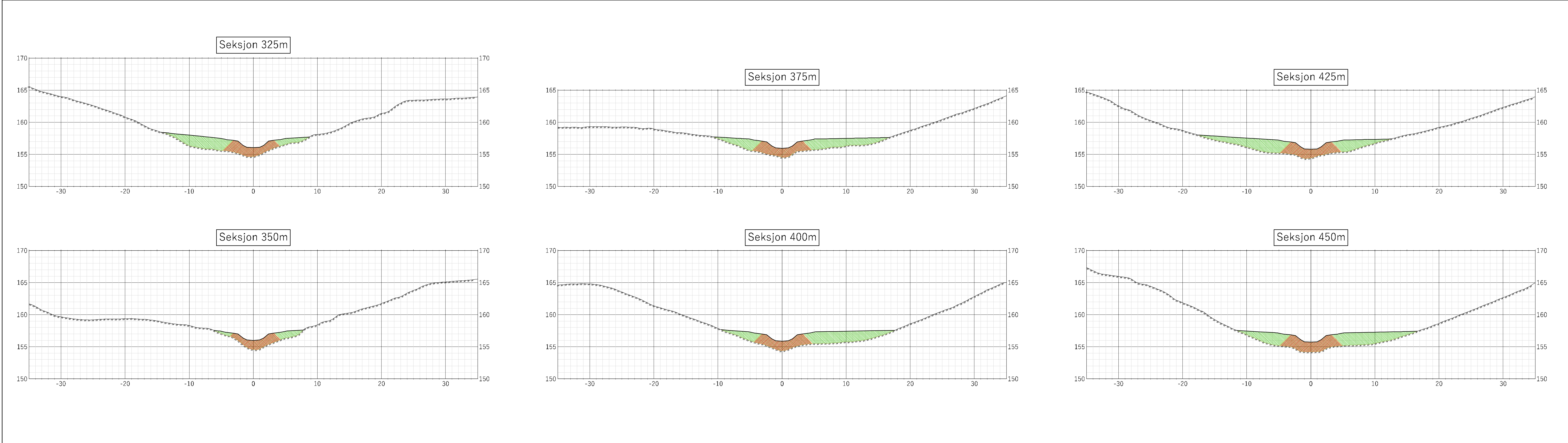
- FORKLARINGER:
- Oppfylling, stedlige masser
 - Oppfylling og erosjonssikring, samfengt sprengstein
 - Opprinnelige terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:
Se plantegning SBV-PL6-AT tom. PL10-AT, samt SBV-TV-AT1 og -AT2.

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

HENVISNINGER:
Plantegning: SBV-PL6-AT tom. -PL10-AT og SBV-PL11-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: SBV-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegninger: SBV-TV-AT1 tom. -AT4.

00	Anbudstegning	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn		© gisarkiv20230614-03-R-AT1-AT4 Grunntegningsnavn: SBV-Anleggsmønstre-Matte Tilleggsnavn: Revist.dwg	
TV-LM175 – LM300: Tverrsnitt oppfylling		Målestokk		NGI	
Løpemeter 175 til 300		1:250			
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 Oppdragsnr. 2024-10-10 20230614	Konstr./Tegnet Tegningsnr. HSk SBV-TV-LM175-300	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00



FORKLARINGER:

Oppfylling, stedlige masser

Oppfylling og erosjonssikring, samfengt sprengstein

Opprinnelige terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:

Se plantegning SBV-PL6-AT tom. PL10-AT, samt SBV-TV-AT1 og -AT2.

RESTRIKSJONER:

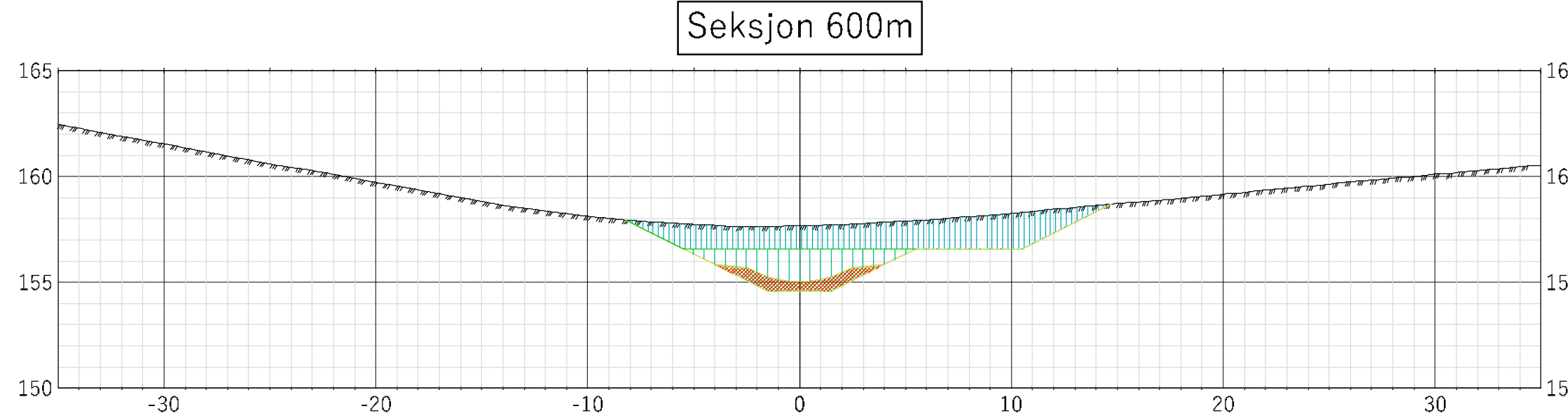
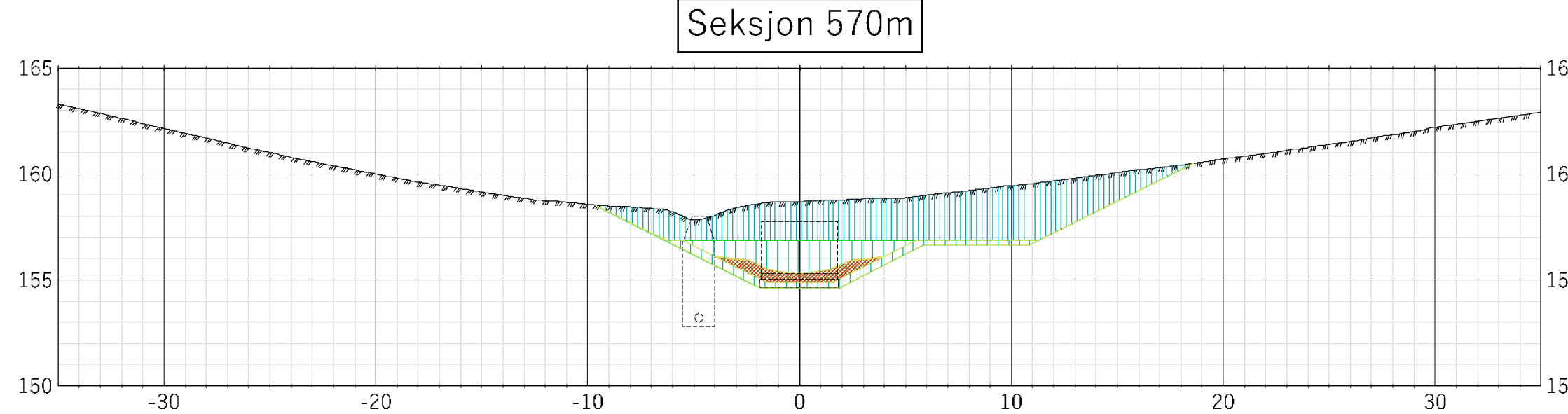
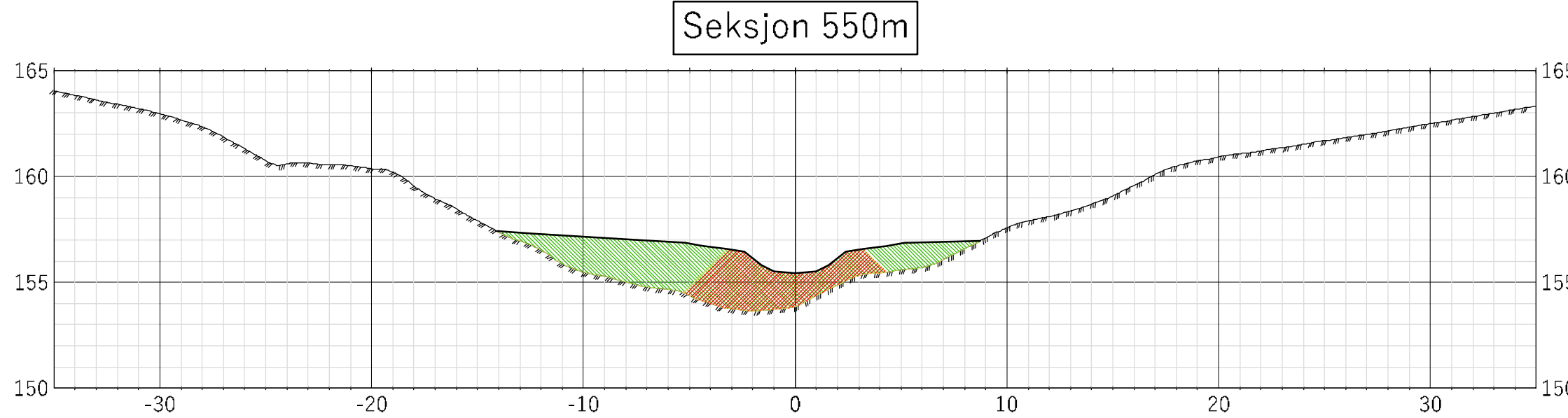
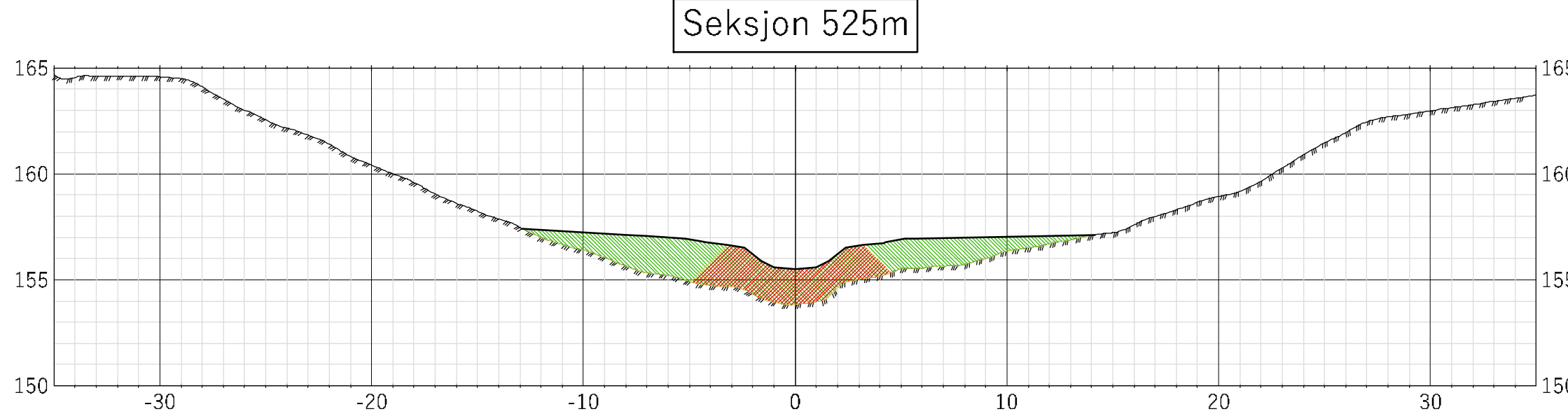
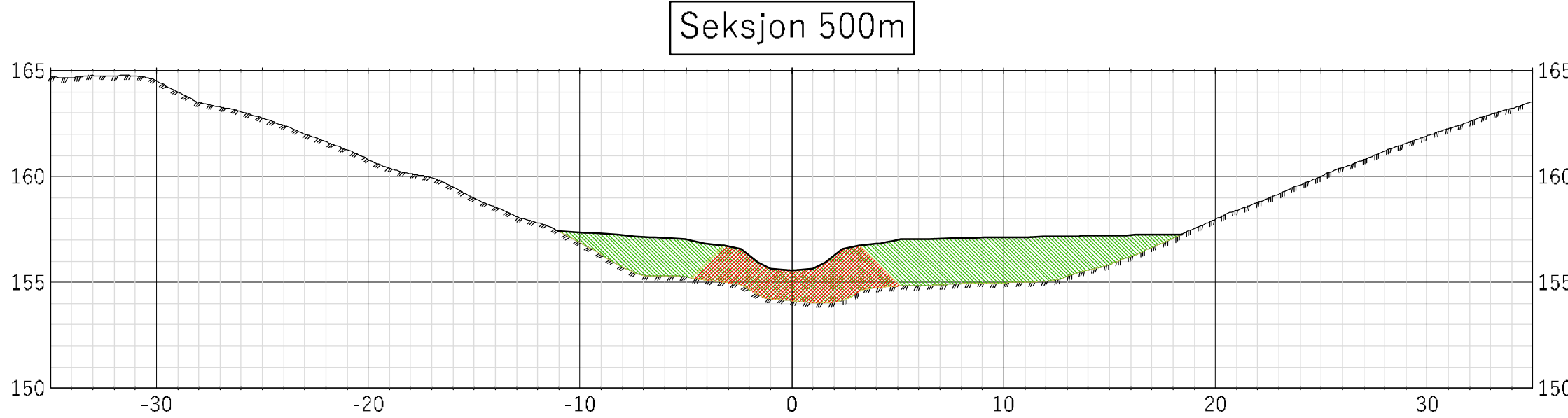
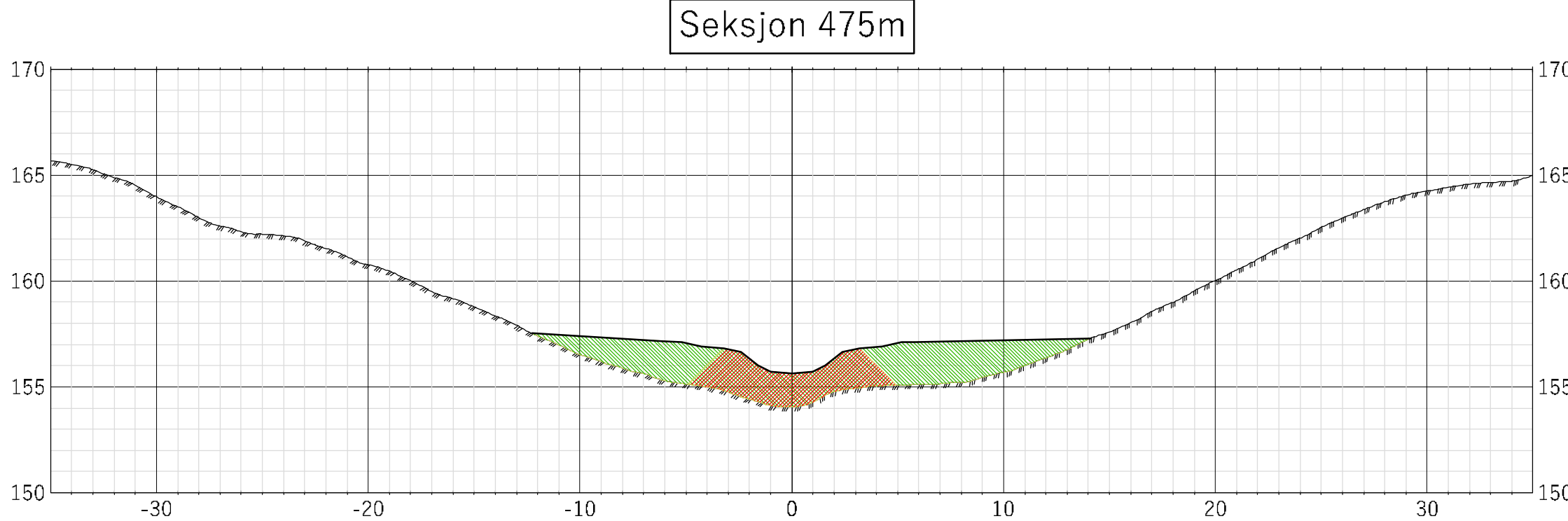
Ved oppfylling:
Det skal ikke graves i skråningsfot, utover begrenset avskraping av moldjord etter kriterier beskrevet i tegning SBV-TV-AT1.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL6-AT tom. -PL10-AT og SBV-PL11-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: SBV-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegninger: SBV-TV-AT1 tom. -AT4.

00	Anbudstegning	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status -			
		Original format A3.0 (297x1189mm)			
		Tegningens filnavn C:\p\arkiv\2023\14\4\1\TORGAF_R111_14_Tegningsskisse\SBV_Anleggsmønstre_Male_Trasé_Resselt.dwg			
20230614-03-R TV-LM325 – LM450: Tverrsnitt oppfylling Løpemeter 325 til 450		Målestokk 1:250			
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 2024-10-10 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. SBV-TV-LM325-450	Kontrollert JLS Rev. 00	Godkjent HHe

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000



- FORKLARINGER:
- Utgraving, fase 1 - Terrassenivå
 - Utgraving, fase 2 - Nedre gravenivå
 - Oppfylling, stedlige masser
 - Oppfylling og erosjonssikring, samfengt sprengstein
 - Opprinnelige terrengoverflate

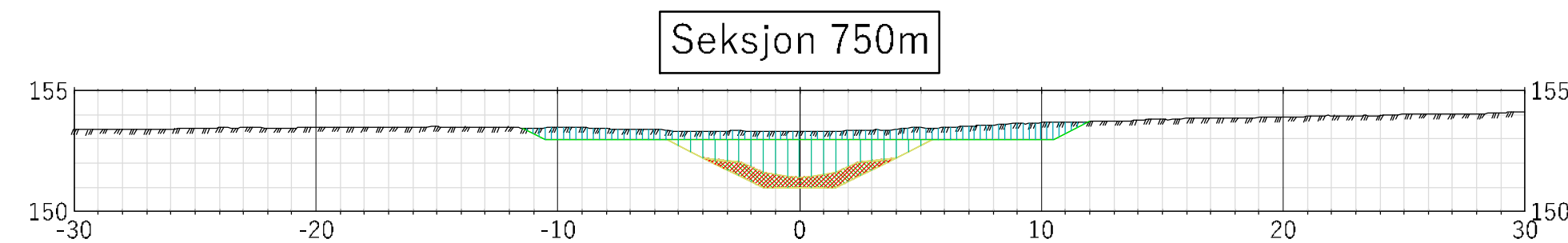
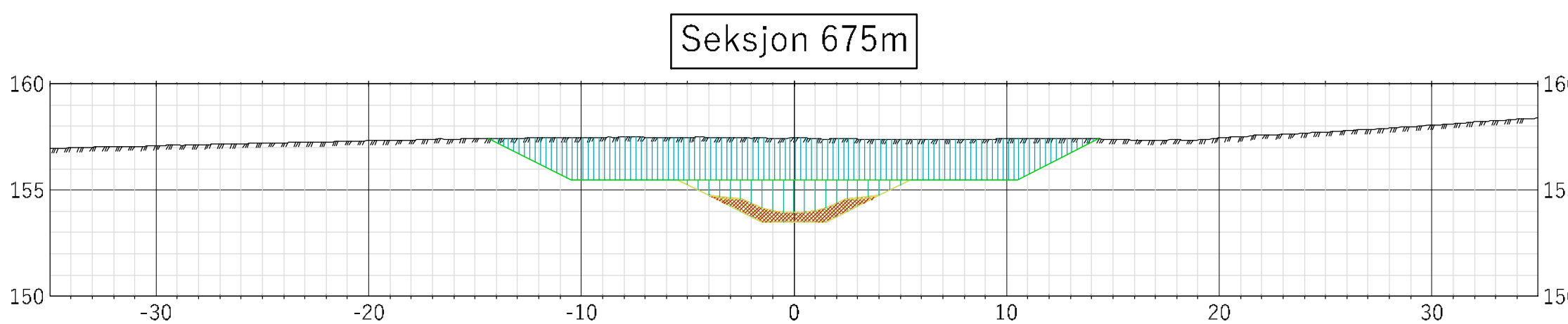
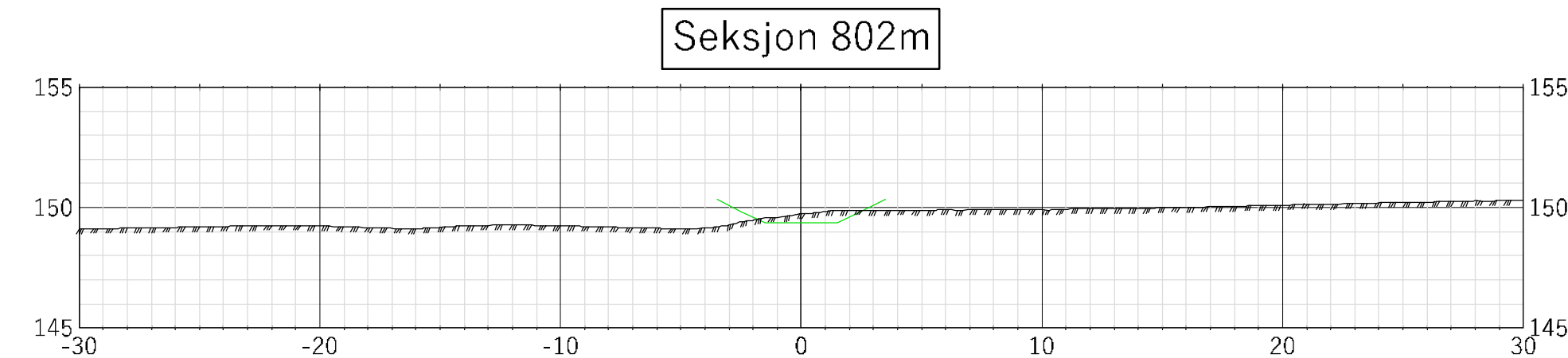
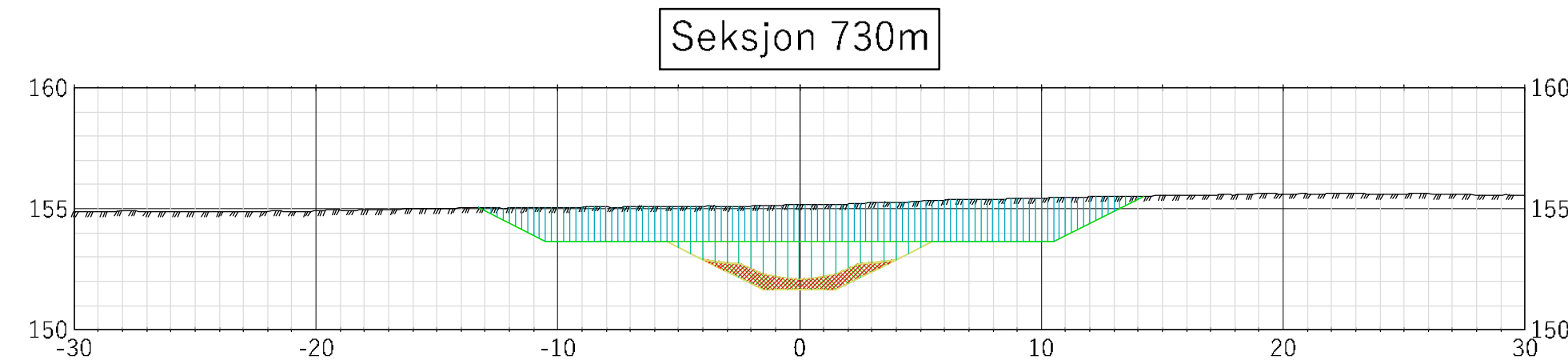
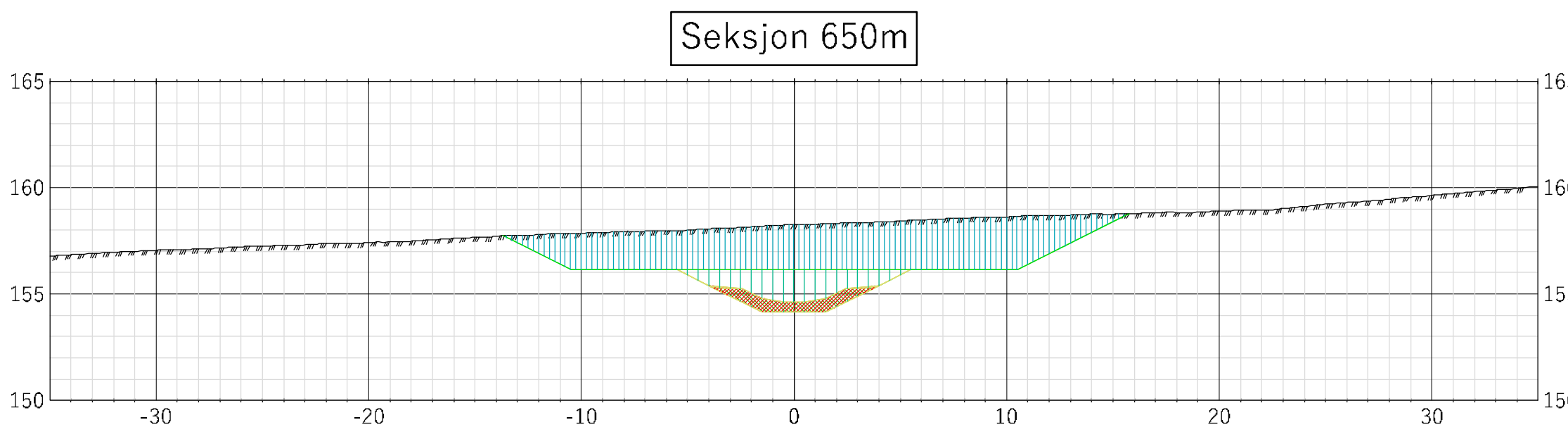
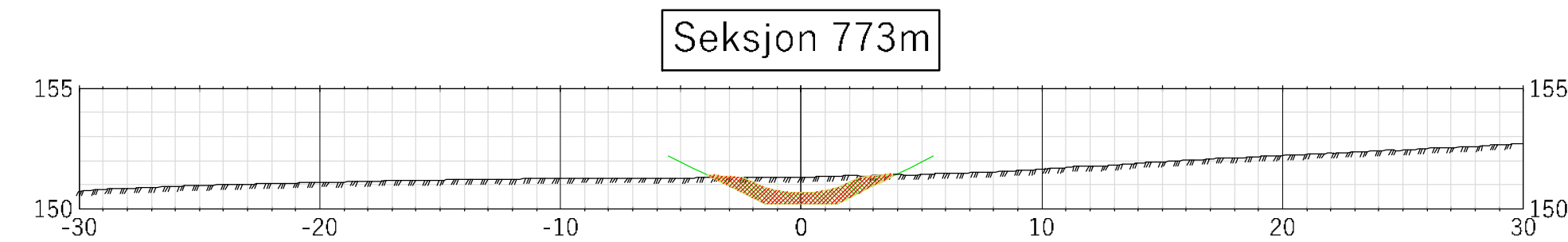
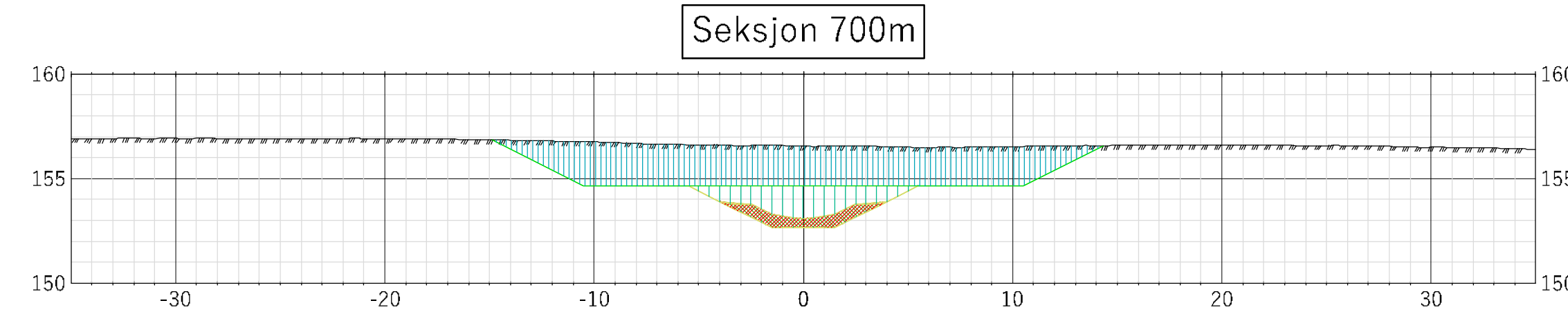
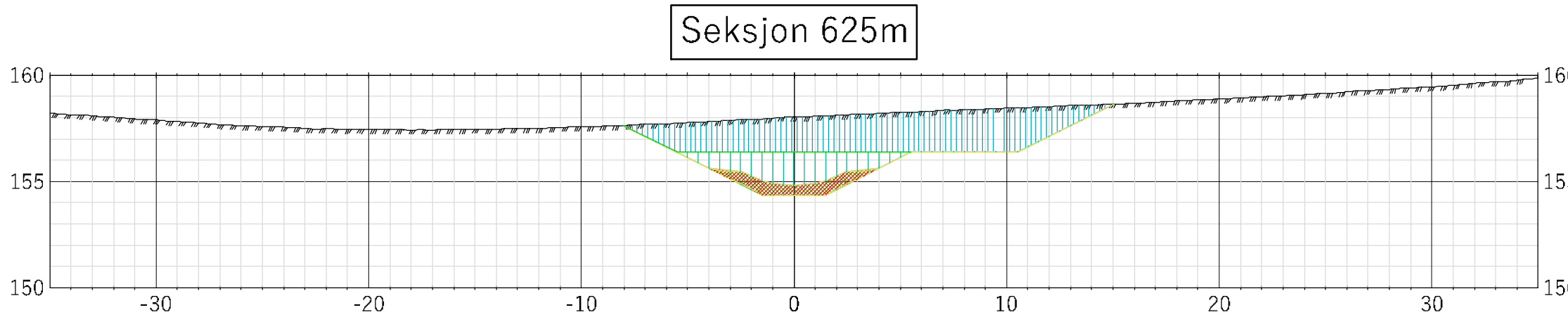
ARBEIDSBESKRIVELSE:
Se plantegning SBV-PL6-AT tom. PL10-AT, samt SBV-TV-AT1 tom. -AT4.

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

Ved utgravingsparti:
Det skal ikke graves dypere enn nederste prosjekterte nivå (fase 2).
Toleranse er lik -5cm.

HENVISNINGER:
Plantegning: SBV-PL6-AT tom. -PL10-AT og SBV-PL11-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: SBV-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegninger: SBV-TV-AT1 tom. -AT4.

00	Anbudstegning	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status -			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn		© 1999-2023 NGI AS. Alle rettigheter reservert. NGI AS er ansvarlig for innholdet i denne dokumentet.	
TV-LM475 – LM600: Tverrsnitt oppfylling og utgraving		Målestokk		NGI	
Løpemeter 475 til 600		1:250			
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 2024-10-10 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. SBV-TV-LM475-600	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00



FORKLARINGER:

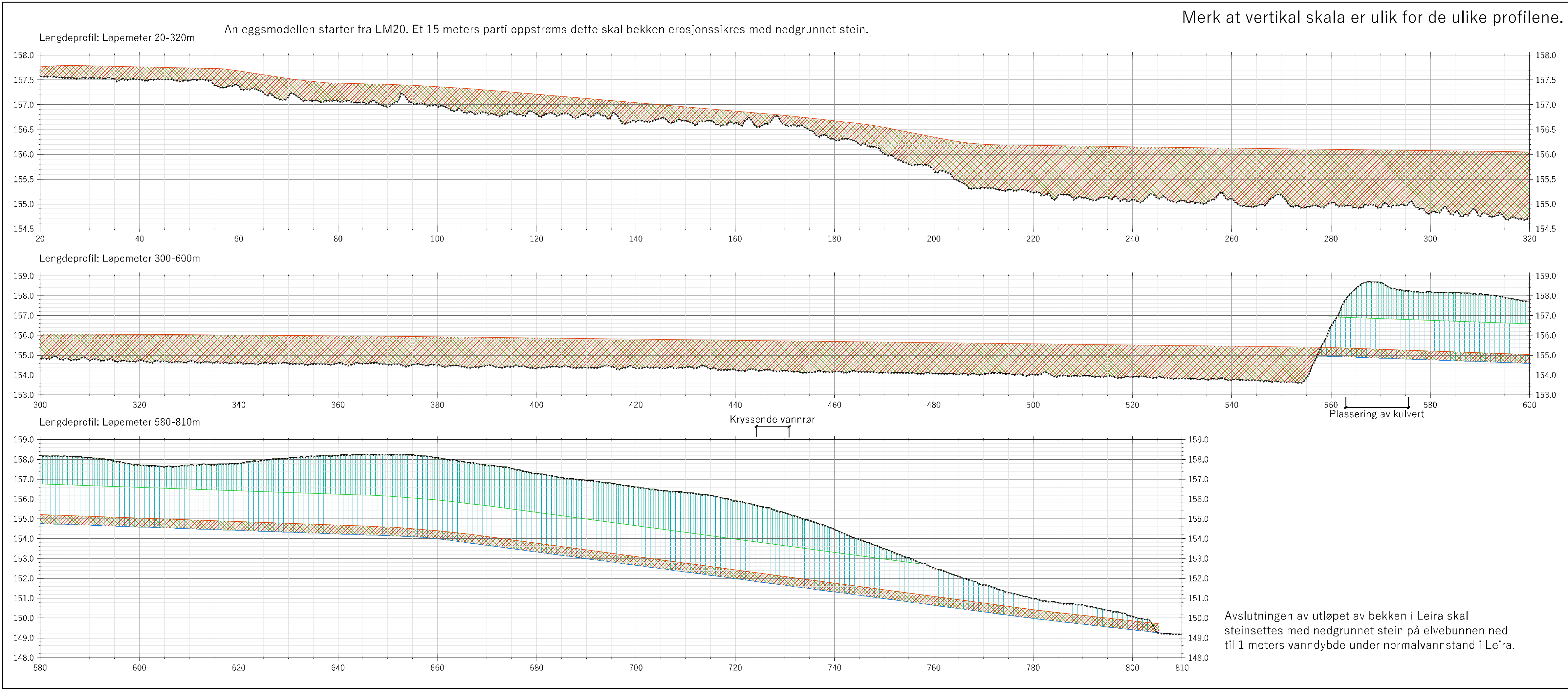
- Utgraving, fase 1 - Terrassenivå
- Utgraving, fase 2 - Nedre gravenivå
- Erosjonssikring, samfengt sprengstein
- Opprinnelige terrengoverflate

ARBEIDSBESKRIVELSE:
Se plantegning SBV-PL6-AT tom. PL10-AT, samt SBV-TV-AT3 og -AT4.

RESTRIKSJONER:
Ved utgravingsparti:
Det skal ikke graves dypere enn nederste prosjekterte nivå (fase 2).
Toleranse er lik -5cm.

HENVISNINGER:
Plantegning: SBV-PL6-AT tom. -PL10-AT og SBV-PL11-ML
Tegning, tverrsnitt senterlinje: SBV-TV-S1
Tegning, tverrsnitt anleggstegninger: SBV-TV-AT1 tom. -AT4.

00	Anbudstegning	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		Original format			
		A3.0 (297x1189mm)			
20230614-03-R TV-LM625 – LM800: Tverrsnitt utgraving Løpemeter 625 til 800		Målestokk		NGI	
		1:250			
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 2024-10-10 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
		20230614SBV-TV-LM625-800		Rev. 00	



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: ➤ Graving, oppfylling, massetransport, materialer, erosjonssikring osv. ➤ Bildedokumentasjon, innmålinger, skjemaer og mengdebeskrivelser, osv.	Dokumentasjon skal tilgjengeliggjøres for byggherre fortløpende/ intervallbasert. Rutiner for rapportering og format på dokumentasjonen skal avtales før igangsettelse.
Forberedende arbeider			
	Rydding av vegetasjon	Vegetasjon ryddes i områder som skal fylles opp.	
	Istandsetting av mellomlagringsområde	1) Vei til og innenfor mellomlagringsområde må istandsettes. 2) Eventuell vegetasjon må ryddes og moldjord graves til side i forveien av utlegging av masser. Ranker med moldjord må ikke bli høyere enn 0.5 m. 3) Det legges ut fiberduk for enklere separasjon av masser senere. 4) Arealer er inndelt og markert for ulike massetyper (A-/O-sjikt, B- og C-sjikt). 5) Løsning klar for deponering av eventuelle sensitive masser: ev. tette kasser, forbygninger, eller en annen plan (f.eks. å kjøre masser til godkjent deponi).	Opplistede punkter er generelle, i tillegg til spesifikke for mellomlagring ved anviste områder på jordet og i ravinedal, anvist med farget tekst. Opparbeiding av mellomlagringsområde kan gjøres fortløpende.

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
		6) Plan for håndtering av eventuelle forurensede masser i tilfelle det skulle bli aktuelt. 7) Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt).	
	Etablering av anleggsveier	1) Trafikale løsninger for anleggstrafikk forbi/rundt Skjennum gård må planlegges og avtales med tiltakshaver og berørte grunneiere. 2) Det må «lages en plan» / «avsettes arealer» for anleggsveier ifm. anleggsutførelsen, mtp. møteplasser osv. i forveien av oppstart. Byggherre og geotekniker skal godkjenne entreprenørens plan for adkomstveier før oppstart. Planen kan oppdateres underveis i prosjektet. 3) Eventuelt forarbeid: a) vegetasjonsrydding, b) grave til side moldjord og ev. ekstra masser dersom tilleggslast på grunnen fra anleggsvei og maskin overstiger 50 kPa (avgravd mengde skal kompensere ev. overstigende last), c) påse at overvann dreneres bort. Oppbløting under veier må unngås. 4) Vei etableres til østre ende av oppfylling (oppstrøms). a) Det legges opp til at man kan starte oppfyllingen av sprengstein i bekken nær traktorveien, og at fyllingen kan benyttes som anleggsvei. 5) Vei etablert til startpunkt av utgraving. a) Må ta hensyn til ytterkanter av graveområdet, inkl. et par meters sikkerhetsavstand fra overkant. b) Se også 3b). 6) Vei etablert til og innenfor mellomlagringsområder.	Det skal ikke kjøres tungt maskineri på dyrket mark uten veioverbygning. Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt)
Løpende arbeider			
	Produksjonsunderlaget skal være tilgjengelig hos maskinførere mm.	Kontroll av at relevant produksjonsunderlag er tilgjengelig for maskinførerne: Tegninger, ev. nedlastet terrengmodell/ maskinstyringsfiler.	
	Massetyper	1) Kontroll av tilkjørte masser: a) Kontroller at erosjonssikringsmaterialet består av egnet materiale (samfengt sprengstein, dimensjoner jf. kap. 9.1 i rapporten).	

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
		b) Kontroller at frostsikringsmasser består av egnet materiale (se vedlegg B, kap. B4). 2) Kontroll av at ulike sjikt (O/A, B og C) sorteres ved graving, mellomlagring og utplassering.	
	Mellomlagring	1) Mellomlagring skal kun foregå ved anvist mellomlagringsområde eller i ravinen som skal fylles opp. 2) Nødvendige forarbeider skal være gjort (se bolk lengre oppe). 3) Høyde på fyllinger på jordet skal ikke overstige 1.5 meter. 4) Langs bekken skal det ikke legges ut mer masser enn at største høydeforskjell er 3 meter (aldri med helning brattere enn 1:2). 5) Ulike sjikt skal lagres separat med tydelig markering av massetype. 6) Drensgrøfter for lokal vannhåndtering mm. ordnes etter behov (preventivt)*. 7) Unngå mellomlagring over senkningsanlegg og minimer overlaging nær trase for vannrør (vanningsanlegg) (H<0.5m). 8) Spesielle masser (sensitiv leire eller forurenset jord) skal behandles iht. planer. 9) 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 eller snøvær.	Det må etterstrebes at matjord bearbeides minst mulig, og aldri doses eller pakkes. * Det er viktig å unngå pytter og lokal oppbløting ettersom det gjør jorden mer ømfintlig!
	Anleggsveier	1) Daglig kontroll av brukbarhet til anleggsveier og renhold av veibane på privat vei til husstander, samt ved avkjørsel til kommunal vei (dvs. renhold og åpent for trafikk). 2) Drensgrøfter mm. ordnes etter behov (preventivt). 3) Under fase 2-3 av utgravingen, inntil kulverten og rampene er etablert må anleggstrafikk sør for utgravingen ha en minste avstand 3 meter fra skråningskant, på oversiden av graveskråning, og ikke større avstand enn 35 meter fra overkant, se markeringer i tegning SBV-PL5-AV.	
	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.	

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
		Se punkt 3) i forrige bolk.	
	Oppfylling	Kontroller at utførelse gjøres i tråd med beskrivelser i kap. 5.5 og i tegningene SBV-PL6-AT, -PL7-AT, samt SBV-TV-AT1 og SBV-TV-AT2. I selve bekkeleiet skal det kun fylles opp med samfengt sprengstein. Aktuelle dimensjoner på steinmateriale er gitt kap. 9.1 i rapporten. Stikkprøver utføres fortløpende foran sidefyllinger, for undersøkelse av tykkelsen på lag med moldjord. a) 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, se tegning SBV-TV-AT1. b) Kontroller at avskraping av moldjord gjøres seksjonsvis (inntil 15 meter i lengderetningen langs bekken). Kontroller at oppfylling er utført opp til prosjektert høydenivå. Påse at innløpet til bekkelukkingen ikke tettes eller blokkeres under utførelse. - Løsning for eksisterende rør ved ferdigstilling er ikke avklart per tid, men det kan enten (a) lukkes eller (b) det kan etableres en "terskel" rundt innløpet. Dersom ravinen demmes opp, og vannivået overstiger innløpet av nåværende bekkelukking med 2 meter under anleggsarbeidet, bør det pumpes vann over terskelen (traktorveien) og videre over jordet, se kap. 4.3 i rapporten for forklaring.	Det skal ikke graves ved skråningsfot (utover avskraping av moldjord etter oppgitte kriterier).
	Utgraving	Kontroll av at utførelse er i tråd med beskrivelser i kap. 5.6 og i tegningene SBV-PL8-AT tom. -PL10-AT. - Ulike sjikt skal alltid sorteres ved utgraving. Langs søndre graveskråning <u>skal det ikke</u> etableres tilkomstveier til/fra grøften mellom løpemeter LM560-635. Kontroller at ingen graveskråninger er brattere enn 1:2.	Masser kjøres bort fortløpende, enten direkte til oppfylling, eller til anviste mellomlagringsområder. Det er ikke strengt nødvendig å grave ut søndre terrasse, dersom dette ikke anses hensiktsmessig.

Element	Aktivitet	Kontroll	Merknader
		Kontroll av håndtering av vann: Plastring med moldjord eller steinplastring (mot erosjon) etter beskrivelse i tegning SBV-TV-AT3. Kontroller at det ikke graves dypere enn prosjektert nivå. Partiet rundt kulvert vil kunne tilpasses noe mtp. endelig utforming, i samråd med geotekniker. Kontroller at utgraving gjøres ned til prosjektert nivå før utlegging av erosjonssikringsmasser. Ved tilbakeføring av dyrket mark langs terrasser: Kontroll av tykkelse på ulike sjikt. Kontroll av endelig utforming: Kontroll av overflate erosjonssikring og topplag i skråning.	
Ferdigstilling			
		Ved ferdigstilling skal: 1) Mellomlagingsområde på jordet tilbakeføres. 2) Anleggsveier på jordet fjernes og jordet tilbakeføres. 3) Grunn langs tilkomstveier til prosjektområdet tilbakeføres til opprinnelig stand.	
Rapportering			
	Varsling i forbindelse med avvik.	Gjøres i henhold til varslingsplan.	
	Generell rapportering.	Kontroll av at dokumentasjon videresendes til byggherre fortløpende/ intervallbasert i henhold til etablerte rutiner og i riktig format. 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	6
B3.1	Beregningsresultater	6
B4	Dimensjonering av frostsikring	8
B4.1	Frostsikringsparametere	8
B4.2	Frostsikring rundt kulvert	10
B4.3	Materialer til frostsikringslag	12
B5	Dimensjonering av erosjonssikring	13
B5.1	Dimensjonerende vannføring	13
B5.2	Flomberegning	14
B5.3	Hydrauliske beregninger	15
B5.4	Dimensjonerende steinstørrelse	15
B5.5	Utforming av erosjonssikringen	18
B6	Referanser	20

Figurer¹

Profiler (for opptegning av lagdeling og påfølgende stabilitetsberegninger):

SBV-P-BA1 tom. -BA3	Profil <u>b</u> ekkeåpning (BA) 1, 1N, 2 og 3
SBV-P-OF1 og -OF2	Profil <u>o</u> ppfylling (OF) 1 og 2
SBV-P-NV1	Profil <u>N</u> ordre <u>V</u> estby gård (NV) 1
SBV-S-BA1-S0	<u>S</u> tabilitetsberegninger, <u>b</u> ekkeåpning (BA) profil 1, nåværende terreng (S0)
BA1-S1B1	..., dypeste gravenivå, endelig utforming bekk (S1B1)
BA1-S1A1, -S1A2, -S2A1, -S3A1	..., ulike lastsituasjoner og utforminger
SBV-S-BA1N	<u>S</u> tabilitetsberegninger, <u>b</u> ekkeåpning (BA) profil 1N
SBV-S-BA2 og -BA3	<u>S</u> tabilitetsberegninger, <u>b</u> ekkeåpning (BA) profil 2 og 3
SBV-S-OF1 og -OF2	<u>S</u> tabilitetsberegninger, <u>o</u> ppfylling (OF) profil 1 og 2
SBV-S-NV1	<u>S</u> tabilitetsberegninger, <u>N</u> ordre <u>V</u> estby gård (NV) profil 1

¹ Prefiks «SBV» står for prosjektdelområdet Skjennumbekken vest.

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](http://hoydedata.no)). Raster-rutenettet har en oppløsning på 0.25m x 0.25m. For ytterkanter av tiltaksområdet er oppløsningen redusert til 1m x 1m av hensyn til ytelse i programvare (AutoCAD).

Ettersom terrengmodellen er 4 år gammel, vil det stedvis kunne være forskjeller mellom modellert og reell terrengoverflate, dette gjelder særlig langs bekkeleier hvor det foregår erosjon. I all hovedsak innebærer det at reell/dagens situasjon for skråningene kan være noe verre stabilitetsmessig enn beregnet. Under befaring i 2024 ble det ikke observert erosjonssår ol. som avvek vesentlig fra innmålt terrengmodell (2020).

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

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

For glideflater med stor bredde (der 2D-beregninger ikke lengre er representative dersom lokale maskinlaster skal inkluderes) medregnes lavere laster: Bredder er forsiktig anslått, og lasten tilpasset slik at momentkraften fra et kjøretøy blir lik i modellering av store bruddflater (med stor bredde inn i planet) som i små bruddflater (med liten bredde). Variable laster medregnes ikke for tilfeller der lasten har stabiliserende effekt. 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 CPTU i prosjektdelområdet er det tolket en minste karakteristisk verdi for intakt aktiv udrenert skjærfasthet ($s_{u,a}$) på 35 kPa i grunne forekomster av leire ($z < 1 \text{ m}$) /B1/.

Ved klassisk bæreevneteorier /B4/ med bæreevnefaktoren N_c (2.57-5.14) tas det utgangspunkt i én konstant 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 udrenert sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1.4$ i Eurokode 7 /B3/ er den dimensjonerende bæreevnen q_{dim} til naturlig grunn (dvs. for terrenglast) langs Skjennumbekken estimert til:

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

B2.2 Mellomlagring

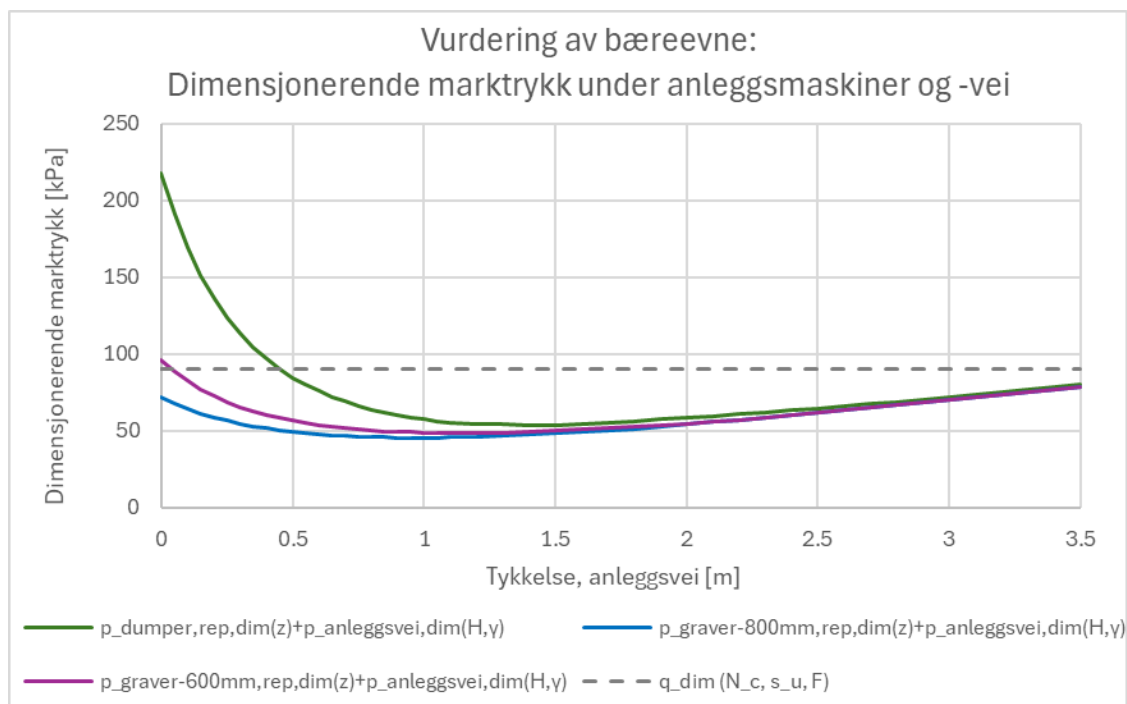
Det er planlagt mellomlagring på jordet samt i ravinen som skal heves. De øvre 3.5-9 m på jordet består av moldjord og tørrskorpeleire, og grunnen der har derfor en betydelig høyere bæreevne enn grunnen langs bekken (der $q_{\text{dim}} = 90 \text{ kPa}$). Derimot er forringelse av underliggende matjord en viktig problemstilling ved mellomlagring på jordet, og det stilles derfor egne krav til oppfylling der, se kap. 5.10 (eller tegning SBV-PL11-ML). Langs bekken skal det ikke legges ut mer masser enn at største høydeforskjell er 3 m.

B2.3 Anleggsveier

Den dimensjonerende bæreevnen $q_{dim} = 90 \text{ kPa}$ er antatt gyldig for all horisontal terrengoverflate langs Skjennumbekken med en viss minimumsavstand fra skråningskant (se også merknader til slutt i kapittel B2.4). For jordet og traktorveien som krysser bekkelukkingen 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}) og for dumpere med totalvekt 50 tonn vil være behov for etablering av anleggsvei med tykkelse lik ca. 0.5 m. Dette behøves for å fordele maskinlasten over stort nok areal til at sikkerheten mot lokale brudd er tilfredsstillt jf. Eurokode 7 /B3/.

Dersom det benyttes andre type maskiner med mindre vekt, kan krav om anleggsvei likevel være gjeldende. Eksempelvis, dersom smale/vanlige belter benyttes (600 mm) på en 30-tonns gravemaskin fremfor 800 mm, vil det medføre krav om et tynt dekke (< 15 cm) av hensyn til bæreevne jf. nevnt metodikk. I praksis må anleggsveien likevel 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 legges opp til at oppfyllingen av steinmasser i bekkeleiet benyttes som anleggsvei etter hvert som massene legges ut. For å kontrollere at man unngår å initiere grunnbrudd under fyllingen, er det utført beregninger for maskinlaster ytterst på enden av oppfyllingen for ulike fyllingstykkelser (inkludert partialfaktor). For 30-tonns gravere med 600 mm belter og fullastede dumpere (51.5 tonn) behøves 0.5 m oppfylling for å kunne kjøre helt til enden av oppfyllingen.

Merknader til bæreevnevurderinger:

Ikke-konservative momenter:

- 1) $q_{dim} = 90$ kPa gjelder «ren vertikal last».
- 2) Bæreevnefaktoren gjelder for flatt (horisontalt) terreng, ikke i skråning.
- 3) Lokale variasjoner i udrenert skjærfasthet (s_u) kan forekomme.
- 4) Leirens uforstyrrede (intakte) skjærfasthet (s_u) vil kunne degraderes ved deformasjoner (dvs. bearbeiding, kjøring, mm.). Dette vil kunne motvirkes/ forebygges ved å legge ut duk/bærelag på terreng, som fordeler laster jevnt utover større arealer enn ved direkte belastning fra kjøring med belter rett på opprinnelig terreng.

Konservative momenter:

- 1) Laveste tolkede intakte skjærfasthet $s_{u,A}$ er 35 kPa basert på resultater fra trykksondering, dvs. uforstyrret leire karakteriseres som middels fast. Basert på innsamlede data bør bæreevnen generelt sett være bedre enn estimert dimensjonerende bæreevne.
- 2) Leirens udrenerte skjærfasthet (s_u) øker med dybden.
- 3) Tele i drenert og delvis drenert jord vil kunne øke bæreevnen betraktelig. I praksis innebærer det at jorden kan bære tyngre laster før den går til brudd. Med bæreevne her menes lokalt under maskinen, ikke til forveksling med «skråningsstabilitet». Kjøring med ev. tyngre utstyr må alltid avklares med geotekniker.

B3 Stabilitetsberegninger

B3.1 Beregningsresultater

B3.1.1 Ravine: Lastsituasjon som medfører behov for sikring: OF1-OF2

Topografien (og lagdelingen) varierer langs med ravinen som skal sikres, og tilsvarende varierer beregningsmessig stabilitet også langs med disse skråningene. Det er derfor utført stabilitetsberegninger for et par tverrsnitt i ravinen for å illustrere hvordan stabiliteten kan variere både ved normalvannføring, og ved vedvarende oversvømmelse samt etterfulgt av hurtig nedtapping. De to beregningsprofilene er tegnet opp parallelt med 18 meters mellomrom: OF1 og OF2. Initiell drenert sikkerhetsfaktor ($F_{c,\varphi}$) for profilene er beregnet til henholdsvis 1.53 og 1.06 (glideflatene går hhv. 10 og 3 meter

ned i løsmasser). De samme skråningene har $F_{c,\phi}$ lik 1.05 og 0.50 for «forventet mest ugunstige lasttilstand». Det innebærer at $F_{c,\phi}$ stedvis blir mindre enn 1.00 for flere mulige lasttilstander utover den spesifikke «forventede mest ugunstige». Disse lasttilstandene er knyttet til situasjon med hevet grunnvannsnivå i skråningene, etter langvarig flom med rask nedtapping av vannivået.

Kvantifisering av sikkerhetsfaktorer er ikke eksakt mtp. at hydrogeologien er meget kompleks, mht. (1) topografi og styrkeparametere (som avhenger av løsmassetyper og lagdeling) og (2) grunnvannsstrømning og tilhørende poretrykksutjevning, som igjen avhenger av topografi, løsmasser, flomforløp (dybde over tid), hastighet på nedtapping, mm.). Beregningene er derfor gjort med forsiktige, men realistiske antakelser om den mest ugunstige situasjonen som man kan forvente vil kunne oppstå.

Ettersom skråningene i overkant av ravinebekken er langstrakte og stedvis bratte, er det ikke ansett hensiktsmessig å stabilisere ravinen etter prinsipp om prosentvis forbedring (pga. stort omfang på motfyllinger og avlastinger). Oppfyllingen i ravinen vil være et virkemiddel for å heve bekken, samtidig som det vil forbedre skråningsstabilitet litt langs ravinen. Forbedringen av stabilitet langs ravinen vil avhenge av sideterrenget. For de to vurderte profilene er det forskjellig effekt for «normal vannføring»: For OF1 endres $F_{c,\phi}$ fra 1.53 opp til 1.57 (2.5% forbedring) mens for OF2 økes $F_{c,\phi}$ fra 1.06 til 1.43 (35% forbedring). Den beskjedne forbedringen i OF1 skyldes at poretrykket er forventet å øke i dalbunnen som følge av tiltaket. Den langt større forbedringen i OF2 skyldes at geometrien og plasseringen av kritisk glideflate endres en hel del som følge av tiltaket.

B3.1.2 Sikker utførelse av utgraving: BA1-BA3

Det er utført en mengde beregninger for å tilpasse utgravingen mht. kriteriene listet opp i slutten av kap. 4.3 i hoveddelen av rapporten. I tillegg skal utgravingen stadig tilfredsstillende krav til sikkerhet, mht. sikkerhet mot mindre lokale utglidninger og utglidninger som kan igangsette større kvikkleireskred (ref. Eurokode 7 /B3/ og NVEs 1/2019 /B5/). Det er gjort beregninger for mellomlagring, anleggstrafikk og ulike utgravingsnivåer og -geometrier. Det mest kritiske profilet mtp. utgravingen er profil BA1 der utgravingen er på sitt dypeste og skråningen i sør er høyest. Under oppsummeres de ulike lastsituasjonene beregnet for profil BA1, med tegningsnavn:

- Profil SBV-S-BA1-S0 viser beregningsmessig stabilitet for dagens terreng.
- -S1B1: Endelig utforming på utgraving: Det legges føringer for anleggstrafikk sør for utgravingen (minst 3 meter fra overkant og maks 35 meter) som følge av at beregningsmessig sikkerhet er rundt grenseverdiene av påkrevd sikkerhet.
- -S1A1: Nest siste modellerte utforming: Geometri og laster som innfrir krav.
- -S1A2: Nest siste modellerte utforming: Undersøkelse av grenseverdier for laster.
- -S2A1: Nest siste modellerte utforming: Med utvidelse for snuplass og dumper (på drivende side).
- -S3A1: Undersøkelse av terrassert utførelse i søndre skråning: Ikke ok pga. for stor reduksjon av stabiliserende krefter for store glideflater ned i SBM.

- Profil SBV-S-BA1N: Tverrsnitt justert (i planet) til å gå langs en mulig tilkomstvei fra grøften og opp på eksisterende traktorvei. Vurdert mtp. transport av prefabrikkerte kulvertelementer ned til grøften.

Videre er det utført beregninger for et par snitt lenger ned i graveområdet: Profil BA2 og BA3. I beregningene er det forutsatt at innmålt terrengmodell ble gjort ved normal vannstand i elven Leira, og at elven er 2 m dyp i midten. Det er videre tatt utgangspunkt i hurtig senkning av vannstand i elven samtidig som grunnvannstanden oppover i skråningene ligger høyt som resultat av langvarig høy vannstand i ravinen. Basert på beregning BA2 og BA3 gis følgende føringer:

- Minste avstand til utkanten av jordet skal være minst 8 meter (forsiktig medregnet både mellomlagring og maskinlast).
- Etablering av anleggsveier med helning 1:7 ned til grøften skal være uproblematisk, selv for retningene der skråningene i overkant er brattest.
- For meget høy grunnvannstand (ikke forventet) vil det lokalt ved skråningstopp/overkant av grøft, der graveskråning har helning 1:2, være mindre robusthet mot belastning langs skråningskant.

Konklusjon

Omfang på utgraving er tilpasset forventede minst gunstige lastsituasjoner, samt krav til sikkerhet etter Eurokode 7 /B3/ og NVEs veileder 1/2019 /B5/. Det er også tatt hensyn til reduksjon i skjærfasthet som følge av langvarig avlasting/spenningsreduksjon (svelling). Nevnte forutsetninger resulterer i at gjenåpnet bekk må legges på et høydenivå minst 2 meter over den opprinnelige ravinen. Videre er det gitt føringer om anleggs-trafikk og mellomlagring i rapporten og tegningene, basert på resultatene.

B4 Dimensjonering av frostsikring

Kulverten som skal etableres og tilhørende vei/ramper skal være frostsikre, slik at telehiv og setninger unngås. Det er gjort vurderinger av frostsikringen særlig for å vurdere behovet og omfanget for supplerende graving rundt kulvert og traktorvei. Entreprenøren kan velge egne løsninger, men dimensjonering og funksjonskrav gis i kapitlet.

B4.1 Frostsikringsparametere

Det skal etableres en kulvert for bekken, dimensjonert for kryssende traktorvei. Traktorveien kommer nesten utelukkende til å være trafikkert ifm. gårdsdriften. Dermed gjelder de minst strenge kriteriene i tabell 3.2.1-1 i N200 /B6/ (dvs. $\text{ÅDT} \leq 1500$ og g/s-veger). Det medfører to kriterier for frostsikringslag:

- (1) Maksimal nødvendig tykkelse på overbygning² er 1.8 m (for frostsikringsmasser, se B4.3). Dybden kan være mindre dersom frostdybden (F10) er mindre.

² Overbygning vil si både frostsikringslag, ev. forsterkningslag, samt bærelag og dekkelag.

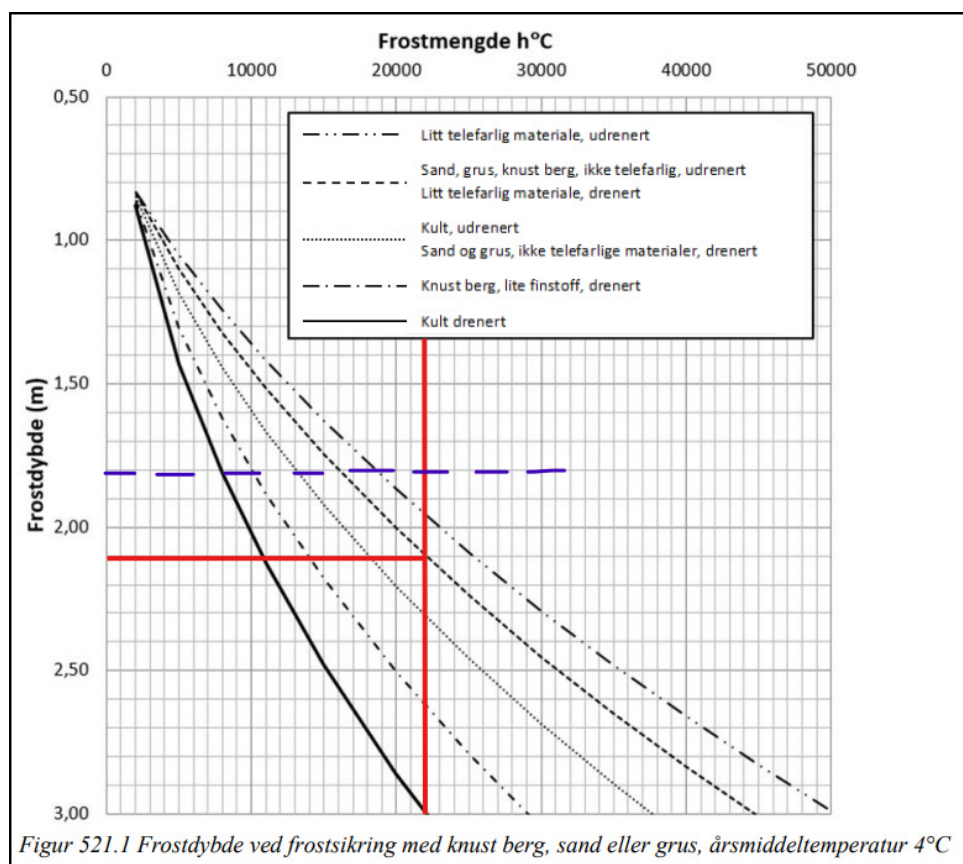
- (2) Ved overganger mellom materialer i undergrunn (underbygning) (se Figur 4-4) er det behov for utkiling, og da bestemmes frostsikringsdybden ut ifra dimensjonerende frostmengde F10.

Frostmengde F10 og andre nøkkelverdier er hentet fra N200 og er listet opp i Tabell 4-1.

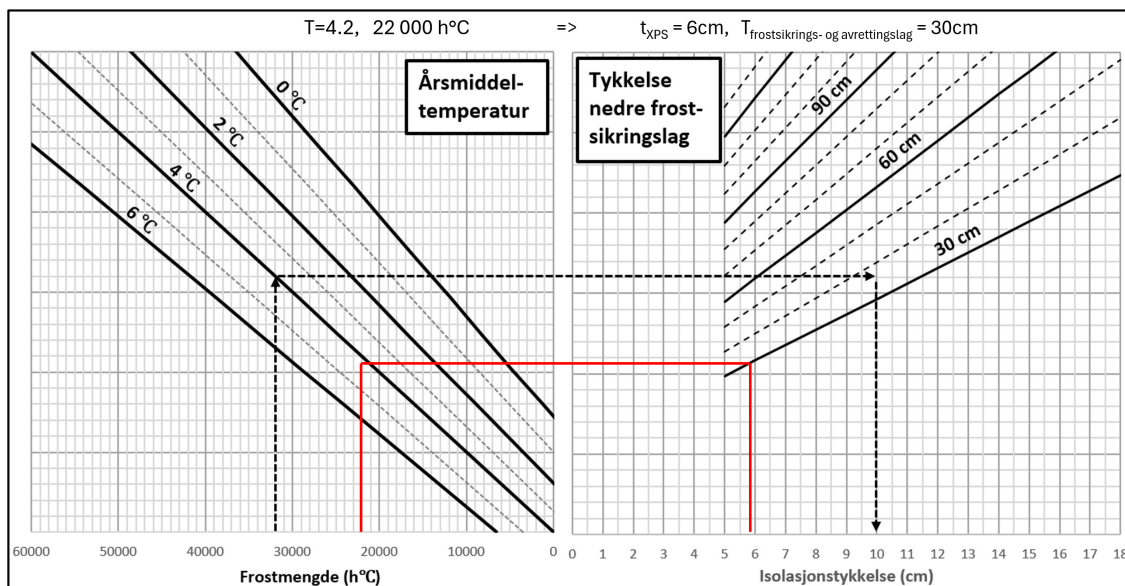
Dersom man benytter isolasjonsplater (XPS ol.) fremfor fyllmasser til frostsikring, er nødvendig dybde på overbygning lik (1) bære- og dekkelag over isolasjonslaget, hvor (2) tykkelsen bestemmes ut ifra Figur 4-2. Laget under platene skal være minst 25-30 cm tykt (ref. kap. 523 /B7/).

Tabell 4-1 Frostsikringsparametere for Nannestad, med verdier hentet fra 2018- og 2024-versjonen av N200. /B6/-/B7/

Versjon av N200	Årsmiddel-temp. [°C]	Frostmengder [h°C]				Korreksjonsfaktorer [-]	
		F2	F5	F10	F100	Minimum	Maksimum
2018	4.2	11000	17000	<u>22000</u>	36000	0.87	1.22
2024 (lokal 1x1km2 celle)	5.34			<u>21392</u>	33133		



Figur 4-1 Med en frostmengde lik ca. 22 000 h°C er frostsikringsdybden 2.1 meter for **samfengte T1-masser (w≈6%)**. Figuren er hentet fra N200:2018 /B7/ som tilsvarer figur 3.2.2-1 i N200:2024 /B6/.

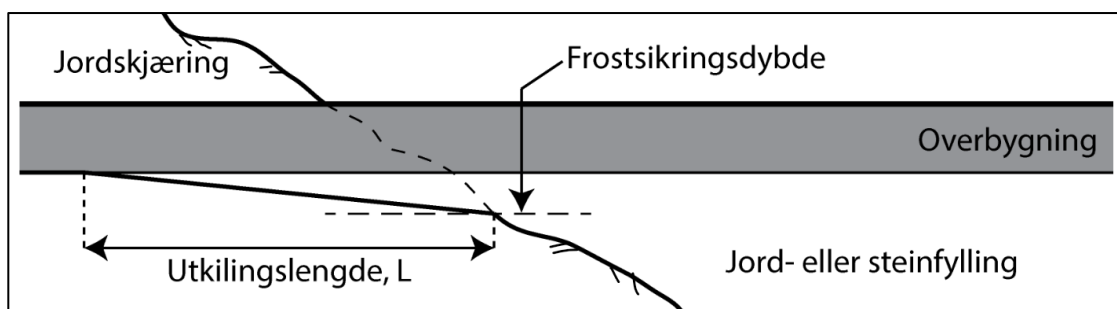


Figur 4-2 Bestemmelse av tykkelse på XPS-plater for frostsikring. Figur 3.2.4-1 i N200:2024 /B6/.

B4.2 Frostsikring rundt kulvert

Utkiling til side for kulvert

Ifølge kap. 1.13.8.2 i N200:2024 /B6/ og kap. 259 i N200:2018 /B7/ skal man til side for kulverter, i underkant av vei, utføre frostsikring etter kriterier gitt i Figur 4-4 under. Eksisterende traktorvei er høyst sannsynlig ikke frostsikret, og frostsikring i overgang fra kulvert til øvrig traktorvei bør derfor gjøres ved gradvis utkiling, se Figur 4-4 (tilfelle ②) for overgang kulvert-vei, og se Figur 4-3 for overgang vei fra fyllmasser og inn på opprinnelig grunn (dvs. overgangen i graveskråningen). Prinsipper for frostsikring er opptegnet i SBV-TV-AT4 for å eksemplifisere hvordan kriteriene fungerer «i praksis».



Figur 4-3 Ved overgangen mellom tilbakefylling i utgravd ravine og opprinnelig grunn, skal det minimum skiftes masser ned til frostsikringsdybde ($h_f = 2.1\text{m}$, ref. Figur 4-1) jf. tabell 3.2.1-1 merknad c). Fyllmassene skal også være lik i utkilingenslengden som ellers ifyllingen. Ref. figur 3.2.5.1-2 i SVVs N200 (2024).



For bruk av andre materialer, f.eks. lettklinker/skumglass, omfattende bruk av isolasjonsplater mm. vil nødvendige dimensjoner være forskjellige fra det som er beskrevet ovenfor. Omfang på utkiling mm. avhenger også av plasseringen på kulverten og veibanen nord og sør for denne.

B4.3 Materialer til frostsikringslag

Materialer i frostsikringslag til side for kulvert

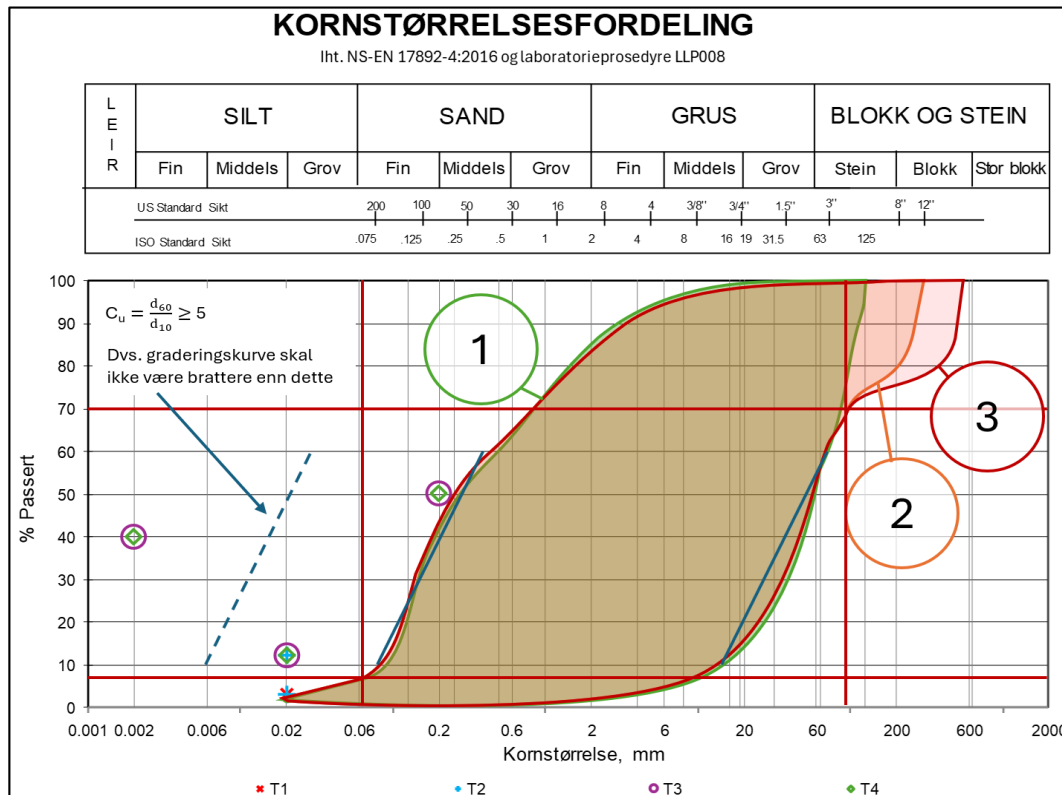
I Statens vegvesens N200 varierer kravene til oppfyllingsmasser til side for kulverter, broer, etc. inndelt over 3 soner (se tegning Figur 4-4) der krav til kornfordelingskurver er angitt for hver sone. Kriteriene for sonene er listet opp under, hvorpå listen påfølges av generelle krav til frostsikringsmasser:

- (1) T1-masser, $d_{\text{maks}} = 125 \text{ mm}$
- (2) T1, $d_{\text{maks}} = 300 \text{ mm}$
- (3) T1, $d_{\text{maks}} = 500 \text{ mm}$, og samtidig $d \leq 0.5 \cdot T$, der T er tykkelsen på frostsikringslaget.

De generelle kravene til frostsikringsmaterialer er jf. kap. 4.5.1, N200:2024 /B6/ (og tilsvarende kap. 621.1 i N200:2018 /B7/):

- $d_{70} \leq 90 \text{ mm}$ og $C_u \geq 5$ (dvs. massene skal være middels graderte til velgraderte).
- Andel finstoff (leir og silt, dvs. $d = 0.063 \text{ mm}$) relativt til masseandel ved $d = 90 \text{ mm}$ skal være mindre enn 7% (dvs. kan variere mellom 4.9-7 %).
- Dersom det benyttes masser med $d_{\text{maks}} = 63 \text{ mm}$, skal andelen finstoff ($d = 0.063 \text{ mm}$) beregnet relativt til $d = 22.4 \text{ mm}$ være mindre enn 15 %.

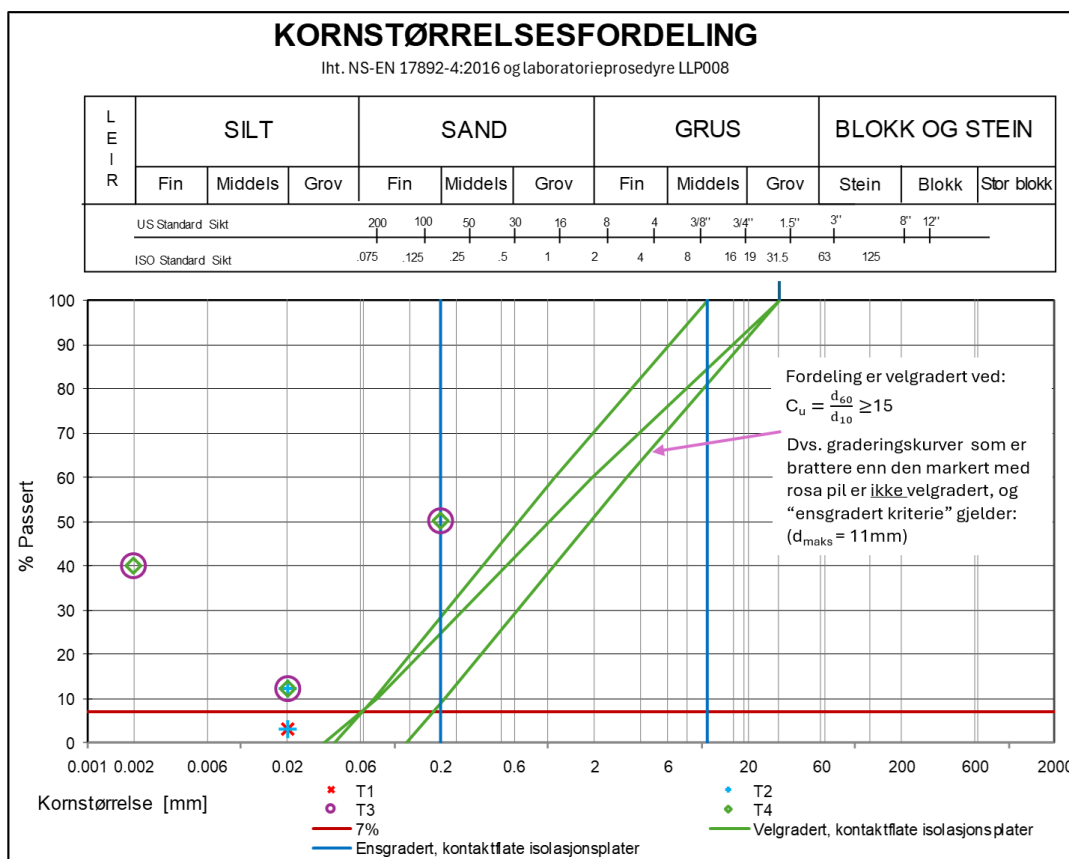
Samlede kriterier er opptegnet i Figur 4-5.



Figur 4-5 Statens vegvesen angir i N200 spesifikasjoner for 3 forskjellige frostsikringslag ved utlegging av «frostsikre fyllmasser inntil kulverter (1) og (2), og for øvrig bruk (3)» med gyldighetsområder markert i diagrammet over. Kriteriene er listet opp på forrige side.

Materialer i kontakt med isolasjonsplater

I forbindelse med utlegging av isolasjonsplater under kulverten, gjelder egne krav til fyllmassene som legges rundt og under isolasjonsplatene (N200:2018 kap. 622.2 eller tilsvarende N200:2024 kap. 4.5.2). De generelle kriteriene til frostsikringsmasser gjelder (de tre siste kriteriene på forrige side) i tillegg til et par nye kriterier oppgitt i figurteksten til Figur 4-6.



Figur 4-6 Utover generelle krav til frostsikre masser angir Statens vegvesen to kriterier for «masser som legges i kontaktflaten med isolasjonsplater»: (1) For velgraderte masser (dvs. $C_u > 15$) er $d_{maks} = 32\text{ mm}$. Mulig spekter for velgraderte masser er markert med grønt i figuren (2) For ensgraderte masser er ($d_{maks} = 11\text{ mm}$, og i teleklasse T1, dvs. $d_{min} = 0.2\text{ mm}$), markert med blått i figuren.

B5 Hydraulisk dimensjonering

B5.1 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) /B8/

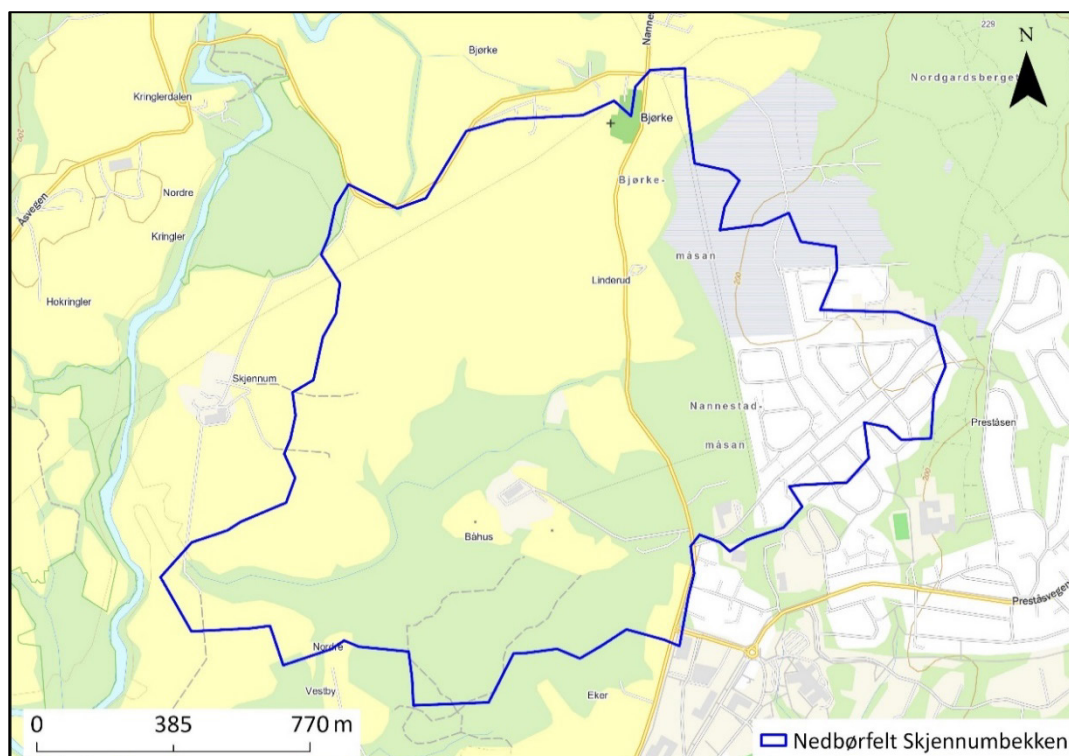
inndeles ulike typer byggverk/funksjoner i «sikkerhetsklasser for flom», med tilhørende dimensjonerende gjentakintervaller. Ettersom det er et gårdsbruk som skal sikres ved Nordre Vestby, anses «sikkerhetsklasse F2» som mest passende, hvilket innebærer at dimensjonerende flomhendelse (vannføring) er gitt ved 200-års gjentakintervall medregnet klimapåslag (20%).

B5.2 Flomberegning

Det er gjennomført flomberegning ved hjelp av NVEs verktøy NEVINA som estimerer nedbørfeltets areal til 2,1 km². Med bakgrunn i estimert nedbørsfelt er det beregnet ulike kulminasjonsvannføringer, vist i Tabell 5-1. Merk at disse verdiene er beregnet med utgangspunkt i lavestliggende punkt i nedbørfeltet vist i Figur 5-1. Vurderingene har ikke hensyntatt eventuelle stikkrenner som drenerer deler av nedbørfeltet til andre vassdrag, ref. Norconsult-notat /B9/. Det er også usikkerheter knyttet til areal typer (mtp. overflateegenskaper i nedbørsfeltet), som kan føre til feilestimering av kulminasjonsvannføringen.

Tabell 5-1 Beregnede flomstørrelser ved gitte gjentakintervall.

Gjentaksintervall	Kulminasjonsvannføring (m ³ /s)
Q _m	0,9
Q ₂₀₀	2,7
Q _{200klima}	3,8
Q ₁₀₀₀	3,8



Figur 5-1 Beregnet nedbørfelt ved hjelp av verktøyet «NEVINA» utviklet av NVE.

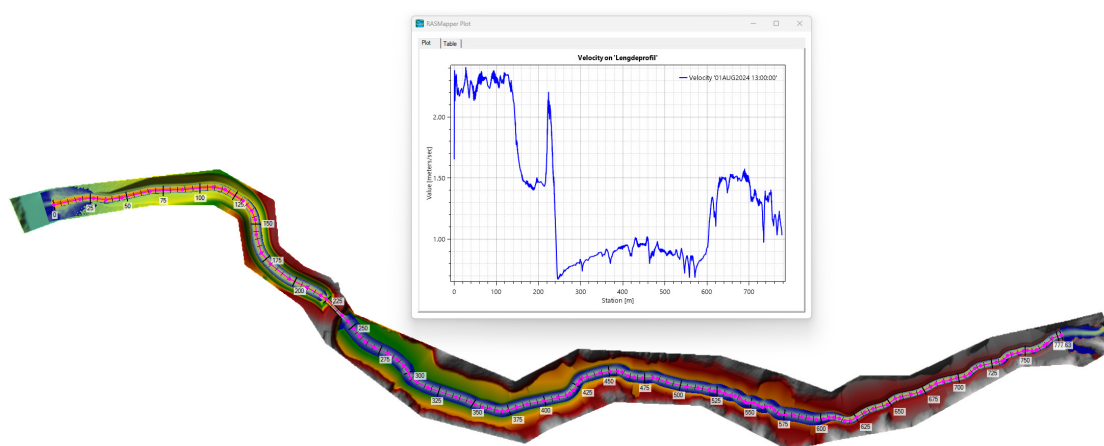
B5.3 Hydrauliske beregninger

Det er gjennomført en hydraulisk beregning av en 200-årsflom med 20% klimapåslag for den aktuelle bekken. Beregningen er gjort ved hjelp av programvaren HEC-RAS utviklet av det amerikanske ingeniørkorpset. Modelleringen er gjort med den hensikt å kartlegge vannhastigheter og vanddyp, men vil ikke være en fullverdig flomfarevurdering, da det ikke foreligger datagrunnlag for kalibrering av modellen. Foreslått kulvert er lagt inn i terrengmodellen som en åpen kanal, se kapittel B5.3.1 for vurdering av rørløsning. Beregningene er gjort for opprinnelig terreng (se kapittel B1.1), samt en terrengmodell hvor foreslått bekkeheving er modellert. Inngangsverdier til modellen er vist i Tabell 5-2.

Tabell 5-2 Parametere brukt i den hydrauliske beregningsmodellen.

Parameter	Verdi
Maskestørrelse beregningsnett	1x1 m
Mannings tall, n	0.05
Øvre grensebetingelse, vannføring fra nordøst	3.8 m ³ /s
Nedre grensebetingelse, vannstand i Nitelva	150 moh.

Resultatet fra analysene viser at man vil ha en varierende vannhastighet gjennom hele tiltaksområdet (0-2.5 m/s). Avbøtende tiltak er beskrevet i siste avsnitt i kap. B5.5.

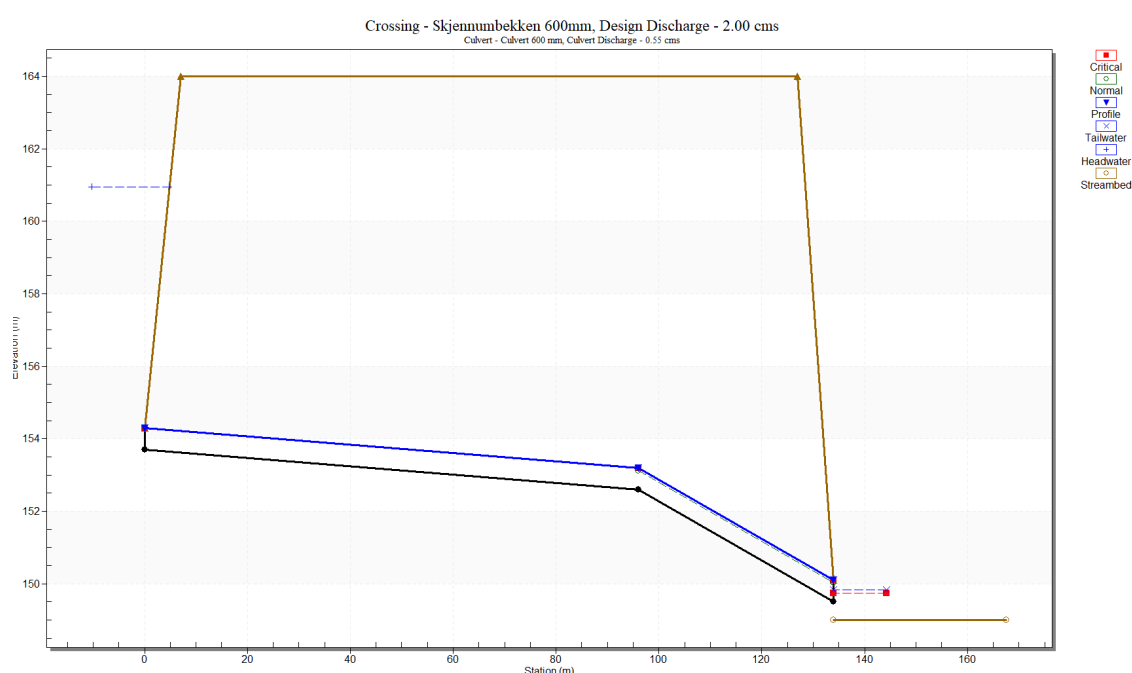


Figur 5-2 Beregnet vannhastighet etter utført sikringstiltak.

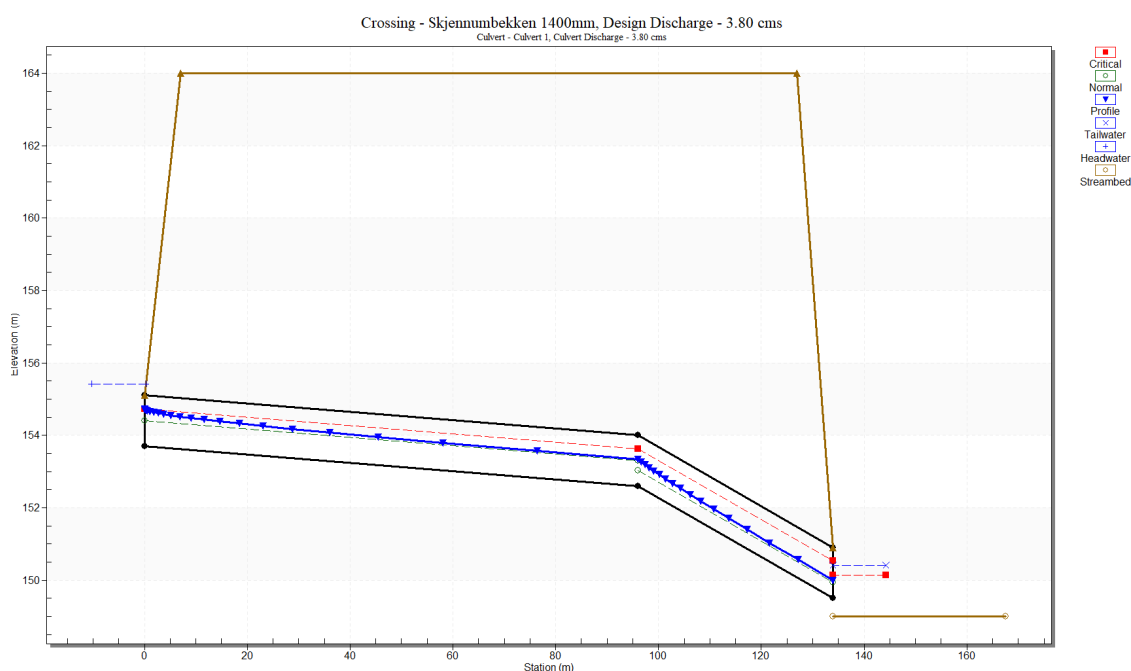
B5.3.1 Alternativ løsning med rør

Alternativt til å gjenåpne bekken er det mulig å øke vannføringskapasiteten ved å oppgradere/erstatte rør ut i Leira. Nødvendig rørstørrelser er undersøkt ved å simulere dimensjonerende vannføring for ulike rørstørrelser i programvaren HY-8 utviklet av «U.S. Department of Transportation» /B10/.

Dagens rør (600 mm i diameter) har ikke tilstrekkelig kapasitet til å håndtere en 200-årsflom med klimapåslag. Beregninger for dagens rør viser vesentlig oppstuvning av vann oppstrøms innløpet: teoretisk sett 161 moh. som er godt over terskelnivået på traktorveien (~158.2 moh.) som vist i Figur 5-3. Ved iterasjon har vi kommet frem til at rør med diameter lik 1400 mm vil være tilfredsstillende for problemstillingen (kap. 4.3 i hoveddelen). For hendelser tilsvarende «200-årsflom med klimapåslag» vil 1400 mm rør fortsatt medføre en viss oppstuvning oppstrøms inntaket, men i betydelig mindre grad enn ved dagens situasjon (Figur 5-4). En større rørløsning vil også være gunstig med tanke på gjentetting av drivgods og sedimenter.



Figur 5-3 Dagens kulvert (600 mm) vil føre til fem meter oppstuvning oppstrøms inntaket allerede ved en vannføring på 2 m³/s. Merk at modellberegningen viser oppstuvning til ca. 161 moh., imidlertid er terskelen (traktorveien) ved omtrent 158.2 moh. som innebærer at vannet vil flomme over terskelen og utover jordet ved en 200-årsflom med klimapåslag.



Figur 5-4 Beregnet kapasitet og vannstand oppstrøms og nedstrøms nytt rør med diameter 1400 mm.

B5.3.2 Andre problemstillinger knyttet rørløsning

Dersom vannføringskapasiteten økes betraktelig ned til Leira, vil det også være behov for ekstra erosjonssikring i underkant og rundt utløpet av røret. Økt vannføring vil kunne påvirke strømningsmønsteret lokalt i svingen ved utløpet ut i Leira, slik at mer dyptgående analyser også bør utføres med tanke på erosjon. Ev. kan man helgardere seg og kreve vesentlig erosjonssikring et godt stykke langs svingen nedstrøms utløpet.

Det påpekes også at en rørløsning vil være mindre gunstig med tanke på fiskevandring, kreps, akvatiske bunndyr, osv. fremfor løsning med bekkeåpning.

B5.4 Dimensjonering av steinstørrelse til erosjonssikring

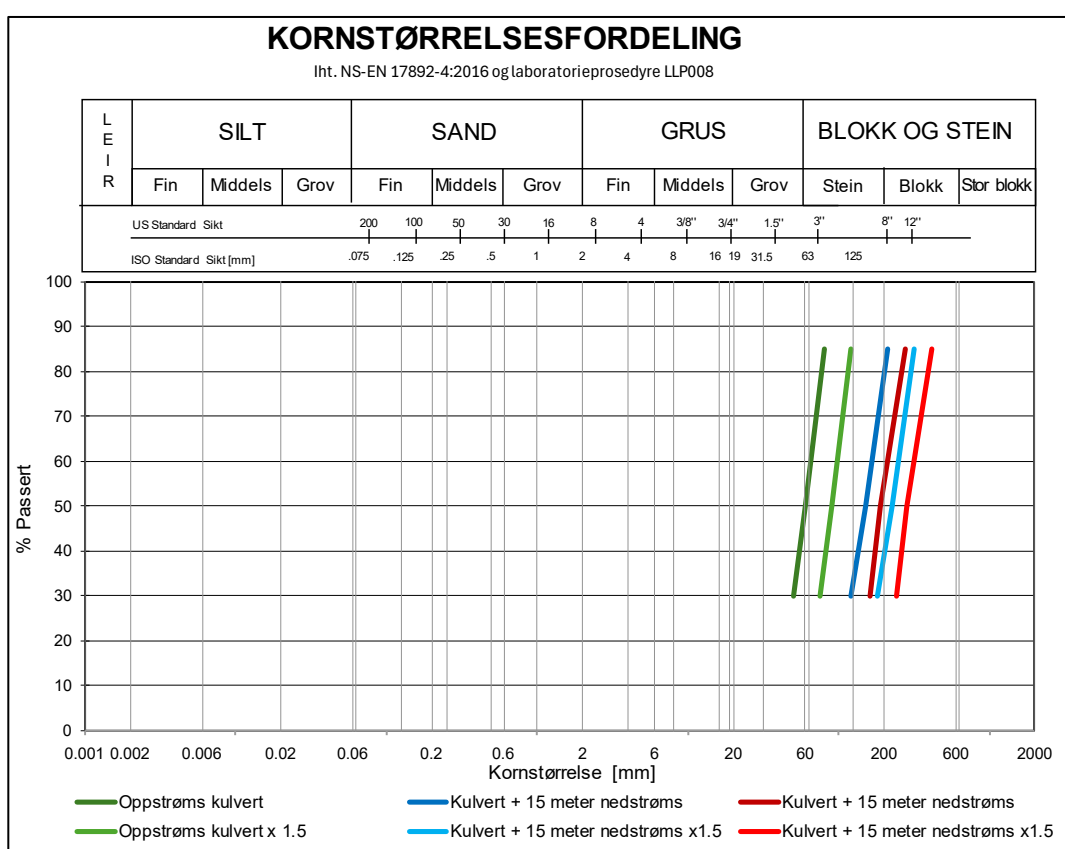
Det nye bekkeløpet vil ha en gjennomsnittlig helning på om lag 1.0 %, men bekkens helning vil være relativt liten (0.5%) de første 525 m, etterfulgt av (2.3%) de neste 250 m. For det første partiet (525 m) kan man i henhold til /B10/ benytte seg av Maynords formel for beregning av stabil steinstørrelse til bruk i erosjonssikringen. Enkelte steder er bekkeløpet brattere (stedvis opp mot 3.5 %), og i disse områdene vil terskelkurven (figur 92) i /B10/ benyttes til å estimere stabil steinstørrelse. Dette gir $D_{65} = 0.20$ m, inkludert et sikkerhetspåslag på 20% (nederste linje i Tabell 5-3).

Dimensjonerende kornfordelingskurver (steinstørrelser, angitt ved D) for bunnsikring av bekkeløpet er angitt i Tabell 5-3. Grunnet middels bratte sidekanter, må sidene i kanalen sikres med stein med halvannen ganger så stor steinstørrelse som verdier beskrevet i Tabell 5-3, dvs. $D_{sideplastring} = 1.5 \times D$ (der D angir dimensjonerende korn-

fordelingskurver (steinstørrelser) for sprengsteinfyllingen for øvrig). Tykkelsen på sideplastringslaget skal være minst $2 \times D_{50, \text{sideplastring}} = 3 \times D_{50}$.

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

Seksjon langs senterlinje	D ₃₀ [cm]	D ₅₀ [cm]	D ₈₅ [cm]
Oppstrøms kulvert	5	6	8
Kulvert + 15 meter nedstrøms	12	15	21
Nedstrøms kulvert	16	19	28



Figur 5-5 Veiledende kornfordelingskurver for ulike strekninger. Sidene av bekkleiet skal sikres med materiale med steinstørrelser halvannen ganger større enn bunnplastringen, og er vist med lysere farge per parti i diagrammet, samt angitt med (x1.5) i tegnforklaringen.

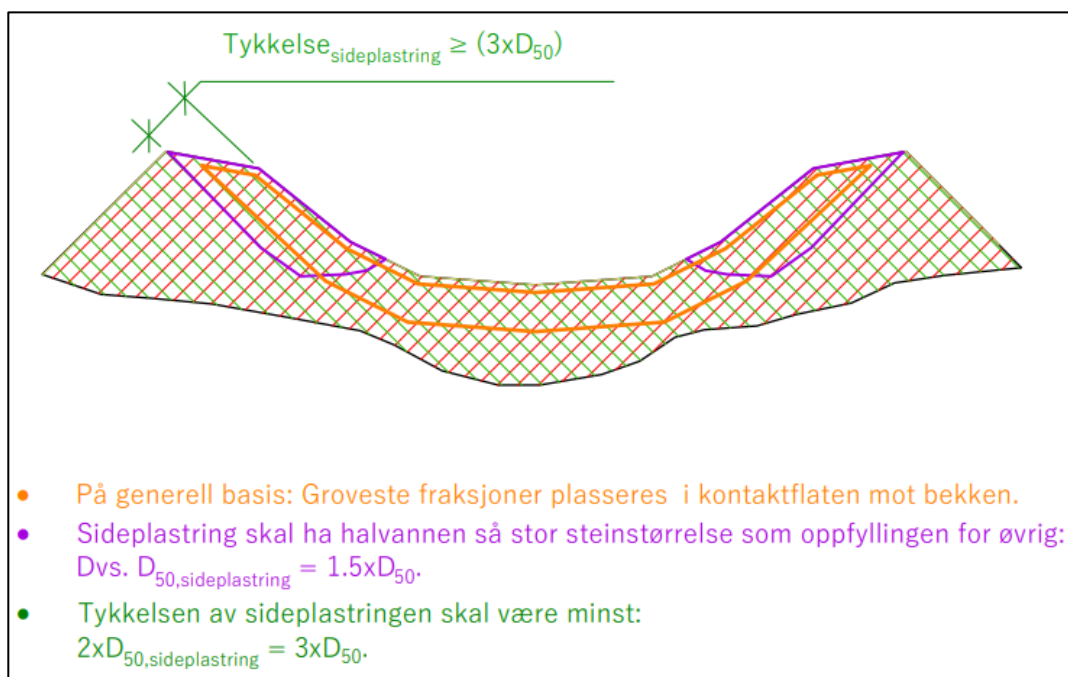
B5.5 Utforming av erosjonssikringen

Erosjonssikringen anbefales utformes i henhold til beskrivelsen gitt i sikringshåndboka til NVE /B11/ med tilhørende veileder /B10/. Fra /B10/ kan man lese:

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

For å ivareta graderingen i sikringslaget i anleggsgjennomføringen vises det til sikringshåndboka (/B11/) som skriver følgende:

«Det er viktig at man ivaretar den beskrevne graderingen og steinstørrelse for steinmassene for hvert lass. Maskin på stedet må gjennomføre en sortering av steinmassene på tipp i elva. De groveste fraksjonene plasseres nederst og ytterst ³ der en kan vente størst belastning på sikringen. De resterende massene bygges opp til et solid blandet filter mot grunnmassene innenfor. Tykkelsen av steinlaget er avhengig av den dimensjonerende størrelsen på steinen. Siden belastningen fra strømkreftene reduseres fra bunnen og opp mot toppen av sikringslaget ³, må man sørge for at steinstørrelse og tykkelse på steinlaget er størst ved bunnen ³ og avtar mot toppen.»



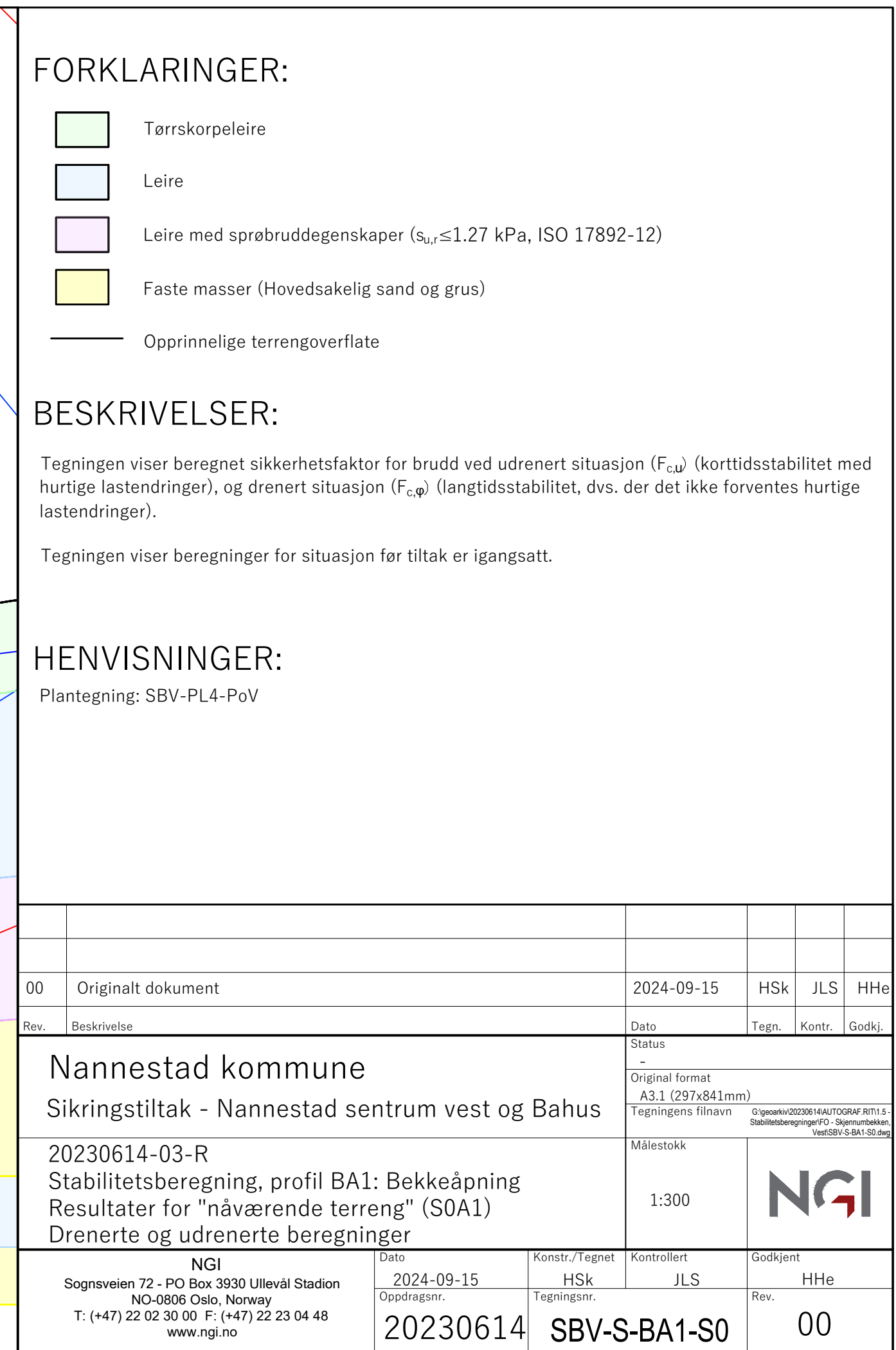
Figur 5-6 Prinsippskisse for plastring av samfengt sprengstein, med fremheving (vha. farge-markeringer) av beskrivelser gitt i NVEs sikringshåndbok /B11/.

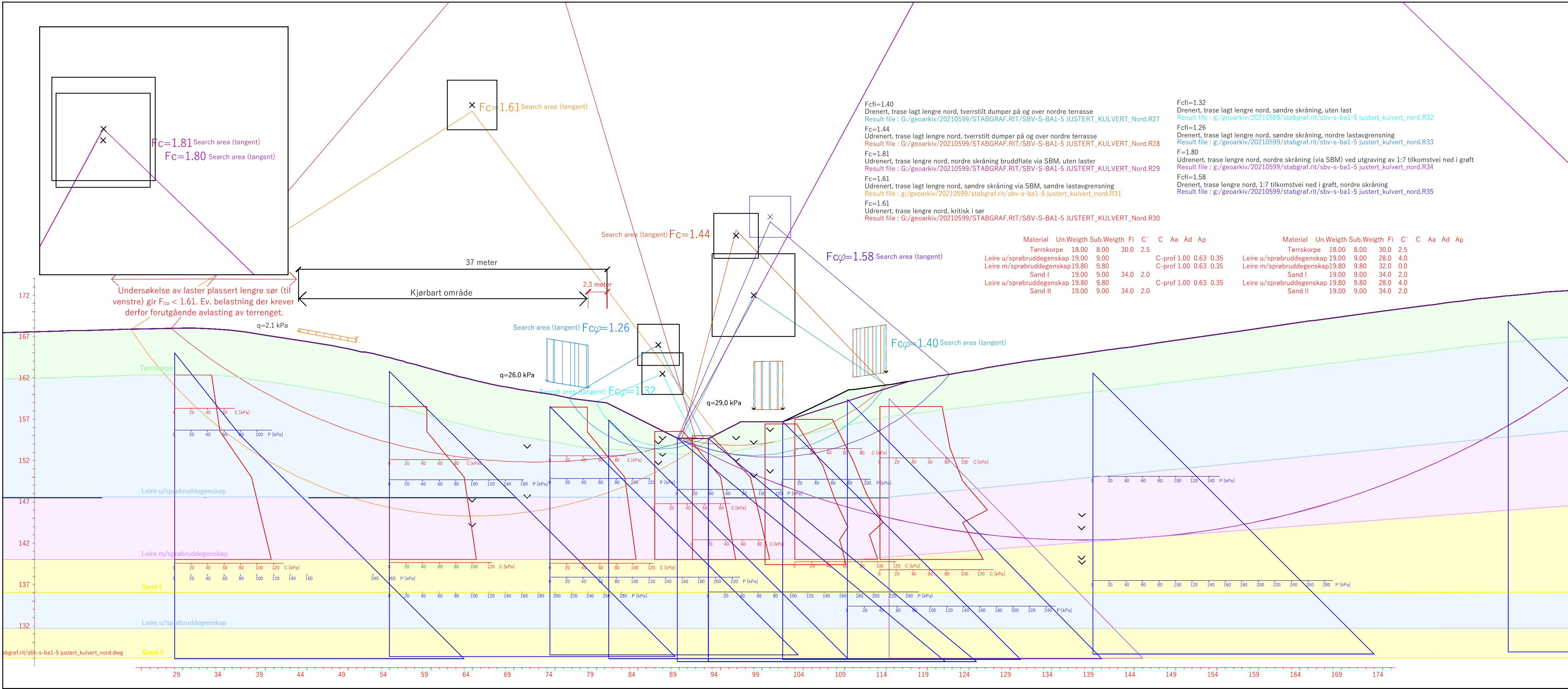
Utløpet av bekken i Leira skal steinsettes med stein nedgrunnet i elvebunnen ned til dybde 1 meter under normalvannstand i Leira. Ved å nedgrunne steinen ved utløpet (i stedet for å steinplastre oppå elvebunnen) unngår man at steinsettingen innsnevrer tverrsnittet av Leira, og reduserer således påvirkningen av strømningsmønsteret i elven.

³ Dvs. i kontaktflaten med vannet.

B6 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/ Norges teknisk- og naturvitenskapelige universitet (NTNU) Institutt for bygg- og miljøteknikk (IBM) Faggruppe for Geoteknikk (2016) *Kompedium: TBA4105: Geoteknikk Beregningsmetoder*. Trondheim.
- /B5/ Norges vassdrags- og energidirektorat (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.
- /B6/ SVV (2024) *Vegnormal N200: Vegbygging*. Dato: (2024-07-05). Tilgjengelig fra: <https://store.vegnorm.vegvesen.no/n200>.
- /B7/ Statens vegvesen (SVV) (2018) *Vegbygging: Normal: Håndbok N200*. SVV Håndbok N200. Dato: (2018-07-15). Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker/vegnormalene/n200/>.
- /B8/ 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>.
- /B9/ Norconsult AS (2021) *Sammenligning av flomsituasjonen i Bjørkåsen-Preståsen området før og etter*. Norconsult notat 5208633-01, versjon C01, dato: (2021-01-22).
- /B10/ U.S. Department of Transportation (U.S. DOT) (2025) Nettside: HY-8 Culvert Hydraulic Analysis Program. Informasjonsside om programvare. HY-8 version 7.80.2. Tilgjengelig fra: <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/software/hy8/>.
- /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>





FORKLARINGER:

- Tørsskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Tvungen kryssing av glideflate (benyttes for enten 1) å vurdere spesifikke tilfeller, eller 2) på generell basis for å "neglisjere" ubetydelige overfladiske utglidninger.

BESKRIVELSER:

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

Beregninger er gjort for situasjonen der utgravingen er på det mest omfattende (inkludert eventuell ekstra utgraving i nord for en 1:7-tilkomstvei) før utlegging av samfengt sprengstein i bekkeleiet. Udrenert skjærfasthet er redusert i grøften/bekkeåpningen til laveste nivå som inntreer ved "endt konsolidering etter avlastning" (dvs. etter lang tid, gjerne mer enn 1-2 måneder).

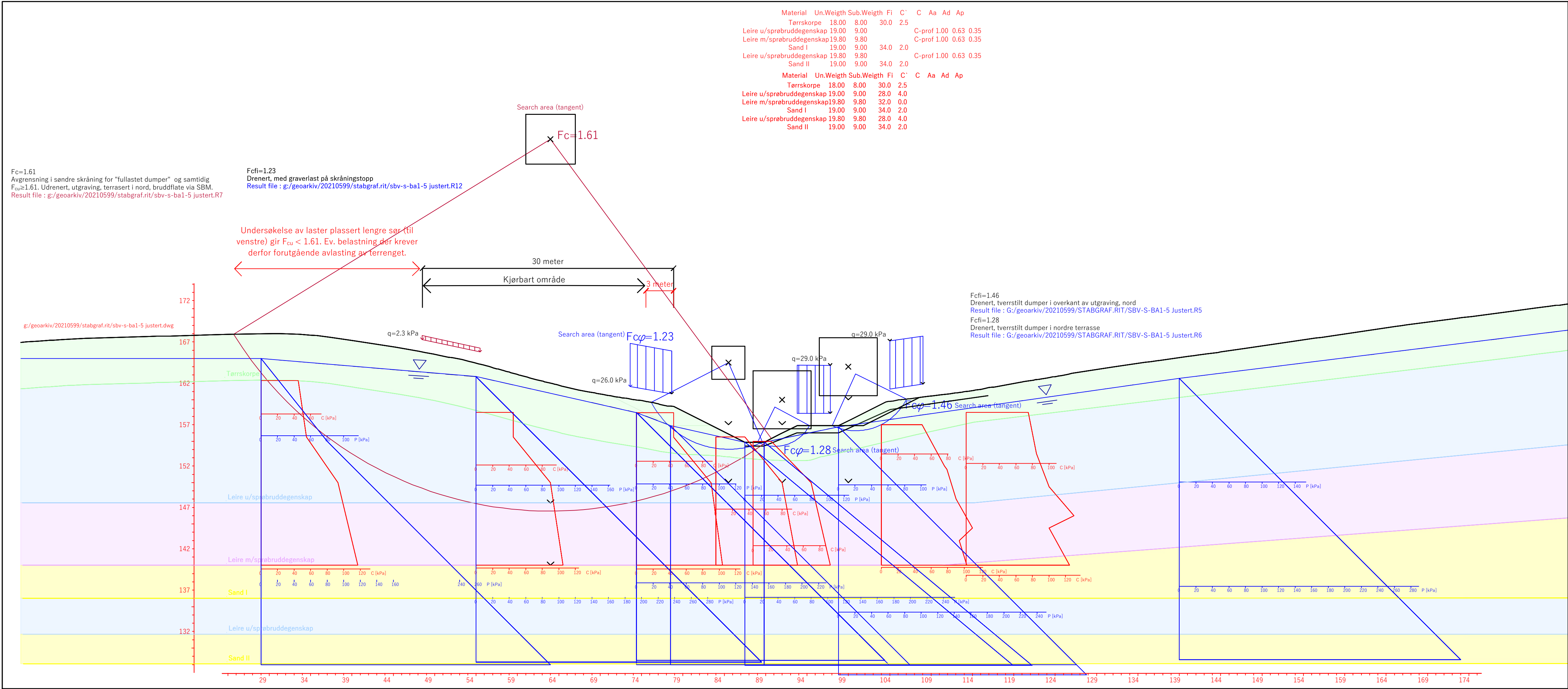
Begrensningene er som følger:

- Laster i overkant av graveskråning i **sør** må være kontrollerte:
- Maskiner skal ikke være nærmere overkant graveskråning enn 3 meter, og
- lengre unna overkant av graveskråning enn 35 meter.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-10-10	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn			
Stabilitetsberegning, profil BA1: Bekkeåpning		Målestokk			
Maks utgraving: kulvert plassert lengre nord (S1B1)		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 2024-10-10 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
20230614		SBV-S-BA1-S1B1		00	



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Tvungen kryssing av glideflate (benyttes for enten 1) å vurdere spesifikke tilfeller, eller 2) på generell basis for å "neglisjere" ubetydelige overfladiske utglidninger.

BESKRIVELSER:

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 gjort for utgraving med terrassering i nord, før utlegging av samfengt sprengstein i bekkeleiet og med ugunstig plasserte laster. Udrenert skjærfasthet er redusert i grøften/bekkeåpningen til laveste nivå som inntreer ved "endt konsolidering etter avlasting" (dvs. etter lang tid, gjerne mer enn 1-2 måneder).

Merk at beregnet drenert sikkerhet for last langs skråningstoppen av den sørlige skråningen (til venstre) ikke tilfredsstiller krav etter hverken NVEs veileder 1/2019 eller Eurokode 7, $F_{c,\phi} \geq 1.25$. Det er derfor nødvendig med en sikkerhetsavstand i sør på minst 3 meter fra skråningstoppen (se figur SBV-S-BA1-S1A). Samtidig må man heller ikke belaste for langt bak skråningstoppen, mht. at beregnet sikkerhet må opprettholdes/ikke forverres mtp. udrenert brudd via SBM i sør ($F_{cu} \geq 1.61$). Lasten er lave for stor og dyp glideflate, ettersom bredden på en ev. mekanisme er vesentlig større, og dermed representativ last lavere.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Nannestad kommune

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

20230614-03-R

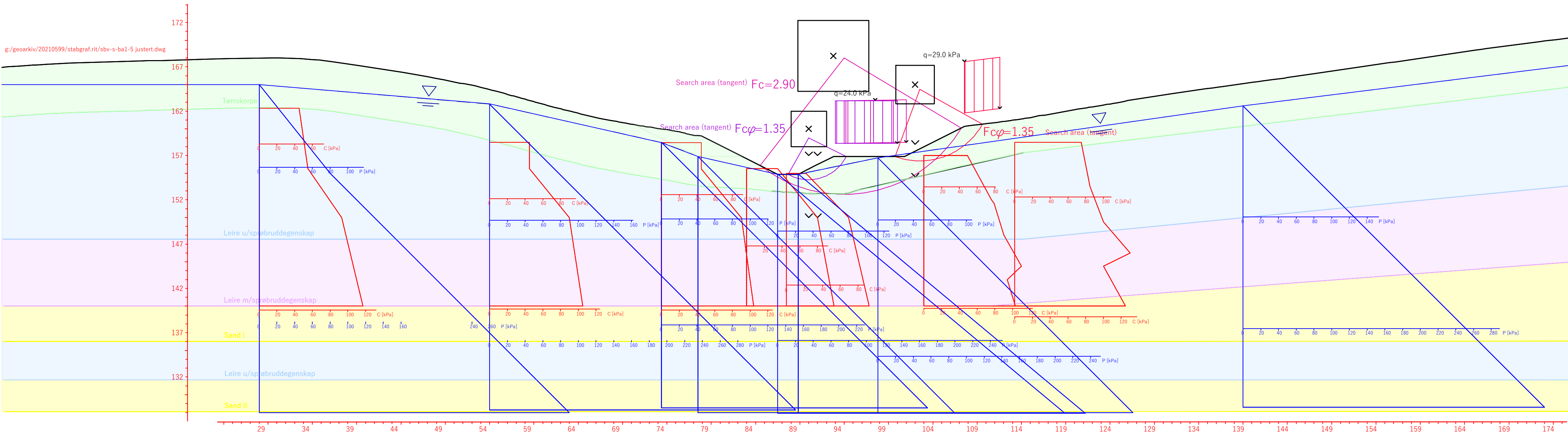
Stabilitetsberegning, profil BA1: Bekkeåpning
Resultater - maksimal utgraving, lokale laster (S1A2)
Drenerte og udrenerte beregninger

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 2024-09-15	Konstr./Tegnet HSK	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
	Oppdragsnr. 20230614	Tegningsnr. SBV-S-BA1-S1A2	Rev.	00

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.00	9.00			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Leire m/sprøbruddegenskap	19.80	9.80			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Sand I	19.00	9.00	34.0	2.0				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.80	9.80			C-prof 1.00	0.63	0.35	
Sand II	19.00	9.00	34.0	2.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	2.5				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.00	9.00	28.0	4.0				
Leire m/sprøbruddegenskap	19.80	9.80	32.0	0.0				
Sand I	19.00	9.00	34.0	2.0				
Leire u/sprøbruddegenskap	19.80	9.80	28.0	4.0				
Sand II	19.00	9.00	34.0	2.0				

Fc=2.90
Udrenert, dumper langs snuplass nordre terrasse
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/sbv-s-ba1-5 justert.R13
Fcfi=1.35
Drenert, snuplass nordre terrasse
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/sbv-s-ba1-5 justert.R14
Fcfi=1.35
Drenert, snuplass nordre terrasse, tverrstilt dumper i overkant
Result file : g:/geoarkiv/20210599/stabgraf.rit/sbv-s-ba1-5 justert.R17



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate

BESKRIVELSER:

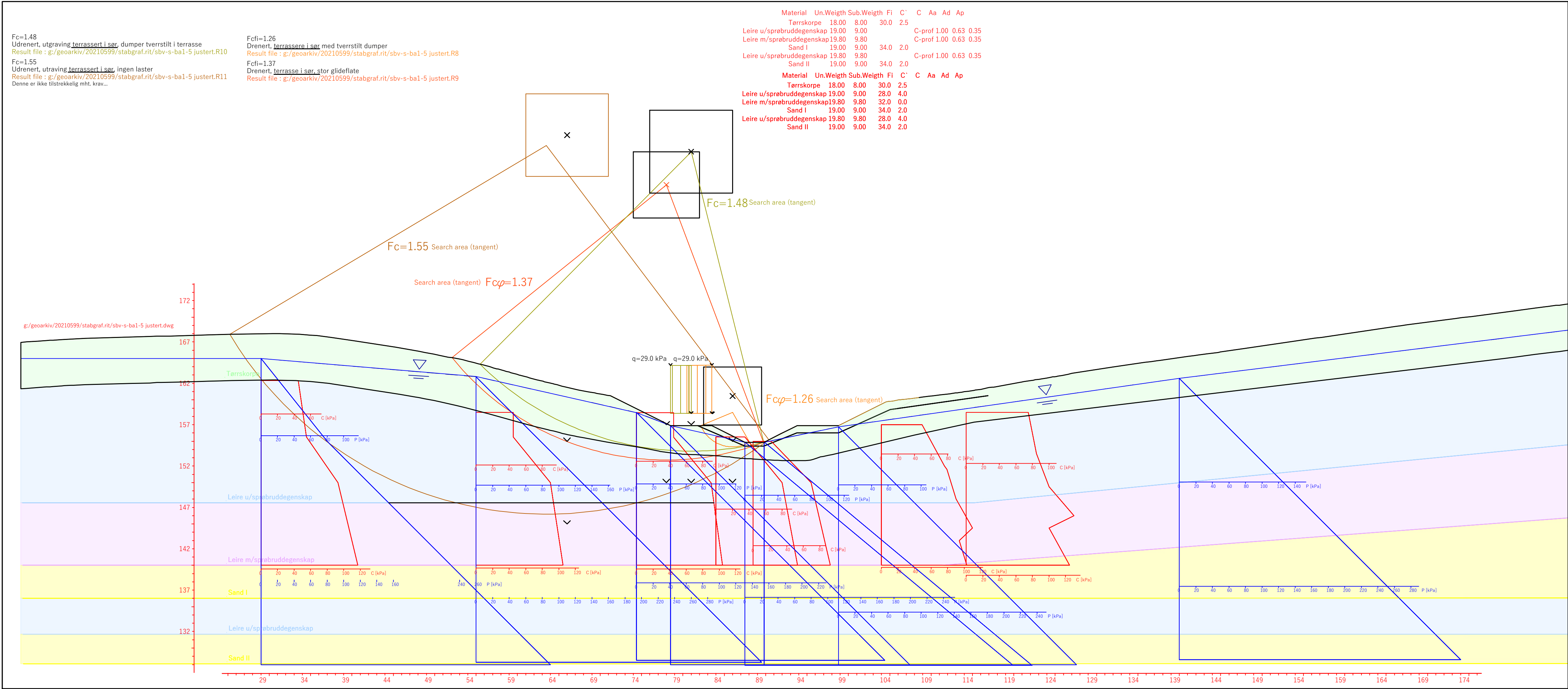
Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved udrenert situasjon ($F_{c,u}$) (korttidsstabilitet med hurtige lastendringer), og drenert situasjon ($F_{c,\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer).

Beregninger er gjort for utgraving med noe utvidet terrassering i nord mtp. utvidelser for f.eks. snuplass eller møteplasser. Udrenert skjærfasthet er redusert i grøften/bekkeåpningen til laveste nivå som inntre ved "endt konsolidering etter avlastning" (dvs. etter lang tid, gjerne mer enn 1-2 måneder).

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status -			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn G:\proarkiv\20230614\AUTOGRAF\RT11.5 - Stabilitetsberegninger\FO - Sjønnmubekken - Vest\SBV-S-BA1-S2.dwg			
Stabilitetsberegning, profil BA1: Bekkeåpning		Målestokk 1:300			
Resultater for maksimal utgraving og snuplass (S2A1)					
Drenerte og udrenerte beregninger					
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
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		2024-09-15	HSk	JLS	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230614	SBV-S-BA1-S2A1	00	



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprødddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Tvungen kryssing av glideflate (benyttes for enten 1) å vurdere spesifikke tilfeller, eller 2) på generell basis for å "neglisjere" ubetydelige overfladiske utglidninger.

BESKRIVELSER:

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

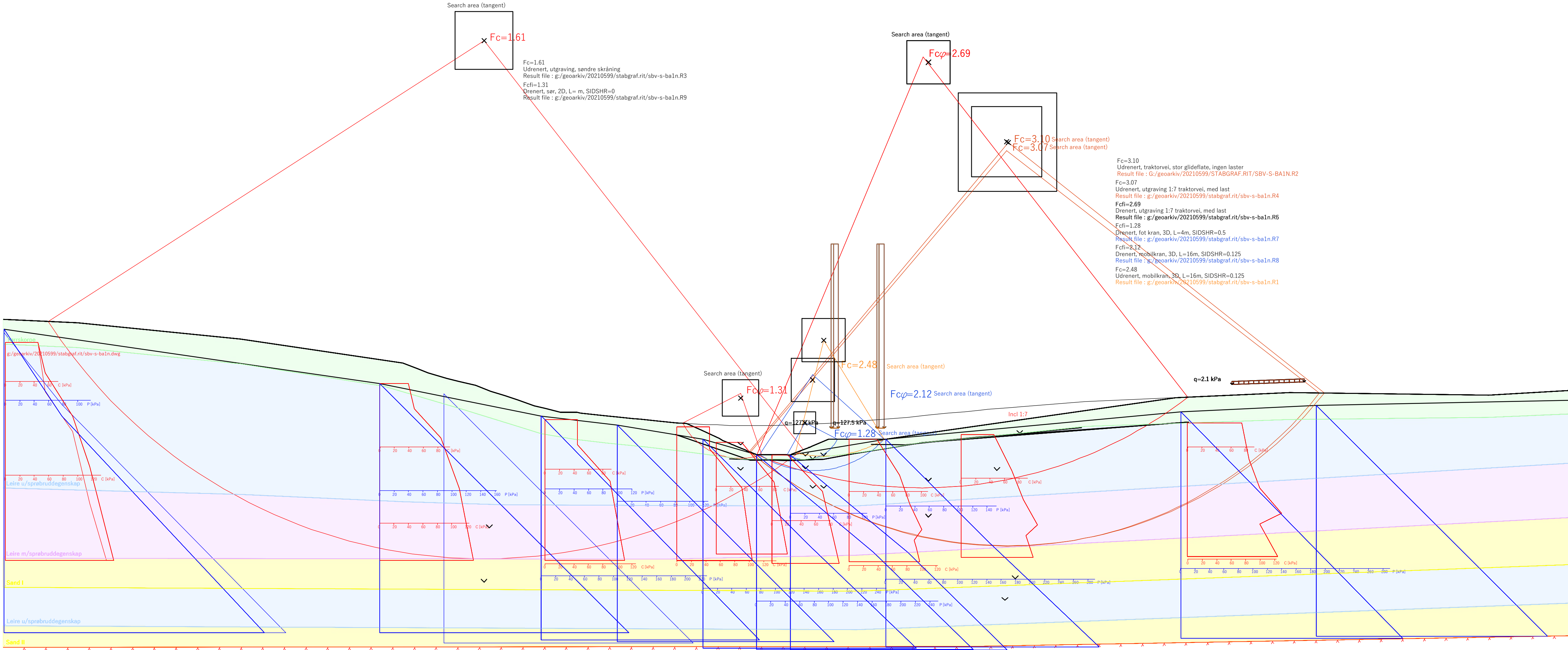
Beregninger er gjort for utgraving med terrassering både i sør og nord. Udrenert skjærfasthet er redusert i grøften/bekkeåpningen til laveste nivå som inntre ved "endt konsolidering etter avlastning" (dvs. etter lang tid, gjerne mer enn 1-2 måneder).

Som følge av for lav beregnet udrenert sikkerhetsfaktor for glideflater ned i sprøddmateriale er en slik løsning (terrassering i sør) ikke i tråd med krav til sikkerhet jf. NVEs 1/2019. Reduksjonen i beregnet sikkerhetsfaktor skyldes at det fjernes for mye masser fra stabiliserende side i beregnede glideflater (stabiliserende momentbidraget reduseres).

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	HSK	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.1 (297x841mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn G:/geoarkiv/20230614/AUTOGRAF/RT11.5 - Stabilitetsberegninger/PO - Sikringsberegning/Vest/SBV-S-BA1-S3A1.dwg			
Stabilitetsberegning, profil BA1: Bekkeåpning		Målestokk		NGI	
Resultater - maksimal utgraving, terrasse i sør (S3A1)		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 2024-09-15 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSK Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
20230614		SBV-S-BA1-S3A1		00	



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- (Grunn-)Vannstand for beregning 1-11 og 12-17

BESKRIVELSER:

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

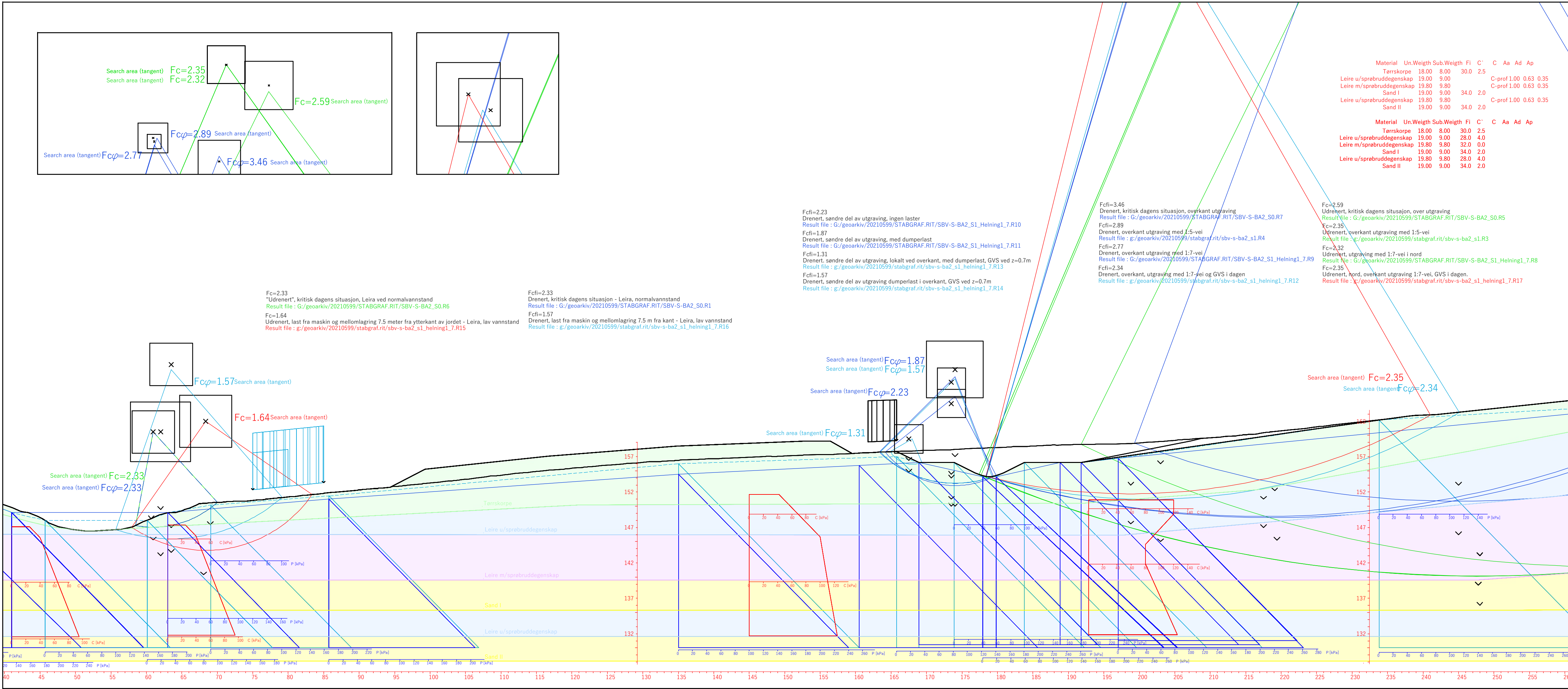
Tversnittet er lagt langs med tilkomstvei ned til grøften fra nord, og med bratteste helning i sørvestlig retning. Det er lagt inn en 8 meter lang arbeidsplattform med tilkomstvei i overkant med helning 1:7. Det er utførte hurtige anslag mtp. ev. bruk av kran. Gitt at man har en kran med 4 ben med 1-m2 plater til fordeling av laster vil sikkerhet ved foten være avhengig av grunnvannstanden under arbeidsplattformen. Stabiliteten kan forbedres ytterligere ved f.eks. masseskifting og større plater mm.

Det er benyttet redusert skjærfasthet i grøften. Reduksjonen er forventet å gjerne ta 1-2 mnd. eller mer.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-10-14	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status		-	
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format		A3.1 (297x841mm)	
20230614-03-R		Tegningens filnavn		©/geoarkiv/20230614/AUTOGRAF/RT11.5-Stabilitetsberegninger/PO - Sagnumbekken_Vest/SBV-S-BA1N.dwg	
Stabilitetsberegning, profil BA1N: Bekkeåpning		Målestokk		NGI	
Tilkostvei 1:7 ned til kulvert og arbeidsplattform		1:400			
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 2024-10-14 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. SBV-S-BA1N	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøddedegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- (Grunn-)Vannstand for beregning 1-11 og 12-17

BESKRIVELSER:

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

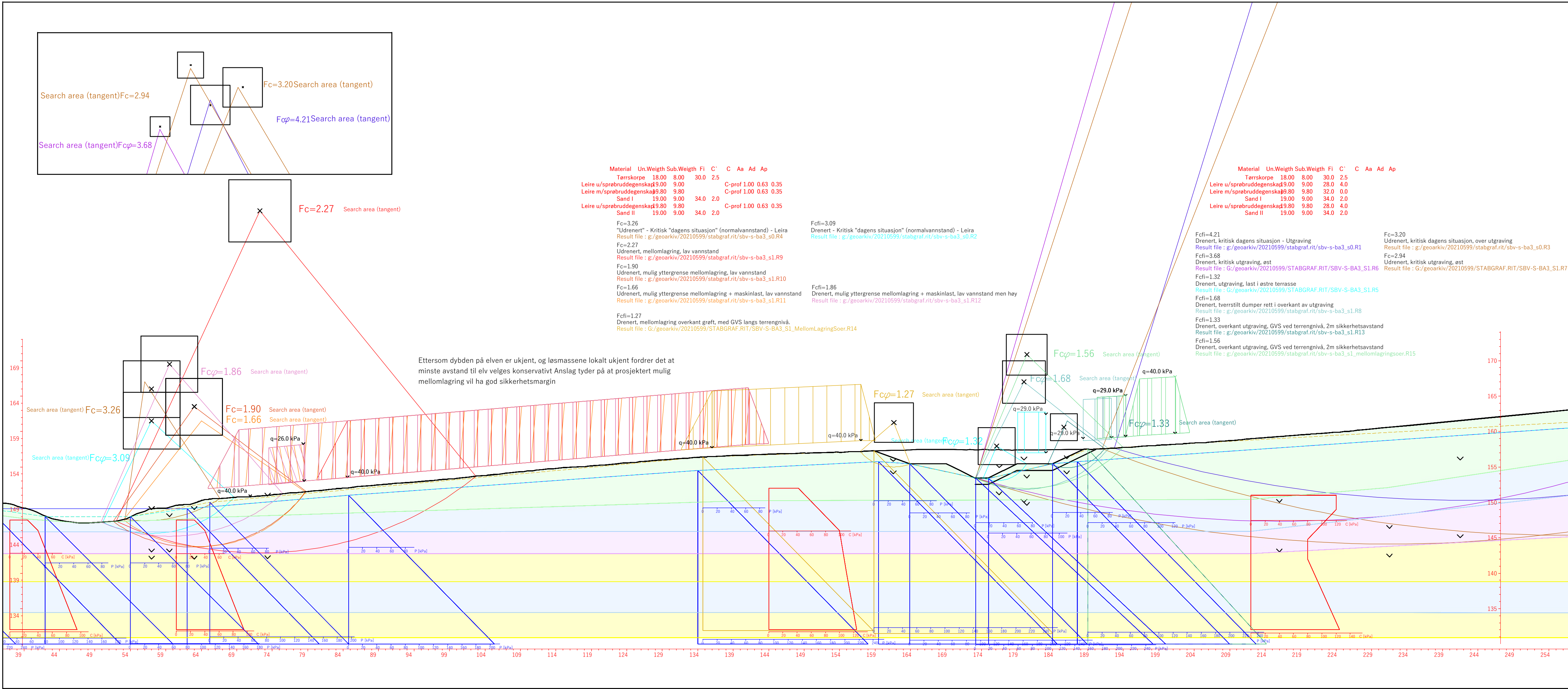
Beregninger er gjort for situasjonen der utgravingen er på det mest omfattende før utlegging av samfengt sprengstein i bekkeleiet (mørkenblå og grønn). Det er også undersøkt "ekstreme" grensebetingelser som grunnvannstand nær terrengnivå samt lavere nivå av vannstand i elven (resultat 12-17: røde og "lys blå"), med forskjellige avstander fra mellomlagring til elven.

Beregningene viser at sikkerhetsavstand til overkant over elven må være minst 8 meter (medregnet både mellomlagring og maskinlast). For høy vannstand i grunnen (ikke forventet) vil skråningstopp/overkant av grøft med 1:2 være lite robust mot maskinlast som belaster ytterst langs kanten. Det kan etableres vei med helning 1:7 oppover skråningen i overkant av grøftepartiet med god sikkerhetsmargin.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status		-	
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format		A3.1 (297x841mm)	
20230614-03-R		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF.RIT\1.5-Stabilitetsberegninger\PO - Sognsveien, Vg\SBV-S-BA2.dwg	
Stabilitetsberegning, profil BA2: Bekkeåpning		Målestokk		1:400	
Maksimal gravedybde, tilkomstvei 1:7 og mellomlagring				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 2024-10-10 Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr.	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
20230614		SBV-S-BA2		00	



FORKLARINGER:

- Tørrskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (Hovedsakelig sand og grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- (Grunn-)Vannstand for beregning 1-8, 9-12 og 13-15

BESKRIVELSER:

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

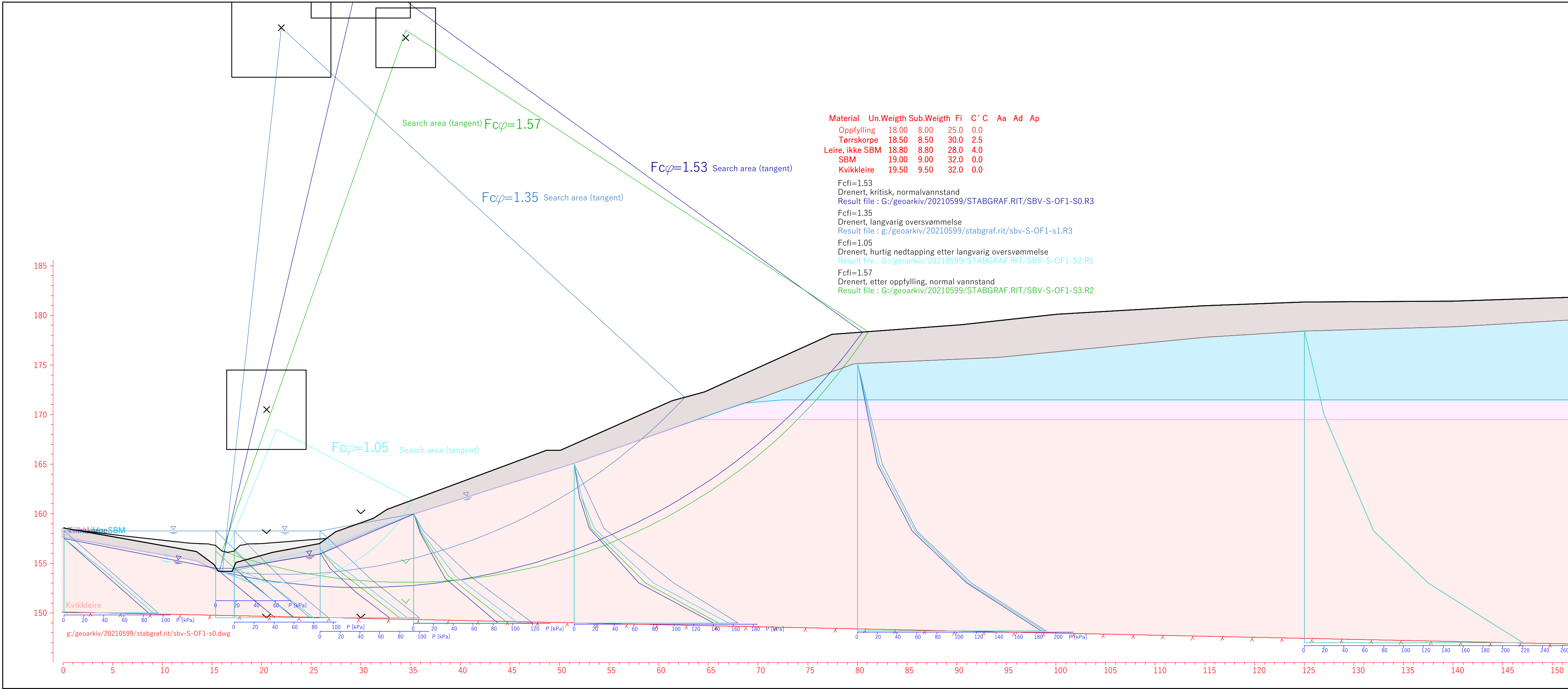
Beregninger er gjort for situasjonen der utgravingen er på det mest omfattende før utlegging av samfengt sprengstein i bekeleiet. Det er også undersøkt "ekstreme" grensebetingelser som grunnvannstand i terrengnivå (res. 13-15), lavere nivå av vannstand i elven (res. 9-15) og med forskjellige avstander fra mellomlagring til elven og til grøft.

Beregningene viser at det er god sikkerhetsmargin for prosjektert omfang av utgraving og planlagt mulig mellomlagringsområde.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-10-10	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status		Originalt dokument	
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Originalt format		A3.1 (297x841mm)	
20230614-03-R		Tegningens filnavn		G:\geoarkiv\20230614\AUTOGRAF\RTI1.5-Stabilitetsberegninger\PO - Sikringstiltak, VannSBV-S-BA3.jpg	
Stabilitetsberegning, profil BA3: Bekkeåpning		Målestokk		1:400	
Maksimal gravedybde					
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 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. SBV-S-BA3	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
- Normalvannstand og -grunnvannstand
- Grunnvannstand ved langvarig oversvømmelse - høydenivå likt terskelnivå ved bekkelukking
- Grunnvannstand ved hurtig nedtapping etter langvarig oversvømmelse

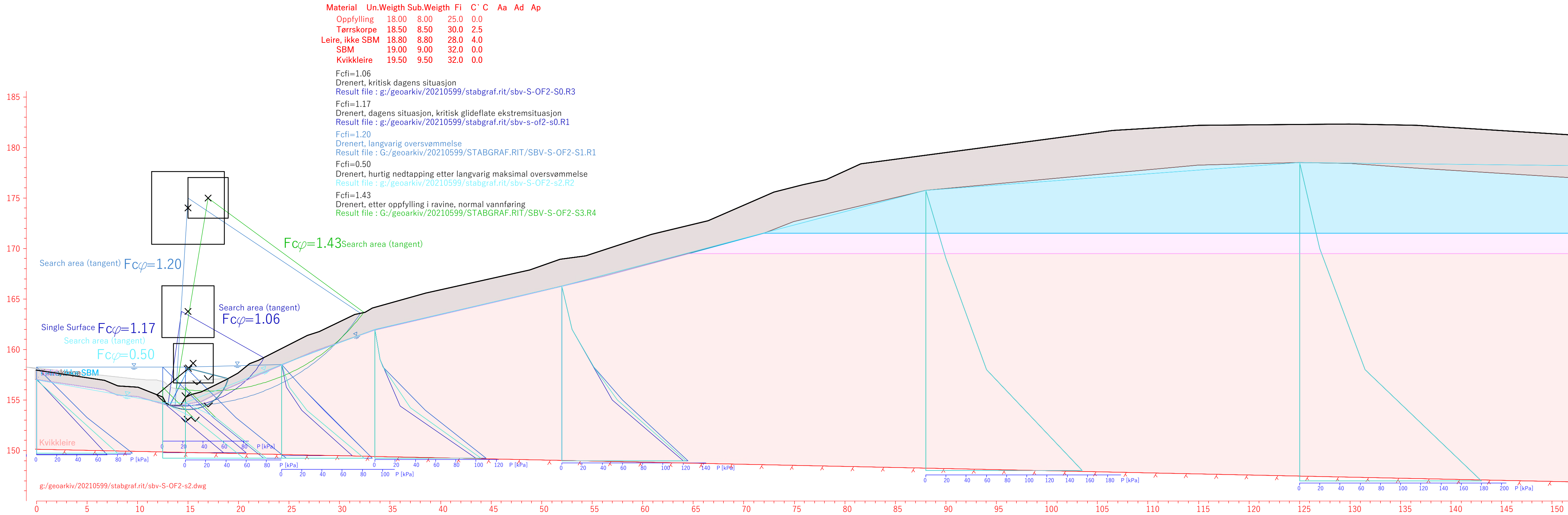
BESKRIVELSER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved drenert situasjon ($F_{c\phi}$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer) for et hendelsesforløp med tre ulike lastsituasjoner: (a) normal vannstand i bekk, (b) situasjon med langvarig oversvømmelse til terskelnivå over bekkelukking, (over flere dager) og (c) situasjon med hurtig nedtapping etter langvarig oversvømmelse, (<1-2 dager). I tillegg er det gjort en beregning for å vise forbedringen lokalt mht. drenert sikkerhetsfaktor for ferdigstilt tiltak. Tiltaket skal også forebygge langvarige store flommer og situasjon b og c er derfor ikke aktuelle for endelig situasjon.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Status			
		Original format			
		A3.1 (297x841mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn		Målestokk	
Stabilitetsberegning, profil OF1: Oppfylling		©/geoarkiv/20230614/AUTOGRAF.RIT/1.5		1:250	
Resultater for hendelsesforløp ved ekstremsituasjon		Stabilitetsberegninger/PO - Sjønnunnsbekken		NGI	
Drenerte beregninger		Vest/SBV-S-OF1.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
		2024-09-15	HSk	JLS	HHe
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230614	SBV-S-OF1		00



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
- Normalvannstand og -grunnvannstand
- Grunnvannstand ved langvarig oversvømmelse - høydenivå likt terskelnivå ved bekkelukking
- Grunnvannstand ved hurtig nedtapping etter langvarig oversvømmelse

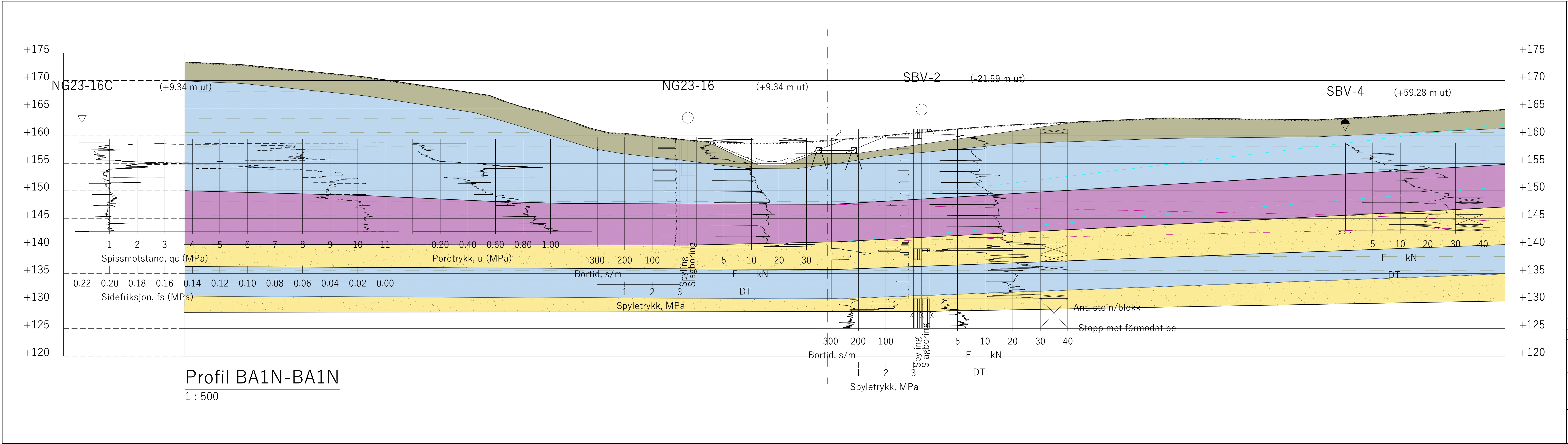
BESKRIVELSER:

Tegningen viser beregnet sikkerhetsfaktor for brudd ved drenert situasjon ($F_c\phi$) (langtidsstabilitet, dvs. der det ikke forventes hurtige lastendringer) for et hendelsesforløp med tre ulike lastsituasjoner: (a) normal vannstand i bekk, (b) situasjon med langvarig oversvømmelse til terskelnivå over bekkelukking, (over flere dager) og (c) situasjon med hurtig nedtapping etter langvarig oversvømmelse, (<1-2 dager). I tillegg er det gjort en beregning for å vise forbedringen lokalt mht. drenert sikkerhetsfaktor for ferdigstilt tiltak. Tiltaket skal også forebygge langvarige store flommer og situasjon b og c er derfor ikke aktuelle for endelig situasjon.

HENVISNINGER:

Plantegning: SBV-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	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:\prosjekter\20230614\AUTOGRAF\RT11.5 Stabilitetsberegninger\FO - Sjeknumbakkene Vest\SBV-S-OF2.dwg		
20230614-03-R Stabilitetsberegning, profil OF2: Oppfylling Resultater for hendelsesforløp ved ekstremhendelse Drenerte beregninger		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 2024-09-15 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet Hsk Tegningsnr. SBV-S-OF2	Kontrollert JLS	Godkjent HHe Rev. 00



FORKLARINGER:

Tørsskorpeleire

Leire

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

Faste masser (morene, sand, grus)

Opprinnelige terrengoverflate

Overflate utgraving og silhuett utgraving opp- og ned strøms kulvert

Lagdeling basert på hhv. boring SBV-4 og SBV-3

BESKRIVELSER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at silt-, sand- og gruslag hovedsak utelates ved hyppig alternerende lag (tykkelser varierer T<0,5m).

Den øverste halvdel av utgravingen av bekkeleiet (LM560-LM670) vil hovedsakelig være i tidligere arronderte masser (tørsskorpeleire mm.) som ble fylt ut i den opprinnelige ravinen der på 70-80-tallet. Dette profilet er ved ca. LM572, ved omtrentlig plassering av kulvert, med profil gående langs med tilkomstvei ned fra Skjennum gård.

HENVISNINGER:

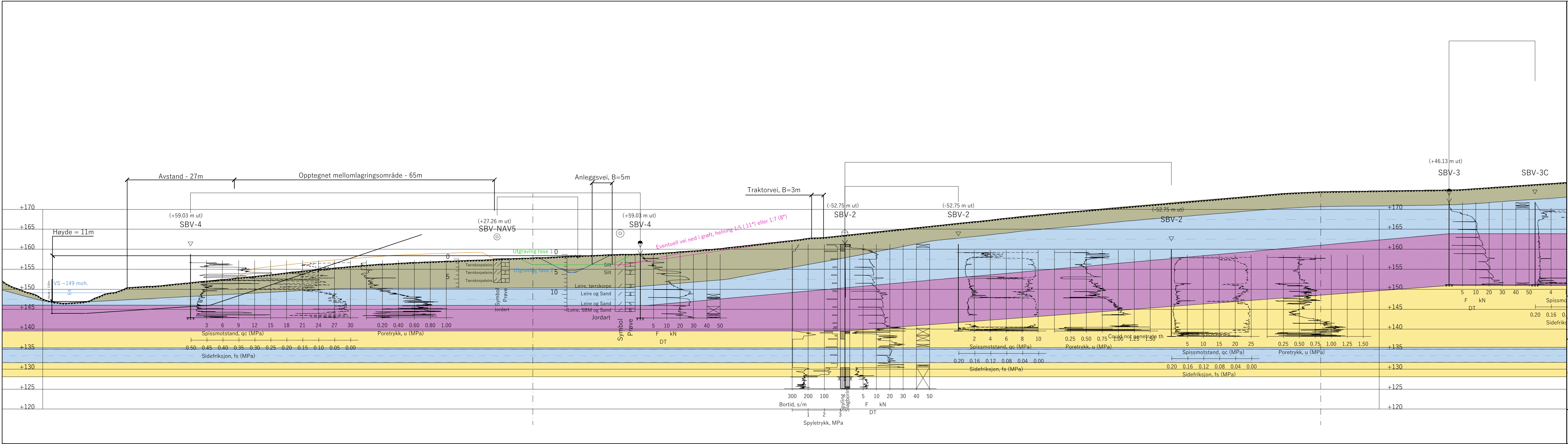
Grunnundersøkelser:
SBV: NGI rapport 20230614-04-R
NG23: NGI rapport 20210599-03-R

Plantegning:
BA-PL3-PoGU og PL4-PoGU
BA-PL5-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-25	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Nannestad kommune		Status			
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus		Original format A3.0 (297x1189mm)			
20230614-03-R		Tegningens filnavn: G:\geoteknisk\20230614\AUTOGRAF\RI11.3.1			
Profil BA1: Bekkeåpning		Målestokk			
Tolket lagdeling med konturer av utgraving med		1:300			
1:7-tilkomstvei og 8m arbeidsplattform		Godkjent			
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Sognsveien 72 - P.O. Box 3930 Ullevål Stadion		2024-09-25	HSk	JLS	HHe
NO-0806 Oslo, Norway		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48		20230614	SBV-P-BA1N		00
www.ngi.no					

Koordinatsystem: UTM32

Høydemodell: NN2000



FORKLARINGER:

- Tørskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (morene, sand, grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate utgraving og eventuelle anleggsveier
- Normalvannstand, Leira (VS)

BESKRIVELSER:

Løsmasseprofilen er forenklet ved at silt-, sand- og gruslag hovedsak utelates ved hyppig alternerende lag (tykkelser varierer T<0.5m).

Den første halvdel av utgravingen av bekkeleie (LM560-LM670) vil hovedsakelig være i tidligere arronderte masser (tørskorpeleire mm.) som ble fylt ut i den opprinnelige ravinen der på 70-80-tallet. Dette profilet er ved ca. LM640.

HENVISNINGER:

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

Plantegning: BA-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Nannestad kommune

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

20230614-03-R
Profil BA2: Bekkeåpning
Tolket lagdeling med konturer av utgraving, aktuell anleggsvei og mellomlagringsområde

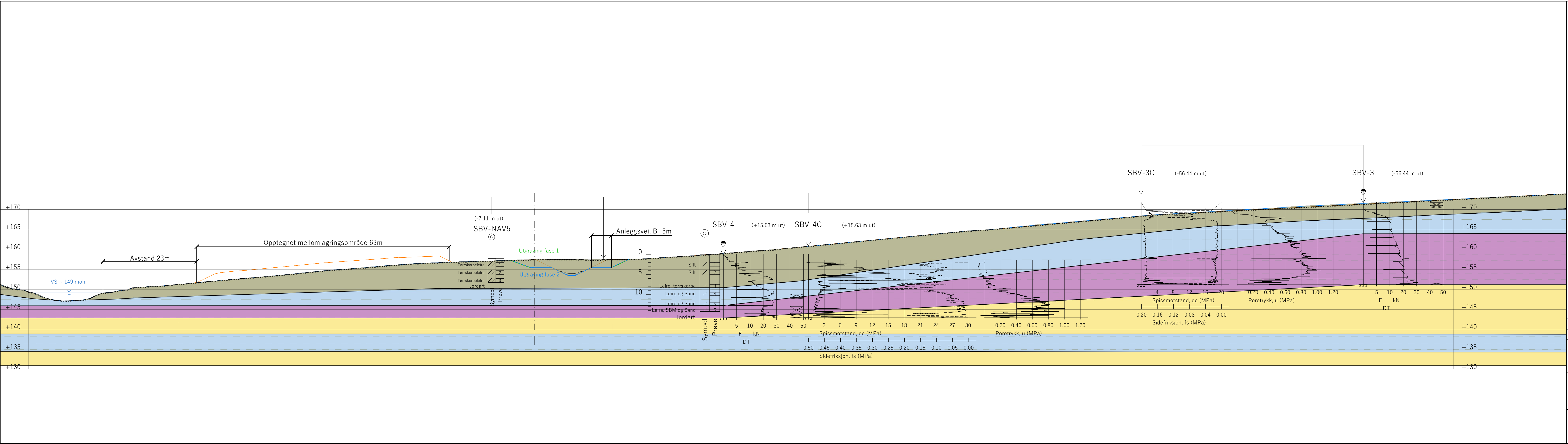
Status
Original format
A3.0 (297x1189mm)
Tegningens filnavn
G:\prosjekt\20230614\UTGR\BA2\BA2.dwg

Målestokk
1:400

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 2024-09-15 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet Hsk Tegningsnr. SBV-P-BA2	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
			Rev.	00

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000



FORKLARINGER:

Tørrskorpeleire

Leire

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

Faste masser (morene, sand, grus)

Opprinnelige terrengoverflate

Overflate utgraving og eventuelle anleggsveier

Normalvannstand, Leira (VS)

BESKRIVELSER:
Løsmasseprofilen er forenklet ved at silt-, sand- og gruslag hovedsak utelates ved hyppig alternerende lag (tykkelser varierer $T < 0.5m$).

Den første halvdel av utgravingen av bekkeleie (LM560-LM670) vil hovedsakelig være i tidligere arronderte masser (tørrskorpeleire mm.) som ble fylt ut i den opprinnelige ravinen der på 70-80-tallet. Dette profilet er ved ca. LM675 og senterlinjen vil således vær noen få meter unna opprinnelig "senterlinje"/bekken i opprinnelig ravine.

HENVISNINGER:

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

Plantegning: BA-PL4-PoV

00	Originalt dokument	2024-09-15	HSk	JLS	HHe
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Nannestad kommune

Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

20230614-03-R

Profil BA3: Bekkeåpning

Tolket lagdeling med konturer av utgraving, aktuell anleggsvei og mellomlagringsområde

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

2024-09-15

Oppdragsnr.

20230614

Konstr./Tegnet

HSk

Tegningsnr.

SBV-P-BA3

Kontrollert

JLS

Godkjent

HHe

Målestokk

1:400

NGI

Status

-

Original format

A3.0 (297x1189mm)

Tegningens filnavn

Q:\prosjekt\2023\BA3\Tegninger\B3\BA3_PoV.dwg

Rev.

00

Koordinatsystem: UTM32

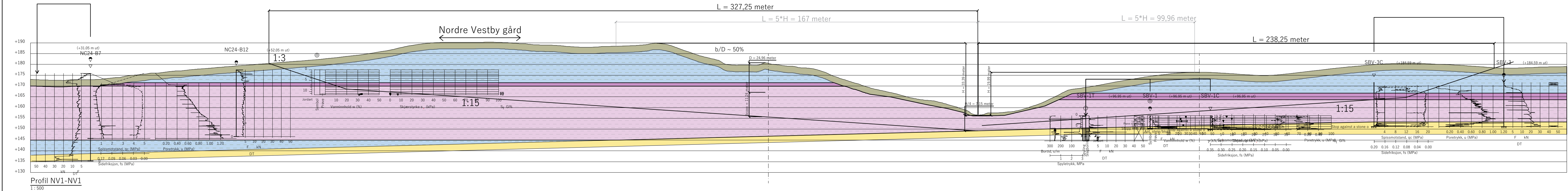
Høydemodell: NN2000

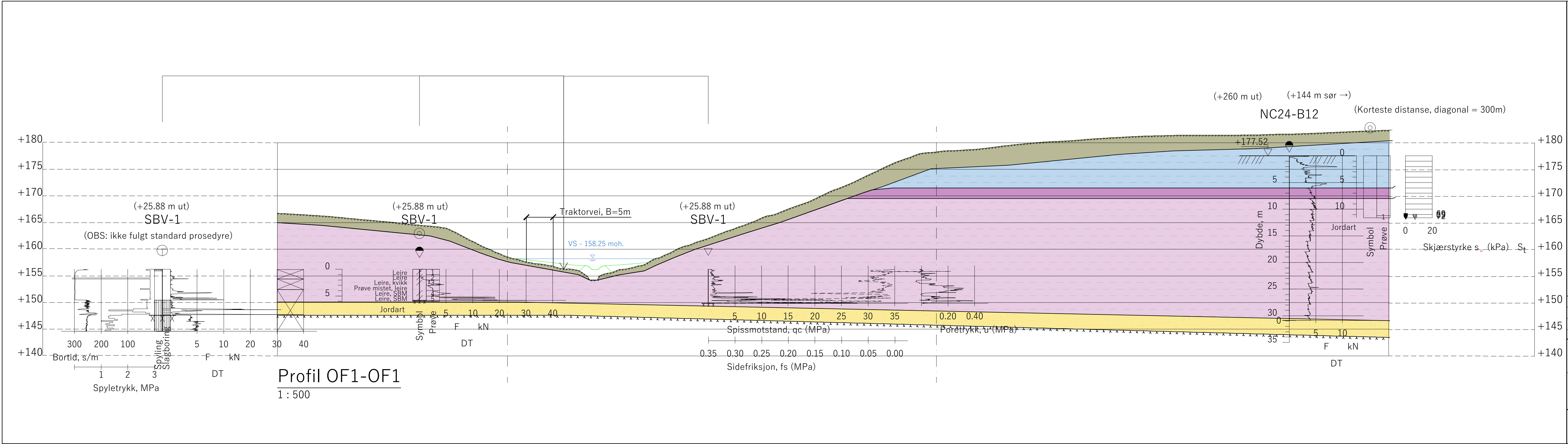
	Tørskorpeleire
	Leire
	Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,l} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
	Kvikkleire ($s_{u,l} \leq 0.33$ kPa, ISO 17892-12)
	Faste masser (morene, sand, grus)
	Opprinnelige terrengoverflate

Datagrunnlaget er i området er sparsom og lagdelingen i bekkeleiet og skrånningene i overkant er derfor forbundet med stor usikkerhet.

Grunnundersøkelser: Plantegning: BA-PL4-PoV
SBV: NGI rapport 20230614-04-R
NG23: NGI rapport 20210599-03-R
NC24: Norconsult rapport under utarbeidelse (del av forenklet
soneutredning i regi av NVE)

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000





FORKLARINGER:

- Tørsskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ($s_{u,r} \leq 0.33$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (morene, sand, grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling og eventuelle anleggsveier
- Vannstand (VS), høydenivå likt terskelnivå ved bekkelukking

BESKRIVELSER:

Datagrunnlaget er i området er sparsom og lagdelingen i bekkeleiet og sørøver (til høyre i profilet) er derfor forbundet med en del usikkerhet. Løsmasseprofilen er forenklet ved at silt-, sand- og gruslag er utelatt (typisk liten tykkelse, $T < 0.5$ m).

Langs bekkebunnen er det varierende løsmasser: leire, silt, sand og grus. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, ved borpunkt SBV-1 er det leire med sprøbruddegenskaper (SBM), herunder også kvikkleire. $s_{u,r} = 0.1$ -10 kPa (KL og SBM: $s_{u,r} \leq 0.33$ og ≤ 1.27 , ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
SBV: NGI rapport 20230614-04-R
NG23: NGI rapport 20210599-03-R
NC24: Norconsult rapport under utarbeidelse (del av forenklet soneutredning i regi av NVE)

Plantegning: BA-PL4-PoV

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Originalt dokument	2024-09-15	HSk	JLS	HHe

Nannestad kommune
Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus

20230614-03-R
Profil OF1: Oppfylling
Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier

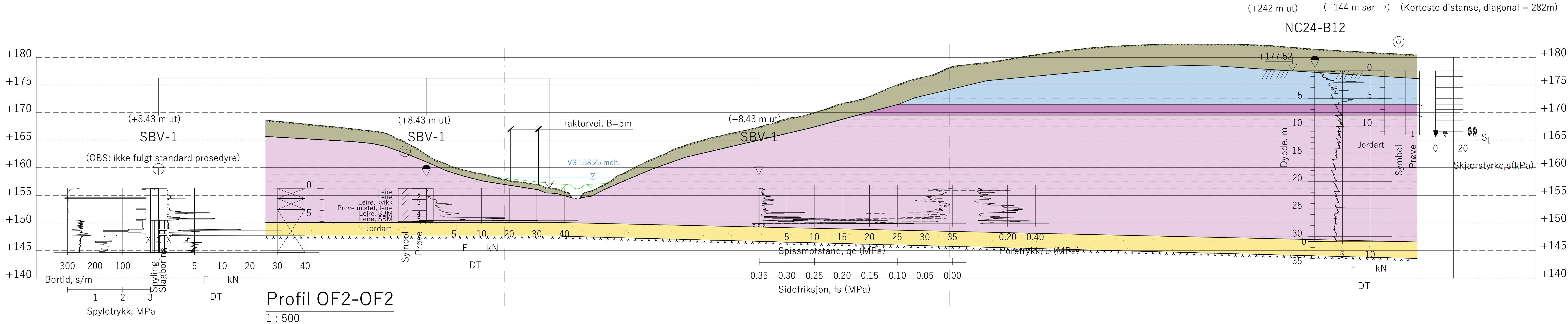
Målestokk: 1:300

NGI

NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
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		2024-09-15 Oppdragsnr.	HSk Tegningsnr.	JLS	HHe

00

Koordinatsystem: UTM32
Høydemodell: NN2000



FORKLARINGER:

- Tørsskorpeleire
- Leire
- Leire med sprøbruddegenskaper ($s_{u,r} \leq 1.27$ kPa, ISO 17892-12)
- Kvikkleire ($s_{u,r} \leq 0.33$ kPa, ISO 17892-12)
- Faste masser (morene, sand, grus)
- Opprinnelige terrengoverflate
- Overflate oppfylling og eventuelle anleggsveier
- Vannstand (VS), høydenivå likt terskelnivå ved bekkelukking

BESKRIVELSER:

Datagrunnlaget er i området er sparsom og lagdelingen i bekkeleiet og sørøver (til høyre i profilet) er derfor forbundet med en del usikkerhet. Løsmasseprofilen er forenklet ved at silt-, sand- og gruslag er utelatt (typisk liten tykkelse, $T < 0.5$ m).

Langs bekkebunn er det varierende løsmasser: leire, silt, sand og grus. Det bemerkes at leiren i Skjennumbekken stedvis er sensitiv, ved borpunkt SBV-1 er det leire med sprøbruddegenskaper (SBM), herunder også kvikkleire. $s_{u,r} = 0.1$ -10 kPa (KL og SBM: $s_{u,r} \leq 0.33$ og ≤ 1.27 , ISO 17892-12).

HENVISNINGER:

Grunnundersøkelser:
SBV: NGI rapport 20230614-04-R
NG23: NGI rapport 20210599-03-R
NC24: Norconsult rapport under utarbeidelse (del av forenklet soneutredning i regi av NVE)

Plantegning: BA-PL4-PoV

0	Originalt dokument		2024-09-15	HSk	JLS
1	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.
Nannestad kommune Sikringstiltak - Nannestad sentrum vest og Bahus 20230614-03-R Profil OF2: Oppfylling Tolket lagdeling med konturer av oppfylling og aktuelle anleggsveier		Status			
		-			
		Original format A3.0 (297x1189mm)			
		Tegningens filnavn			
		Originalen:20230614A3.0204M RT Lagdelingsfil: SBV-OF2			
		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 2024-09-15 Oppdragsnr. 20230614	Konstr./Tegnet HSk Tegningsnr. SBV-P-OF2	Kontrollert JLS	Godkjent HHe
				Rev.	00

Vedlegg C

FAKTAARK: FAREGRADSKLASSIFISERING
FOR SPESIFIKT PARTI

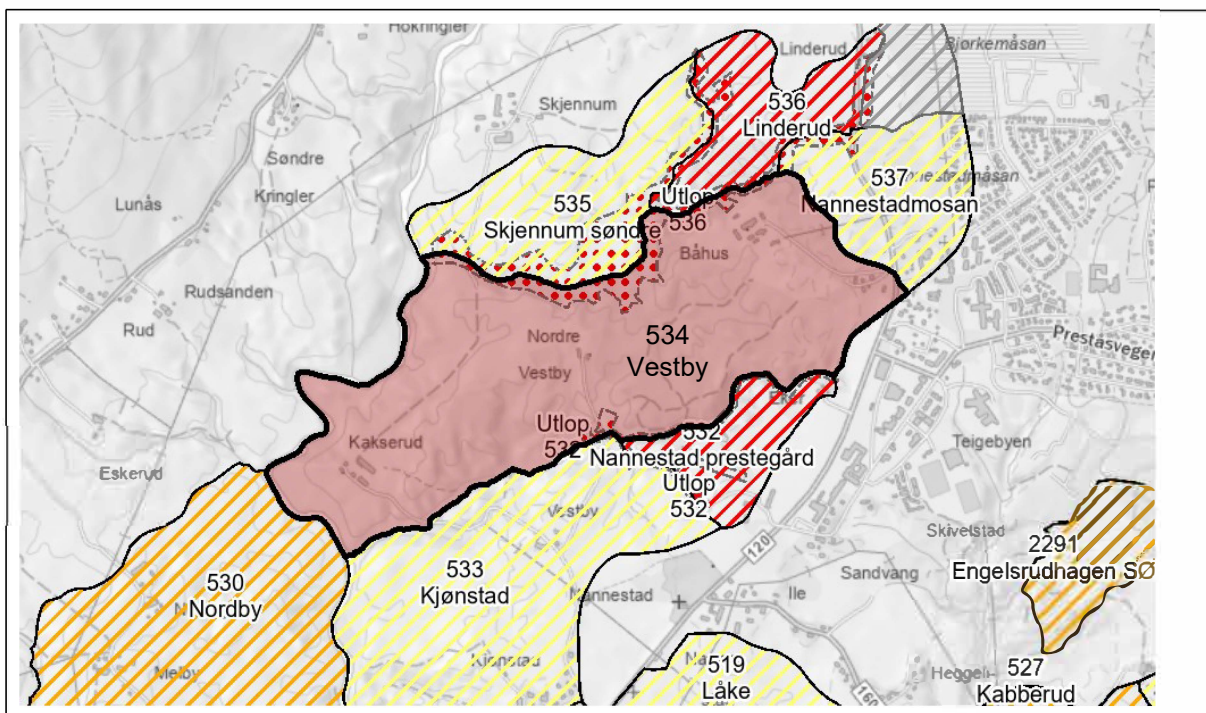


NVE

Norges vassdrags-
og energidirektorat

534: Vestby (Skjennumbekken Vest) - 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 daværende 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 dalføret langs vestre og nederste parti av Skjennumbekken, nord for gårdsbruket ved "Nordre Vestby". Klassifiseringene i foreliggende faktaark er spesifikke for partiet som skal sikres, og ikke for hele sonen "534 Vestby" . Tiltakskategorien for prosjekterte sikringstiltak er K2 og det utføres derfor heller ikke uavhengig kvalitetssikring. Alt av sikringsarbeider skal tilfredsstille krav: Dersom krav til absolutt sikkerhetsfaktor ikke er tilfredsstilt skal anleggsarbeider og tiltak ikke medføre forverring.

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

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng

Skredaktivitet	I 2012 gikk det et skred ca. 100 meter nordøst for sikringstiltaket, midt i sonen "534 Vestby". 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. 34-35 meter fra bekken i nord (Skjennumbekken). Gj.sn. helning er i overkant av 1:5, lengden er 150m.	>30	3	2	6
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Historisk terrengnivå på tidligere "platålandskap" ved ca. 195 moh. OCR vurdert for terrengnivå omkring 180 moh. med 25 m dybde til kritisk flate (155 moh.). sig'v0 ~ 265 kPa, EPOP ~ 130 kPa, OCR ~ 1.5. OCR settes lik 1.5-2.0.	1,5-2,0	1	2	2

Poretrykk	Flesteparten av kjente piezometre ved Teigebyen er installert i sentrum, inne på platålandskapet, og viser hydrostatisk poretrykksfordeling der. Utover disse, kjenner NGI bare til piezometre installert ved Bahus, vest for Teigebyen. Disse er installert midt i en skråning og har målt poreundertrykk: gradient 0.2 og GVS ved D~2m. Det er samtidig forventet poreovertrykk under bekken der, og angitt poretrykksfordeling jf. 9/2020 er derfor "hydrostatisk" der. Antatt lik fordeling i skråninger her.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Det er relativt få boringer i sonen. Boring ved bekkenivå har over 50% i b/D-forhold, og dersom avsetningene er horisontale og lik på nordsiden av ravineryggen som på sørsiden av «ryggen ved Nordre Vestby», så er b/D-forholdet ca. 50%.	>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	Det er generelt lite fall på Skjennumbekken på nordsiden av faresonen. OBS: Imidlertid er det stor vannføring, og ved trevelt og lignende hindringer i bekken, har bekken stort erosjonspotensiale til å grave i skråningsfot. For øvrig er det "noe" til "kraftig" erosjon 50-100 meter oppstrøms, forbi skredarret fra 2012.	Lite	1	3	3
Inngrep	Det er bakkeplanert mot Leira. Men effekten er trolig liten/marginal for de spesifikke skråningene som vurderes.	Ingen	0	3	0
Total poengsum					23
Prosent av maks					45,098 03
Sist oppdatert	26.06.2024				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Ukjent omfang på hvor mye som vil rammes ved skred utløst langs spesifikt parti. Det tas utgangspunkt i at ett gårdsbruk er særlig utsatt. Ev. supplert av gårdsbruk og boenheter sørvest i sonen.	Spredt ≤ 5	1	4	4
Næringsbygg	Gårdsbygninger, enten fjøs eller låve.	10 - 50 personer	2	3	6

Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	To tilkomstveier til gårdsbruk.	<100	0	2	0
Toglinje	Ingen.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Lokal.	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Et ev. skred utløst langs partiet som skal sikres ville trolig fylt ravinedalen med skredmasser, og massene ville strømme vestover, over jordet sør for Skjennum gård. Det er antatt at 20-50 mål jordsbruksareal ville rammes, avhengig av eventuelt løsneområde. Ved ev. påfølgende "dambrudd" ville tilstøtende skråninger (oppstrøms) også få lavere stabilitet og nye skred kunne utløses, men utstrekningen ville da være begrenset mtp. annen bebyggelse/infrastruktur.	Liten	1	2	2
Total poengsum					12
Prosent av maks					26,666 67
Sist oppdatert	26.06.2024				

Vedlegg D

VURDERINGER KNYTTET TIL ALTERNATIV UTFORMING

Innhold

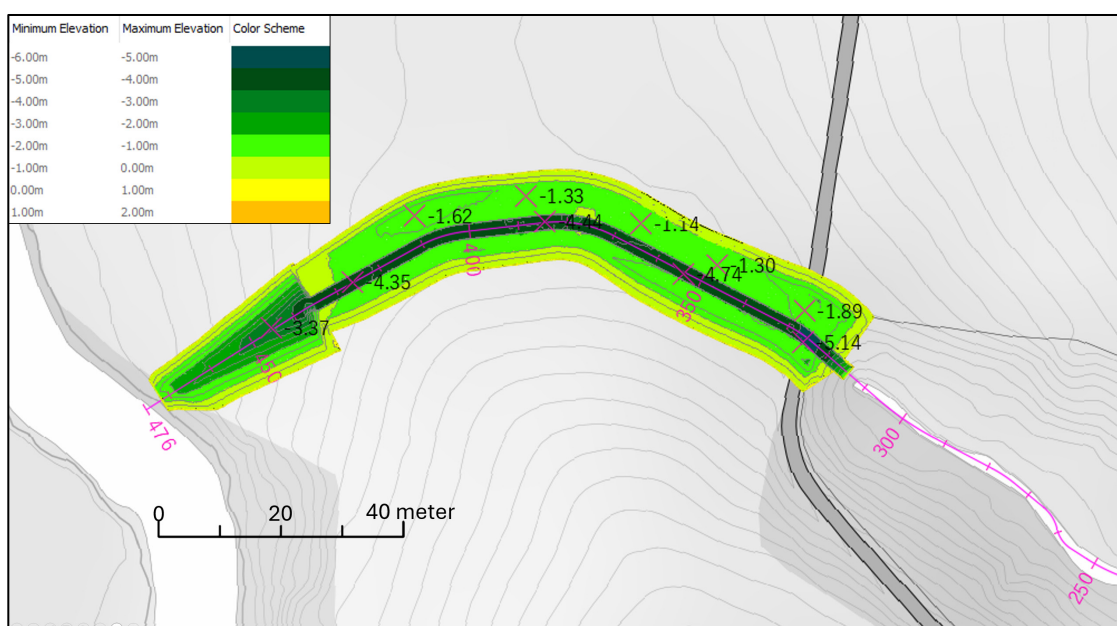
D1 Innledning	2
D2 Geoteknisk prosjektering og vurdering av graving	3
D2.1 Geotekniske beregninger	3
D2.2 Arbeidsbeskrivelse for utgraving av grøftekasser	5
D3 Referanser	6

Bilag

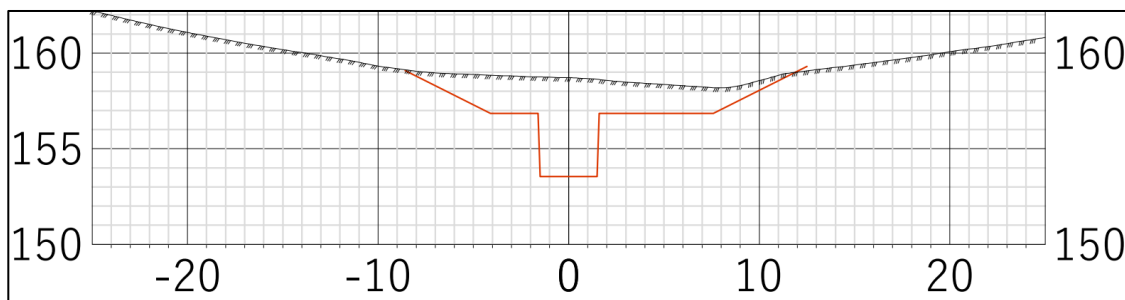
Bilag D1	Stabilitetsberegninger
----------	------------------------

D1 Innledning

Dette vedlegget dokumenterer vurderingene knyttet til vurdering av alternative løsninger til sikring langs nedre parti av Skjennumbekken, herunder økning av kapasitet på overvannsrør (Figur D1-1). Løsningen innebærer 155 meter med rørlegging i åpen grøft, ved bruk av grøftekasser med avstivere. Estimert volum på utgraving er 4700 m³. Mesteparten av jorden vil legges tilbake, men det er antatt at det vil bli inntil 500 m³ overskuddsmasser som følge av at rørene erstatter et volum av jord, og som følge av at masser som tilbakelegges ikke vil ha samme volum som jorden hadde opprinnelig.



Figur D1-1 Plantegning som viser dybde på gravearbeider presentert med fargegradient. For løpemeter 315-435 vil det graves en flat arbeidsplattform 3 meter over underkant av grøftekassene, og med helning lik 1:2 i tilstøtende skråninger, se tverrsnittsgeometri i Figur D1-2). Resterende del, fra løpemeter 435-470 vil det graves en 2.5 meter bred flate under rørene, med helning i tilstøtende skråninger lik 1:2. Ved ca. løpemeter 420 er det et eksisterende rør i grunnen som krysser grøften, bl.a. vist i figur 4-2 i hoveddelen av rapporten.



Figur D1-2 Grøftegeometri langs dypeste parti med grøfting. Helning er 1:2 i skråningene. Rutenett er tegnet i skalaen 1m x 1m. Bredden på arbeidsplattformen er 2,5 meter sør for grøftekassene, og 6 meter nord for grøftekassene.

D2 Geoteknisk prosjektering og vurdering av graving

D2.1 Geotekniske beregninger

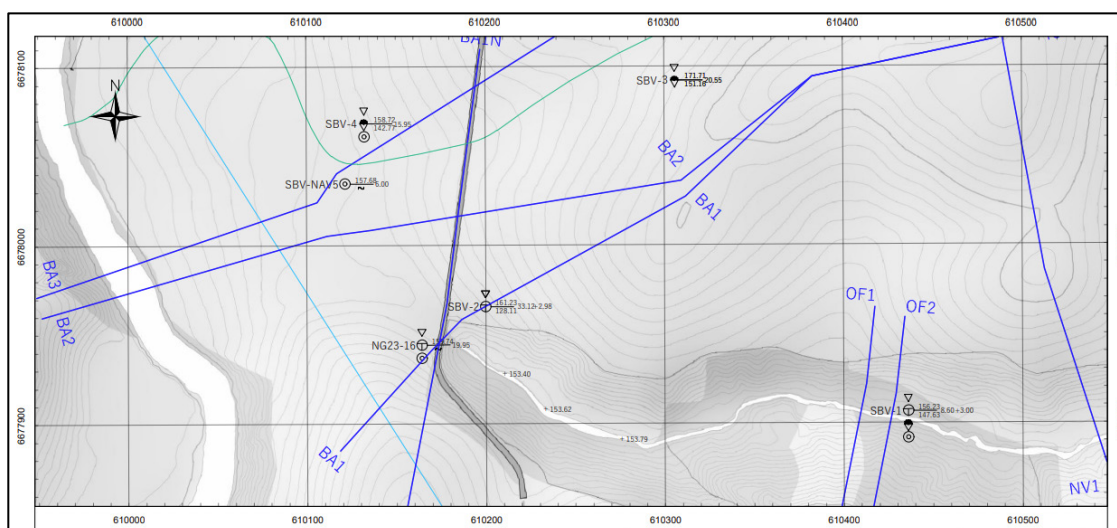
Det er utført stabilitetsberegninger i GeoSuite Stability ved bruk av likevektsmetoden BEAST 2003. Beregning av aktivt jordtrykk er utført iht. metodikk beskrevet i kapittel 6 i Statens vegvesen håndbok V220 (Statens vegvesen, 2025).

D2.1.1 Skråningsstabilitet

Det er utført stabilitetsberegninger som dokumenterer sikkerheten under anleggsfasen, dvs. med åpen grøft (profil BA1, se Figur D2-1). Beregningene viser at tiltaket tilfredsstiller krav til sikkerhet iht. krav gitt i gjeldende regelverk (TEK17/NVEs kvikkleireveileder 1/2019 og Eurokode 7), med beregningsmessig sikkerhet $\geq$ hhv. 1,25 (F_{ϕ}) og 1,61 (F_{cu}). Det er imidlertid usikkerheter relatert grunnvannsforholdene i området, som i stor grad er styrende for drenert sikkerhet lokalt ifm. utgravingen. Det anbefales at grunnvannsforholdene kartlegges god tid i forveien av oppstart.

Totalspenningsanalyser der tørrskorpelaget betraktes som et udrenert materiale, resulterer i svært høy beregningsmessig sikkerhet (sikkerhetsfaktor >4). Styrkeparameterne er i et slikt tilfelle langt mindre konservative sammenlignet med de drenerte styrkeparameterne som er brukt for tørrskorpen (i drenert analyse).

Det er i beregningene benyttet 3D-effekter. Det er benyttet et bidrag med faktor lik $1/L^1$ ($L=15$ m), som gir 0,067. Resultatene er oppsummert i Tabell D2-1, og vist i Bilag D1.



Figur D2-1 Det er utført beregninger med åpen grøft i profil BA1 (Tegning SBV-PL2-PoGU).

¹ L er bruddgrenseavgrensning, som i dette tilfellet tilsvarer lengde på seksjonene som graves ut (15 m). I GeoSuite Stability inkluderes 3D-effekt som et bidrag med faktor $2/L$, angitt ved parameteren SIDSHR. Det er i beregningene forsiktig antatt halvt sidefriksjonsbidrag $1/L = 0,067$.

Tabell D2-1 Beregningsresultater. VS og HS står for hhv. venstre og høyre side.

Beregning	Drenert analyse, VS	Drenert analyse, HS	Udrenert analyse, VS	Udrenert analyse, HS
Globale glidesirkler	1,81	2,24	1,88 (glidesirkel går ikke ned i sprøbruddmateriale) 2,17 (glidesirkel går ned i sprøbruddmateriale)	3,11
Lokal sikkerhet ved sjakt	1,29	1,25	>4	>4
Bunnoppressing	1,42	1,33	>4	>4

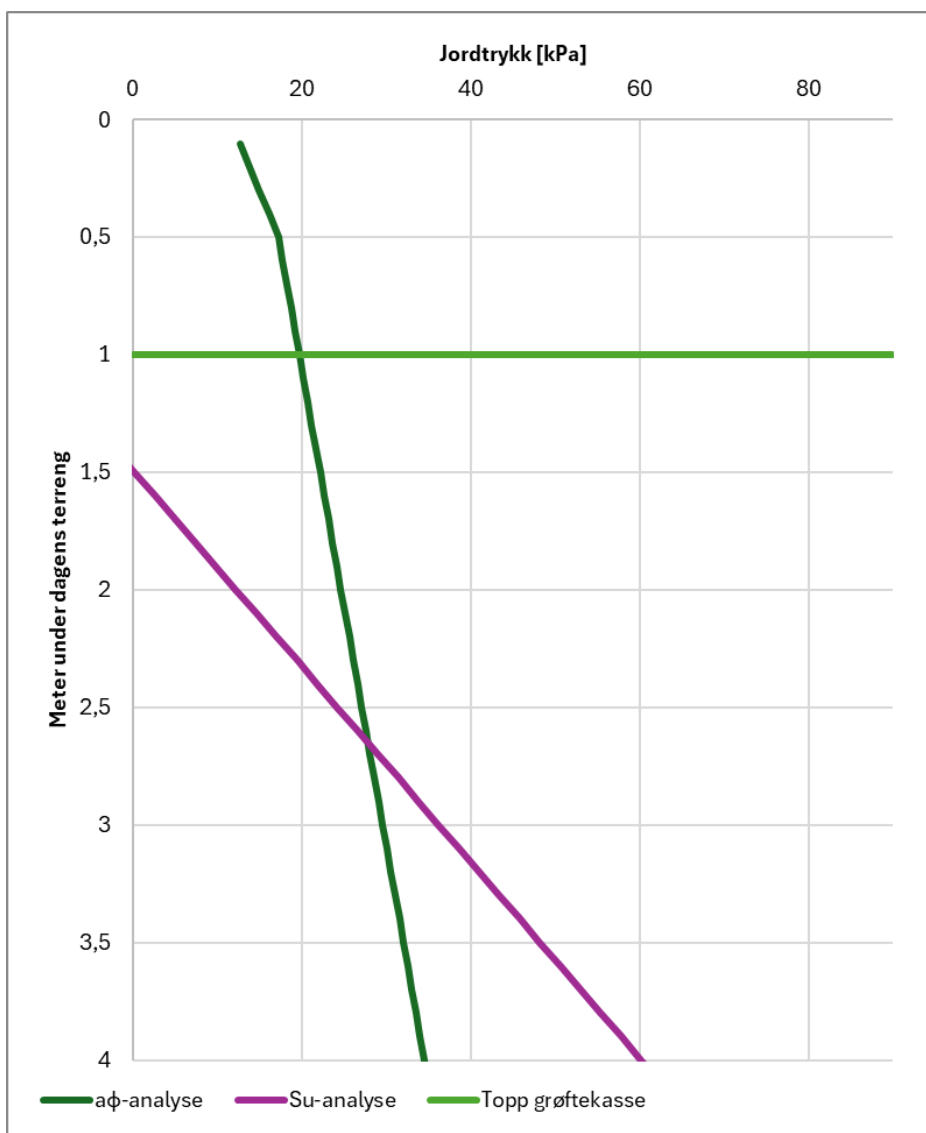
D2.1.2 Bunnoppressing

Det er forutsatt at grøften graves ut i seksjoner med bruk av grøftekasser. Bredden av grøften er antatt til inntil 3 meter og seksjonene kan ha lengde inntil 15 meter. Forrige seksjon skal være fullstendig tilbakefylt og lukket før neste seksjon påbegynnes. Stabilitetsberegningene vist i Bilag D1 viser tilstrekkelig sikkerhet mot bunnoppressing (beregningmessig drenert sikkerhet lik 1,42 og 1,33 på hhv. venstre og høyre side, se Tabell D2-1).

D2.1.3 Jordtrykk

Det er gjort beregninger av aktivt jordtrykk mot grøftekassene, ved hellende terreng. Gjennomsnittlig terrenghelning fra overkant av grøftekassene og mot skråningstopp i vest er omtrent 1:4. Dimensjonerende terrenglast q_{dim} (anleggslast) lik 20 kPa er benyttet. Ruhet (r) er antatt lik 0.

Det er utført både effektiv- og totalspenningsanalyse. Det er beregnet jordtrykk på 60 kPa mot bunn av grøftekassene (totalspenningsanalyse, 5 meter under opprinnelig terreng). Resultatene er vist i Figur D2-2.



Figur D2-2 Drenert ($a\phi$) og udrenert (s_u) beregning av aktivt jordtrykk i hellende terreng, mot grøftekassene.

D2.2 Arbeidsbeskrivelse for utgraving av grøftekasser

Det er forutsatt at grøften graves ut med grøftekasser, og i seksjoner med inntil 3 meter bredde og opptil 15 m lengde. Stedvis er bunn av grøftekassen mer enn 3 meter under dagens terreng, og det er derfor behov for å først fjerne inntil 2 meter masser supplert med en tykkelse som masseskiftes ifm. oppbygging av en «arbeidsplattform», før det graves ut sjakt med grøftekasser. Graveskråninger ned mot arbeidsplattformen forutsettes ikke brattere enn 1:2. Det skal ikke være anleggstrafikk eller belastning i overkant av tilstøtende skråninger, med en minste avstand på 4 meter fra overkant. For trafikk opp og ned til arbeidsplattformen forutsettes det at etableres vei med helning lik eller slakere enn 1:5, samt helning 1:2 i tilstøtende skråninger på tvers av en slik tilkomstvei. I beregningene er det forutsatt ingen styrkereduksjon i leiren (som følge av

avlastning og svelling) under utførelse og grøftearbeidene må derfor utføres innen maksimalt 2 uker per seksjon.

Når selve grøften skal etableres, skal det graves så nært vertikalt som det er mulig. Grøftekassene monteres umiddelbart etter utgravingen. Topp av grøftekasse skal alltid stikke minimum 10 cm over gravekant. Det skal fylles tilbake mellom grøftekasse og graveskråning med selvkomprimerende masser, for å hindre dynamisk påkjenning på grøftekassene. Typisk kan pukk 4/16 mm benyttes.

Det skal ikke under noen omstendigheter oppholde seg personell i grøften før grøftekassen er montert og avstivet. Under utgraving skal gravemaskin være minst 3 m unna grøftekanten.

Grøftekassene skal tåle et jordtrykk på minst 60 kPa. Det finnes flere typer grøftekasser som ikke er dimensjonert for et slikt jordtrykk, og det forutsettes at entreprenør velger en type som tåler påkjenningen. Etter opptrekking og flytting av en grøftekasse, skal grøften gjenfylles umiddelbart.

Utgravingen vil trolig utføres under grunnvannsnivå (stedvis). Dette medfører at grøften fylles opp med vann. Det er derfor behov for å pumpe vannet ut av grøften, slik at grunnvannsstanden reduseres til grøftens dybde.

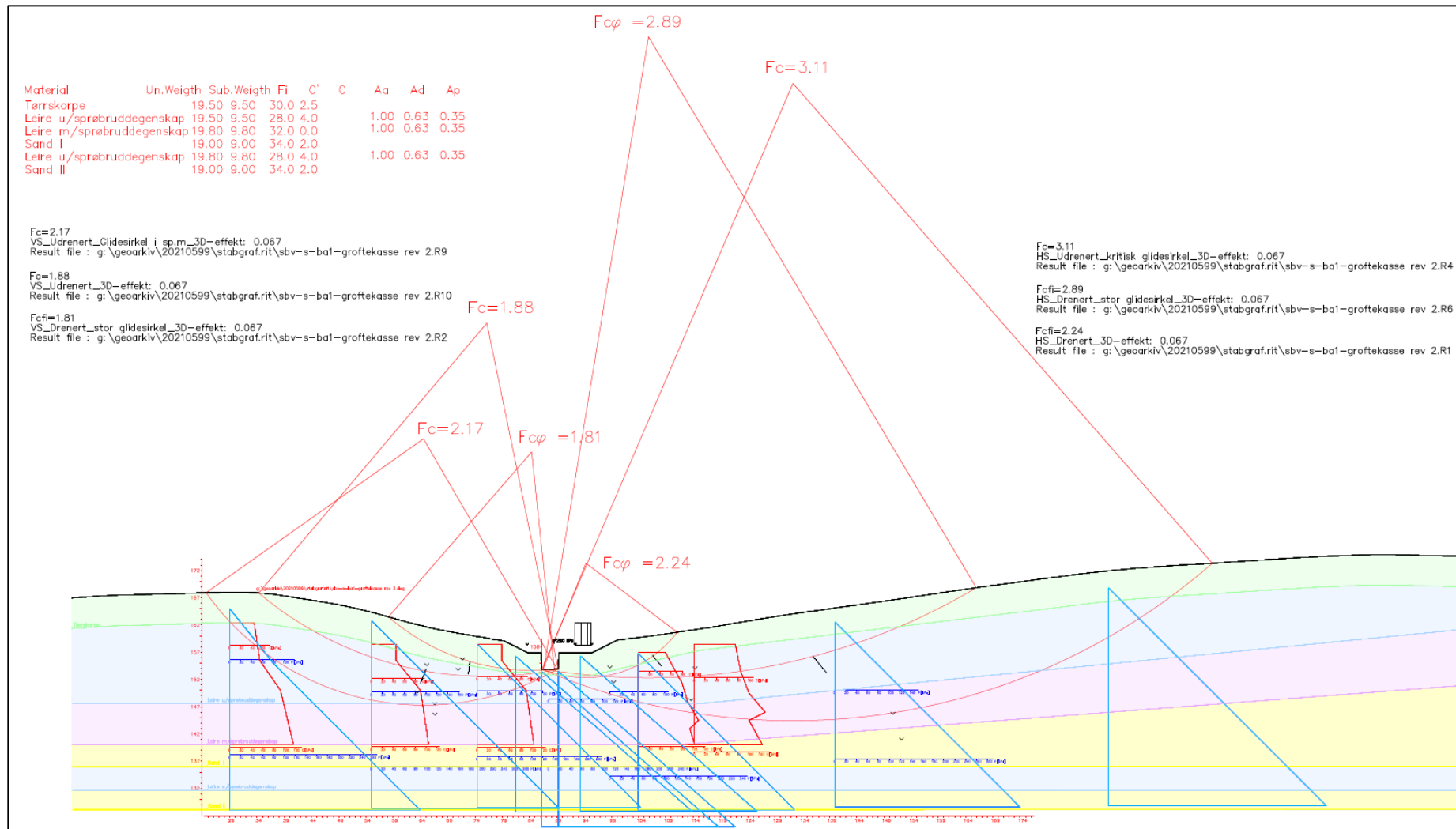
Det kan ikke utelukkes at det er områder i utgravingen der det er leire med høyt siltinnhold, noe som kan medføre gyngebunn for utgravinger under grunnvannstand. Dette kommer av at slike masser får redusert bæreevne ved avlastning (svelling). Mottiltak vil være å fordele laster over større arealer på traubunnen, eksempelvis ved hjelp av stokkmatter, eller utlegging av bærelag tilsvarende foreslått oppbygging av anleggsvei i kap. 5.4.2 i hoveddokumentet.

Mellomlagring av masser utføres etter anvisning i kap. 5.10 i hoveddelen av rapporten. Kort oppsummert, skal utgravde masser kun kjøres til anviste plasser for mellomlagring, fortrinnsvis i ravinen i øst. Det skal ikke mellomlagres masser i overkant av grøftekassene og heller ikke i overkant av utgravingsarealene. Behandling av matjord skal utføres etter beskrivelse i hovedrapporten.

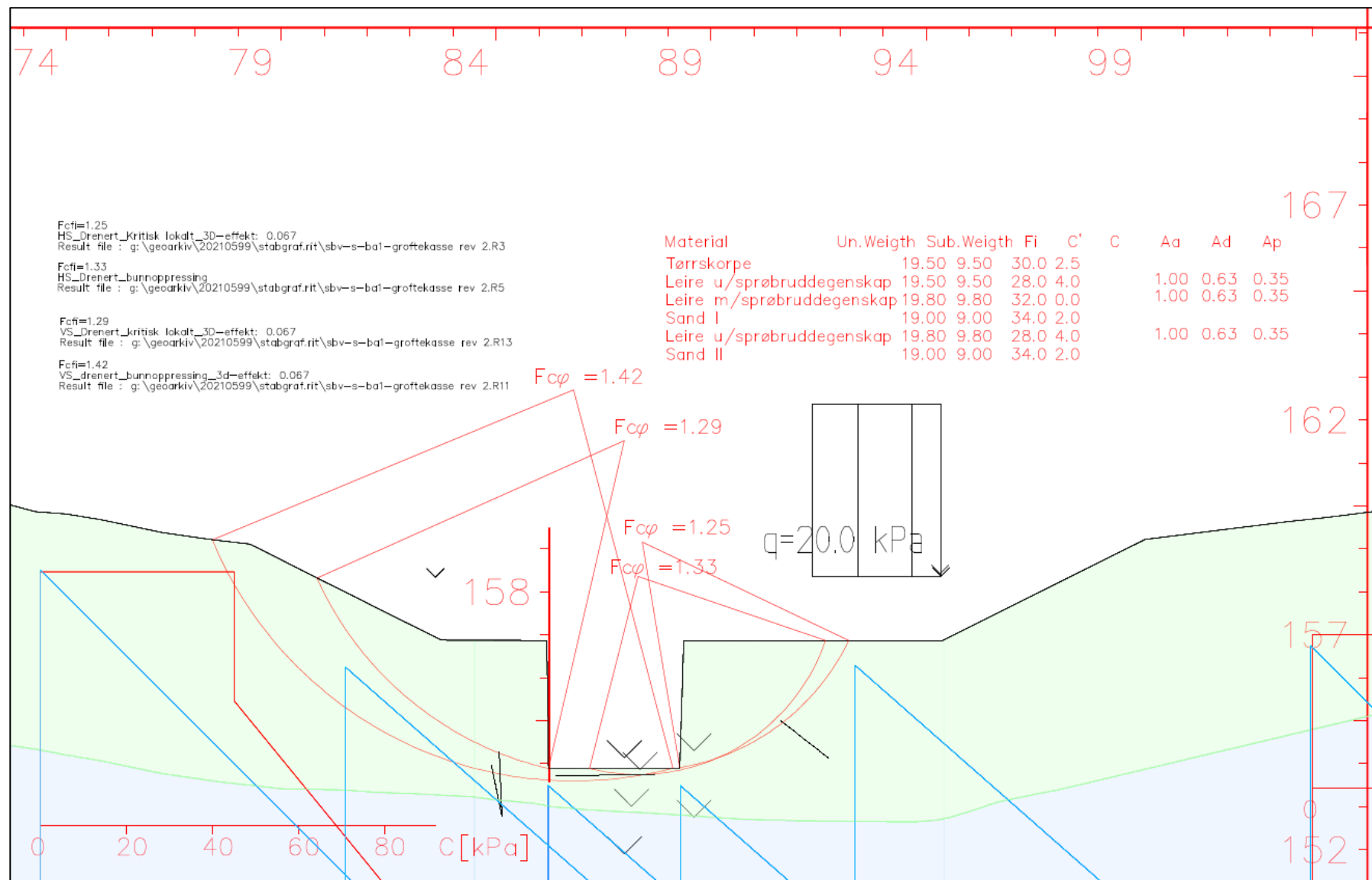
D3 Referanser

- Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Sist endret dato: (2023-10-01)*.
- NVE. (2020). *NVE-veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*.
- Standard Norge. (2004). *Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Sist endret: (2020-12-18)*. .
- Statens vegvesen. (2025). *N-V220 Geoteknikk i vegbygging*.

Stabilitetsberegninger



Figur: Drenerte og udrenerte stabilitetsberegninger, globale glidesirkler.



Figur: Drenerte og udrenerte stabilitetsberegninger, stabilitet lokalt ved grøft.

Dokumentinformasjon/ <i>Document information</i>		
Dokumenttittel/<i>Document title</i> Skjennumbekken vest - Detaljprosjektering av bekkeåpning og erosjonssikring		Dokumentnr./<i>Document no.</i> 20230614-03-R
Dokumenttype/<i>Type of document</i> Rapport / Report	Oppdragsgiver/<i>Client</i> Nannestad kommune	Dato/<i>Date</i> 2024-12-11
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 / 2025-03-13
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, detaljprosjektering, sikringstiltak, rapid drawdown, erosjonssikring, skråningsstabilisering, oppfylling, motfylling, matjord, dyrket mark, frostsikring, ravine, hydrologi, hydraulikk, grøft, grøftekasse		

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>					
Rev/<i>Rev.</i>	Revisjonsgrunnlag/<i>Reason for revision</i>	Egenkontroll av/<i>Self review by:</i>	Sidemanns-kontroll av/<i>Colleague review by:</i>	Uavhengig kontroll av/<i>Independent review by:</i>	Tverrfaglig kontroll av/<i>Inter-disciplinary review by:</i>
0	Originaldokument	2024-12-09 Ingar Haug Steinholt / Hallvard Skrede	2024-12-08 Håkon Heyerdahl		
1	Endringer i hoveddokumentet, kap. 1 og 4, kap. B5 i vedlegg B, samt supplert med kap. 5.6.2 og et nytt vedlegg D. (Alle endringer og nye elementer er tilknyttet vurderinger av alternativ utforming)	2025-03-07 Ingar Haug Steinholt / Jørgen Løkken Skaatan / Hallvard Skrede	2025-03-07 Marit Skaug Løyland / José-Luis Guerrero		

Dokument godkjent for utsendelse/<i>Document approved for release</i>	Dato/<i>Date</i> 13. mars 2025	Prosjektleder/<i>Project Manager</i> Hallvard Skrede
--	--	--

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

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

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

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

www.ngi.no

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

