



## FAGNOTAT GEOTEKNIKK

OPPDRAK	Fv.118 Ny Sarpsbru	DOKUMENTKODE	10245026-RIG-NOT-006
EMNE	Fagnotat geoteknikk	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	Østfold fylkeskommune	OPPDRAKSLEDER	Ottar Gundersen
KONTAKTPERSON	Lene Lie Hermansen	UTARBEIDET AV	Kim-Levi Wood Emil D. Olsen Øyvind Andersen Jakob Drage Roti Marit Isachsen Aleksander Worren Yeganeh Attari
KOPI	Einar Didrik Nilsen Siri Rolland	ANSVARLIG ENHET	10111063 Geoteknikk

02	20.04.2026	Endelig utgave etter uavhengig kvalitetssikring og kommentarer fra Østfold fylkeskommune	Kim-Levi Wood	Emil D. Olsen	Ottar Gundersen
01	25.02.2026	Revidert etter kommentarer fra utvidet kontroll, samt etter skrinlegging av Sarp2-prosjektet.	Kim-Levi Wood	Emil D. Olsen	Ottar Gundersen
00	16.05.2025	Fagnotat geoteknikk – detaljreguleringsplan	Kim-Levi Wood Emil D. Olsen Øyvind Andersen Jakob Drage Roti Marit Isachsen Aleksander Worren Yeganeh Attari	Emil D. Olsen Kim-Levi Wood	Ottar Gundersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



---

## SAMMENDRAG

Østfold fylkeskommune (tidligere Viken fylkeskommune) har satt i gang arbeidet med en detaljreguleringsplan for framtidig veianlegg over Sarpsfossen. Detaljreguleringsplanen skal bygge på en komplett teknisk detaljplan og forprosjekt ny Sarpsbru. Multiconsult er engasjert av Østfold fylkeskommune til arbeidet med et forprosjekt for ny Sarpsbru, og en detaljreguleringsplan for veianlegget.

Hovedformålet med fagnotatet er å vurdere gjennomførbarhet av planlagt tiltak og regulere tilstrekkelig areal. Fagnotatet skal inngå i grunnlaget for detaljplanen, og skal sikre tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for kommunen og andre høringsinstanser. Fagnotatet inneholder formuleringer av reguleringsbestemmelser knyttet til områder med behov for sikringstiltak, anbefalinger knyttet til områdene og tiltakene, gir noen anbefalinger for videre undersøkelser og prosjektering, og inkluderer behov for supplerende grunnundersøkelser og hvilke problemstillinger som må utredes i neste planfase. Formålet er også å identifisere usikkerheter og risikoer. Nivået er tilpasset detaljreguleringsplanfase, og baserer seg på et grunnlag tilpasset fasen.

Fagnotatet konkluderer med at prosjektet og detaljreguleringsplanen for ny Sarpsbru er teknisk gjennomførbar med tanke på geotekniske problemstillinger, og at det er foreslått regulert tilstrekkelige arealer for nødvendige tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet til å kunne bygge ny Sarpsbru. Det er også utarbeidet reguleringsbestemmelser som skal inngå i detaljreguleringsplanen.

Det presiseres likevel at det er behov for omfattende videre arbeider med de geotekniske problemstillingene, og at det fremdeles er store usikkerheter og risikoer knyttet til prosjektet ny Sarpsbru.

Reell fare for områdeskred er avklart i henhold til kravene i plan- og bygningsloven §4-3. Kravene i pbl. §28-1 og §29-5, byggt teknisk forskrift TEK17 kap. 7 og NVE-veileder 1/2019 er lagt til grunn for utredningen av skredfare i detaljreguleringsplanen. Sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred jf. TEK17 med veiledning, skal gjennomføres før igangsettelse av øvrige utbyggingsarbeider. Det anbefales at foreliggende geoteknikk fagnotat, samt områdestabilitetsrapportene 10245026-RIG-RAP-005 og 10245026-RIG-RAP-006, skal følges opp i detaljprosjektering og utførelse. Sikkerhet mot skred skal ivaretas for alle faser av utbyggingen. Reguleringsbestemmelser angitt i kapittel 17 i foreliggende fagnotat skal ivaretas.

Det er utført beregninger for å estimere behov for geotekniske tiltak, men det er ikke utført detaljprosjektering i denne planfasen. Omfang av tiltak og detaljprosjektering av disse, må utføres i senere planfaser.

Vurderingene som er gjort er basert på foreliggende grunnlag og foreslått utforming av tiltaket ny Sarpsbru. Det påpekes at det likevel må forventes vesentlige endringer på utforming av tiltak og anvendt metodikk i videre prosjektering.

Det anses å være et stort behov for ytterligere grunnlag for å kunne prosjektere løsninger – blant annet i form av grunnundersøkelser, forsøksfelt og måleprogram.

Det er svært komplekse problemstillinger og mange berørte aktører i og nært tiltakene. Det vil være helt sentralt med tett samarbeid med andre interessenter i området, spesielt Borregaard, Hafslund Kraft, Sarpsborg kommune og Bane NOR mm.

Dette fagnotatet er kontrollert og godkjent gjennom uavhengig kvalitetssikring utført av Asplan Viak AS.

---



## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Formål og begrensninger</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
2.1	Prosjektbeskrivelse	7
2.2	Prosjekthistorikk	9
<b>3</b>	<b>Geotekniske prosjekteringsforutsetninger</b>	<b>11</b>
3.1	Overordnet designbasis	12
3.2	Krav til sikkerhet iht. SVV-veinormal N200	12
3.3	Områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019	12
3.4	Sikkerhetsprinsipper og regelverk	13
<b>4</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>14</b>
4.1	Tarris og Borregaard	14
4.2	Hafslund	15
<b>5</b>	<b>Topografi</b>	<b>16</b>
5.1	Tarris og Borregaard	16
5.2	Hafslund	17
<b>6</b>	<b>Kvartærgeologi</b>	<b>18</b>
6.1	Berggrunn	18
<b>7</b>	<b>Vassdrag og flom</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>20</b>
8.1	Grunnforholdsbeskrivelse	20
8.2	Utførte grunnundersøkelser og befaringer	20
8.3	Grunnobservasjonsmodell (GOM)	21
<b>9</b>	<b>Materialparametere</b>	<b>24</b>
9.1	Veiledende materialparametere (erfaringsverdier)	26
<b>10</b>	<b>Kulturminner og kulturlag</b>	<b>27</b>
10.1	Generelt	27
10.2	Hensyn til kulturminner	27
10.3	Viktige momenter	28
<b>11</b>	<b>Kantvegetasjon</b>	<b>29</b>
<b>12</b>	<b>Områdestabilitet og erosjon</b>	<b>30</b>
12.1	Områdestabilitetsvurdering – Tarris og Borregaard	30
12.2	Områdestabilitetsvurdering – Hafslund	33
12.3	Erosjon	35
<b>13</b>	<b>Konstruksjoner</b>	<b>36</b>
13.1	Brukonsepter	36
13.2	Fundamentering	38
13.3	Kulverter	44
13.4	Pelet betongplate for veifylling	51
<b>14</b>	<b>Geotekniske tiltak</b>	<b>52</b>
14.1	Måleprogram og instrumentering	52
14.2	Forsøksfelt (prøvefyllinger og grunnforsterkningsteknikker)	53
14.3	Geotekniske tiltak – Tarris og Borregaard	57
14.4	Geotekniske tiltak – Hafslund	148
<b>15</b>	<b>Veifyllinger</b>	<b>220</b>
<b>16</b>	<b>Anleggsgjennomføring og fremdrift</b>	<b>221</b>
16.1	Faseplaner/avhengigheter Tarris og Borregaard	221
16.2	Faseplaner/avhengigheter Hafslund	221
16.3	Togstans (trafikkfri periode)	222
<b>17</b>	<b>Reguleringsbestemmelser</b>	<b>222</b>
<b>18</b>	<b>Rekkefølgebestemmelser</b>	<b>222</b>
<b>19</b>	<b>Plangrense</b>	<b>223</b>
<b>20</b>	<b>Supplerende grunnundersøkelser</b>	<b>223</b>
20.1	Feltforsøk grunnforsterkning	234
20.2	Prøvefyllinger	234
<b>21</b>	<b>Usikkerheter og risikoer</b>	<b>235</b>



21.1	Overordnet.....	235
21.2	Delområdene .....	235
21.3	Grunnforhold, grunnundersøkelser og måleprogram .....	235
21.4	Jetpeling og støttefylling .....	237
21.5	Naboforhold og nærliggende infrastruktur .....	238
21.6	Fremdrift.....	239
<b>22</b>	<b>Videre arbeid og viktige momenter.....</b>	<b>241</b>
<b>23</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>244</b>
<b>24</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>245</b>

**VEDLEGG**

Vedlegg A: Peleberegninger, rev.01  
Vedlegg B: Usikkerheter og risikoer, rev.01

**Revisjoner og endringer**

Revisjoner og eventuelle endringer i fagnotatet presenteres i Tabell 1-1.

Tabell 1-1: Revisjonsoversikt og historikk.

Revisjon nr.	Beskrivelse av revisjon	Dato
02	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endelig utgave etter uavhengig kvalitetssikring utført av Asplan Viak AS.</li> <li>• Mindre justeringer etter innspill fra Østfold fylkeskommune.</li> <li>• Kap.23 «Mengder, kostnader og anslag» tatt ut jf. Innspill fra Østfold fylkeskommune.</li> <li>• Oppdatert enkelte figurer jf. Innspill fra Østfold fylkeskommune.</li> </ul>	20.04.2026
01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revidert fagnotat etter kommentarer fra 3.partskontroll.</li> <li>• Figurer, figurtekster og kosmetiske tekstendringer.</li> <li>• Lagt til kapittel om bunnsenkning/erosjon i Glomma.</li> <li>• Suppleringer rundt løsningen i akse 7 på Tarris, nye skisser.</li> <li>• Sikringstiltak for områdestabilitet på Hafslund vurdert på bakgrunn av skrinlegging av Sarp2-prosjektet.</li> <li>• Reviderte vurderinger og peleanalyser for akse 8 på Hafslund.</li> <li>• Lagt til presiseringer for anleggsgjennomføring og fremdrift.</li> <li>• Eget kapittel om plangrense er presentert.</li> <li>• Supplert med forslag til flere grunnundersøkelser.</li> <li>• Tilleggskostnader for geotekniske sikringstiltak på Hafslund er presentert.</li> <li>• Vedlegg A og B oppdatert.</li> </ul>	25.02.2026
00	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Førsteutgave av fagnotat geoteknikk for detaljreguleringsplan</li> </ul>	20.05.2025



## 1 Formål og begrensninger

Hovedformålet med fagnotatet er å vurdere gjennomførbarhet av planlagt tiltak og regulere tilstrekkelig areal. Fagnotatet skal inngå i grunnlaget for detaljplanen, og skal sikre tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for kommunen og andre høringsinstanser. Fagnotatet inneholder formuleringer av reguleringsbestemmelser knyttet til områder med behov for sikringstiltak, anbefalinger knyttet til områdene og tiltakene, gir noen anbefalinger for videre undersøkelser og prosjektering, og inkluderer behov for supplerende grunnundersøkelser og hvilke problemstillinger som må utredes i neste planfase. Formålet er også å identifisere usikkerheter og risikoer. Krav til sikkerhet og stabilitet i henhold til TEK17 og NVE-veileder 1/2019 er vurdert i egne rapporter for Tarris [1] og Hafslund [2].

Nivået er tilpasset detaljreguleringsplanfase, og baserer seg på et grunnlag tilpasset fasen. Der det er knyttet usikkerhet til grunnforhold eller andre forhold, er det i hovedsak utført antatt konservative antakelser. Det er utført beregninger for å estimere behov for geotekniske tiltak, men det er ikke utført detaljprosjektering i denne planfasen. Omfang av tiltak og detaljprosjektering av disse, må utføres i senere planfaser.

### Fagnotatet omhandler:

- Problemstillinger
- Beskrivelse av det som planlegges bygd (fylling, skjæringer, konstruksjoner etc.)
- Valgt geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og konsekvensklasse
- Grunnforhold og variasjoner som vil kunne forventes
- Referanser til utarbeidede notater og rapporter som har relevans
- Relevante resultater fra beregninger og vurderinger
- Beskrivelse av anbefalte løsninger og tiltak, samt alternativvurderinger
- Vurderinger rundt mulige optimaliseringer i senere faser
- Behov for supplerende grunnundersøkelser, forsøksfelt og måleprogram
- Usikkerheter og risiko, samt spesielle forhold som har betydning i det videre arbeidet

Det har hele tiden vært vektlagt å jobbe med vurdering av gjennomførbarhet. For tiltak av mindre kritisk karakter er det lagt vekt på kvalitative vurderinger fremfor detaljerte beregninger. Det gjelder for eksempel vurdering av setninger ved bruk av lette fyllmasser, behov for spunt osv. Denne tilnærmingen er valgt da disse tiltakene anses å ha relativt lav risiko, og det ikke er identifisert forhold som tilsier behov for omfattende geotekniske beregninger.

I utgangspunktet skal det gjøres vurderinger som kan benyttes som grunnlag for anslagsprosessen. Det er svært krevende å estimere de geotekniske tiltakene og for å være i nærheten av å nå tilstrekkelig nøyaktighet (innenfor 10%), vil det være nødvendig å utføre detaljerte beregninger med alt nødvendig grunnlag og forutsetninger på plass. Erfaringsmessig vil geotekniske tiltak i komplekse prosjekter være krevende å kostnadsestimere også etter detaljprosjektering.

Fagnotatet omhandler ikke mengder og kostnader for de geotekniske tiltakene. Detaljer er omhandlet i notat 10245026-RIK-NOT-003 «Kostnadsestimat med usikkerhetsanalyse» [3], som ble utarbeidet som input til anslag i forkant av anslagsprosessen februar 2025. Det vises også til Anslagsrapporten [4].



## 2 Innledning

Dagens Sarpsbru og eksisterende veibruer er i dårlig teknisk stand, og må enten erstattes eller oppgraderes innen kort tid. Tekniske vurderinger av Sarpsbrua konkluderer med at det bør bygges en ny bru [5]. Tidsfaktoren er kritisk i dette prosjektet. Eksisterende bruer har svært kort restalder, og det er uvisst om anlegget kan ta trafikk etter 2027 uten betydelige merinvesteringer.

Bypakke Nedre Glomma har prioritering av kollektivtrafikk, sykkel og gange som en hovedføring for alle sine prosjekter. Dagens bruanlegg har ikke tilstrekkelig bredde til etablering av egne kollektivfelt, eller sykkelvei med fortau.

Det er vedtatt en kommunedelplan som omfatter nytt veianlegg og videreføring av IC-prosjektet (InterCity) over Glomma ved Sarpsfossen [6]. Planarbeidet la til grunn at de to anleggene skulle bygges samtidig. Uvisshet knyttet til videreføring av IC gir behov for planlegging av nytt veianlegg uavhengig av når videreføring av IC-prosjektet vil skje.

På bakgrunn av dette har Østfold fylkeskommune (tidligere Viken fylkeskommune) satt i gang arbeidet med en detaljreguleringsplan for framtidig veianlegg over Sarpsfossen. Detaljreguleringsplanen skal bygge på en komplett teknisk detaljplan og forprosjekt ny Sarpsbru. Multiconsult er engasjert av Østfold fylkeskommune til arbeidet med et forprosjekt for ny bru, og en detaljreguleringsplan for veianlegget. Arbeidet er delt inn i skissefase, forprosjekt bru, teknisk plan og detaljreguleringsplan. Foreliggende notat er for detaljreguleringsplanfasen.

## **2.1 Prosjektbeskrivelse**

### **2.1.1 Veitrasé, vei- og kryssløsninger**

Ny fv.118 med tilhørende gang-/ og sykkelveisystem planlegges fra Sarpsborg-sentrum til Hafslund skole. Ny fv.118 planlegges med fire kjørefelt hvorav to av feltene er kollektivfelt. I Sarpsborg-sentrum starter prosjektet i St. Nikolas gate, litt vest for krysset med fv. 109 St. Marie gate. I tillegg inngår deler av fv.109 og kommunal vei Pellygata for å få etablert ny holdeplass til erstatning for den eksisterende holdeplassen St. Olavs voll som ikke lar seg videreføre [4].

Det etableres nytt kryss mellom fv.118 og fv.109 omtrent der eksisterende kryss er i dag. Fv.118 St. Nikolas gate er planlagt med to felt vest for kryss med fv.109 St. Marie gate og fire felt øst for krysset [4].

I St. Marie gate blir det to felt slik som i dagens situasjon fra Kirkegata til Pellygata. Mellom Pellygata og fv.118 St. Nikolas gate, er det planlagt 3 felt, ett felt for trafikk sørover og to felt for trafikk mot nord og øst. Det er lagt inn to felt inn mot krysset for å få en god trafikkavvikling i krysset. Dagens kjøremønster med venstresvingeforbud fra St. Marie gate mot fv.118 St. Nikolas gate videreføres. I den foreslåtte løsningen er det planlagt to signalregulerte kryss med samkjøring [4].

Videre østover krysser ny fv.118 i bru over dagens jernbane, Tarris-området og Glomma. Den nye brua vil ligge nord for dagens veibru og jernbanebru, og starter ca. 100 meter øst for krysset i sentrum. Brua blir ca. 755 meter lang og krysser over sidesporet til Borregaard, eksisterende jernbane, Tarrisområdet, Glomma og Øyveien på Hafslundsiden. Brua har en stigning på 6,0 % over dagens jernbane og går videre i flat bru over Glomma. Bruas høyde (topp kjørebane) over høyest regulerte vannstand i Glomma er ca. 30 meter. På Tarris er høyde fra terreng opp til bruaplata ca. 17-20 meter [4].

På østsiden av Glomma fortsetter veien i slak kurve mot sør mens den faller med 6 % ned mot terreng og ned til en trearmet rundkjøring i kryss mellom ny fv.118 og fv.581 Nordbyveien. Fra rundkjøringen går ny fv.118 i ca. 6 % stigning opp mot kryssing av jernbanens Østre-linje og Hafslundsløyfa. Ny fv.118 følger her dagens fv.581 Nordbyveien fram til rundkjøringen ved Hafslund skole. Eksisterende vei benyttes til østgående trafikk og utvides med midtdeler og to felt for vestgående trafikk. De to jernbanekulvertene (Hafslundjordet I og Hafslundjordet II) forlenges østover. Ny fv.118 kobles til eksisterende rundkjøring ved Hafslund skole. Det er lagt inn filterfelt for trafikk fra øst (rv. 22) for prioritering av kollektivtrafikken inn mot rundkjøringen [4].

### **2.1.2 Gang-/ og sykkelvei**

For gående og syklende er det fortau på begge sider av fv.118 og fv.109 i sentrum slik som i dag. Hovedtrasé for sykkelvei med fortau ligger på sørsiden av fv. 118. Det er lagt opp til lysregulert kryssing for gående og syklende i forlengelsen av Pellygata som ledes mot sykkelvei med fortau. Det er i tillegg lagt inn gang- og sykkelvei nord for ny fv.118 i forlengelsen av fortauet i St. Nikolas gate, videre under brua og kobles til sykkelvei med fortau der den krysser sidesporet til Borregaard. I tillegg er det lagt inn en gang- og sykkelvei som kobler seg til undergang under jernbanen [4].

Det planlegges separat system for gang-/ og sykkelvei delvis parallelt med fv.118 der fylkesveien ikke går på bru. Det er vist løsning med sykkelvei med fortau på hele strekningen, med unntak av gjennom eksisterende kulvert nord på Tarris (kun 3,3 m bred) [4].

Fra Sarpsborg sentrum og østover ligger sykkelvei med fortau på sørsiden av ny fv.118 frem til eksisterende undergang under jernbanen. Herfra går gang-/ og sykkeltraséen over Tarris, krysser under jernbanebrua og går på ny brukonstruksjon over Glomma i samme trasé som dagens kjørevei. De

gamle brufundamentene i elva gjenbrukes for ny gang-/ og sykkelveibru. Stigningsforholdene på sykkelvei med fortau varierer. Maksimalhelning er i underkant av 5 % på siste strekningen før brua [4].

Øst for Sarpsfossen krysser sykkelvei med fortau under jernbanen og følger Møllegata mot rundkjøring i kryss med Nordbyveien. På denne strekningen er traséen relativt flat. Det er forutsatt at bygg ved kryss mellom Møllegata og Øyveien skal rives. For gående og syklende til og fra Hafslundsøy er det lagt inn en gang-/ og sykkelvei som knytter hovedsykkelveien til Nordbyveien/Øyveien. Denne vil også fungere som adkomst til Banevokterboligen. Ettersom utbygging av Sarp2-kraftverket ikke kommer, benyttes Øyveien slik som i dag [4].

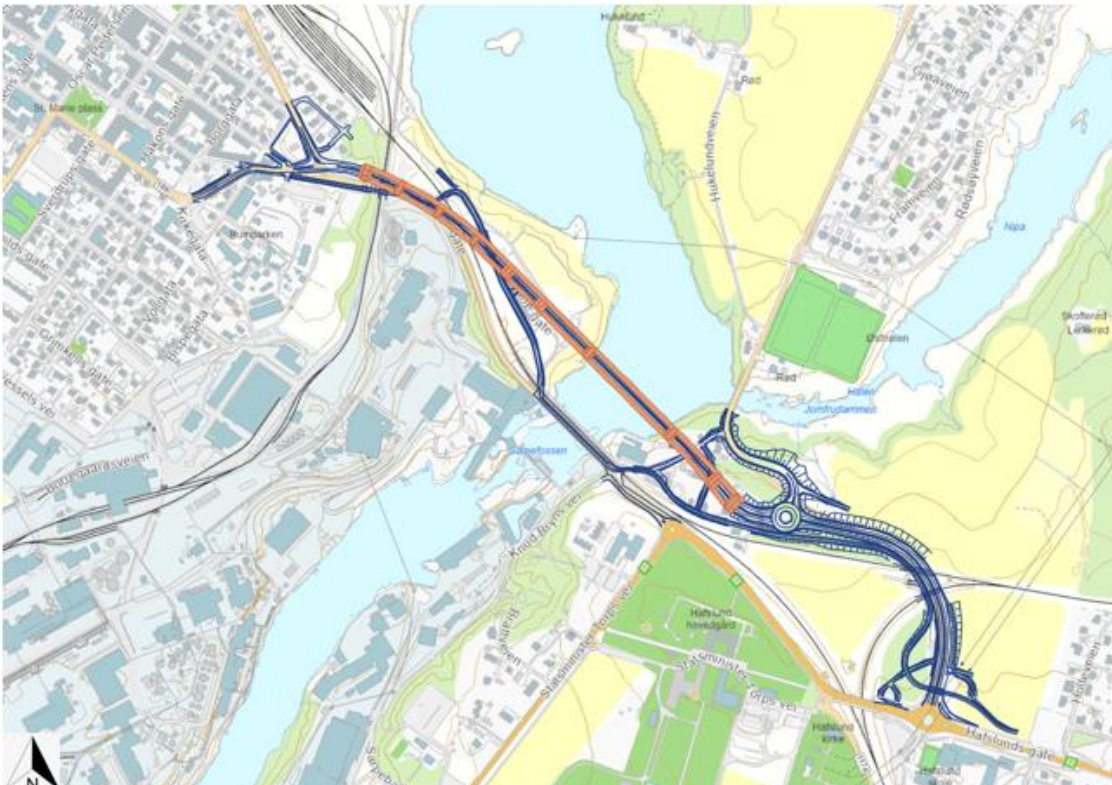
Fra rundkjøringen i kryss mellom Nordbyveien og ny fv.118 går sykkelvei med fortau parallelt med ny fv.118 på sørsiden frem til rundkjøringen ved Hafslund skole. Sykkelvei med fortau ligger litt lavere enn fv.118 og krysser over jernbanens Østre-linje og Hafslundsløyfa. Stigningen fra rundkjøringen til kryssing av jernbanelinjene er ca. 7 %. Ved rundkjøringen ved skolen krysser sykkelvei med fortau i kulvert under ny fv.118 og kobler seg til gangveisystemet langs rv. 22. Helning ned til kulverten på vestsiden er i underkant av 5 %, mens stigningen på østsiden mot rv. 22 er 6 % [4].

### 2.1.3 Andre veiltak

Fv.581 Nordbyveien fra rundkjøringen til Grøte-bru er en tilpasning til eksisterende situasjon og har 6% fall mot Grøte-bru [4].

Adkomsten fra fv.118 til Grinastua og St. Nikolas gate nr. 5 og 7 stenges. Disse eiendommene får ny adkomstvei over eiendommen i St. Nikolas gate nr. 7 [4].

Eksisterende vei mellom dagens bru over Glomma og rv. 22 Statsminister Torps vei skal nedgraderes/bygges ned. Her vil det gå veldig lite trafikk i fremtiden. Veien skal sikre adkomst til Knud Bryns vei og næringsarealer ved Sarpsfossen, og adkomst til Borregaard kraftverk for vedlikehold. Bredden på kjøreveien reduseres til 5,0 meter. Fortauet på sørsiden av veien beholdes [4].



Figur 2-1: Planlagt ny Sarpsbru med tilhørende veiltak.



## 2.2 Prosjekthistorikk

Konseptvalgutredningen (KVU) for transportsystemet i Nedre Glomma fra 2010 viste at det er behov for bedre framkommelighet for buss og myke trafikanter over Glomma i Sarpsborg. Dette er ikke mulig å ivareta ved utvidelse av dagens vei. KVU for InterCity-Østfoldbanen avklarte at framtidig dobbeltspor sørover fra Sarpsborg stasjon ville bli liggende mer eller mindre i dagens trasé. For å samordne planene for utvikling av vei og jernbane har Bane NOR og Sarpsborg kommune/Østfold (Viken) fylkeskommune utarbeidet en felles kommunedelplan for vei og jernbane over Sarpsfossen, kommunedelplanen for Borg bryggerier - Klavestad. En rekke hensyn ble forsøkt ivare tatt på best mulig måte i planarbeidet. Dette gjelder alt fra eksisterende kraftverk, industri, boligbebyggelse, kulturminner, mm. I tillegg er det til dels svært krevende grunnforhold i området [4].

Kommunedelplanen ble vedtatt av (daværende) Kommunal- og moderniseringsdepartementet 8. oktober 2021. Departementet vedtok at et alternativ kalt Midt-7 skal legges til grunn for videre planlegging og bygging. Den vedtatte kommunedelplanen gjelder en framtidig permanent situasjon, der både vei og bane er lagt om. Denne løsningen innebærer at ny vei på Hafslund-siden skal legges i dagens jernbanespor (vestre linje). Dette er ikke mulig så lenge det går trafikk på dagens spor. For likevel å kunne bygge veien før ny bane er på plass, viser kommunedelplanen et forslag til midlertidig løsning der fv. 118 tenkt koblet inn på fv. 581 for så å følge denne videre opp til rundkjøringen ved Hafslund skole. Denne må bygges om den dagen jernbanen legges om i ny trasé [4].

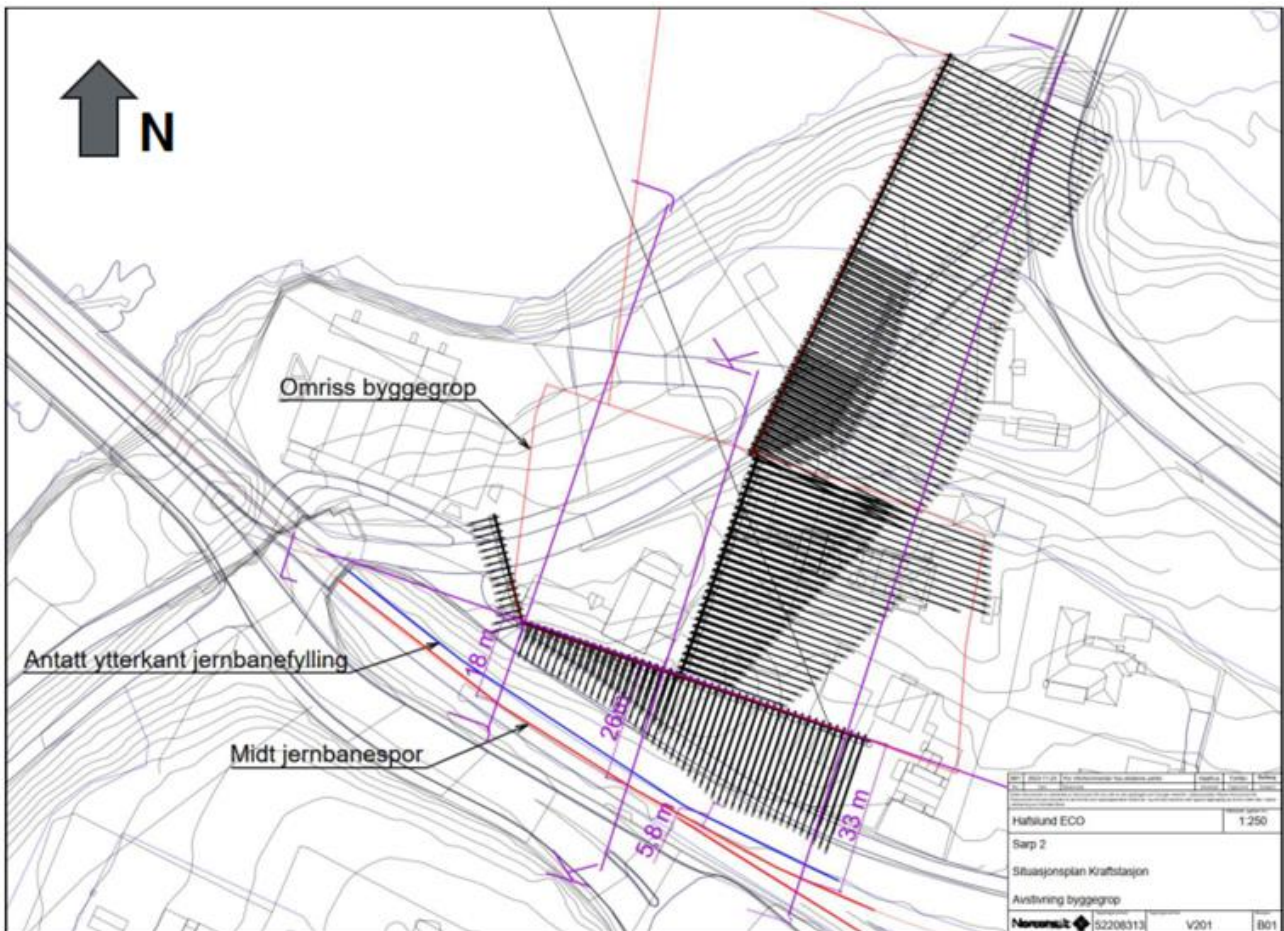
Arbeidet med reguleringsplan for veiltaket startet i 2022. Det var ikke aktuelt å gå videre med felles planlegging av vei og bane i reguleringsfasen. Dette skyldes at det videre arbeidet med utvikling av jernbanen til dobbeltspor er satt på vent samtidig som det er et stort behov for utbedring av fylkesveien. Innledningsvis i arbeidet med reguleringsplan for ny veibru ble gjort en skissefase for å vurdere kommunedelplanens forslag til løsning for å bygge vei før bane. I skissefasen ble det sett på om det kan være andre løsninger som ikke medfører framtidig omlegging av veien. Som resultat av skissefasen, ble tre alternativer lagt fram for Bypakke Nedre Glomma og Sarpsborg kommune. Valg av alternativ for videre regulering ble besluttet av Sarpsborg bystyre i juni 2023. Beslutningen innebærer at reguleringsplanarbeidet skal bygge videre på den foreslåtte løsningen for vei før bane fra kommunedelplanen [4].

Parallelt med arbeidet med detaljreguleringsplanen for ny Sarpsbru har det pågått arbeider med et nytt kraftverk på Hafslund, omtalt som Sarp2-kraftverk. Det har gjennom arbeidet med detaljreguleringsplanen vært flere samhandlingsmøter og deling av data mellom prosjektene, og tidligere var det forutsatt at Sarp2-prosjektet skulle utføre sikringstiltak i område J på Hafslund, som samtidig ivaretok kravene og behovene til ny Sarpsbru. Se Figur 2-2 og Figur 2-3 for tidligere løsning for sikringstiltakene til Sarp2-prosjektet.

Konsesjonssaken hos NVE for nytt Sarp2-kraftverk ble innstilt av Hafslund Kraft høsten 2025, blant annet grunnet krevende grunnforhold. Dette medfører nå at prosjektet ny Sarpsbru må utføre sikringstiltak for blant annet å ivareta områdestabiliteten og sikre byggegrop i område J på Hafslund. Tidligere var det også forutsatt at akse 8 (og hjelpesøyle) for ny Sarpsbru skulle etableres direkte på berg i byggegropen til Sarp2-prosjektet, mens nå er fundamenteringskonseptet i akse 8 (og hjelpesøyle) endret til pelefundamentering i egen byggegrop på bakgrunn av skrinlagt Sarp2.



Figur 2-2: Område J hvor nytt Sarp2-kraftverk tidligere var planlagt med omfattende sikringstiltak. Tidligere alternativ til planlagt byggegrop for kraftstasjon og inntak sett mot sørøst.



Figur 2-3: Tidligere løsning med omfattende sikringstiltak (støttekonstruksjoner) i område J for nytt Sarp2-kraftverk. Akse 8 og hjelpesøyle skulle etableres direkte på berg i byggegropen til kraftverket.



### 3 Geotekniske prosjekteringsforutsetninger

De geotekniske prosjekteringsforutsetningene som er lagt til grunn i prosjektet er beskrevet i en egen rapport, se rapport 10245026-RIG-RAP-003 [7].

Forutsetningene i rapporten skal benyttes for vurderinger/prosjektering utført i forbindelse med detaljregulering. Det er i tillegg tatt med forutsetninger/bestemmelser osv. som gir grunnlag for vurderinger som ikke nødvendigvis er knyttet til denne fasen. Slike skal da ses på som veiledende/informative og vil være gjenstand for gjennomgang og revisjon i forbindelse med oppstart av ny planfase.

Rapport 10245026-RIG-RAP-003 presenterer generelle forutsetninger for prosjektering innen geoteknikk, herunder krav i gjeldende regelverk, grunnforhold osv. Disse prosjekteringsforutsetningene gjelder blant annet områdestabilitet, midlertidige og permanente støttekonstruksjoner, støttefyllinger, grunnforsterkning, fundamenteringsløsninger for bruer og kulverter, etablering av tørrmurer og betongmurer, samt etablering av veifyllinger og -skjæringer i løsmasser på land og i vann.

Prosjekteringsforutsetningene danner grunnlaget for videre arbeid, herunder prosjekterings-/områdestabilitetsrapporter for hvert område, og hver enkelt konstruksjon der det er behov for det frem til teknisk godkjenning.

Hovedelementene i prosjektet fv.118 Ny Sarpsbru plasseres i konsekvens- og pålitelighetsklasse **CC3/RC3**, med **tiltaksklasse 3** (iht. PBL), og geoteknisk kategori **GK3** iht. Tabell 3-1.

Prosjekteringskontroll (PKK) og utførelseskontroll (UKK) velges likt konsekvens- (CC) og pålitelighetsklasse (RC).

Tabell 3-1: Overordnet klassifisering av prosjektet fv.118 Ny Sarpsbru [7].

	Situasjon	Konsekvens- (CC), og pålitelighetsklasse (RC)	Tiltaksklasse (PBL)	Geoteknisk kategori
Prosjektet generelt	Hovedvei (fv.118) og lokale veier med ÅDT > 8000	3	3	3
	Lokale veier 1500 < ÅDT < 8000	3*	3*	3
	Gang- og sykkelveier	3*	3*	3
	Fyllinger i elv	3	3	3
	Områder med sprøbruddmateriale	3	3	3
Bruer/kulverter/gang- og sykkelbruer	Anleggsfase, før trafikk	3*	3*	3
	Permanent fase	3	3	3
Frittstående støttmurer	Høyde < 5 m	2/3**	2/3**	3
	Høyde > 5 m	3	3	3

\*Dersom det ikke forekommer sprøbruddmaterialer, kan det vurderes å velge klasse 2.

\*\* Murer med oppstøttingshøyde inntil 5 m vil klassifiseres i samme klasse som veien de støtter opp mot, eller støtter opp løsmasser mot å rase ned i. Avhenger blant annet av ÅDT for vei.

Vegdirektoratets krav til kontroll og godkjenning av konstruksjonstyper er anført i Statens vegvesens håndbok N400 kap. 2 [8], og omfatter her alle konstruksjoner bortsett fra støttemurer med konstruksjonshøyde < 5 m. Det bemerkes at hjelpekonstruksjoner (i tilknytning til byggearbeidene) som ved evt. sammenbrudd kan berøre område for alminnelig ferdsel, er omfattet av kravet.

Kontrollgrad (I Enkel – IV Omfattende) iht. Statens vegvesens håndbok N400 kap. 2.6 [8] fastsettes av Vegdirektoratet i hvert enkelt prosjekt.

### 3.1 Overordnet designbasis

Det foreligger en overordnet designbasis for prosjektet [9]. Denne beskriver de viktigste premissene for planarbeidet slik de er avtalt med oppdragsgiver. Noen krav er absolutte, andre er ønsker dersom planløsningen gjør det mulig.

### 3.2 Krav til sikkerhet iht. SVV-veinormal N200

En nøytral-/ og sprø, kontraktant bruddmekanisme antas for stedlige masser på planområdet, som hovedsakelig består av enten friksjonsmasser eller sprøbruddmaterialer/kvikkleire. For stedlige masser bestående av friksjonsmasser vil konsekvensklasse CC3 («meget alvorlig») gi krav om  $\gamma_M \geq 1,50$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser, mens konsekvensklasse CC2 («alvorlig») gi krav om  $\gamma_M \geq 1,40$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser iht. tabell 1.4.2-1 og 1.4.2.-2 i SVV-veinormal N200 [10].

For stedlige masser bestående av sprøbruddmaterialer/kvikkleire vil konsekvensklasse CC3 («meget alvorlig») gi krav om  $\gamma_M \geq 1,60$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser, mens konsekvensklasse CC2 («alvorlig») gi krav om  $\gamma_M \geq 1,50$  for både effektiv- og totalspenningsanalyser. Det kan for stedlige masser gjøres spesifikke vurderinger for om en annen bruddmekanisme er relevant.

For bruddmekanismer som kun involverer sprengstein, benyttes bruddmekanisme «seig, dilatant», det vil si krav om  $\gamma_M \geq 1,40$  for konsekvensklasse CC3 («meget alvorlig»). For konsekvensklasse CC2 («alvorlig») gjelder krav om  $\gamma_M \geq 1,30$  for effektivspenningsanalyse og  $\gamma_M \geq 1,40$  for totalspenningsanalyser.

Kravene til sikkerhet mot områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019 er presentert i neste avsnitt.

### 3.3 Områdestabilitet iht. NVE-veileder 1/2019

NVE-veileder 1/2019 [11] gir prosedyrer for kartlegging og faregradsbestemmelse av kvikkleiresoner og krav til sikkerhet for områdestabilitet.

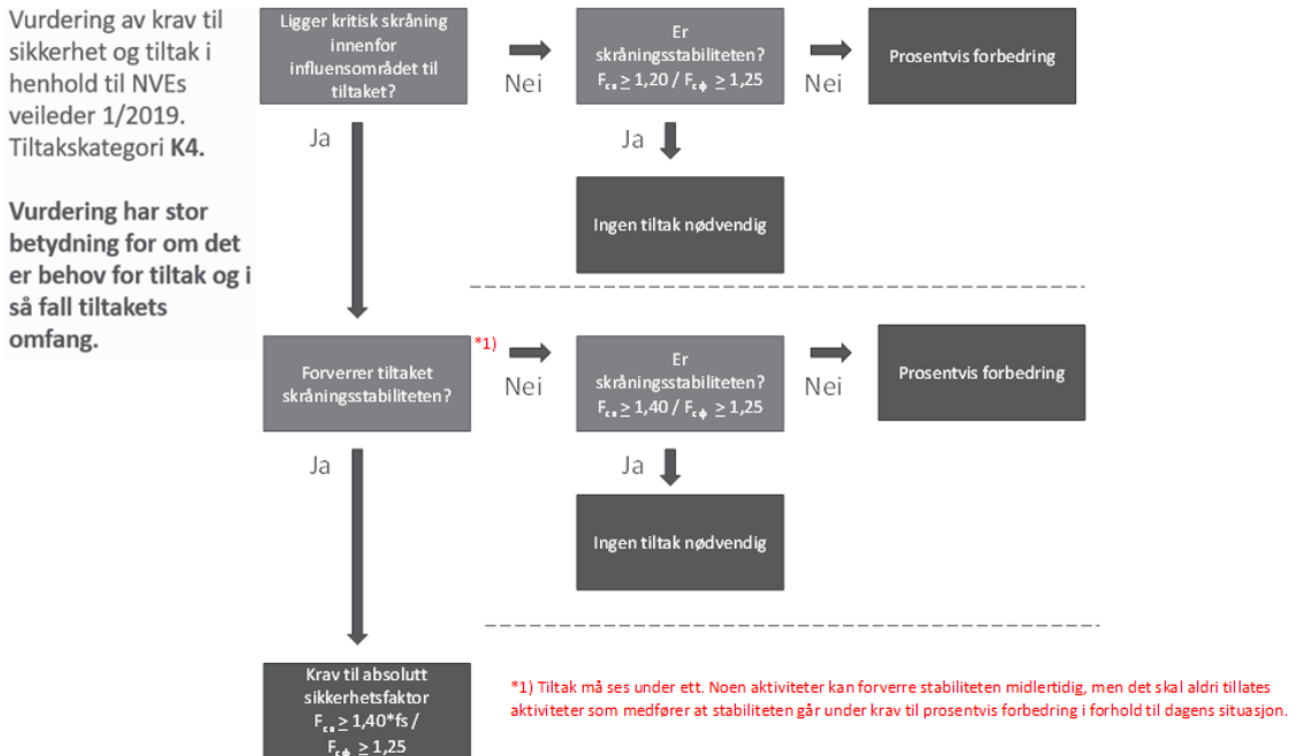
NVE-veilederen gir følgende definisjon av områdestabilitet som er omforent i det norske fagmiljøet: «En stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv fram- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmaterialer, slik som er typisk for kvikkleire» [11].

Ved offentlig ettersyn av detaljreguleringsplan skal reell fare for områdeskred være avklart i henhold til kravene i plan- og bygningsloven §4-3 [12]. For at dette skal være oppfylt på detaljreguleringsplannivå, må kravene i PBL §28-1 og §29-5, byggteknisk forskrift (TEK17) kap. 7 [13] og NVE-veileder 1/2019 [11] legges til grunn for utredning av skredfare.

Ny Sarpsbru plasseres i **tiltakskategori K4**, som betyr at hele faresoner må utredes med stabilitetsberegninger i samsvar med NVE-veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [11]. Planlagt veistrekning og konstruksjoner ligger under marin grense, det er kartlagt kvikkleiresoner og tidligere skredhendelser i området, og det er påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i utførte grunnundersøkelser på begge sider av Glomma.



Nye tiltak utløser krav i henhold til NVE-veileder 1/2019 (se Figur 3-1), og gjelder for alle glideflater som blir påvirket av tiltaket, og der det er sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i lag/utstrekning som berører tiltakene [11].



Figur 3-1: Flytdiagram for vurdering av krav til sikkerhet og tiltak i henhold til NVE-veileder 1/2019.

Tiltaket ny gang-/ og sykkelvei plasseres i **tiltakskategori K1**.

### 3.4 Sikkerhetsprinsipper og regelverk

Gjennomførbarhet av utbyggingsplanene må dokumenteres gjennom vurderinger som viser at utbyggingen kan gjennomføres på en måte som tilfredsstillers dagens regelverk. Nødvendig geoteknikk sikkerhet skal ivaretas både i bygge- og driftsfase.

Regelverk som legges til grunn for geoteknikk prosjektering er gitt i egen rapport for geotekniske prosjekteringsforutsetninger [7].

## 4 Områdebeskrivelse

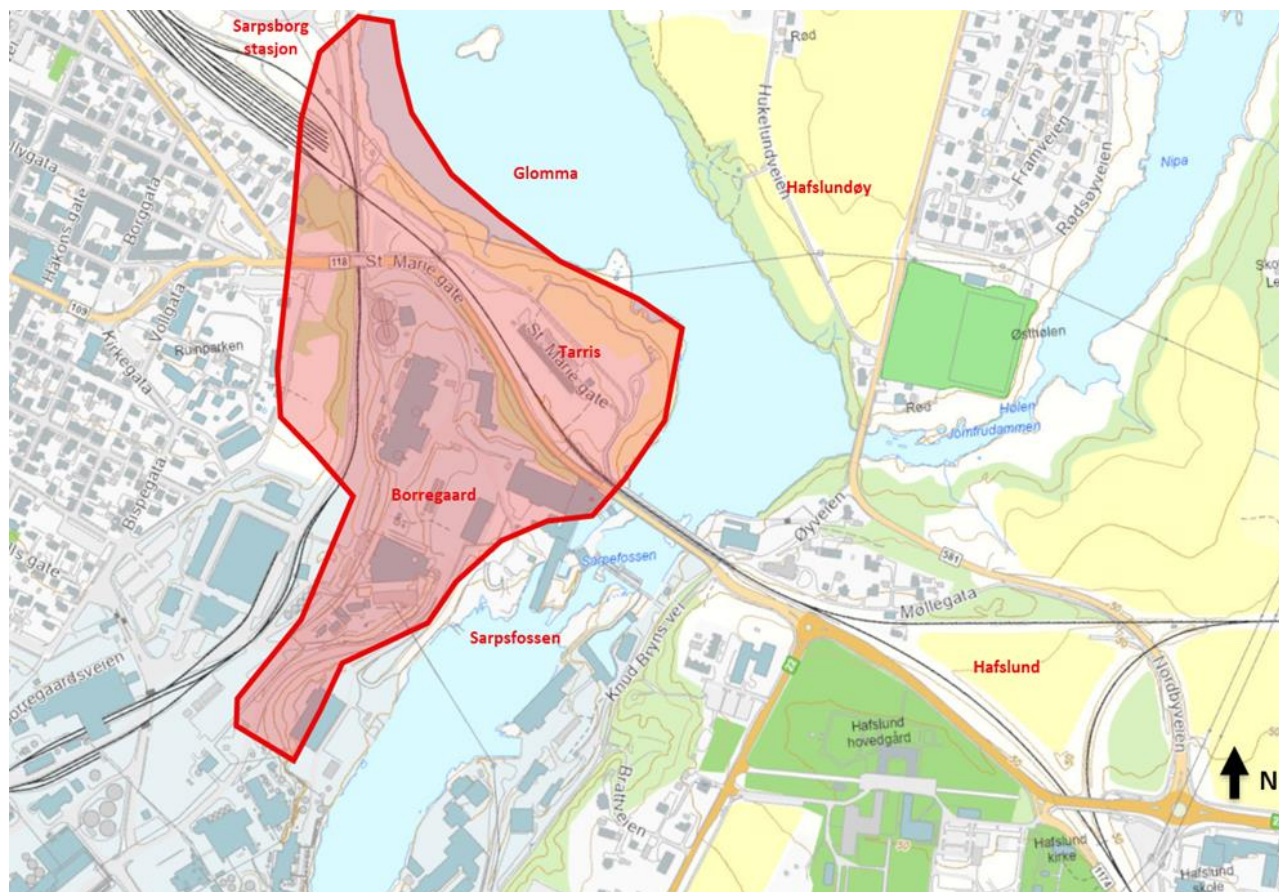
### 4.1 Tarris og Borregaard

Planområdet ligger i Sarpsborg kommune i Østfold fylke. Denne områdebeskrivelsen omhandler delen av planområdet kalt Tarris, som ligger på vestsiden av Sarpsfossen vist i Figur 4-1. Øst på planområdet står landkaret for dagens vei- og jernbanebruer over Glomma, og brua går over Sarpsfossen. Nord i området ligger Sarpsborg stasjon, hvor hensetningssporene i tillegg til Østfoldbanen strekker seg inn mot planområdet. Inne på Borregaard går det et jernbanespor (industri sporet) som benyttes av Borregaard til tømmertransport. Dette sporet strekker seg nordover og inn på Sarpsborg stasjon.

Planområdet går delvis gjennom en morenerygg (Raet). I tilknytning til denne vil det være varierende grunnforhold med store variasjoner innenfor korte avstander.

Sarpsborg sentrum består av kvartalsstruktur som avsluttes ved jernbanelinja og Borregaard. Borregaard er et forholdsvis stort industriområde rett ved Sarpsfossen. I det aktuelle området finnes det også mange viktige kulturmiljøer, bl.a. Sarpsborg middelalderby og Olavsvollen.

Tarris og Glomma har svært gode landskapsestetiske kvaliteter i et stort, åpent landskapsrom som avgrenses av Hafslundsøy i nordøst.



Figur 4-1: Kartutsnitt over prosjektområdet på Tarris/Borregaard.

## 4.2 Hafslund

Planområdet ligger i Sarpsborg i Østfold fylke. Denne områdebeskrivelsen omhandler delen av planområdet kalt Hafslund, som ligger på østsiden av Sarpsfossen vist i Figur 4-2.

Planområdet går delvis gjennom en morenerygg (Raet). I tilknytning til denne vil det være varierende grunnforhold med store variasjoner innenfor korte avstander.

Øst for Sarpsfossen skifter landskapet karakter. Terrenget har svært varierende landskapsformer, småkupert og industrilandskap langs Glomma og Østfoldraet som går som et høydedrag fra Hafslund Hovedgård over Borgenhaugen og videre til Klavestadhaugene og Sandbakken. Områdene rundt Hafslund hovedgård er åpent kulturlandskap. Hafslund Hovedgård med tilhørende kulturlandskap har landskapsestetiske verdier av nasjonal interesse, i tillegg til å være et av Norges viktigste herregårdsanlegg. Hovedgården med bebyggelse fra 1600- og 1700-tallet er fredet. Borgenhaugen og Hafslund er tett bebygde boligområder, omkranset av åpent kulturlandskap helt til Klavestad.



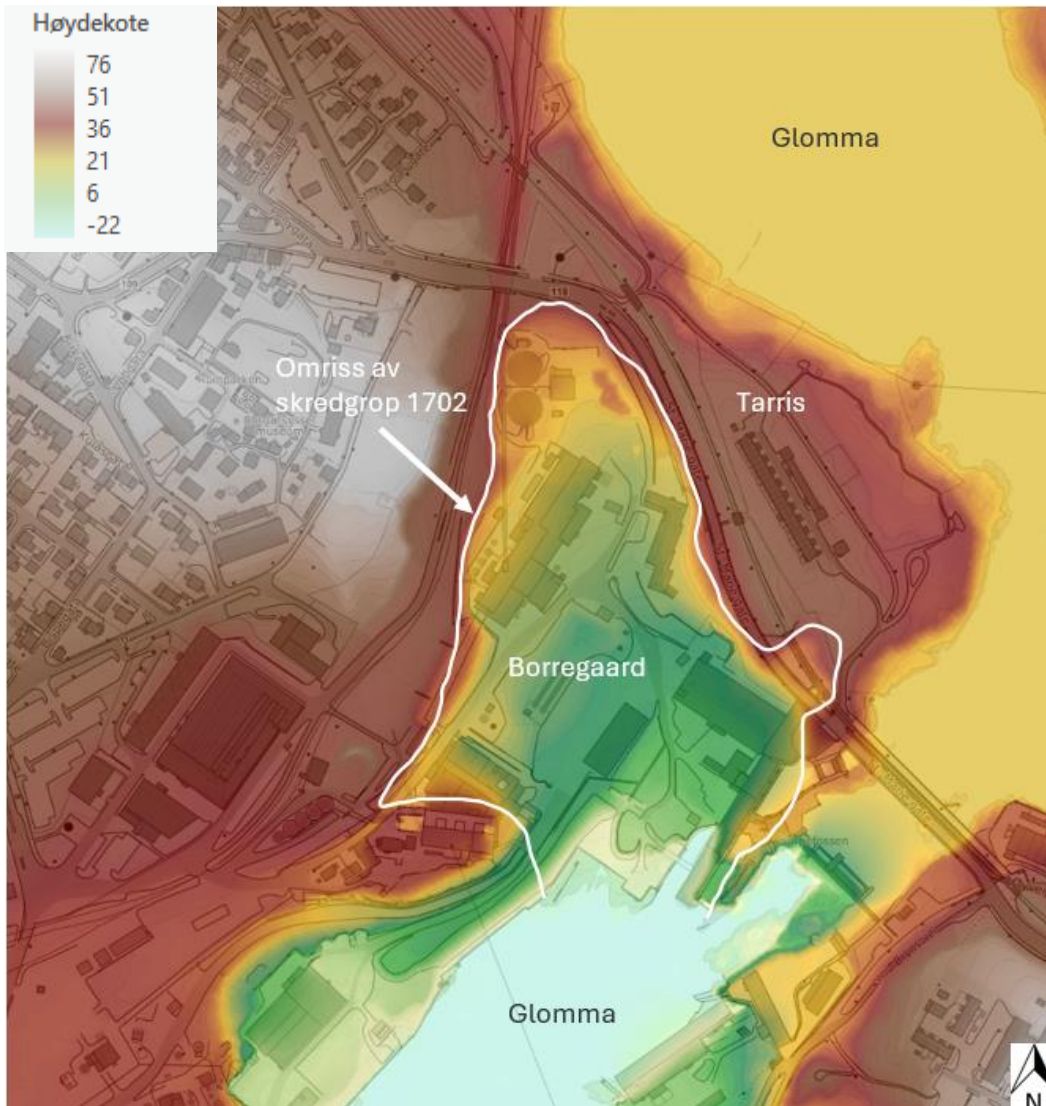
Figur 4-2: Kartutsnitt over prosjektområdet på Hafslund.

## 5 Topografi

### 5.1 Tarris og Borregaard

På Tarris vest for Sarpsfossen har terrenget svært varierende landskapsformer. Det er særlig preget av kvikkleireskredet på Borregaard i år 1702 [14] som dannet et søkk i terrenget vest for Tarris-bebyggelsen og nedover mot Glomma vest for Sarpsfossen. Se Figur 5-1 for omtrentlig omriss.

Det er store terrengforskjeller innenfor og tilknyttet planområdet. I nord/nordøst går Glomma med normal vannstand på ca. kote +24,2, og terrenget heller oppover mot Tarris på ca. kote +37. Østfoldbanen går gjennom området og ligger på ca. kote +40. Dagens fv. 118 ligger nedenfor jernbanefyllinga på mellom ca. kote +37 og +29. Østfoldbanen og fv. 118 ligger på toppen av rasgropen til Borregaardsskredet som gikk i år 1702. Nede i rasgropen ligger industriområdet til Borregaard på mellom ca. kote +17 til +23. I skredgropen ved Borregaard er det relativt flatt før det videre vestover går bratt oppover mot Ruinparken med høyeste punkt på ca. kote +49. Nord for Borregaard går det oppover mot St. Marie gate. Nedstrøms Sarpsfossen ligger Glomma på ca. kote +2,5. Basert på batymetri ved Olavsvollen/Opsund og fra utførte seismikkundersøkelser i Glomma på nordsiden av Tarris, forventes det at skråningen i Glomma heller ned mot ca. kote +14 til +16.



Figur 5-1: Høydeplott over prosjektområdet på Tarris/Borregaard [hoydedata.no]. Omtrentlig omriss av skredgrop etter Borregaardsskredet er tegnet inn.

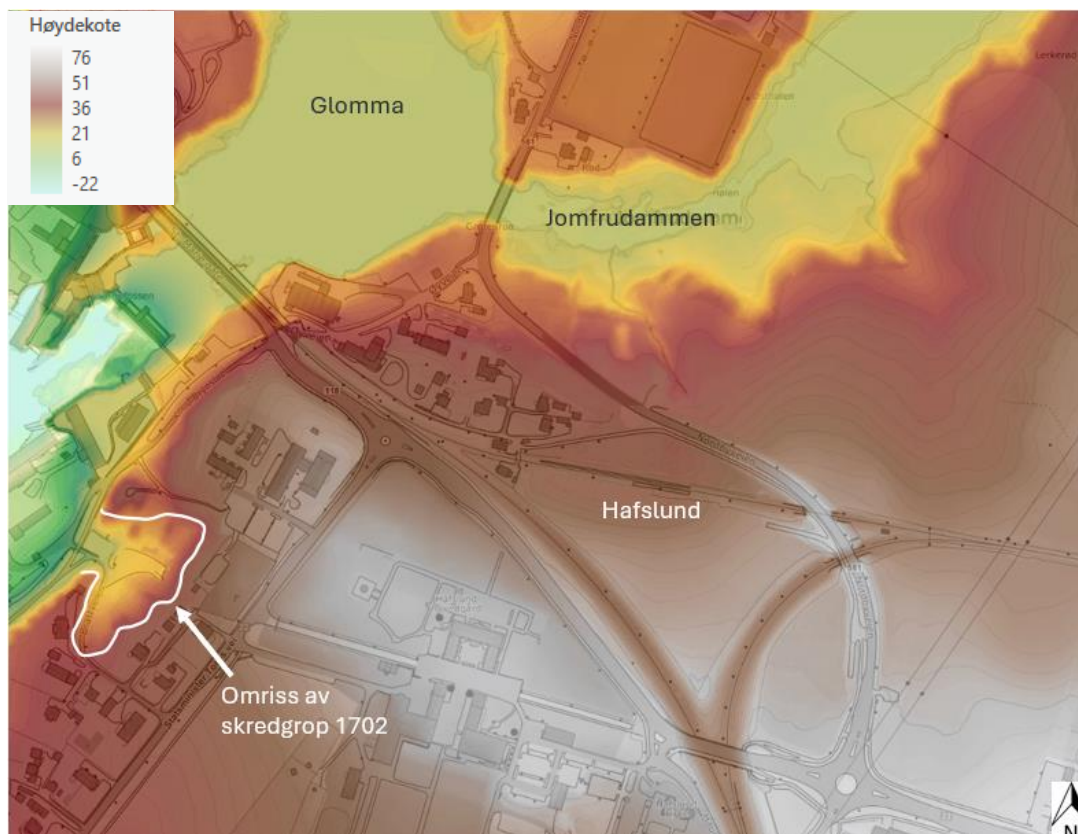
## 5.2 Hafslund

På Hafslund øst for Sarpsfossen har terrenget svært varierende landskapsformer, det er småkupert og det er et industrilandskap langs Glomma og Østfoldraet som går som et høydedrag fra Hafslund Hovedgård over Borgenhaugen og videre til Klavestadhaugene og Sandbakken. Områdene rundt Hafslund hovedgård er et åpent kulturlandskap.

Det er store terrengforskjeller innenfor og tilknyttet planområdet. I nord går Glomma/Jomfrudammen med vannivå på ca. kote +24,2, og terrenget heller oppover til ca. kote +55 ved Hafslund skole lengst sørøst. Dagens fv.118 ligger ved siden av Østfoldbanen i ca. kote + 35 nede ved Sarpsfossen, mens jernbanen ligger på ca. kote + 40 samme sted. Videre sørøstover stiger veien oppover mot kote +52,5, mens jernbanen blir liggende i skjæring i ca. kote +44. Nordbyveien ligger i ca. kote +31,5 nede ved Grøte bru, og stiger oppover sørøstover mot Hafslundsgate i ca. kote +52. Både sammenkoblingssporet (Hafslundsløyfa) og Østre-linje går i to kulverter under Nordbyveien, og ligger i ca. kote +44,5. Nedstrøms Sarpsfossen ligger vannivået i Glomma på ca. kote +2,5.

Terrenget heller som en skråning som strekker seg oppover fra Glomma/Jomfrudammen og har totalt 20-25 m høydeforskjell med terrengkoter varierende fra ca. +23/+24 nede ved Glomma/Jomfrudammen i nord/nordvest, og opp til ca. +55 ved Hafslund skole lengst sørøst. Basert på utført seismikk i forbindelse med utbygging av Sarp-kraftverk, forventes det at skråningen heller ned mot ca. kote +15 lokalt ved kraftverket. Utførte grunnundersøkelser for Sarp2-kraftverket indikerer at skråningen heller ned mot ca. kote +19 i området lengre oppstrøms. Ved Jomfrudammen kan det antas at skråningen heller ned mot ca. kote +23.

Sørvest i området er det tydelige tegn etter Borregaardsskredet i 1702 [14]. Se Figur 5-2 for omtrentlig omriss.

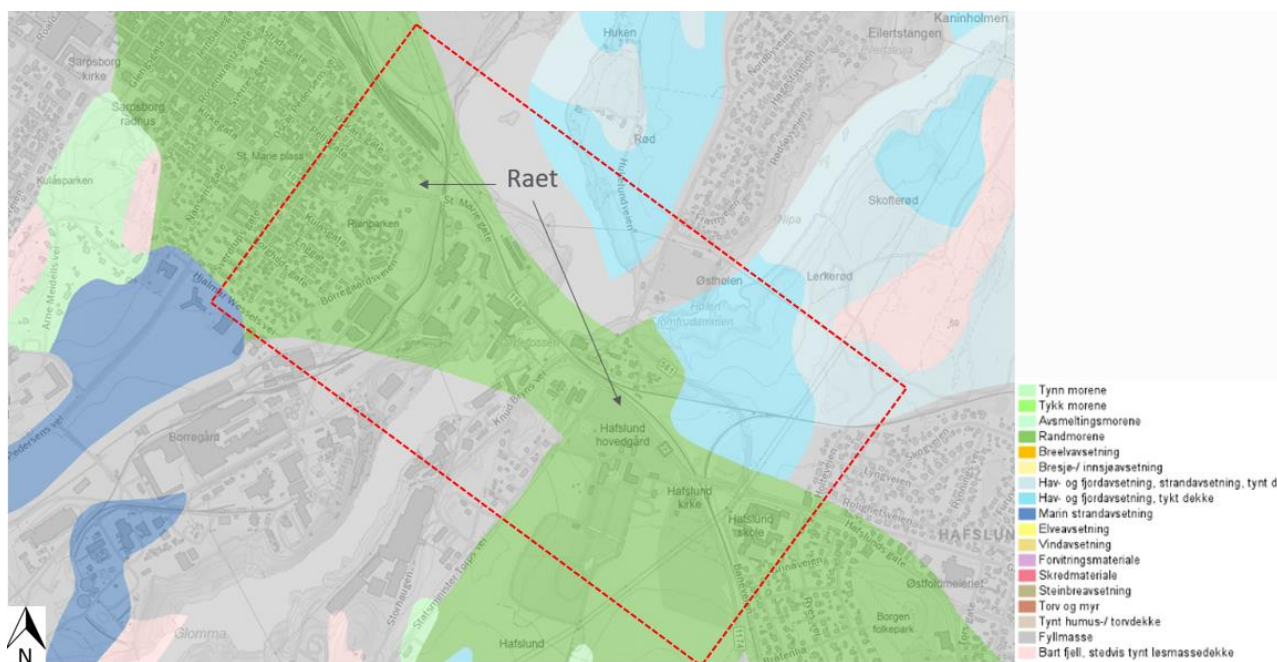


Figur 5-2: Høydeplott over prosjektområdet på Hafslund [hoydedata.no]. Omtrentlig omriss av skredgrop etter Borregaardsskredet er tegnet inn.

## 6 Kvartærgeologi

Figur 6-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet viser at de terrengnære løsmassene i og ved prosjektområdet består av tykk randmorenen (Raet), fyllmasser, og hav- og fjordavsetninger. Kartet angir ofte områder med fyllmasser pga. oppfylling på stedlige masser, og sier derfor ikke noe om hvilke masser som ligger under fyllmassene.

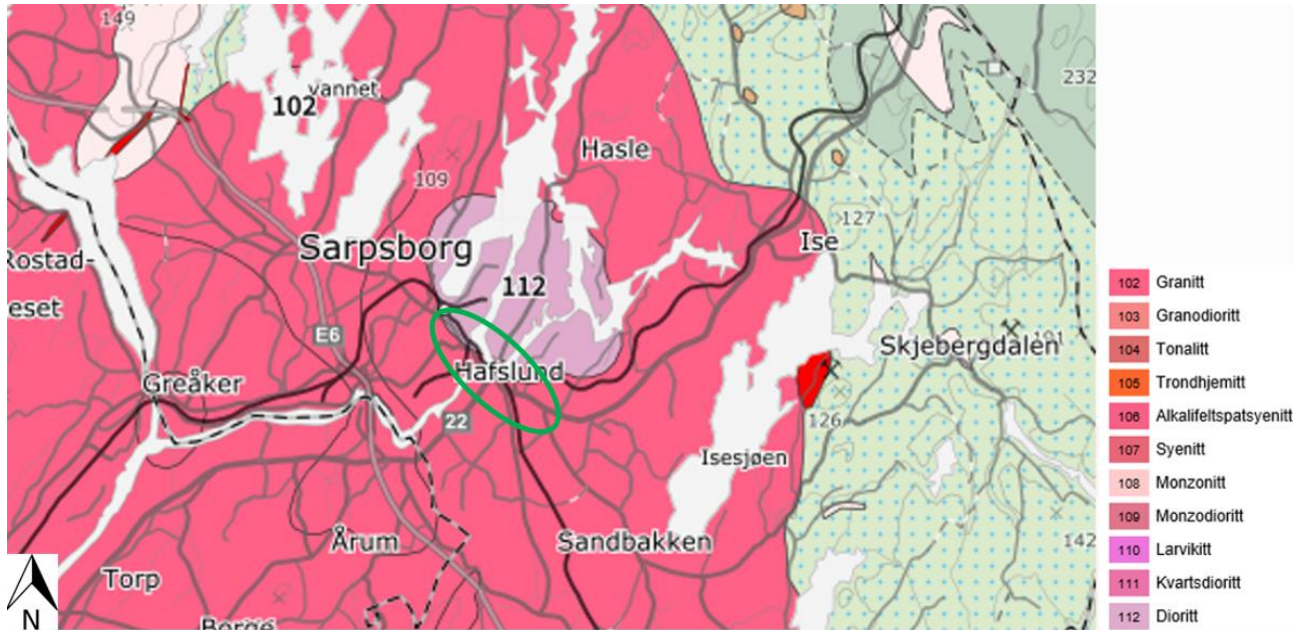
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassene overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises det til [www.ngu.no](http://www.ngu.no) [15].



Figur 6-1: Kvartærgeologisk kart over området. Hentet fra Norges geologiske undersøkelser [ngu.no].

### 6.1 Berggrunn

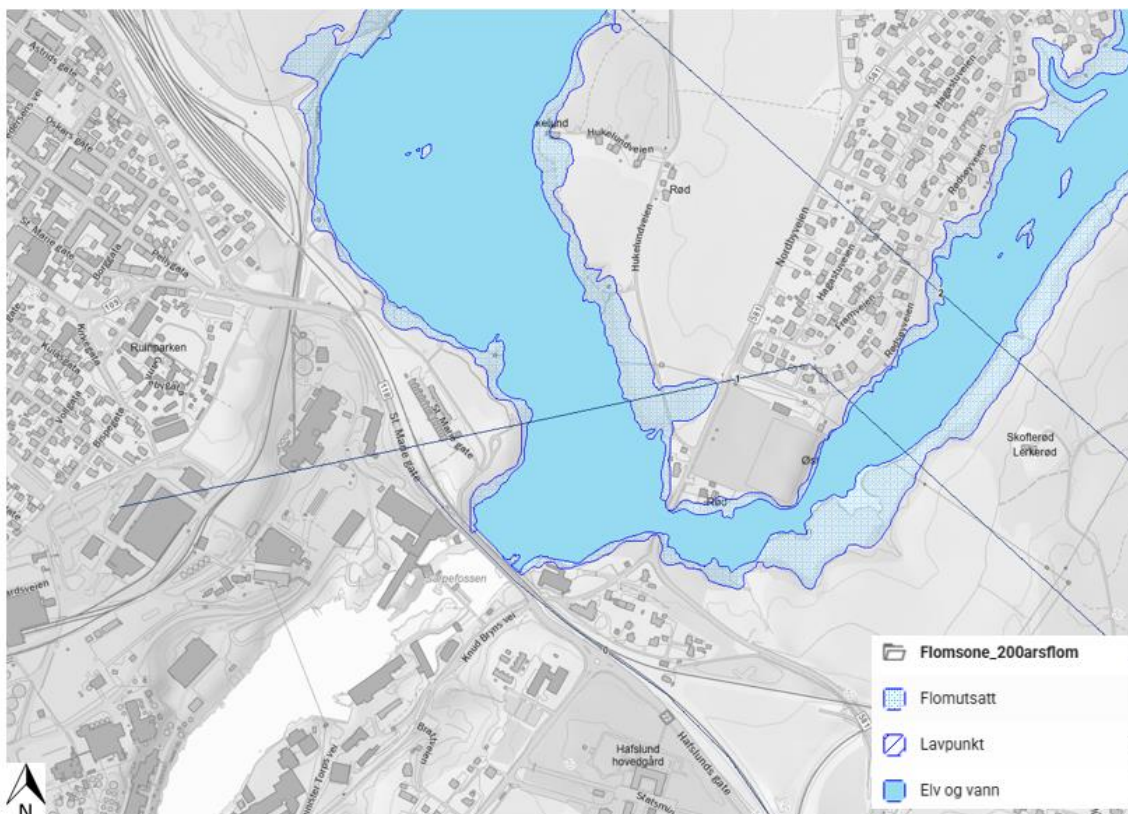
Basert på berggrunnskart fra NGU (Norges Geologiske Undersøkelser) [16] i Figur 6-2 kan en forvente bergarter av Dioritt og Iddefjordsgranitt, bergarter som intakt anses som sterke og meget sterke bergarter. Det er ikke utført prøver av berget, og basert på seismiske undersøkelser kan det forventes svakhetssoner med dårligere bergkvalitet.



Figur 6-2: Berggrunnskart fra Norges geologiske undersøkelser [ngu.no].

## 7 Vassdrag og flom

Figur 7-1 viser aktsomhetsområde for flomsone for 200-årsflom, hentet fra kartverket til NVE-atlas [17]. Som vist i figuren ligger deler av prosjektområdet innenfor aktsomhetsområde for flom. Aktsomhetskartet indikerer potensielle fareområder. Faregraden er ikke tallfestet og kartet gir derfor ikke opplysninger om sannsynlighet eller gjentakintervallet for flom. Det vises til utredning av flomfare for detaljreguleringsplanen [18].



Figur 7-1: Aktsomhetsområde for flom [atlas.nve.no].



## 8 Grunnforhold

### 8.1 Grunnforholdsbeskrivelse

Det vises til de geotekniske datarapportene (10245026-RIG-RAP-001 [19] og 10245026-RIG-RAP-002 [20]) for detaljert beskrivelse av grunnforholdene, samt materialparameterrapport (10245026-RIG-RAP-004 [21]) for tolkning av aktuelle materialparametere i prosjektområdet.

Det er meget uoversiktlige og svært kompliserte grunnforhold i området, med både randmorene (Raet) og sensitivt sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. I intakt form er sprøbruddmaterialet og kvikkleiren stedvis meget fast, men i omrørt tilstand blir materialet helt flytende. Dette til tross for egenskaper som blant annet lavt vanninnhold, og høyt silt- og sandinnhold. Det er vanskelig å danne et klart bilde av lagdelinger og utstrekning av disse. Det forekommer lag av sand, grus, stein og blokk hvor det er blitt brukt økt rotasjon, spyling og slag i grunnundersøkelsene. Generelt varierer grunnforholdene fra områder med berg i dagen til områder med bløt og sensitiv leire (sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire) og til dels store dybder til berg ( $\approx 70$  m).

Variasjon i bergnivå vil ha stor innflytelse på valg av fundamenteringsløsninger. Det forventes at bergoverflaten stedvis er meget bratt. Det presiseres at ikke alle totalsonderinger er boret inn i berg for sikker bergpåvisning, og at en del av totalsonderingene er stoppet i løsmasser og ikke boret ned til antatt berg. Generelt er bergoverflaten svært varierende i området og er karakterisert med partier med oppstikkende berg med mellomliggende dype partier. Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne være svært variabel sett i lys av totalsonderingene, og det må forventes å være lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser grunnet begrensende tetthet.

Det er i mange tilfeller utfordrende å vurdere resultatene av grunnundersøkelsene. Det gjøres oppmerksom på at det grunnet lagdelte, sandige og siltige materialer er avdekket til dels betydelige prøveforstyrrelser fra laboratorieundersøkelsene, og at det stedvis har vært utfordrende med CPTu-sonderinger og opptak av prøver.

Generelt ligger grunnvannstanden i varierende dybder grunnet det kupert terrenget i området. Grunnvannsforholdene er generelt avhengig av årstid og nedbørsmengde, og det forventes derfor variasjoner i grunnvannsnivået. Fra flere av poretrykksmålingene i borpunktene kan man se ikke-hydrostatisk poretrykksfordelinger, da det tilsynelatende kan se ut til at det er noe poreundertrykk i de dypeste poretrykksmålerne. Det ble også under utførelse av enkelte boringer avdekket artesisk trykk (poreovertrykk) og behov for tetting av borhull.

### 8.2 Utførte grunnundersøkelser og befaringer

Multiconsult har gjennom arbeidet med detaljreguleringsplanen utført grunnundersøkelser og befaringer av prosjektområdet, både på Tarris og Hafslund. Det er utført et omfang grunnundersøkelser tilpasset detaljreguleringsplan, og det er utført grunnundersøkelser både på land og ute i Glomma på Tarris oppstrøms Sarpsfossen. For nærmere gjennomgang og beskrivelse av gjennomførte grunnundersøkelser vises det til de geotekniske datarapportene, 10245026-RIG-RAP-001 [19] og 10245026-RIG-RAP-002 [20].

Det er utført befaringer i flere runder for å få oversikt over lokale forhold som har betydning for avgrensning av faresoner, kartlegging av berg i dagen, for planlegging av grunnundersøkelser, oppfølging av grunnundersøkelser og poretrykk, kartlegging etter stormen «Hans», samhandling med parallelle prosjekter som f.eks. Sarp2-prosjektet, befarings av Borregaard kraftverk og Orklabygget

(tidligere papirfabrikk), i forbindelse med anslagsprosessen, samt for vurderinger rundt evt. pågående erosjon.

I forbindelse med kartleggingen av erosjonsforholdene i raviner og langs vassdraget (Glomma/Jomfrudammen) både oppstrøms og nedstrøms Sarpsfossen, ble det utarbeidet et befaringsnotat 10245026-RIG-NOT-005 [22].

Det er også utført nyere grunnundersøkelser av andre aktører innenfor prosjektområdet, deriblant nede på Borregaard i regi av Borregaard/Geovita, samt på land og i Glomma på Hafslund i regi av Hafslund Kraft/Norconsult. Multiconsult har fått oversendt rådata, og har således gjort egne tolkninger av grunnundersøkelsene, og disse er tatt inn som grunnlag for vurderingene.

### 8.3 Grunnobservasjonsmodell (GOM)

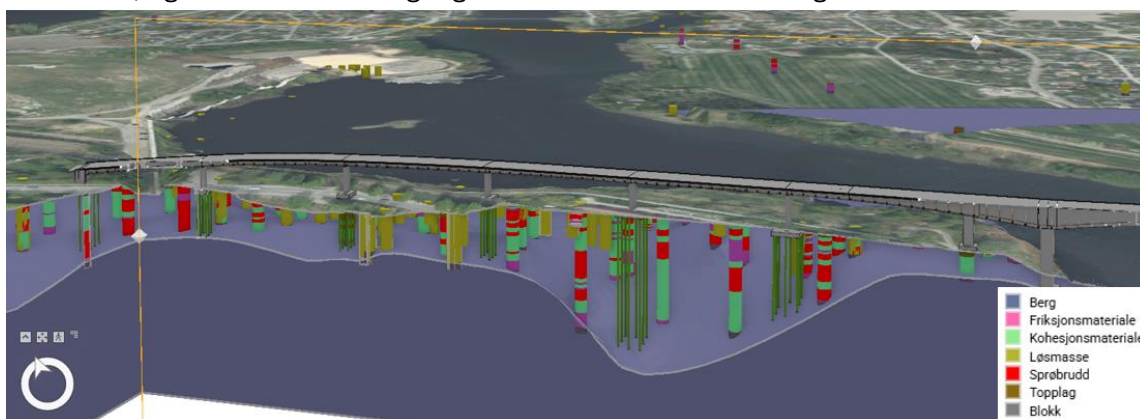
Det er utarbeidet en grunnobservasjonsmodell (GOM) i arbeidet med detaljreguleringsplanen, og denne består av en bergmodell, borpunkt med tolket lagdeling i søyler, samt en usikkerhetsmodell for bergoverflaten som visuelt viser avstanden til boringer med innboring i berg. Se Figur 8-1 til Figur 8-5.

I forbindelse med grunnobservasjonsmodellen er det utarbeidet et følgenotat, notat 10245026-RIG-NOT-004 [23]. Dokumentet beskriver bakgrunn, forutsetninger og usikkerheter for grunnobservasjonsmodellen (GOM).

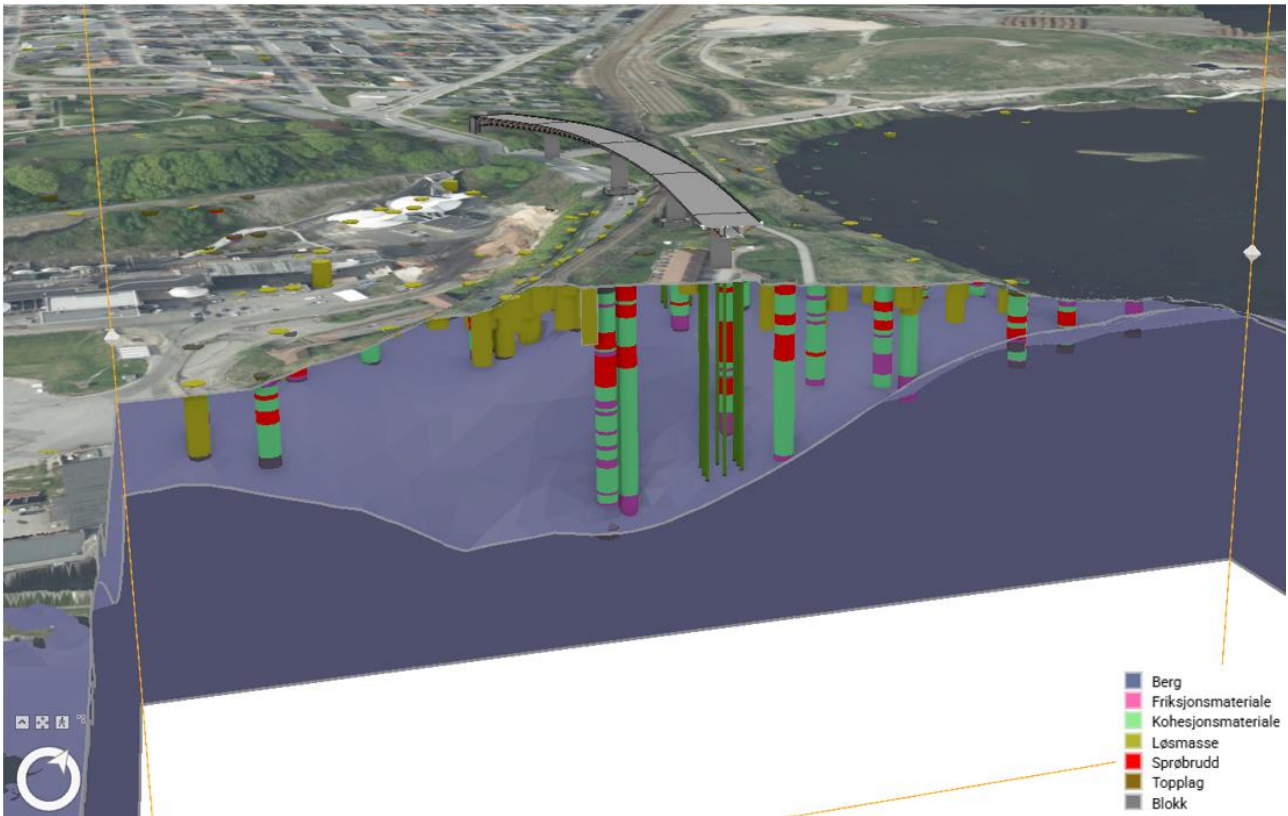
Den uoversiktlige lagdelingen og de varierende egenskapene til løsmassene i området gjør at det er nødvendig at det gjøres egne separate tolkninger og vurderinger for hvert enkelt beregningstilfelle. GOM er ment som et hjelpemiddel for å få oversikt over lagdelingene, og må ikke brukes ukritisk.

Det er svært viktig at brukeren av modellen er klar over at dette bare er en modell og avvik i forhold til reelle grunnforhold vil forekomme. Selv om modellene kan fremstå som svært nøyaktige er det viktig å forstå at det er store usikkerheter i modelleringen. Datagrunnlaget for modellen kan fremstå som godt, men i store deler av det modellerte området er det store avstander mellom sonderingene og enda større avstand mellom sonderinger av god kvalitet.

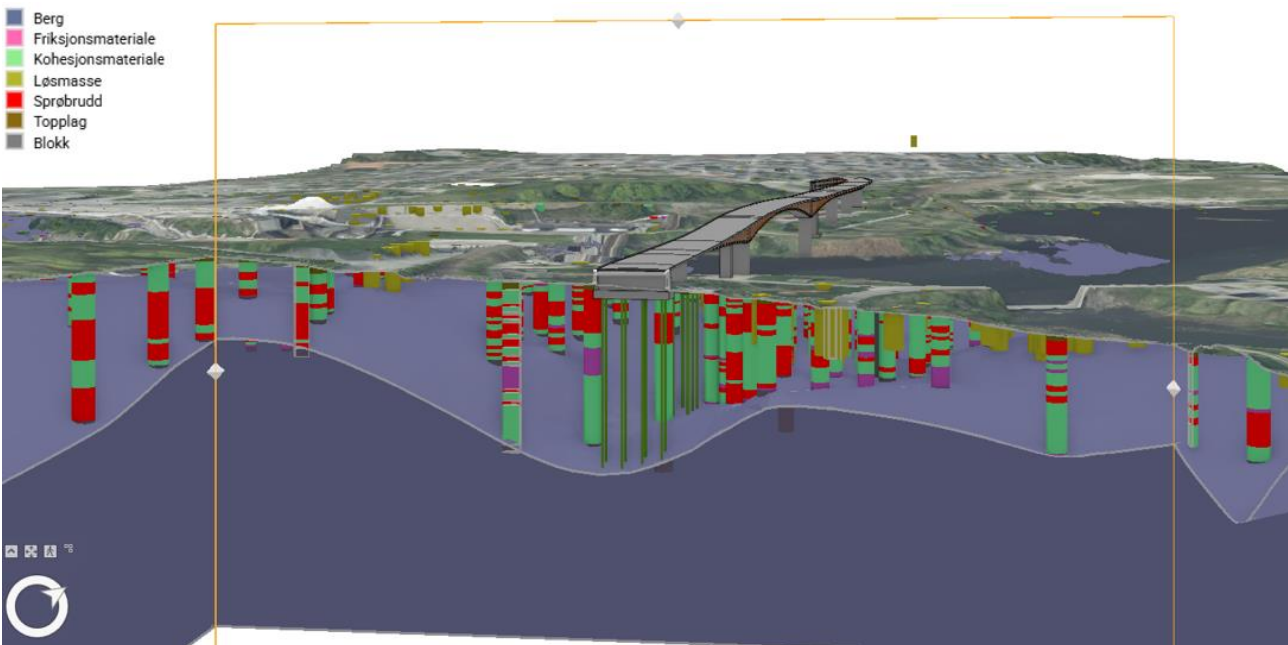
Grunnobservasjonsmodellen (GOM) er på nåværende tidspunkt i «MMI 100», tilsvarende skissenivå. Derfor bør modellen betraktes som en tolkning av lagdelinger og grunnforhold på et overordnet nivå, og bør kun benyttes til visualisering og konseptvurderinger. Det bør utvises forsiktighet ved bruk av informasjon fra modellen, og det er av stor betydning å også vurdere de nærliggende borehullene og grunnundersøkelsene dersom det skal tas ut tverrsnitt fra modellen som videre skal benyttes til vurderinger av løsninger etc. Ingen direktetolkning må gjøres uten geoteknisk og/eller geologisk forståelse, og heller ikke uten tilgang til rådata brukt i modelleringen.



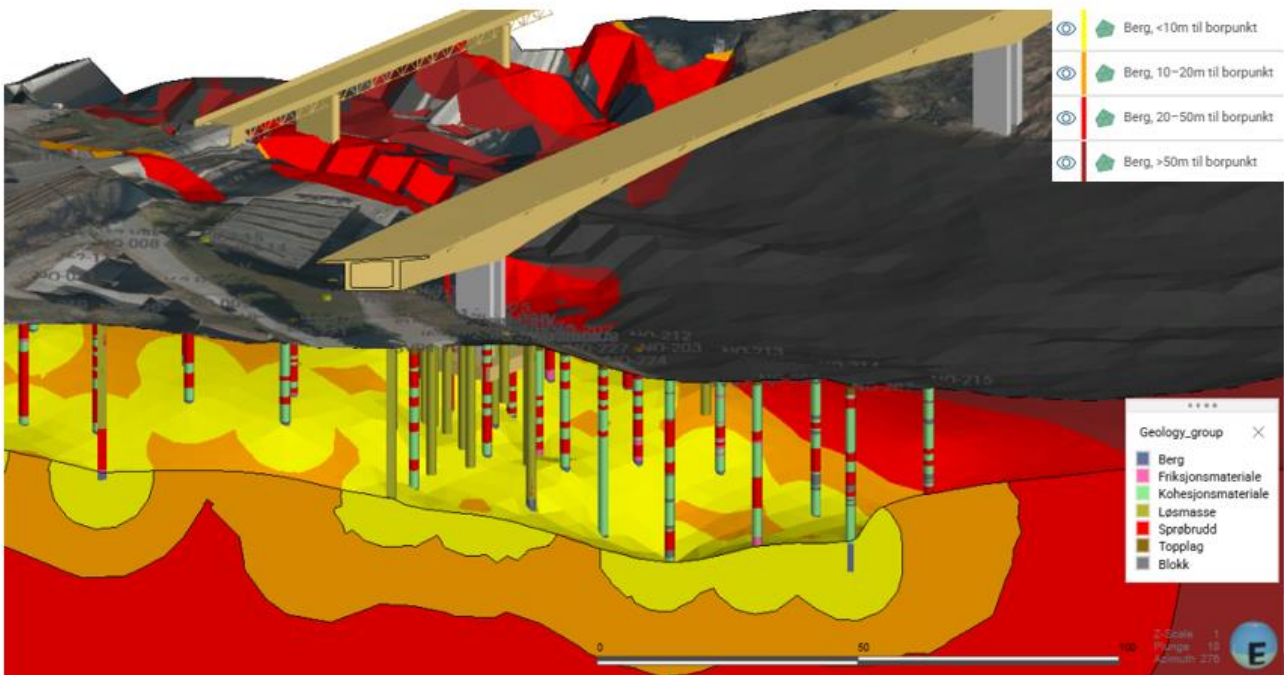
Figur 8-1: Utklipp fra grunnobservasjonsmodellen (GOM) som viser tolkede sonderinger, terrengoverflate og bergoverflate i et snitt på Tarris [23].



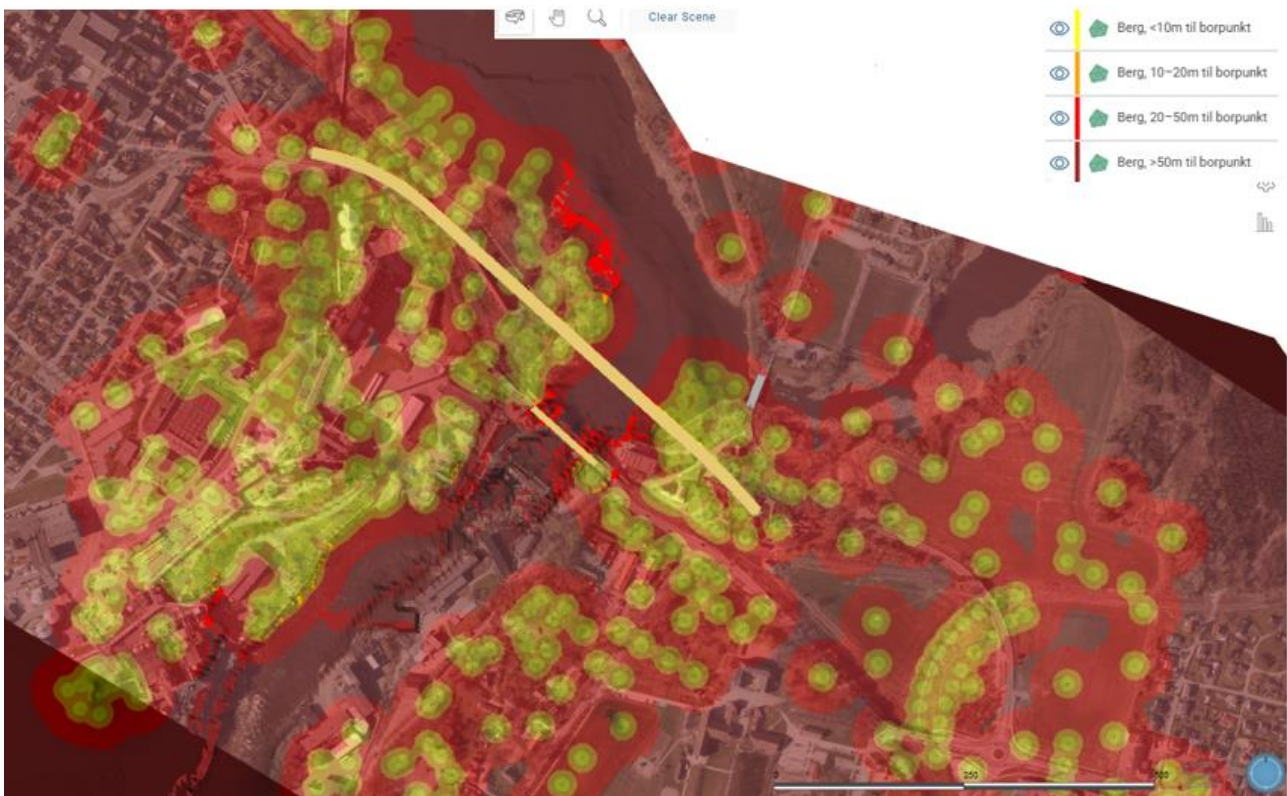
Figur 8-2: Utklipp fra grunnobservasjonsmodellen (GOM) som viser tolkede sonderinger, terrengoverflate og bergoverflate i et snitt på Tarris med Glomma til høyre i bildet, og rasgropa fra Borregaardsskredet til venstre [23].



Figur 8-3: Utklipp fra grunnobservasjonsmodellen (GOM) som viser tolkede sonderinger, terrengoverflate og bergoverflate i et snitt på Hafslund mellom bruakse 9 og 10 [19].



Figur 8-4: Usikkerhetsmodell for antatte dybder til berg. Tidligere/utgått bruløsning vises i figuren [19].



Figur 8-5: Usikkerhetsmodell for antatte dybder til berg sett ovenfra. Tidligere/utgått bruløsning vises i figuren [19].



## 9 Materialparametere

De geotekniske materialparametere som er lagt til grunn i prosjektet er beskrevet i en egen rapport, se rapport 10245026-RIG-RAP-004 [21]. Se utklipp av skjærstyrkeprofiler i Figur 9-1 og Figur 9-2.

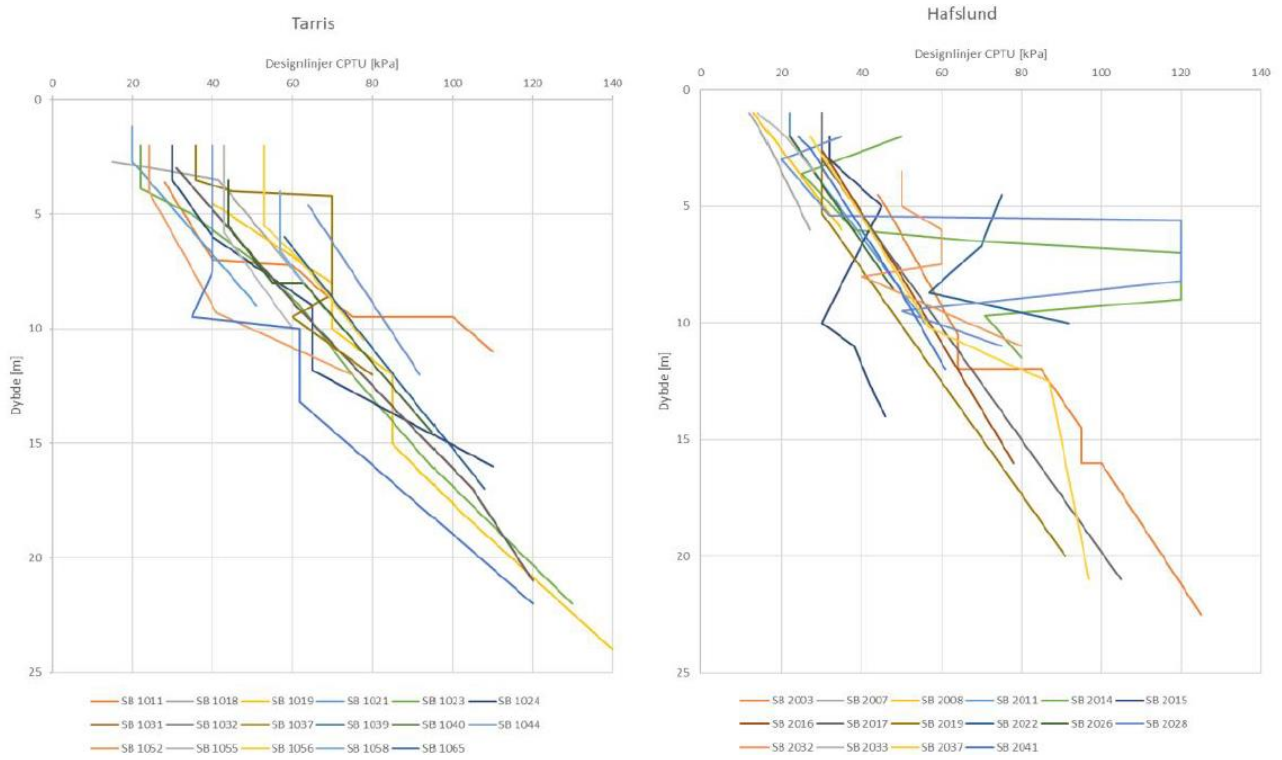
Materialparameterrapporten presenterer tolkninger og vurderinger av grunnundersøkelsene utført av Multiconsult. Ytterligere materialparametere som er benyttet fra andre relevante grunnundersøkelser utført av andre aktører, f.eks. i forbindelse med områdestabilitetsrapportene, er presentert spesifikt i vedlegg til tilhørende områdestabilitetsrapport [1] og [2]. I nyeste revisjon av materialparameterrapporten, datert 30.01.2026, er materialparametere fra andre aktørers grunnundersøkelser implementert.

Planområdet ligger ved en randmorene, «Raet». Ved forrige istid, sto isbreen og «stanget» i dette området. Det har ført til svært stor variasjon i lagdelingen og den inhomogene sammensetningen av materialer. Vekten av isbreen, samt av masser som har rast ut enten via erodering i Glomma eller som en del av Borregaardsskredet, har trolig ført til overkonsolideringen av leira.

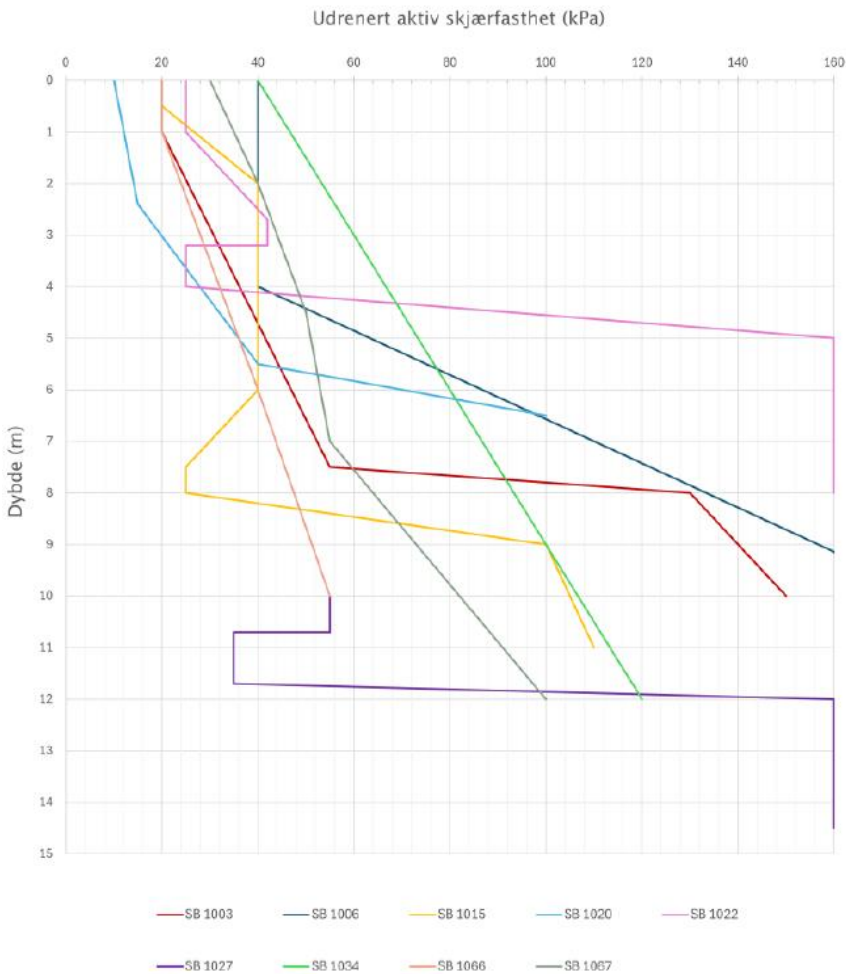
De utførte grunnundersøkelsene er av varierende kvalitet. Det er utfordrende å ta opp gode prøver i bløt leire, og det høye silt-, sand- og grusinnholdet gjør det ekstra krevende. Dette har gitt prøveforstyrrelser, som påvirker kvaliteten på laboratorieforskene, både for treaksial-, ødometer- og enaksialforskene. Kvaliteten på utførte CPTU-sonderinger er generelt bra, og sammen med de gode treaksial- og ødometerforsøk gir uunnværlig verdi videre i prosjektet. Dette gjelder også de omfattende rutineundersøkelsene fra laboratoriet som blant annet gir en økt forståelse for utstrekningen av sprøbuddmateriale og kvikkleire innenfor planområdet.

Det er nødvendig at det gjøres egne separate tolkninger og vurderinger av materialparametere i forbindelse med at det settes opp beregningsmodeller. Det anbefales også at det utføres sensitivitetsanalyser i forbindelse med de forskjellige beregningene. Materialparameterrapporten er ment som en veiledning for valg av parameter og det forventes at forståelsen for grunnforholdene økes underveis i prosjektet. Parametere presentert i materialparameterrapporten 10245026-RIG-RAP-004 skal således benyttes med forsiktighet.

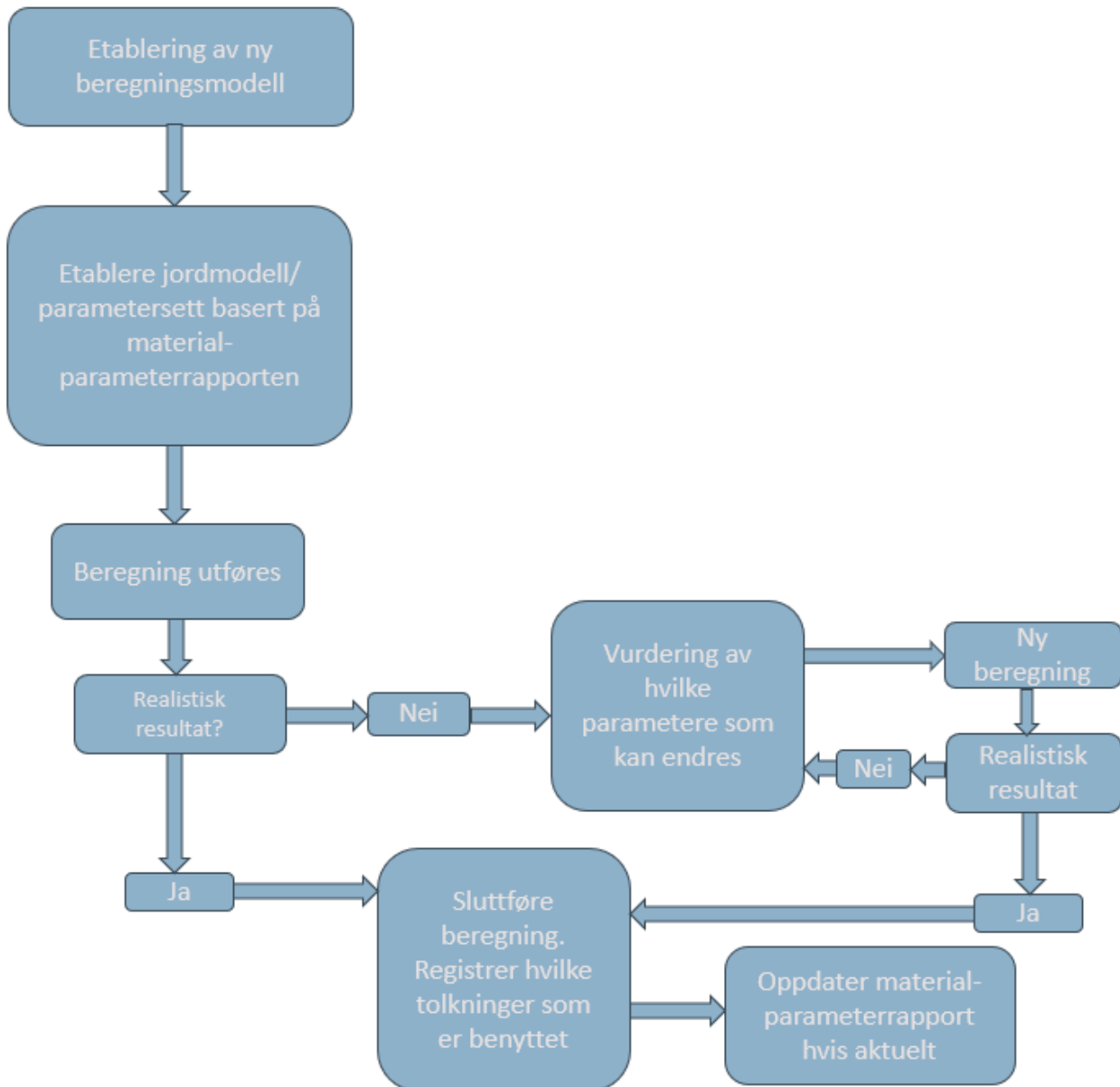
Materialparameterrapporten er å betrakte som et levende dokument, som vil kunne revideres etter hvert som prosjektet modnes. Modningsprosessen vil foregå ved at ny kunnskap blir gjort tilgjengelig enten via supplerende grunnundersøkelser eller detaljerte beregninger og vurderinger. Se arbeidsgangen for dette illustrert i flytskjemaet i Figur 9-3.



Figur 9-1: Sammenstilling av utvalgte tolkningslinjer fra CPTU-sonderinger utført på Tarris og Hafslund [21].



Figur 9-2: Sammenstilling tolkningslinjer fra CPTU-sonderinger utført i Glomma [21].



Figur 9-3: Flytskjema for beregninger/vurderinger og evt. oppdatering av materialparameterrapport [21].

Det er store variasjoner over korte avstander, noe som gjør at det ikke er mulig å bestemme materialparametere som er gjeldende for et større område enn akkurat der en aktuell grunnundersøkelse er utført. Det gjør også at det er utfordrende å finne sammenhengene lag som kan gi en uniform lagdeling. Materialparameterrapporten er ment som en veiledning for valg av parameter, mens grunnobservasjonsmodellen (GOM) omtalt i kap. 8.3 er ment som et hjelpemiddel for å få oversikt over lagdelingene, og disse to må ikke brukes ukritisk.

### 9.1 Veiledende materialparametere (erfaringsverdier)

For masser som det ikke foreligger grunnundersøkelser fra, benyttes erfaringstall fra Tabell 3.6.2 – 1 i Statens veivesens Håndbok V220 [24].



## 10 Kulturminner og kulturlag

### 10.1 Generelt

Forekomster av kulturminner/kulturlag og arkeologiske funn kan påvirke utførelse av anleggsarbeidene og fremdriften. I noen tilfeller vil krav fra myndighetene påvirke hele anleggsgjennomføringen, for eksempel rekkefølge av arbeidene og utgravingsnivåer.

Ny Sarpsbru med tilhørende geotekniske stabiliseringstiltak medfører mulige konflikter med vernehensyn (kulturminner og kulturlag). Behov for lokale dypere utgravinger vil også kunne fremkomme i forbindelse med arkeologiske utgravinger, der kulturminnene ligger under aktuelt eller endelig gravenivå.

Det er usikkerheter og risikoer rundt senkning av grunnvannstanden i forbindelse med de geotekniske tiltakene. Senkning av grunnvannstanden, også midlertidig i anleggsfasen, eller redusert infiltrasjon av overflatevann kan tørke ut kulturlagene. Dette vil raskt igangsette setningsprosesser i grunnen, men omfang og hastighet vil avhenge av kulturlagenes sammensetning og bevaringstilstand på tiltakstidspunktet. Det er ikke uvanlig at dette kan påføre skader på bygg og annen infrastruktur i et større område rundt tiltaket.

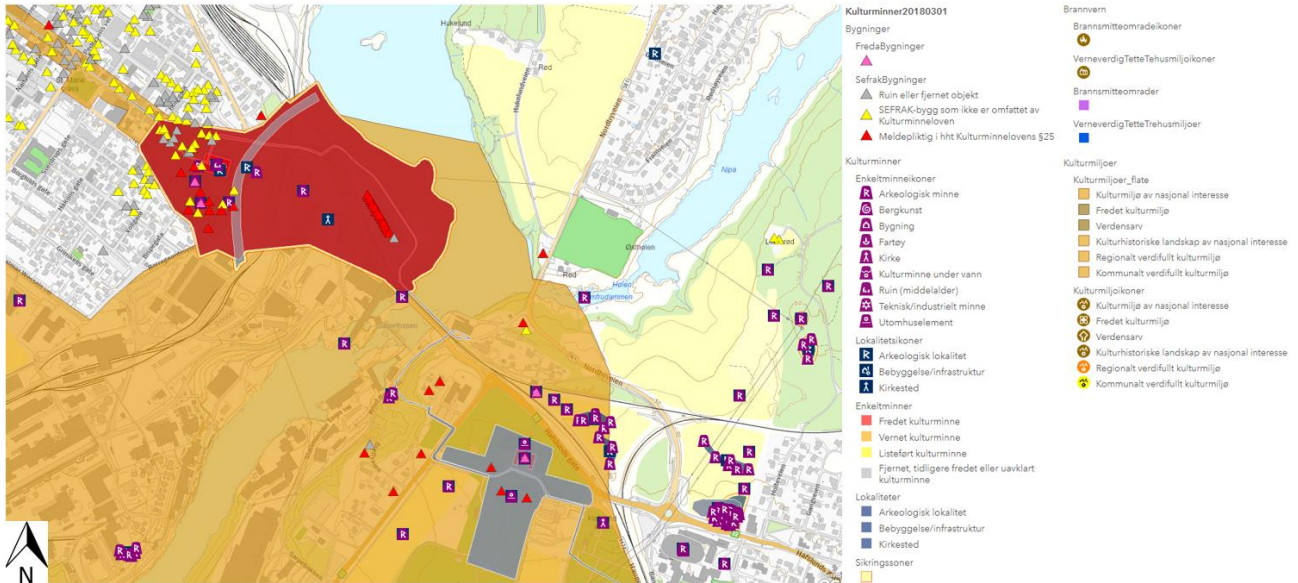
Noen kulturminner, både i grunnen og over bakken, kan være følsomme for rystelser. Der kulturminnene ligger dypt, for eksempel under fyllmasser, ute i sjø eller vann, eller hvor det er mektige kulturlag, kan det være vanskelig å etablere en geoteknisk trygg løsning for å gjennomføre en arkeologisk utgraving. Det er ofte i slike tilfeller heller ikke anledning til å benytte kalksementpeler, jetpeler eller tilsvarende stabiliserende tiltak, fordi man da må bore gjennom kulturminnene, noe som kan skade dem.

### 10.2 Hensyn til kulturminner

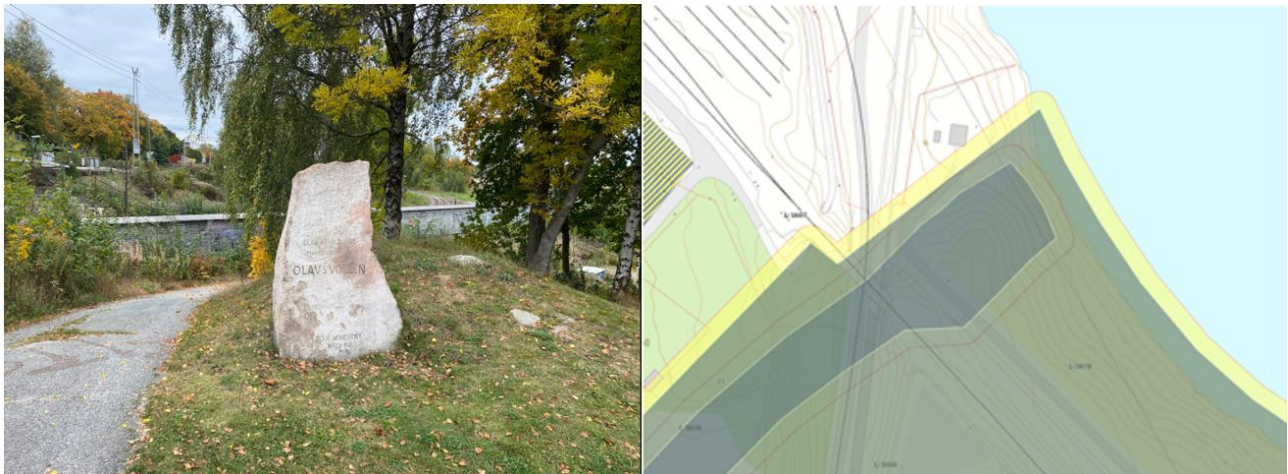
Det vises til premissnotat-landskap [25]. Innenfor planområdet er hele middelalderbyen Sarpsborg automatisk fredet, og det finnes andre automatisk fredete og vedtaksfredete kulturminner. Den vedtatte kommunedelplanen som ligger til grunn for planarbeidet legger opp til at den gamle arbeiderboligen «Tarris» (opprinnelig «Foster Terrace», bygget 1846) skal rives. Tarris står midt i den gamle middelalderbyen Sarpsborg (grunnlagt 1016). En del av grunnen der byen lå raste ut i et kvikkleireskred i 1702. Det knytter seg stor verneinteresse til de gjenværende delene av middelalderbyens forsvarsverk, «Olavsvollen», som det finnes noen små intakte biter av [25].

På motsatt side av Glomma ligger Hafslund hovedgård, en fredet herregård der nåværende hovedbygning er oppført i 1758-1762. Nord for herregården ligger en vedtaksfredet banevokterbolig mellom østre- og vestre- linje. I samme område ligger det noen SEFRAK-registrerte bygninger. I landbruksområdet, mellom og nord for de tre skinnegangene, ligger det automatisk fredet kulturminner i grunnen [25].

Figur 10-1 viser kart over kartlagte kulturminner i prosjektområdet, mens Figur 10-2 viser avgrensningen til den mest intakte delen av Olavsvollen.



Figur 10-1: Kart som viser kartlagte kulturminner i prosjektområdet.



Figur 10-2: Avgrensning av Olavsvollen. Bilde tatt av Multiconsult.

### 10.3 Viktige momenter

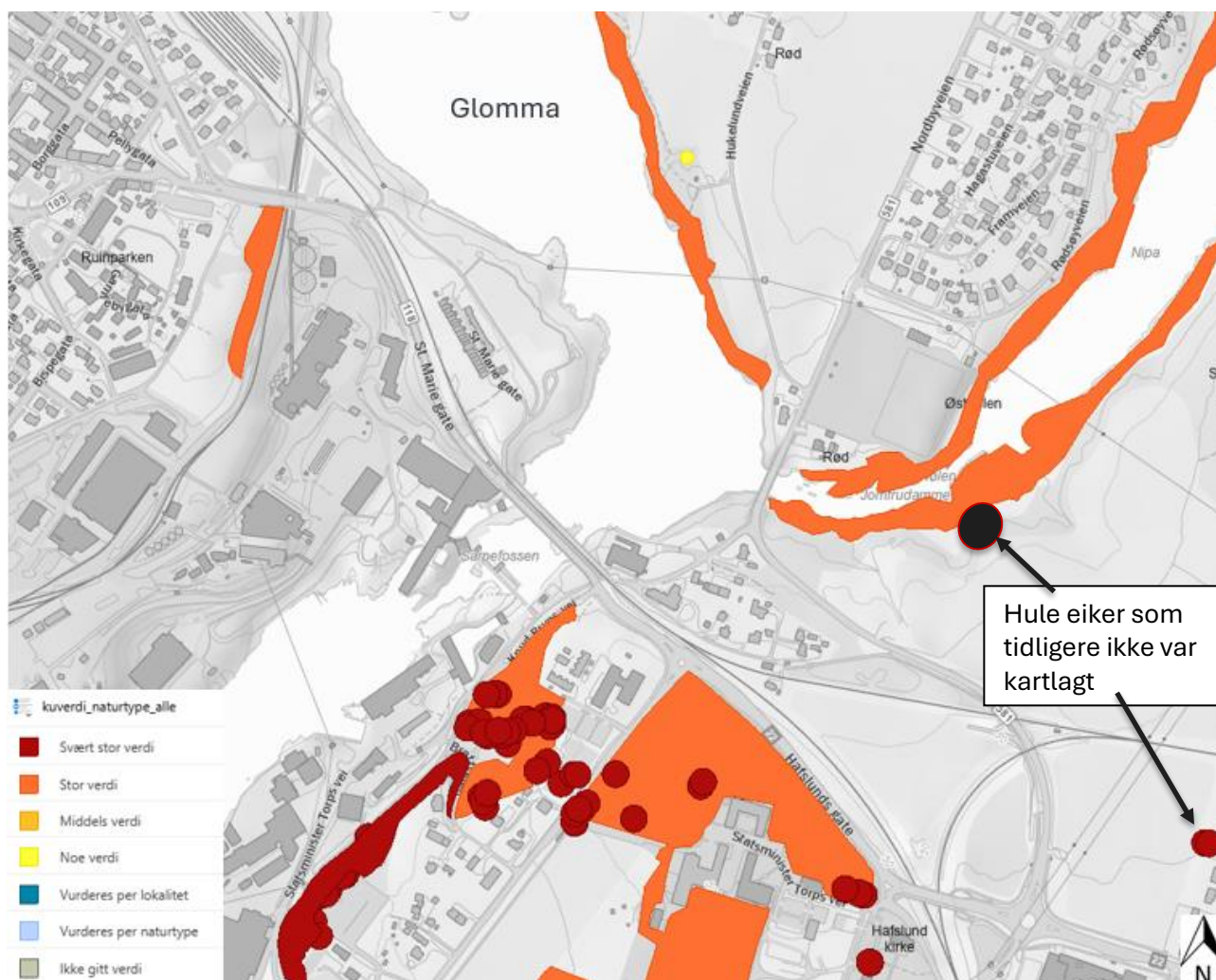
For Middelalderbyen Sarpsborg er situasjonen litt spesiell. Kulturminnet er påvist, avgrenset og automatisk fredet. Det er fremdeles usikkerhet omkring hvor det eksisterer rester i bakken, ytterligere kulturminner og/eller kulturlag i bakken, og det vil derfor kunne bli nødvendig med avklarende undersøkelser.



## 11 Kantvegetasjon

Det eksisterer datasett/temakart over naturtypelokaliteter fordelt på verdikategorier i f.eks. NVE-atlas [17]. Det viktigste formålet med datasettet/temakartet er å visualisere naturtypelokalitetenes verdi i konsekvensutredninger og arealplaner.

I henhold til Figur 11-1 kan man se at det finnes områder innenfor prosjektområdet som har stor verdi, spesielt kantvegetasjonen langs vassdraget ved Jomfrudammen og områdene rundt Hafslund Hovedgård. I tillegg områder oppe i Ruinparken på Tarris. I forbindelse med kartleggingen av naturtyper er det registrert to hule eiker med svært stor verdi i skråningen ned mot Jomfrudammen, som ikke kommer frem i Figur 11-1. For mer informasjon tilknyttet utført kartlegging, vises det til rapport for naturmangfold [26].



Figur 11-1: Temakart over naturtypelokaliteter fordelt på verdikategorier [NVE-atlas].

Det forventes at deler av områdene med stor verdi og de hule eikene av svært stor verdi vil bli påvirket av f.eks. geotekniske sikringstiltak. Om de hule eikene kan bevares må undersøkes nærmere i neste fase. Fjerning av kantvegetasjon langs vassdrag er trolig søknadspliktig, slik at man er avhengig av å få dispensasjon til å fjerne kantvegetasjon. Det bør tilstrebes å prosjektere tiltak slik at det går minst mulig utover kantvegetasjon, og ev. legge til rette for reetablering av kantvegetasjon over prosjekterte tiltak.

For føringer for vegetasjonsetablering vises det til premissnotat-landskap [25].

## 12 Områdestabilitet og erosjon

Det er utført områdestabilitetsvurderinger iht. NVE-veileder 1/2019 [11] i forbindelse med arbeidet med detaljreguleringsplanen, og det er utarbeidet to områdestabilitetsrapporter 10245026-RIG-RAP-005 [1] og 10245026-RIG-RAP-006 [2] for hhv. Tarris og Hafslund. Det er revidert to allerede identifiserte faresoner, én på vestsiden av Sarpsfossen «Ruinparken», og én på østsiden av Sarpsfossen «Nordbyveien». Sonene er revidert på bakgrunn av topografi, kvartærgeologi og tolkning av en rekke nye supplerende grunnundersøkelser.

I tillegg til å vurdere områdestabilitet, samt foreta stabilitetsforbedrende tiltak, er det særdeles viktig at prosjektet og anleggsgjennomføringen for øvrig utføres på en slik måte at kvikkleireskred unngås. God planlegging og kontroll i alle faser av prosjektet er helt avgjørende for å kunne bygge ny Sarpsbru på en trygg måte.

Det er i rapportene utarbeidet anbefalinger knyttet til de stabilitetsforbedrende tiltakene inklusive krav til rekkefølge, og innspill til reguleringsbestemmelser. Det vises også til kapittel 17 og 18.

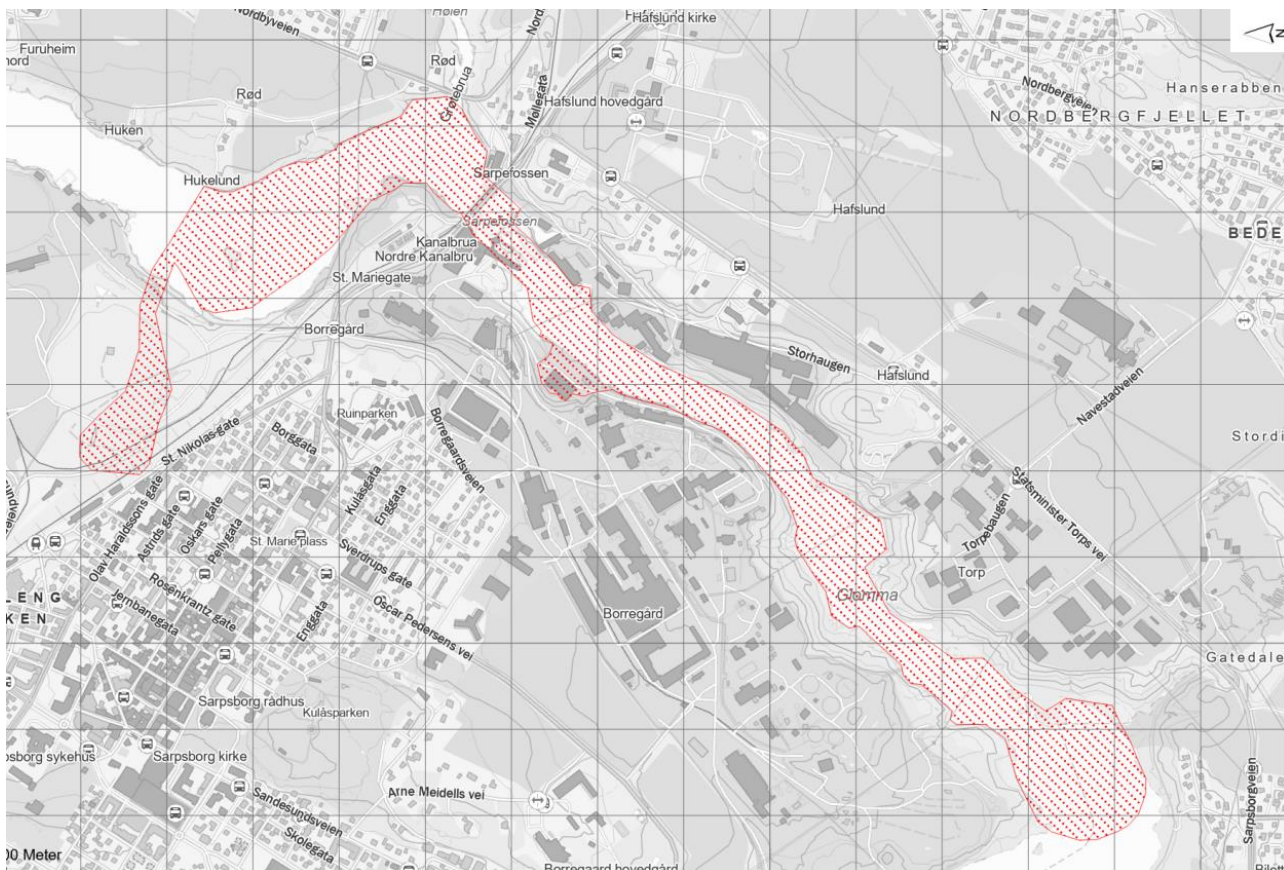
Områdestabilitetsrapportene friskmelder ikke områdene utenfor det undersøkte området, men konkluderer med at prosjektet fv. 118 ny Sarpsbru er gjennomførbart dersom man utfører tilstrekkelig sikring av området med stabilitetsforbedrende tiltak. Det er gitt innspill til detaljreguleringsplanen basert på utførte vurderinger, og med tanke på å regulere tilstrekkelige arealer for de sikringstiltakene som er funnet nødvendige.

### 12.1 Områdestabilitetsvurdering – Tarris og Borregaard

Faresone «Ruinparken» er evaluert på nytt med tanke på faregrad og skadekonsekvens. Evalueringen har endret utstrekningen av sonen (løsne- og utløpsområder), og faregraden er endret fra «Middels faregrad» til «**Høy faregrad**», skadekonsekvensen er fortsatt «**Meget alvorlig**» og risikoklassen er økt fra «risikoklasse 4» til «**risikoklasse 5**». Se Figur 12-1 og Figur 12-2.



Figur 12-1: Oppdatert løseområde for kvikkleiresone «Ruinparken».

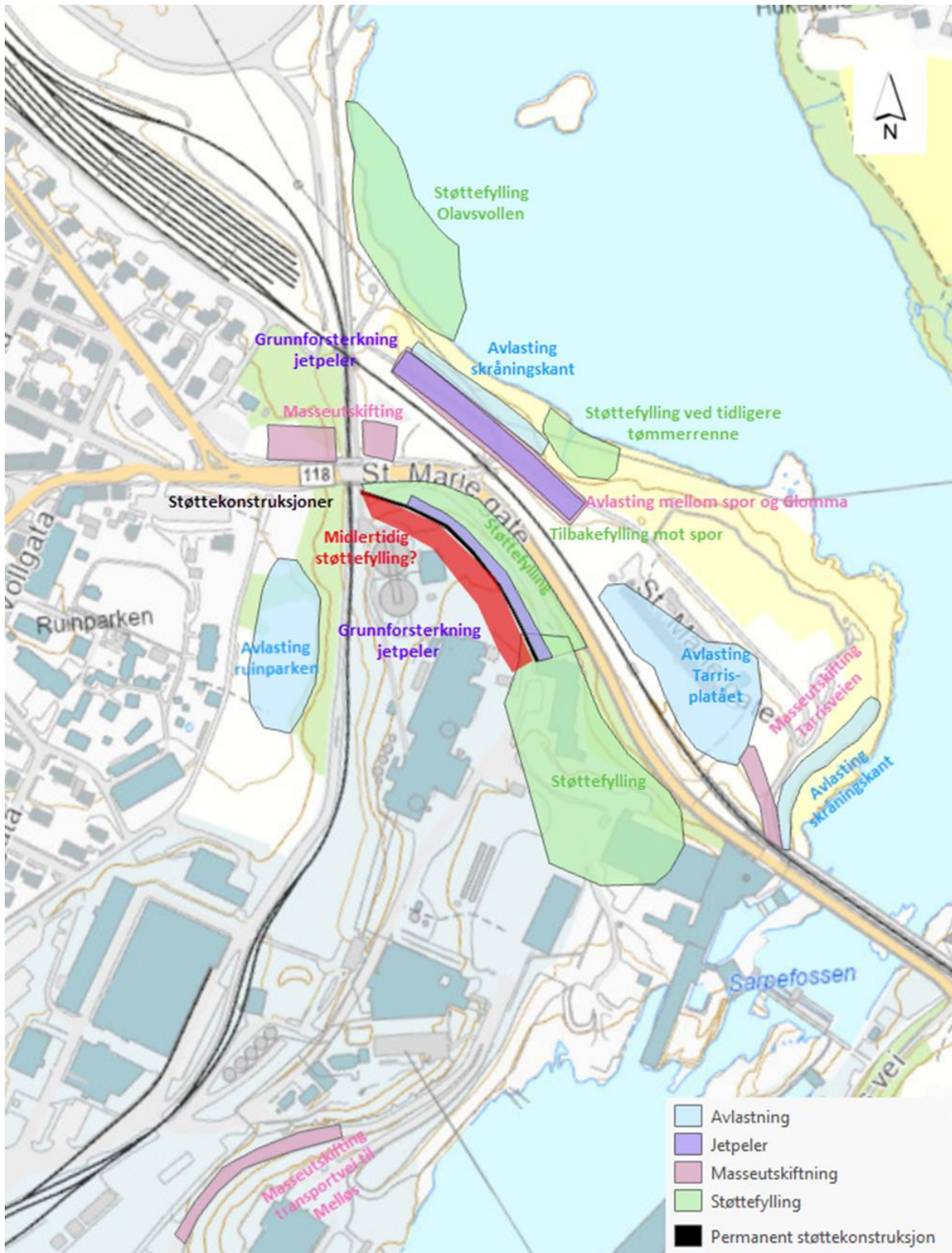


Figur 12-2: Oppdatert utløpsområde for kvikkleiresone «Ruinparken».

Beregninger viser at stabiliteten i dagens situasjon flere steder i kvikkleiresonen «Ruinparken» er lavere enn hva regelverk krever for å tillate bygging av ny Sarpsbru. Det er derfor behov for omfattende geotekniske tiltak for å sikre områdestabiliteten. Det må legges opp til en fremgangsmåte der stabiliteten ivaretas i alle faser. Dette gjøres hovedsakelig med utstrakt bruk av støttefyllinger, avlastning av terreng, støttekonstruksjoner og grunnforsterkning. Den nye gang- og sykkelveien skal i hovedsak legges i skjæring, der den legges over terreng skal oppfyllingen gjøres kompensert og med EPS, eller plasseres på jetpeler. Det vil være behov for å utføre deler av arbeidene i perioder uten trafikk på jernbanesporet. Det er derfor viktig at det legges en detaljert fremdriftsplan, slik at fremtidige sporbrudd kan utnyttes optimalt. Sikker utførelse krever at arbeidene utføres i riktig rekkefølge og at det ikke utføres arbeider som forverrer stabiliteten i kritiske områder i noen faser av prosjektet.

Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav. Det er særs viktig at det tas hensyn til nødvendig sikkerhet/HMS, beredskap, drift og vedlikehold inne på Borregaard. I tillegg blir det trolig behov for omlegging og sikring av eksisterende infrastruktur i bakken, samt tilkomst og tilrigging nede på Borregaard.

Se Figur 12-3 for skisse av nødvendige sikringstiltak for sikring av områdestabilitet.

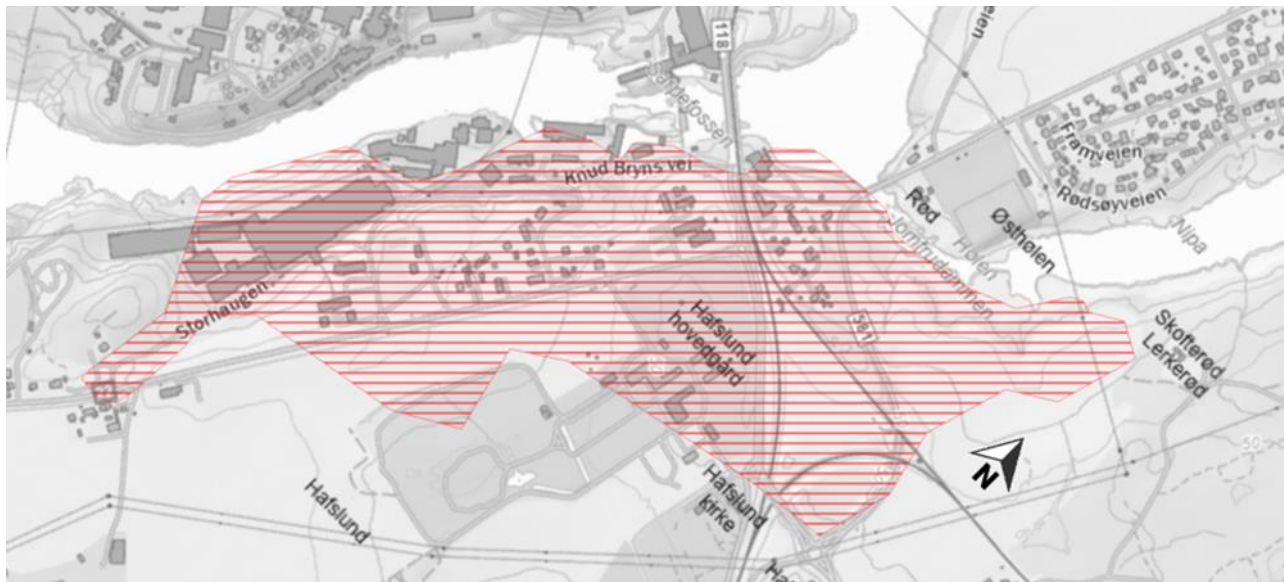


Figur 12-3: Skisse over sikringstiltak for sikring av områdestabilitet på Tarris og Borregaard.

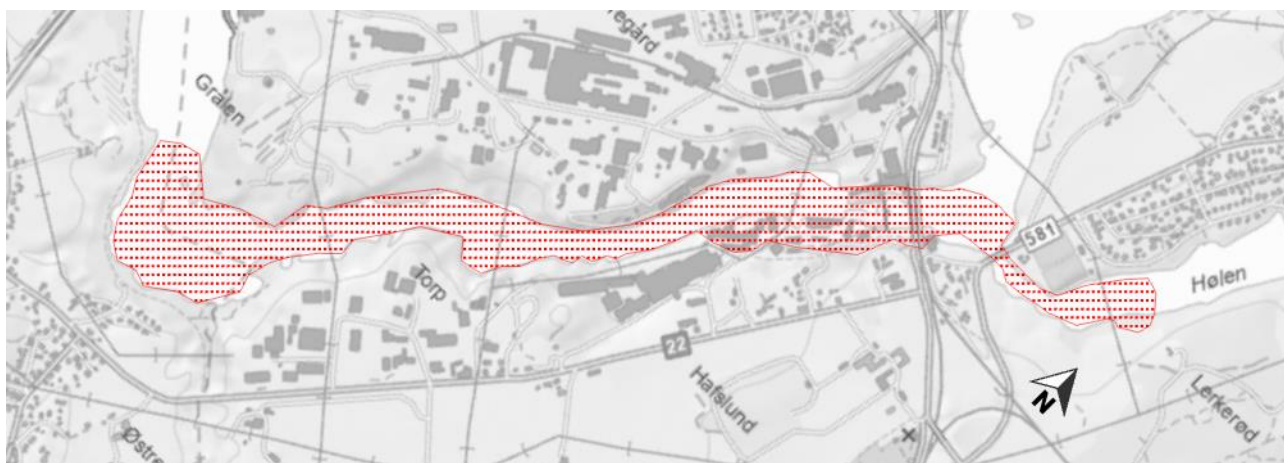
Det må i senere faser utføres supplerende grunnundersøkelser for å videre vurdere nødvendig omfang av sikringstiltak, samt for en mer detaljert evaluering av faresone «Ruinparken». Se kapittel 20. Kvalitet og omfang informasjon fra grunnundersøkelser er noe varierende i sonen. Det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene som er presentert i 10245026-RIG-RAP-005 Områdestabilitetsrapport Tarris [1].

## 12.2 Områdestabilitetsvurdering – Hafslund

Faresone «Nordbyveien» er evaluert på nytt med tanke på faregrad og skadekonsekvens. Evalueringen har endret utstrekningen av sonen (løsne- og utløpsområder), og faregraden er fremdeles «**Høy faregrad**», skadekonsekvens er fortsatt «**Meget alvorlig**» og risikoklassen er «**risikoklasse 5**». Se Figur 12-4 og Figur 12-5.



Figur 12-4: Oppdatert løsneområde for kvikkleiresone «Nordbyveien».



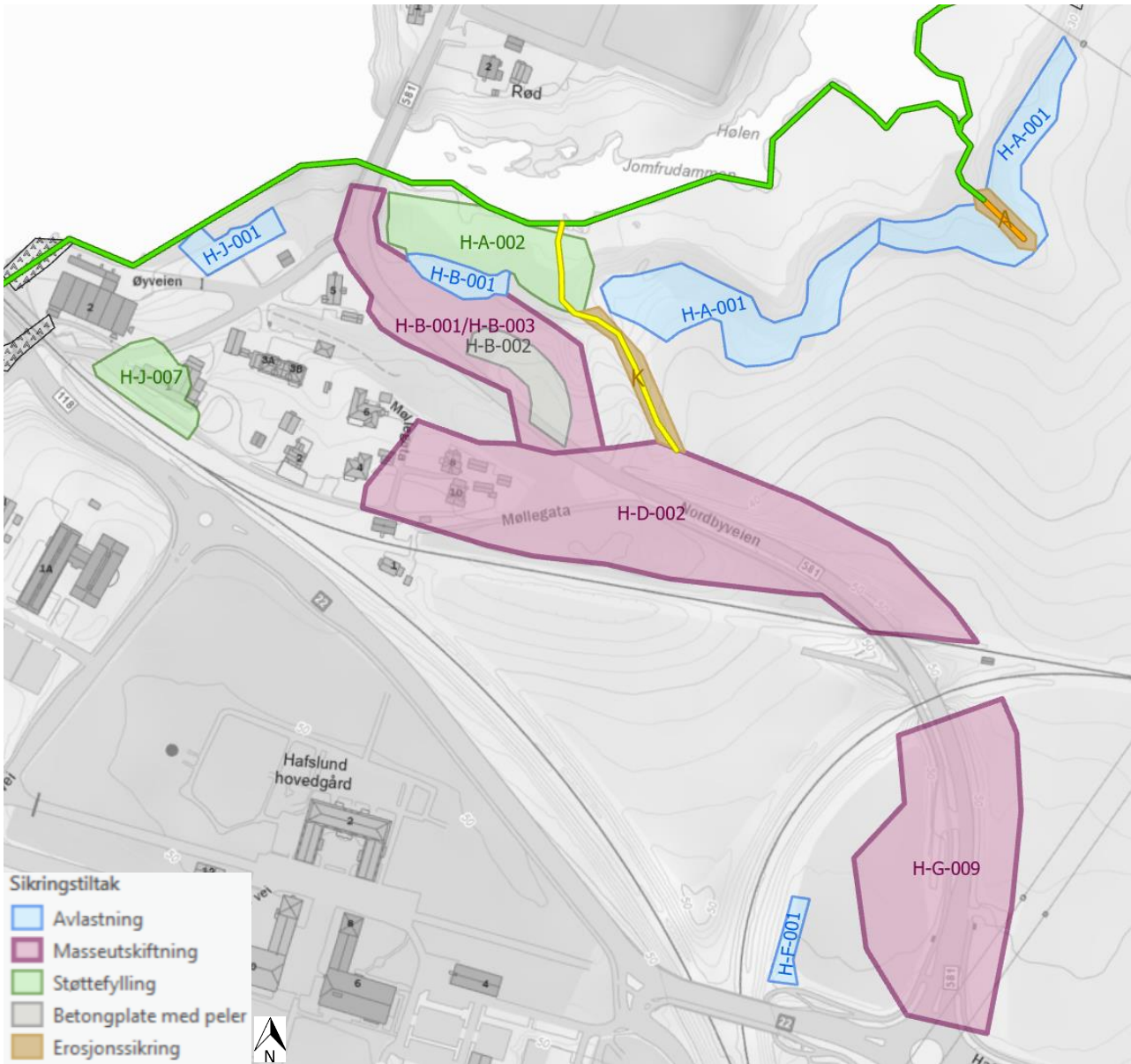
Figur 12-5: Oppdatert utløpsområde for kvikkleiresone «Nordbyveien».

Innenfor kvikkleiresonen «Nordbyveien» viser beregninger at stabiliteten flere steder i dagens situasjon ikke oppfyller kravene i gjeldende regelverk for bygging av ny Sarpsbru. For å kunne realisere tiltaket, er det derfor nødvendig med omfattende geotekniske tiltak for å sikre tilstrekkelig områdestabilitet. Det må legges opp til en fremgangsmåte der stabiliteten ivaretas i alle faser. Dette gjøres hovedsakelig med utstrakt bruk av støttefyllinger og avlastning av terreng. De nye veifyllingene etableres i hovedsak ved bruk av lette fyllmasser (EPS) og til dels på pelet betongplate. Sikker utførelse krever at arbeidene utføres i riktig rekkefølge og at det ikke utføres arbeider som forverrer stabiliteten i kritiske områder i noen faser av prosjektet. Se Figur 12-6 for skisse av nødvendige sikringstiltak for sikring av områdestabilitet.

Det må i senere faser utføres supplerende grunnundersøkelser for å videre vurdere nødvendig omfang av sikringstiltak, samt for en mer detaljert evaluering av faresone «Nordbyveien». Se kapittel 20. Kvalitet og omfang informasjon fra grunnundersøkelser er noe varierende i sonen. Det må forventes at



det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene som er presentert i 10245026-RIG-RAP-006 Områdestabilitetsrapport Hafslund [2].



Figur 12-6: Skisse over sikringstiltak for sikring av områdestabilitet på Hafslund.

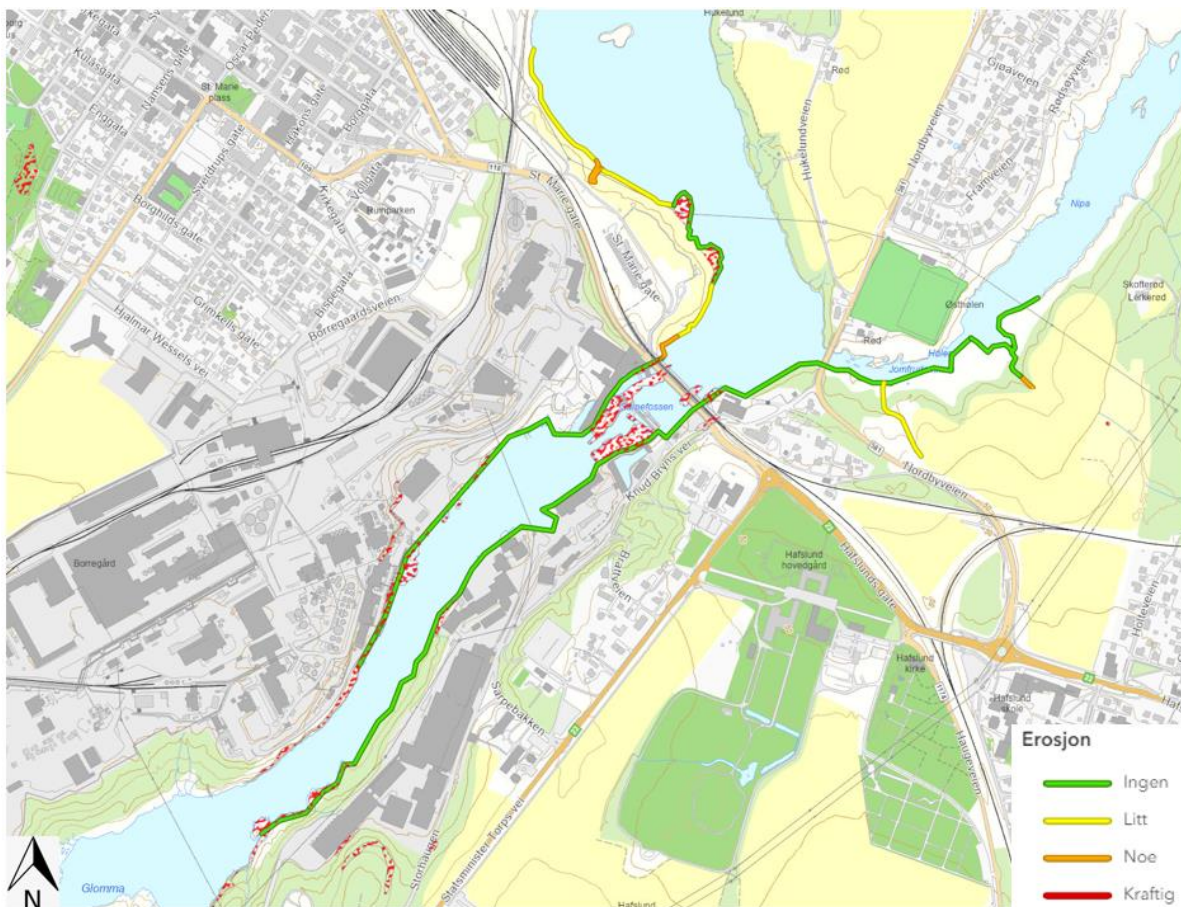
### 12.3 Erosjon

I tillegg til sikringstiltak er det viktig at erosjon følges opp der det pågår erosjon som kan påvirke stabiliteten. Særlig gjelder dette Tarris-skråningene ned mot Glomma og da spesielt i tidligere tømmerrenne og nedenfor Tarrisveien markert med hhv. oransje (noe erosjon) og gul (litt erosjon), samt i sideravinene på Hafslund fra jordet ned mot Jomfrudammen markert med gul (litt erosjon) og oransje (noe erosjon), vist i Figur 12-7. Det vises til befaringsnotat 10245026-RIG-NOT-005 [22].

Basert på befaringsobservasjoner er behov for tiltak mot erosjon generelt noe begrenset for eksisterende terreng, og det er trolig tilstrekkelig med kun lokale tiltak ved de mest utsatte områdene (skader i/ved lokale rør og jordbruksdrenering på Tarris og ved Jomfrudammen). For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket.

I det videre arbeidet vil det være nødvendig å vurdere behov for spesiell erosjonssikring. For eksempel etter storflommen i 1995 ble det utført erosjonsvurderinger og vurderinger rundt behov for spuntkonstruksjon nedenfor veifyllinga til St. Marie gate/Tarrisveien som erosjonssikring mot grunnvannserosjon [27]. Slike sikringstiltak er utfordrende å vurdere basert på observasjoner uten at man er i en flomsituasjon. Slik erosjon kan beskrives som potensielt raskt utviklende erosjon uten tegn på forhånd, med svært store konsekvenser.

Det vises til notat fra hydrolog vedrørende hydrologiske og hydrauliske vurderinger, samt vurderinger rundt erosjonssikring og flomfare [18].



Figur 12-7: Befaringskart med kartlagt erosjon [22]. 1) Grønn linje indikerer hvor det er «ingen» erosjon. 2) Gul linje indikerer hvor det er «litt» erosjon. 3) Oransje linje indikerer hvor det er «noe» erosjon.

### 12.3.1 Bunnsenkning/erosjon i Glomma

Sammenligning av tidligere datasett for bunnskanninger i selve Glomma, kan tyde på at det foregår dynamiske prosesser hvor nivået til elvebunnen i Glomma varierer. Det er ikke helt rett frem å tolke disse resultatene fra oppmålte tverrprofiler, og det er usikkerheter tilknyttet eksakt plassering av disse opp gjennom årene. Generelt kan det se ut til at det har vært noe bunnsenkning om man sammenligner f.eks. datasett fra 2009 opp mot datasett fra 2024. Disse datasettene er valgt på bakgrunn av relevans ift. måleteknikk og nøyaktighet. Trolig kan det meste av dette skyldes flommen Hans i 2023, men dette er usikkert. Hvordan dette utvikler seg over tid er også usikkert, og det anbefales derfor et program for å overvåke bunnendringene fremover. Oppmåling er påkrevet for å gi grunnlag for prosjektering av tiltak. Det vises til flomfarevurderingen [18].

I områdestabilitetsvurderingene som er utført for detaljreguleringsplanen er det forutsatt at elvebunnen er fast, dvs. at beregningsgeometrien tilsvarer dagens elvebunnsnivå. Mulig fremtidig bunnsenkning/erosjonsutvikling er ikke konkret vurdert og behandles som en usikkerhet (ROS). Fastsettelse av dimensjonerende bunnivå krever oppdatert dokumentasjon (f.eks. bunnskanning/tverrprofiler). For videre detaljering av tiltak/stabilitet er det også behov for supplerende grunnundersøkelser, tester i felt, måleprogram mm. Bunnsenkning i Glomma vurderes som en identifisert risikofaktor med forpliktende krav til kontroll.

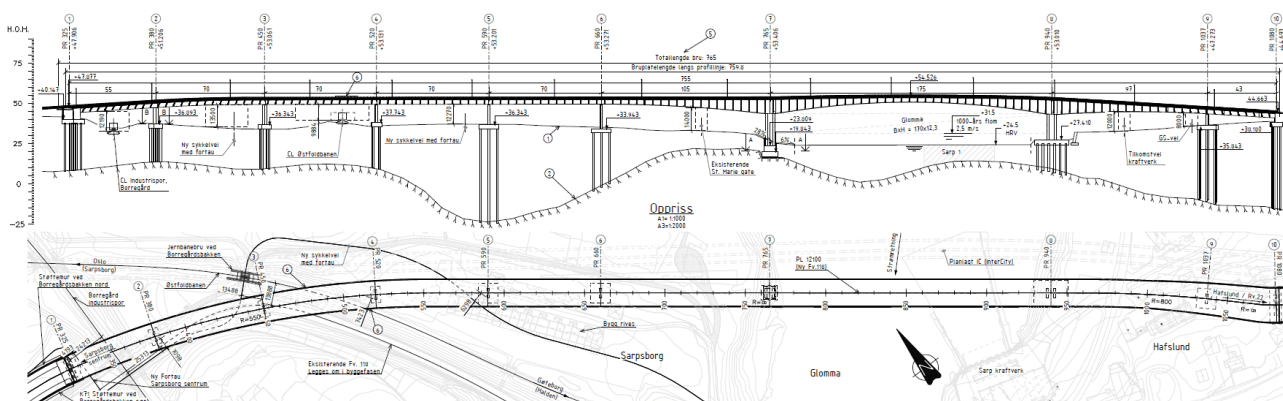
## 13 Konstruksjoner

### 13.1 Brukonsepter

#### Ny Sarpsbru (K10)

Ny bru foreslås som en betongkassebru med fritt-frambygg over Glomma og viadukt over land. Hovedspennet er 175 m over Glomma og den totale brulengden er 755 m. Føringsbredden på brua er 16,5 m, dvs. fire kjørefelt [4] [28]. Se plan og oppriss av ny Sarpsbru i Figur 13-1.

I tillegg til Glomma krysser brua Østfoldbanen, industrispor til Borregaard, Øyveien, samt ny gang- og sykkelvei. Brua er planlagt med 10 akser. Akse 1-6 og 8-10 fundamenteres på borede stålrørspeler til berg, og akse 7 fundamenteres direkte på berg. Viadukten i akse 1-6 er antatt bygget med MSS («Movable Scaffolding System»). MSS monteres i bakkant av landkar i akse 1. For fritt-frambygget etableres akse 7 og 8 i byggegroper på hver side av Glomma, med egne hjelpesøyler som etableres på peler til berg. Viadukten på Hafslund, dvs. endespennet akse 9-10 med tilhørende utkrager, bygges på reis fra bakken [4] [28].



Figur 13-1: Plan og oppriss fra oversiktstegning ny Sarpsbru (K10) [28].

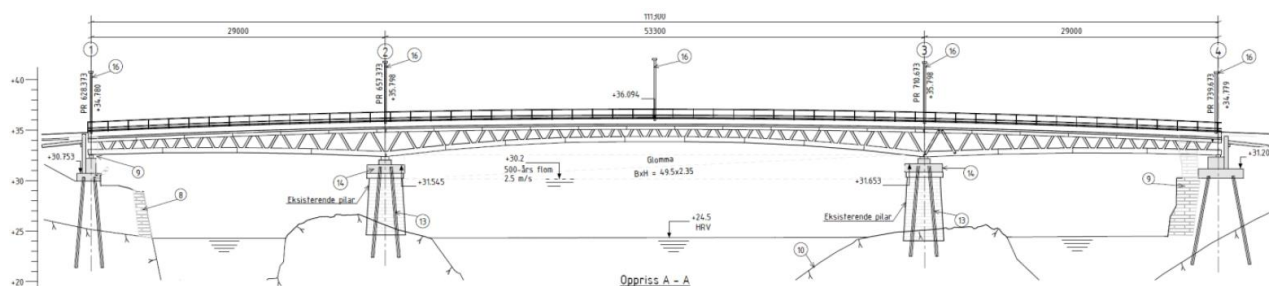
### Ny Sarpsfossen G/S-bru (K20)

Tatt i betraktning den høye veitrafikken og bruas nåværende tilstand, er det forutsatt at byggingen av ny gang-/sykkelveibru vil skje etter at ny veibru er satt i drift. Foreslått bruløsning består av en underliggende stålkonstruksjon i fagverk-form med et overliggende betongdekke. Brua består av tre kontinuerlige spenn, alle over Glomma, med følgende lengder (det kan være behov for å forlenge sidespenn for å unngå oppløft av lager): 29,0 + 53,3 + 29,0 = 113,3 m [4], [29]. Eksisterende pilarer midt i Glomma beholdes som bærende elementer etter noen geometriske justeringer og forsterkningsarbeider. Hovedspenn på 53,3 m tilsvarer senteravstand mellom eksisterende pilarer. Total brubredde på ca. 6,3 m rommer føringsbredder med gang-/ og sykkelvei på henholdsvis 2,0 m og 3,0 m [29]. Se oppriss av ny G/S-bru over Sarpsfossen i Figur 13-2.

Det skal bygges nye landkar for den nye overbygningen. Landkarene i akse 1 og 4 plasseres bak de eksisterende landkarene og bygges med geotekniske tiltak (spuntvegger) for å stabilisere masser og eksisterende konstruksjoner. Landkarene er i betong og fundamenteres med stålkjernepeler forankret i godt berg [29].

De eksisterende pilarene midt i Glomma, som svarer til brukse 2 og 3, skal beholdes etter noen geometriske justeringer og forsterkningsarbeider:

- Steinblokker på toppen av eksisterende pilarer skal demonteres og fjernes til en høyde av ca. 4,65 meter.
- For å sikre kapasitet både i vertikal- og horisontal- retning, forsterkes pilarene med stålkjernepeler boret gjennom steinblokkene og ned i godt berg.
- Betonglaget på toppen av pilarene skal fungere både som pelefundament og som oppleggsplattform for lagrene.



Figur 13-2: Oppriss av ny Sarpsfossen G/S-bru (K20) [29].



## 13.2 Fundamentering

Utførte peleanalyser og vurderinger rundt fundamentering er gitt i vedlegg A. Vedlegg A er supplert med foreløpige vurderinger og peleanalyser for akse 8, etter skrinlegging av Sarp2-prosjektet.

### 13.2.1 Pelefundamentering

Følgende konstruksjoner er antatt fundamentert på peler iht. Tabell 13-1:

Tabell 13-1: Aktuell pelefundamentering for de ulike konstruksjonene.

Konstruksjon	Peletype
Veibruakser 1-6, 8 -10	Stålrørspeler
G/S-veibru over Glomma	Stålkjernepeler
Kulvertutvidelser over spor – Hafslund	Stålkjernepeler
G/S-kulvert – Hafslund	Stålkjernepeler
Betongplate under veifylling – Hafslund	Stålkjernepeler
Hjelpesøyler for akse 7 og 8	Stålkjernepeler

For veibrua er det vurdert at borede vertikale utstøpte stålrørspeler til berg er den mest aktuelle peletypen, foruten i akse 8 hvor skråpeler benyttes for opptak av horisontalkrefter. Det kan benyttes stor dimensjon med høy kapasitet for å ta opp laster og momenter.

Foreløpig er det generelt vurdert tilstrekkelig med dimensjon på Ø813 mm og Ø1016 mm, men i akse 8 benyttes det Ø1220 mm. For akser med store dybder til berg kan det bli utfordrende å nå dypt nok for de lengste pelene i prosjektet. Det kan bli aktuelt å benytte en kombinert pel bestående av grov dimensjon utstøpt stålrørspel i topp til tilstrekkelig/mulig dybde, og videre bore/installere innvendig stålkjernepel.

Det er til dels bratt bergoverflate i fundamentlokasjonene. Det vil være påkrevet med ytterligere grunnundersøkelser for å fastlegge bla. bergforløp/kvalitet. Det forventes å være behov for tiltak for å sikre gjennomføring og stabilitet for pelegruppen. Slik som ekstra innboring i berg og tiltak mot skrens i anleggsfasen.

For andre konstruksjoner er stålkjernepeler vurdert å være den best egnede peletypen.

### 13.2.2 Områdestabilitet

Før arbeidene med boring av pelene kan påbegynnes må omfattende sikringstiltak være utført. Det er svært viktig at arbeidene utføres i en slik rekkefølge og på en slik måte at stabiliteten til skråningene i området aldri forverres, og at krav til stabilitet hele tiden er ivaretatt. Dette er omtalt andre steder.

### 13.2.3 Nærhet til infrastruktur

For flere av bruaksene vil det være nærhet til eksisterende infrastruktur, konstruksjoner og bebyggelse som må ivaretas. Dette omtales for hver av de aktuelle aksene i det etterfølgende.



### 13.2.4 Måleprogram

Det er et stort behov for måleprogram i forbindelse med flere av arbeidsoperasjonene. Spesielt viktig er det å følge opp poretrykksutvikling, deformasjoner i grunnen og på kritisk infrastruktur.

### 13.2.5 Boremetode

Det må benyttes skånsomt borsystem med tanke på boring i de kompliserte grunnforholdene. Spesielt med tanke på å redusere påvirkning.

Når man refererer til «skånsomme borsystemer» i forbindelse med boring i kompliserte grunnforhold, siktes det til teknikker og utstyr som minimerer påvirkningen på omgivelsene, spesielt i sensitive jordarter som kvikkleire eller sprøbruddmaterialer.

Dette innebærer:

- Reduksjon av poretrykk: Skånsomme borsystemer skal forhindre oppbygging av poretrykk i grunnen, som kan føre til redusert sikkerhet i skrånninger. Dette oppnås ofte ved å bruke vannbasert spyleboring i stedet for luftbasert spyling, som kan føre til uønsket trykkøkning.
- Minimal massefortrengning: Boringen med tilpasset utstyr og prosedyre reduserer faren for betydelig fortrengning av jordmasser. Dette kan unngås ved bruk av sentrisk boreutstyr, der materialet fjernes effektivt gjennom borerøret, og redusert omrøring skjer i omkringliggende jord. God kontroll på volum som tas opp er også en viktig del av prosedyren.
- Presis styring: Borsystemer som tillater presis styring av boreretningen og kraftpåføringen bidrar til å minimere risikoen for skader på jordlagene. Dette inkluderer bruk av pilotbor og ringbor som sørger for kontrollert boring.
- Tilpasning til grunnforhold: Boreutstyret må tilpasses de spesifikke grunnforholdene. For eksempel vil boring gjennom kvikkleire kreve systemer som kan håndtere materialets lave skjærstyrke uten å forårsake omfattende forstyrrelser.

### 13.2.6 Grunnforhold og grunnundersøkelser

Store variasjoner i grunnforhold i både lag og utstrekning, fra bløte sprøbruddmaterialer til faste morenematerialer.

Viktig med tilstrekkelig grunnundersøkelser for å fange opp variasjoner innenfor området. Dette området er karakterisert med svært store variasjoner i grunnforhold, dybder til berg, og helning på bergoverflaten. I tillegg kan det være varierende kvalitet på berg spesielt i områder med svakhetssoner.

Dette innebærer normalt at det utføres undersøkelser som dekker hele fotavtrykket til fundamentet og noe utenfor. For fundament med skråpeler (f.eks. akse 8) vil det være behov for undersøkelser som dekker partier der pelene treffer berg.

Det er utført en god del grunnundersøkelser i området, men behovet for videre undersøkelser for kartlegging av fundamenteringsforhold er fremdeles stort. Dersom fundamenteringen utføres med vertikalpeler, vil det være behov for minst 5 sonderinger i hvert fundament. For fundament som blir liggende i område med bratt berg kan det være hensiktsmessig å utføre enda flere sonderinger med tanke på vurdering av peleinstallasjon og evt. for å optimalisere fundamentplassering. Det kan basert på resultater gjøres vurdering av vinkling av peler.

### 13.2.7 Poretrykk

Boring av peler gjennom den lagdelte grunnen med varierende poretrykksforhold vil medføre behov for tiltak for å forhindre at vannførende lag punkteres. Spesielt der hvor det er lag med artesisk overtrykk eller «hengende» grunnvannspeil. Når det bores gjennom slike lag, kan det oppstå problemer med vannstrøm langs foringsrøret. Evt. vannstrøm kan over tid medføre grunnvannssenking, og kan medføre både setninger og redusert stabilitet.

Det må gjøres supplerende undersøkelser og etableres måleprogram i god tid før arbeidene igangsettes. Grundige geotekniske undersøkelser for å identifisere dybden og plasseringen av vannførende lag. Dette inkluderer sonderinger/prøvetaking og etablering av poretrykksmålinger i kritiske nivåer. Viktig å fange opp lag som er vannførende, og at målerne blir installert i god tid for å få med seg naturlige variasjoner.

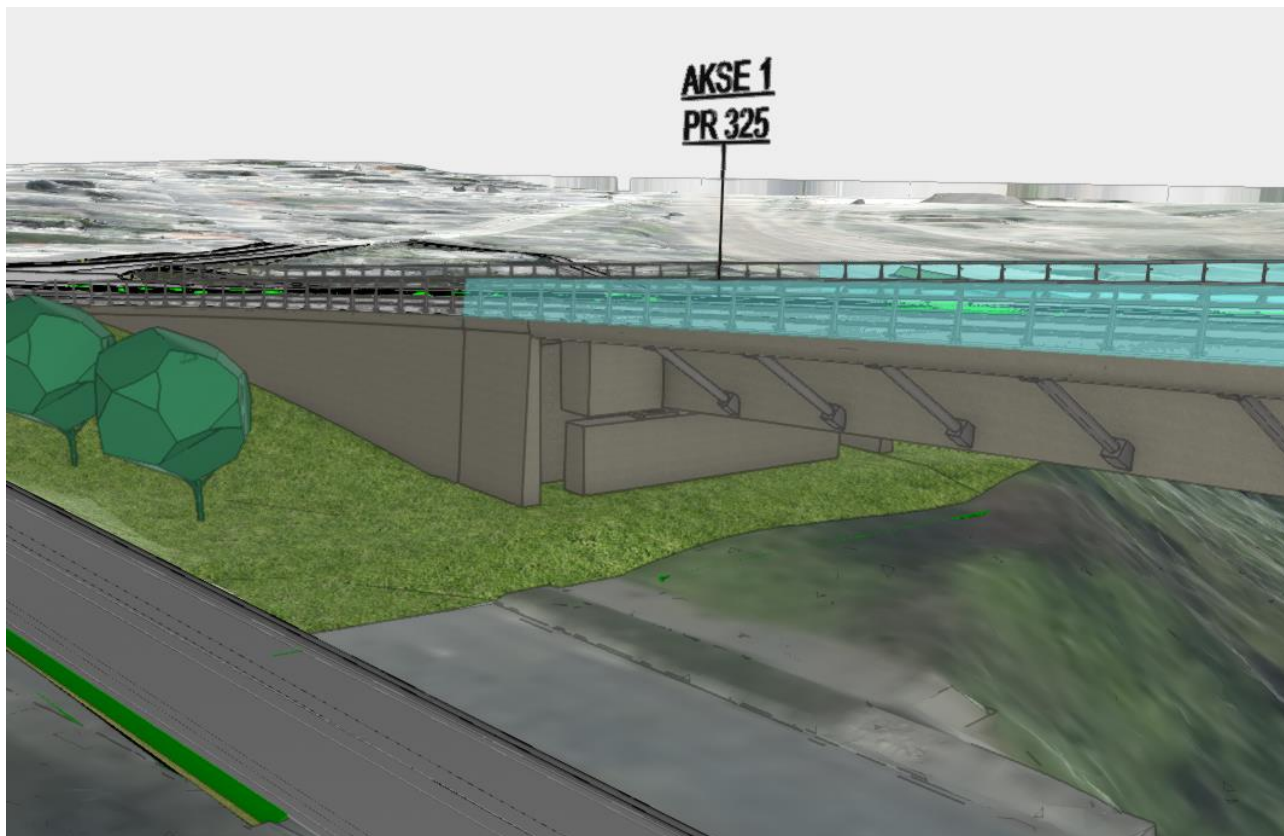
### 13.2.8 Ny Sarpsbru (K10)

Arbeidene ved aksene til ny Sarpsbru (K10) må utføres etter at geotekniske sikringsarbeider er utført. Det vises til forprosjektrapport for ny Sarpsbru [28].

#### Akse 1

Landkaret etableres i nivå som ligger noe under eksisterende terreng og ligger inntil eksisterende fv. 118. Byggegroppen sikres med avstivet spunt mot vei for å ta opp høydeforskjellen. I tillegg er det behov for å utføre avlasting av terreng for å sikre tilstrekkelig stabilitet for skråningen mot Borregaards industrispor. Se utklipp av landkaret i akse 1 fra modell i Figur 13-3.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 34 m. Det kan være skrånende berg i området, men ikke spesielle mistanker om dette pr. nå.



Figur 13-3: Landkar i akse 1 med tilløpsfylling.

## Akse 2

Fundament i akse 2 etableres omtrent i nivå med dagens terreng. Men det er likevel nødvendig å laste av noe av terrenget for å sikre stabilitet mot Industrisporet til Borregaard. Det er også behov for sikringstiltak nede på Borregaard, og en midlertidig omlegging av fv. 118 før pelearbeidene igangsettes. Pelene anses i denne omgang som mulig å bore samtidig med at det går trafikk på sporet.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 23 m. Det kan være skrånende berg i området, men ikke spesielle mistanker om dette pr. nå.

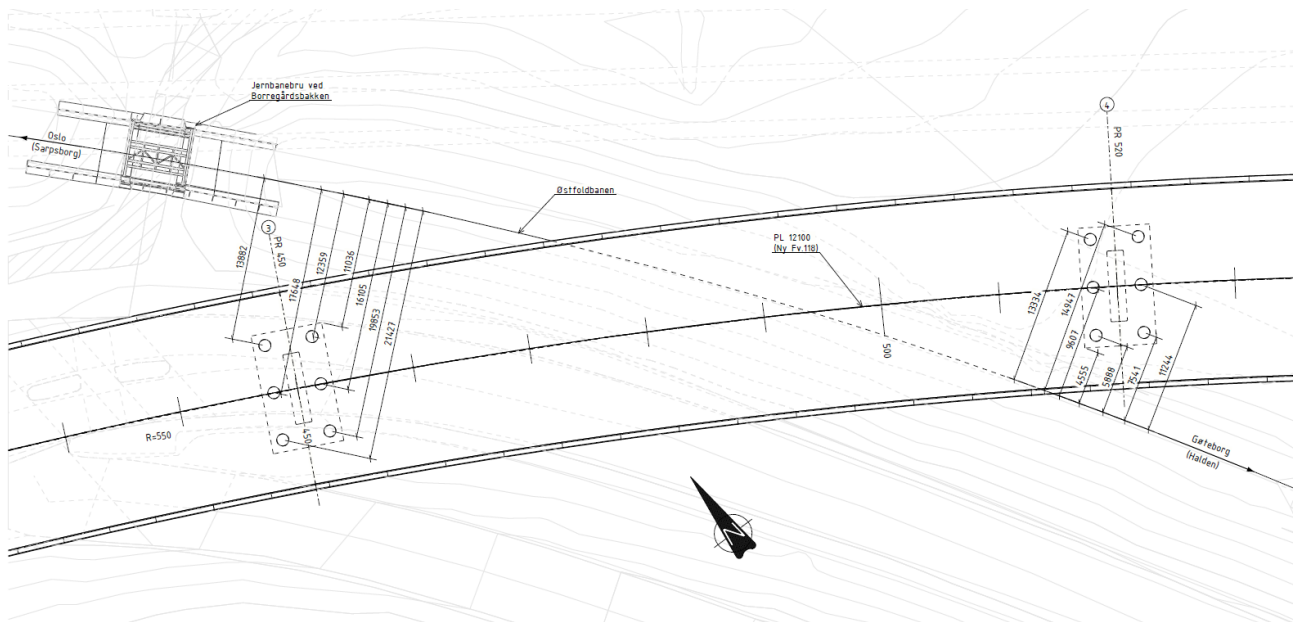
## Akse 3

Fundament i akse 3 etableres omtrent i nivå med dagens terreng, og dette er gjort med tanke på å redusere påvirkning mot jernbanen (Østfoldbanen), samt at dette er en fordel i forhold til en frittrembygg-løsning som er avhengig av større og dypere fundament. Det er behov for en midlertidig omlegging av fv. 118 før pelearbeidene igangsettes. Fundamentet blir liggende noe fra eksisterende jernbanefylling, men på grunn av risiko knyttet til påvirkning av denne, er det vurdert at de to nærmeste pelene etableres i periode uten trafikk på spor. Se utklipp av akse 3 fra modell i Figur 13-4, og avstander fra spor i Figur 13-5.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 26 m. Det kan være skrånende berg i området, men ikke spesielle mistanker om dette pr. nå.



Figur 13-4: Akse 3 nærmest og akse 4 bakerst, med kryssing over eksisterende jernbane. Løsningen medfører lite behov for gravearbeider, men eksisterende fylkesvei 118 må legges om i anleggsfasen.

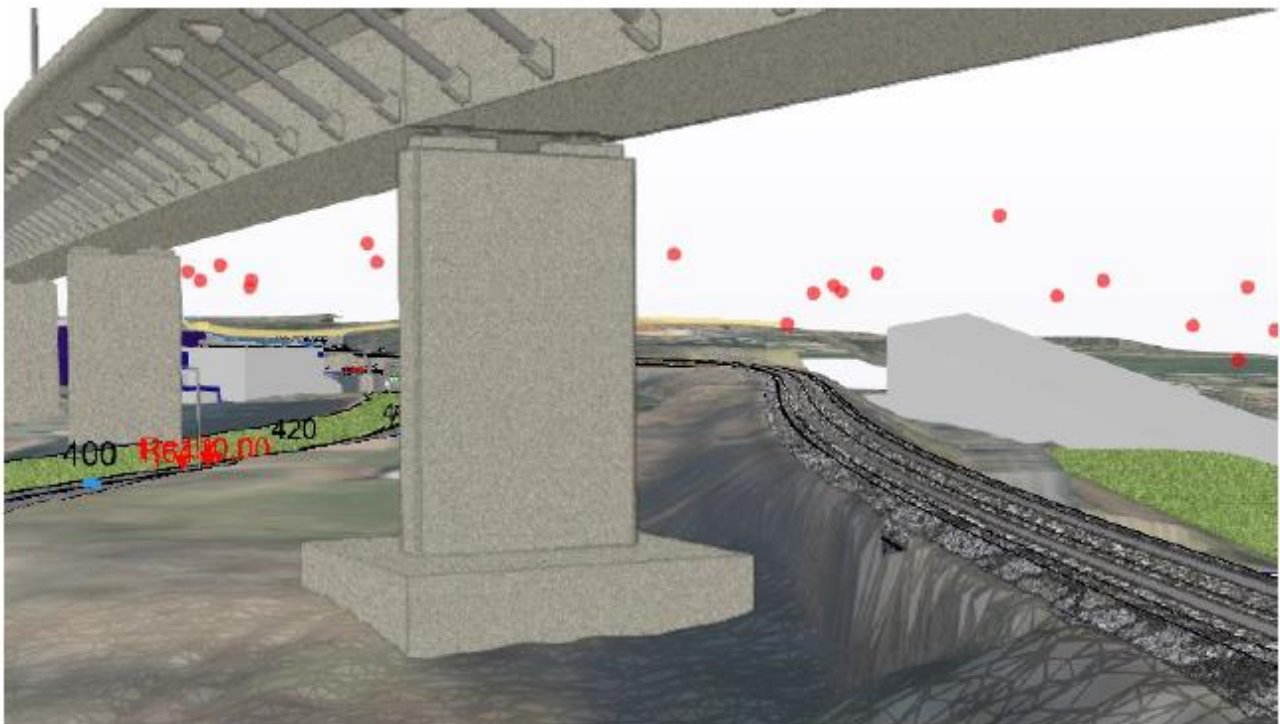


Figur 13-5: Avstander fra fundamenter og peler i akse 3 og 4 mot eksisterende jernbane.

#### Akse 4

Fundament i akse 4 etableres omtrent i nivå med dagens terreng, og dette er gjort med tanke på å redusere påvirkning mot jernbanen (Østfoldbanen), samt at dette er en fordel i forhold til en fritt frembygg-løsning som er avhengig av større og dypere fundament. Fundamentet blir liggende noe fra eksisterende jernbanefylling, men på grunn av risiko knyttet til påvirkning av denne er det vurdert at de to nærmeste pelene etableres i periode uten trafikk på spor. Se utklipp av akse 4 fra modell i Figur 13-6.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 35 m. Det kan være skrånende berg i området, men ikke spesielle mistanker om dette pr. nå.



Figur 13-6: Akse 4 med plassering like inntil eksisterende mur for jernbanen.

### Akse 5 og 6

Fundament i akse 5 og 6 etableres i området hvor det er utført noe avlastning, og ellers er det ikke ansett behov for ytterligere tiltak. Midlertidig søyle mellom akse 6 og 7 etableres på stålkjernereler.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 67 m og ca. 44 m for henholdsvis akse 5 og akse 6. Det er med stor sannsynlighet bratte bergpartier i området. Det vil også være noe usikkerhet knyttet til overgang til godt berg.

### Akse 7

Fundamenteres på berg. Det er behov for avstivet tett spuntgrop for å komme seg ned til bergoverflaten. Det vil trolig bli behov for sprengning og/eller pigging og rensk av bergoverflaten. Fundamenttykkelse er satt til 3 m, med massivsøyle på ca. 3,5 m og skivesøylar på ca. 20 m over. Søylene må kunne bevege seg fritt.

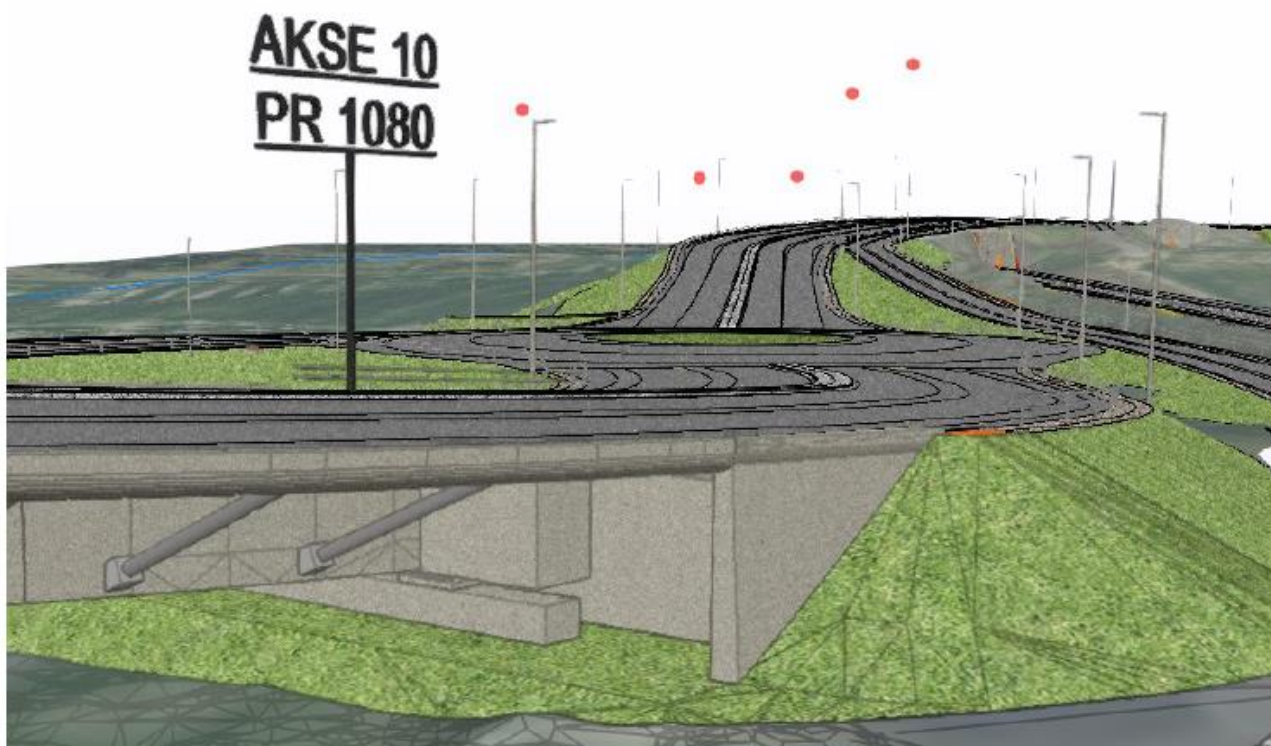
### Akse 8

Fundamenteres på peler til berg. Det er behov for avstivet tett spuntgrop for å komme seg ned til fundamentdybde i ca. kote +24. Det kan bli behov for grunnforsterkning for uttak av byggegrop. Fundamenttykkelse er satt til 3 m, med skivesøylar over. Søylene må kunne bevege seg fritt.

### Akse 9 og 10

Fundament i akse 9 og landkar i akse 10 etableres på peler til berg. Det er antatt noe behov for grunnforsterkning for sikring av byggegrop rundt fundamentene. Se utklipp av landkar i akse 10 fra modell i Figur 13-7.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 46 m og ca. 60 m for henholdsvis akse 9 og akse 10. Det er med stor sannsynlighet bratte bergpartier i området. Det vil også være noe usikkerhet knyttet til overgang til godt berg.



Figur 13-7: Landkar i akse 10 med ny rundkjøring og veifyllinger i bakkant.

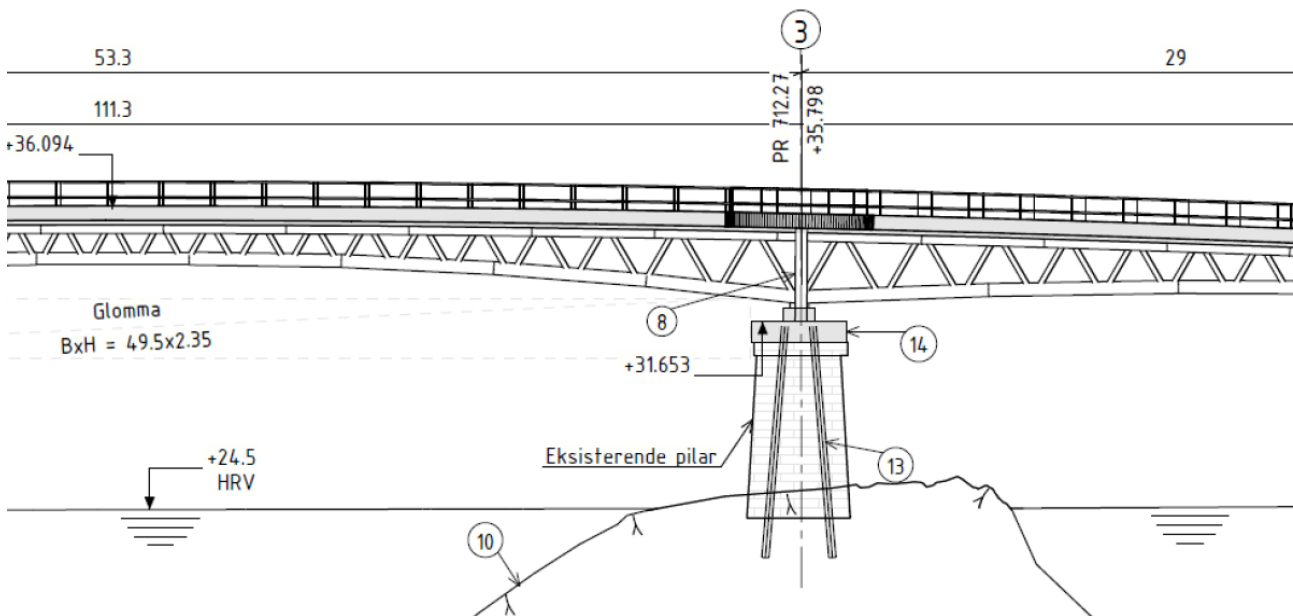
### 13.2.9 G/S-veibru over Glomma (K20)

Det vises til forprosjektrapport for ny G/S-veibru [29].

Alle bruaksene inklusive landkar fundamenteres på stålkjernerpeler til berg. I akse 1 og 4 er det behov for å etablere byggegrop ved hjelp av avstivet spunt. Se avsnitt 14.3.11 og 14.4.8.

For landkarene kan det være noe utfordrende med tanke på varierende bergnivå og bratte bergpartier uten at det foreligger konkret informasjon om dette per nå. Som grunnlag for detaljprosjektering er det sterkt anbefalt å utføre flere grunnundersøkelser med tanke på kartlegging av grunnforhold i hele fundamentets fotavtrykk.

I Glomma fundamenteres brua på allerede etablerte steinpilarer som står på antatt berg. For å unngå å belaste steinpilarene er det vurdert behov for å fundamentere brua på stålkjernerpeler som bores gjennom pilarene, iht. Figur 13-8. Boring gjennom pilaren må utføres med forsiktighet og med utstyr/prosedyre som sørger for å unngå skader. Pelene antas å kunne stå uten bidrag fra sidestøtte fra disse pilarene.



Figur 13-8: Utklipp som viser prinsippet med borede stålkjernerpeler i eksisterende steinpilarer [29].

## 13.3 Kulverter

### 13.3.1 Kulvertutvidelser over spor – Hafslund (K43 og K44)

Utvidelsen av kulvertene fundamenteres på stålkjernerpeler til berg. Antatt dybde er ca. 10 m.

På grunn av nærhet til spor må pelearbeidene utføres med forsiktighet og sannsynligvis innenfor beskyttelsesskjerm mot jernbanen. Det er antatt at arbeidene kan utføres uten togstans, men kan med fordel koordineres og utføres samtidig med andre arbeider som krever togstans. Se utklipp fra modell i Figur 13-9.



Figur 13-9: Utklipp fra modell som viser kulvertutvidelsene (K43 og K44).

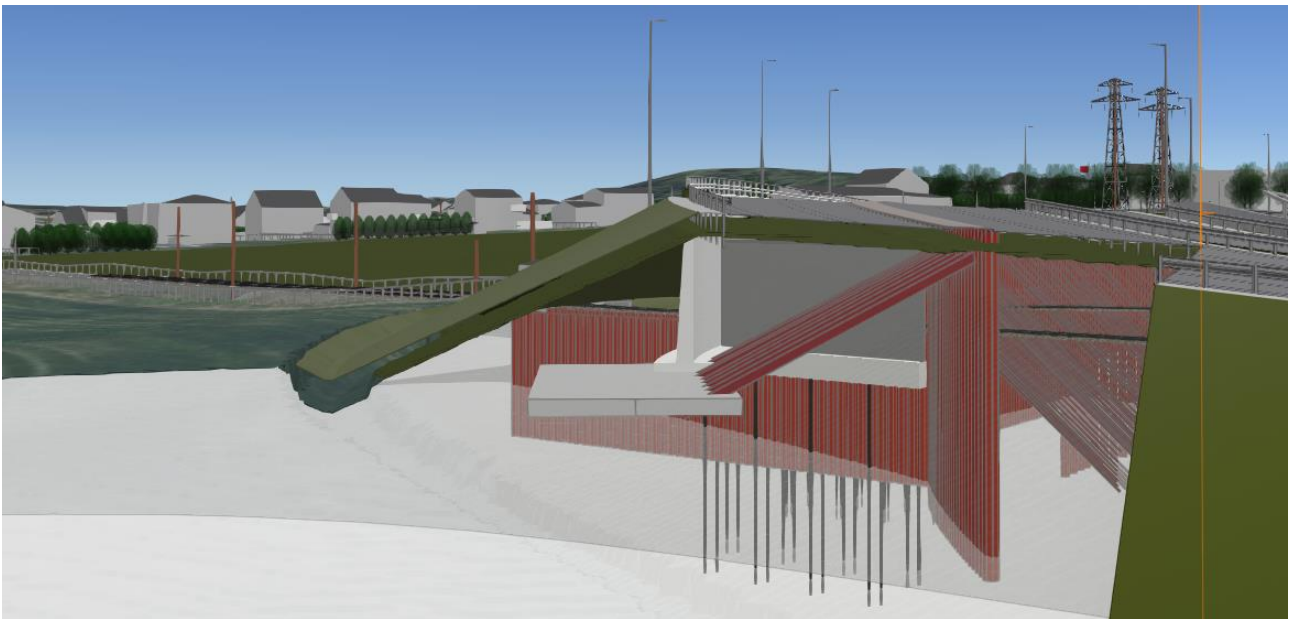
I forbindelse med kulvertutvidelsene for ny fv.118 (eksisterende Nordbyvei) over Østre-linje og Hafslundssløyfa (sammenkoblingssporet), vil det bli behov for midlertidige støttekonstruksjoner både mot eksisterende Nordbyvei og mot sporene. Dette på grunn av høydeforskjellene, skråningsutslagene, arbeidene med fundamentering av nye kulverter til frostfri dybde, sikring av eksisterende vei og trafikk, samt for å unngå undergraving av sporene. Se Figur 13-10 tom. Figur 13-13.

Støttekonstruksjonene mot eksisterende vei er i hovedsak tenkt bakforankret med utvendige stag, foruten om delen lengst nord for kulvertutvidelse K43 hvor det trolig blir behov for innvendig avstivning/stempling ned mot en støpt bunnplate. Dette fordi kurvaturen på eksisterende vei gjør at eventuelle utvendige avstivninger ville kommet i konflikt med eksisterende jernbanekulvert for Østre-linje. Mot eksisterende vei blir det behov for flere avstivningsnivåer for støttekonstruksjonen. Denne støttekonstruksjonen skal også muliggjøre arbeidene med riving av eksisterende vinger for kulvertene. Støttekonstruksjonene mot sporene etableres som uavstivet spunt til berg (evt. som styktespunt) som står på utkraging. Det er noe variasjon i grunnforholdene, men det er antatt at støttekonstruksjonene kan rammes til berg (evt. som styktespunt) med noen tiltak (mulig å forgrave/forbore etc.). Det kan bli noe behov for grunnforsterkning lengst sør i forbindelse med utgraving for kulvertutvidelse K44.

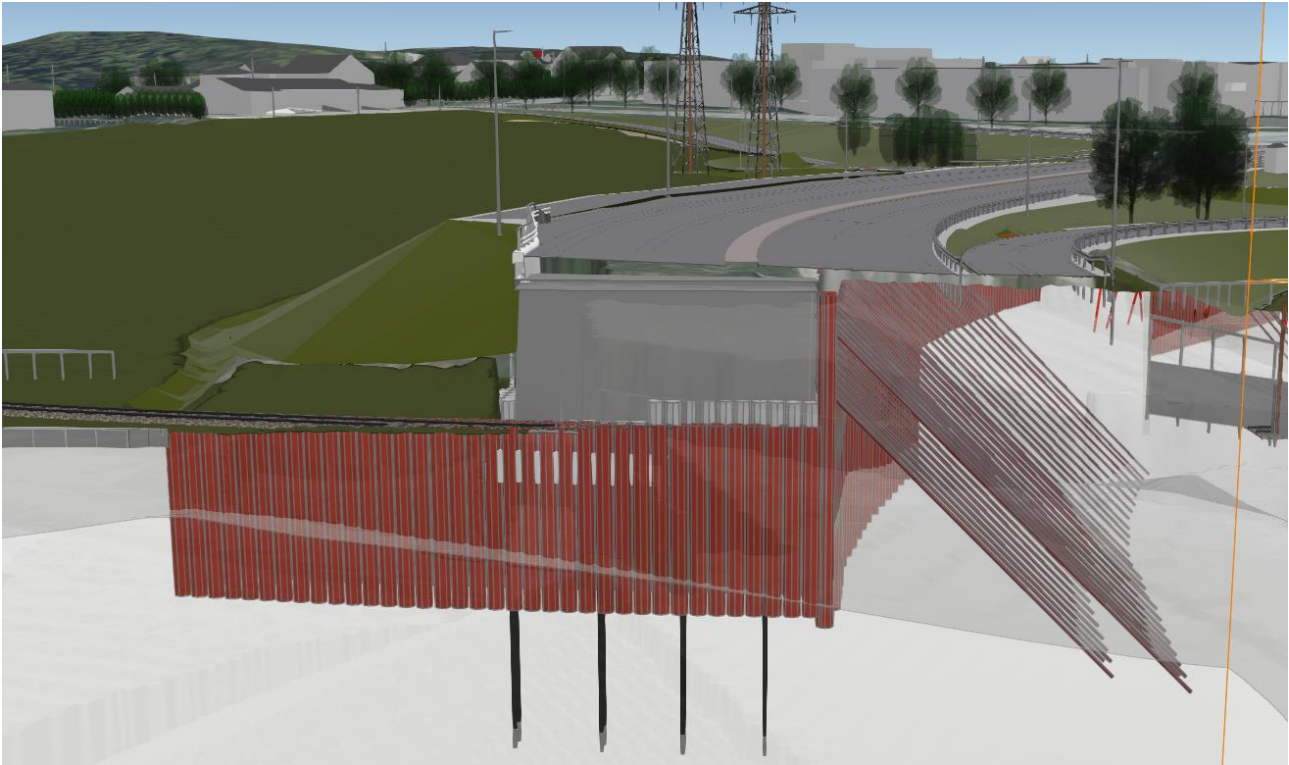
Kulvertutvidelsene fundamenteres på stålkjernepeler til berg. Det er noe usikkert hvilke arbeider som kan utføres mens det går trafikk på sporene, og det vil trolig bli behov for at deler av arbeidene utføres i perioder uten trafikk på sporene.



Figur 13-10: Utklipp fra modell som viser kulvertutvidelsene K43 (til høyre) og K44 (til venstre). Spunt langs sporene er vist, men utstrekning er basert på en tidligere løsning for kulvertkonstruksjonene. Utklipp tatt mot vest.



Figur 13-11: Utklipp fra modell som viser kulvertutvidelsen for K43, og delen lengst nord hvor det trolig blir behov for innvendig avstivning/stempling ned mot en støpt bunnplate for sikring av eksisterende vei. Utklipp tatt mot sørøst.



Figur 13-12: Utklipp fra modell som viser bakforankret støttekonstruksjon for sikring av eksisterende vei, samt uavstivede støttekonstruksjoner langs sporene (kan bli aktuelt med stylder til berg). Opprinnelig løsning for kulvertkonstruksjonene er endret, slik at behovet for støttekonstruksjoner langs sporene blir noe redusert sammenlignet med figuren. Utklipp tatt mot sør.



Figur 13-13: Utklipp fra modell som viser bakforankret støttekonstruksjon for sikring av eksisterende vei, samt uavstivede støttekonstruksjoner langs sporene (kan bli aktuelt med stylder til berg). Opprinnelig løsning for kulvertkonstruksjonene er endret, slik at behovet for støttekonstruksjoner langs sporene blir noe redusert sammenlignet med figuren. Utklipp tatt mot sørvest.

### 13.3.2 Gang-/sykkelvei-kulvert – Hafslund (K30)

Det planlegges ny G/S-kulvert under eksisterende og ny vei ved rundkjøring Hafslund skole. Byggegroppa kan sikres med spunt og grunnforsterkning. Kulverten fundamenteres på stålkjernepeler til berg. Dybde til berg er anslått å være ca. 15 m. Se utklipp fra modell i Figur 13-14.

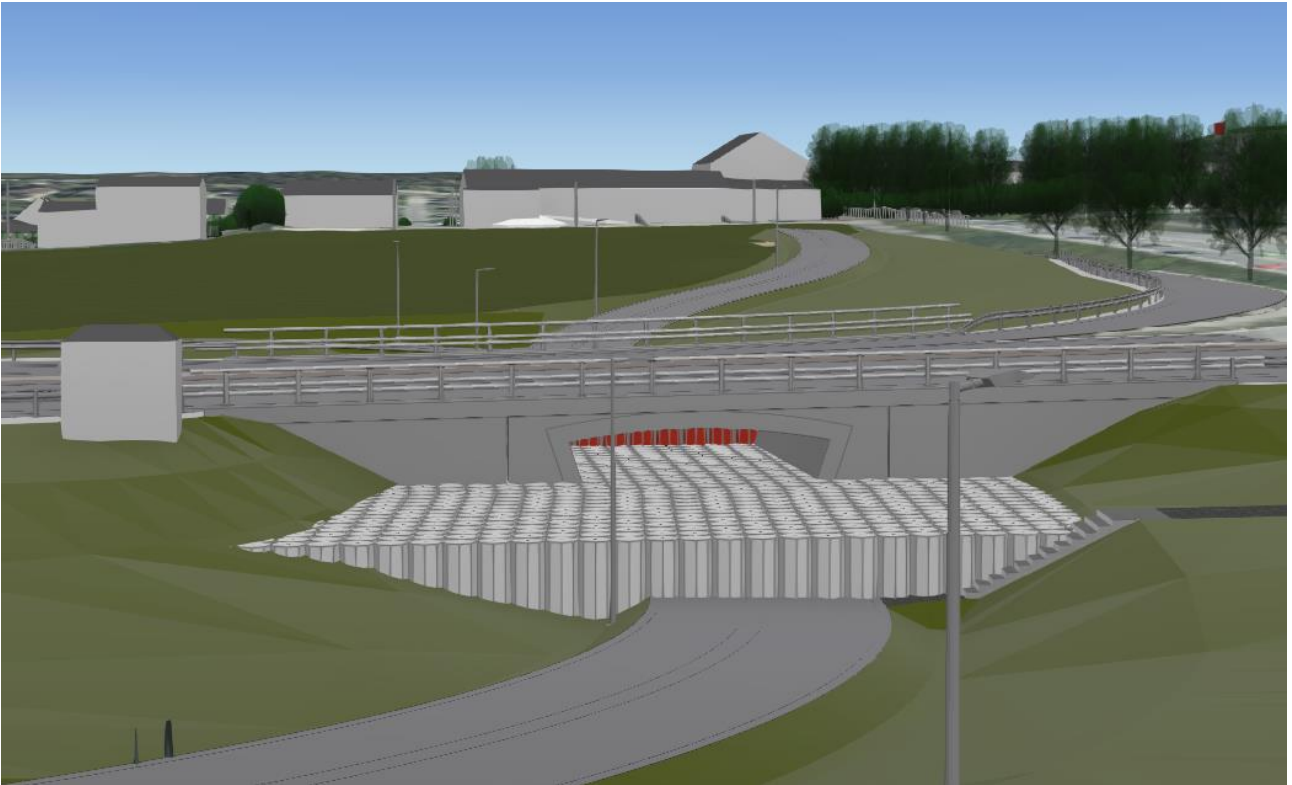


Figur 13-14: Utklipp fra modell som viser ny G/S-kulvert (K30).

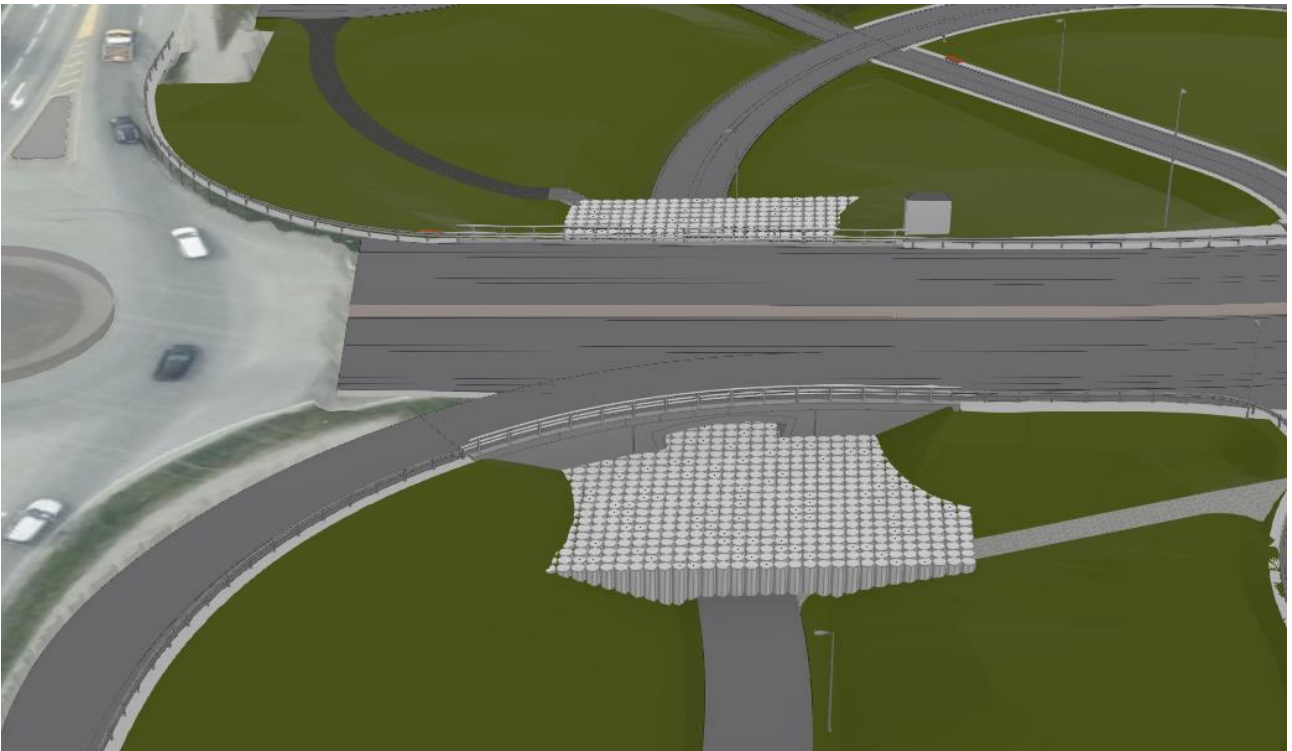
For å sikre at eksisterende Nordbyvei holdes åpen med trafikk under anleggsarbeidene, vil det trolig bli behov for to byggefaser/byggetrinn for etablering av ny G/S-kulvert. Første byggefase bygges i arealet hvor utvidet vei vil ligge, slik at Nordbyveien kan legges over på etablert del av kulvert før ferdigstilling av den andre delen av ny G/S-kulvert i siste byggefase/byggetrinn.

Løsningen vil medføre et behov for en langsgående støttekonstruksjon som skiller de to byggetrinnene. Spunten antas som en rammet spunt til berg eller delvis til berg på stylder, med avstivning (bakforankring) i opptil flere nivåer. Alternativløsning kan være innvendig avstivning med stimpling ned mot en bunnplate. Det vil bli behov for grunnforsterkning for utgraving av byggegrop, samt i områdene på hver side hvor det blir løsmasseskjæringer. Høyspent tett inntil ny G/S-kulvert må hensyntas. Kulverten fundamenteres på stålkjernepeler til berg. Se Figur 13-15 tom. Figur 13-17.

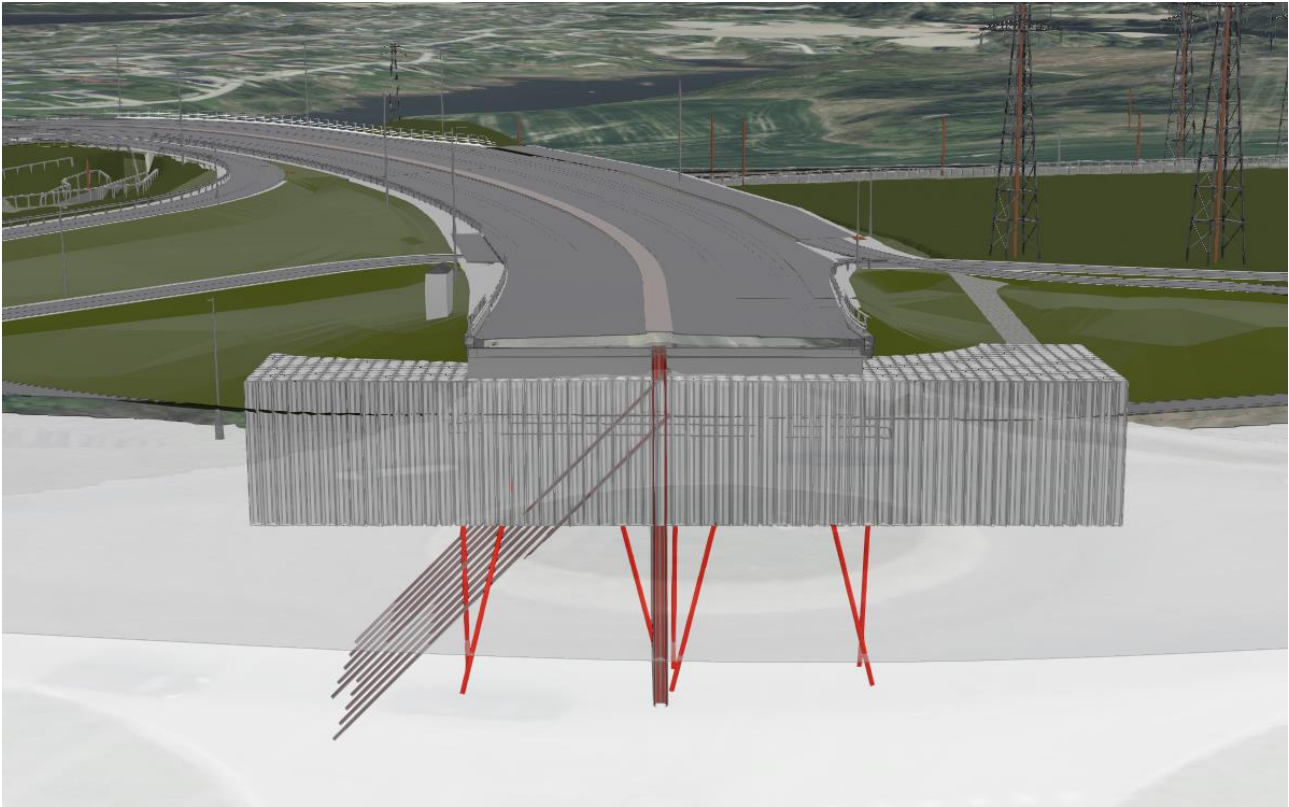
En alternativløsning vil også kunne være å legge om veien og trafikken på eksisterende Nordbyvei midlertidig, slik at det kan grunnforsterkes og graves ut byggegropen for kulverten åpent, for deretter å etablere ny G/S-kulvert i ett byggetrinn før trafikken flyttes tilbake på selve kulverten.



Figur 13-15: Utklipp fra modell som viser tiltak med grunnforsterkning for løsmasseskjæringer og ny G/S-kulvert. Utklipp tatt mot øst.



Figur 13-16: Utklipp fra modell som viser tiltak med grunnforsterkning for løsmasseskjæringer og ny G/S-kulvert. Utklipp tatt mot vest.

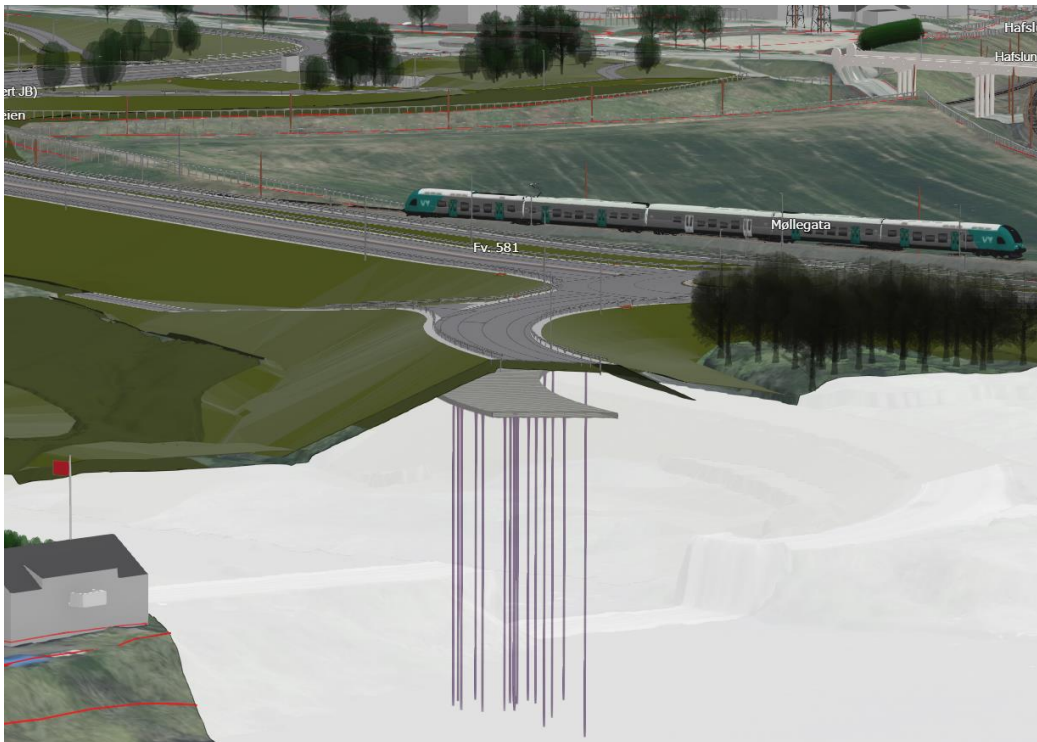


Figur 13-17: Utklipp fra modell som viser tiltak med bakforankret spuntkonstruksjon til berg, grunnforsterkning for utgraving, samt stålkjernepeler for fundamentering av ny G/S-kulvert. Utklipp tatt mot nord.

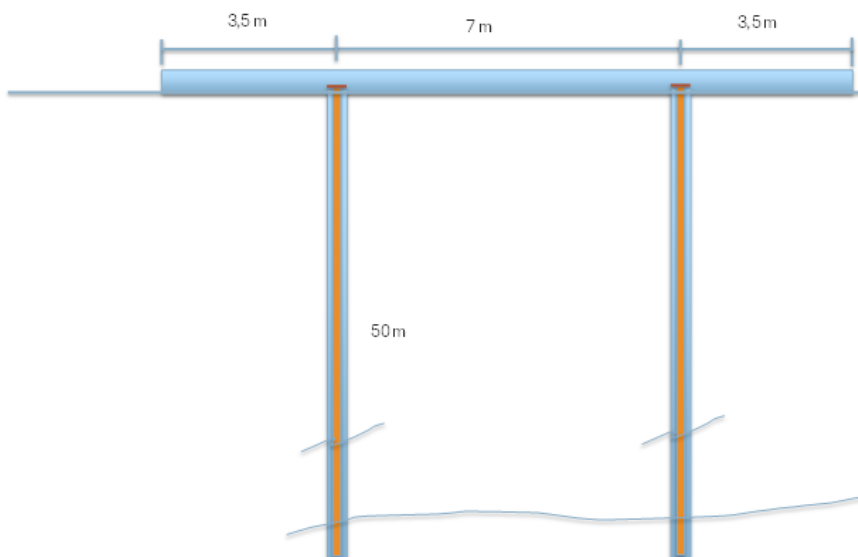
### 13.4 Pelet betongplate for veifylling

Deler av ny veifylling for Nordbyveien foreslås bygget på pelefundamentert betongplate for å unngå tilleggsbelastninger på grunnen, iht. Figur 13-18. Pelearbeidene må utføres skånsomt med tanke på kompliserte grunnforhold og nærhet til skråning ned mot Jomfrudammen. Trafikken i Nordbyveien må legges om i forkant av pelearbeidene. Det er begrenset med grunnundersøkelser i området og det er med stor sannsynlighet store dybder til berg og bratte bergpartier i området. Det er antatt mulig å nå ned til berg ved å benytte borede stålkjernepeler.

Det er i denne fasen antatt behov for 2 stk. stålkjernepeler med  $c/c = 7$  m hver 7. meter. Lengden til betongplata er ca. 80 m, bredden ca. 14 m og tykkelsen ca. 0,6 m. Det antas ca. 22 stk. stålkjernepeler med antatt pelelengde ca. 50 m iht. skisse i Figur 13-19.



Figur 13-18: Utklipp fra modell som viser pelet betongplate for veifylling ny Nordbyvei.



Figur 13-19: Skisse pelet betongplate under ny Nordbyvei.



## 14 Geotekniske tiltak

### 14.1 Måleprogram og instrumentering

Det vises til geoteknisk notat 10245026-RIG-NOT-003 [30] vedrørende måleprogram og overvåkning av skråninger langs eksisterende bruer på Tarris, og det understrekes at det også er behov for måleprogram og overvåkning i andre skråninger på Tarris og på Hafslund. Dette må detaljeres i det videre arbeidet.

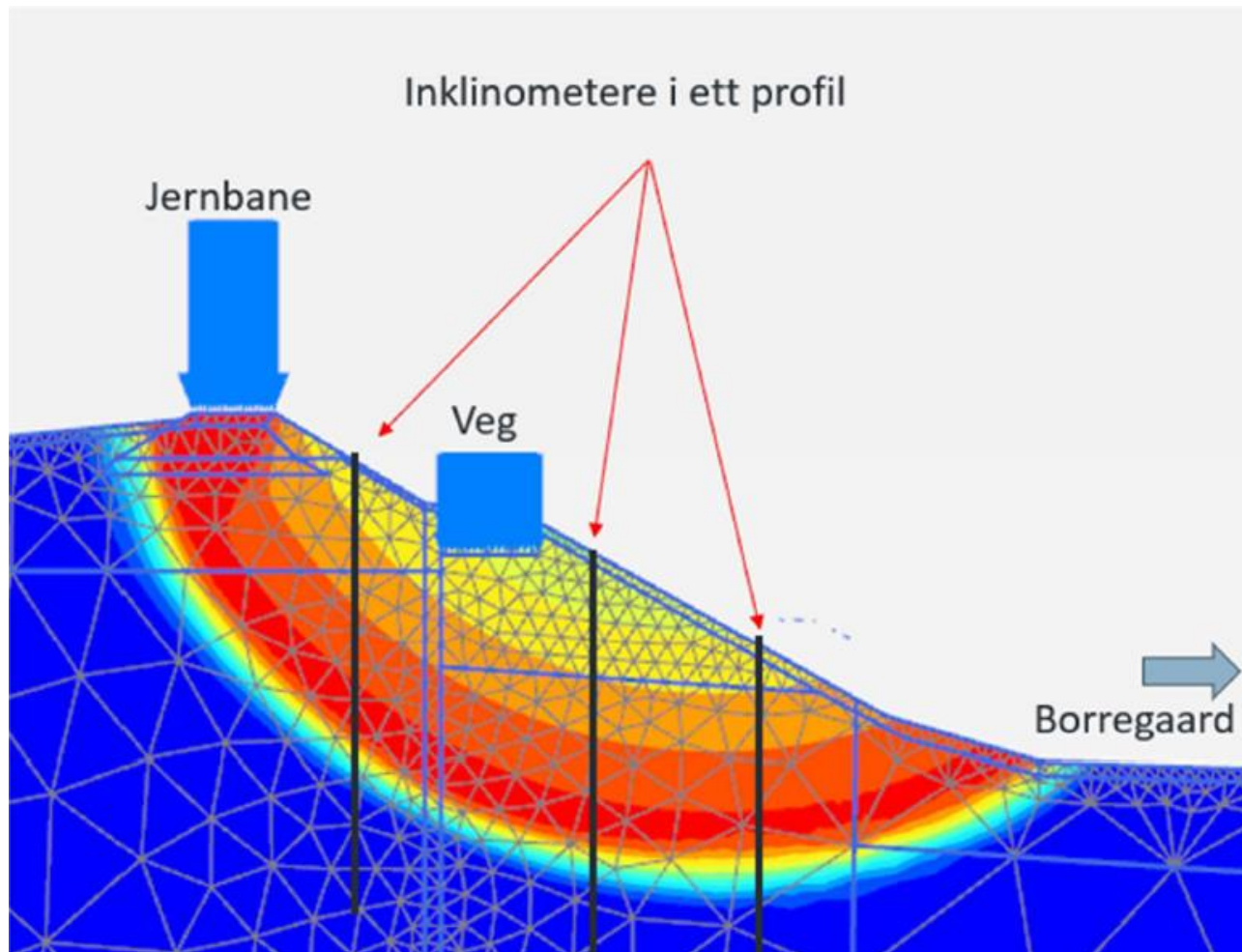
Kunnskap om grunnforhold og pågående prosesser i kritiske områder i skråningene på Tarris og Hafslund anses å være av stor betydning for planlegging og prosjektering, spesielt i forbindelse med foreliggende prosjekt, men også generelt for alle tiltak på og i nærheten av prosjektområdet. Det er rapportert om skader på eksisterende bruer som kan ha sammenheng med og påvirke stabilitetsforholdene i skråningen på Tarris. I tillegg viser oppdaterte vurderinger og relativt omfattende stabilitetsanalyser at dagens skråninger står med lav beregningsmessig sikkerhet, både på Tarris og Hafslund. Det er derfor vår klare anbefaling at det settes i gang et måleprogram som sørger for systematisk overvåkning av området. Det vil være fordelaktig med en så tidlig oppstart som mulig for å gi et solid grunnlag for prosjektering og overvåkning i byggefase.

Det er også aktuelt å instrumentere og foreta målinger for å følge opp prøvefylling og forsøksfelt for grunnforsterkningsteknikker, blant annet med f.eks. setningsplater under og i fylling, setningsslanger for setningsprofil under og i fylling, nivellering av faste punkter på topp fylling, poretrykksmålere i naturlig grunn under fylling, poretrykksmålere mellom partier med grunnforsterkning (f.eks. mellom kalksementpeler og jetpeler) og evt. inklinometer gjennom fylling eller i fyllingsfot for horisontale bevegelser.

Behov for måleprogram gjelder spesielt for:

- Overvåkning dagens situasjon
- Grunnlag for videre prosjektering
- Grunnlag for oppfølging i byggefase

Måleprogrammet må bestå av både deformasjonsmålere/helningsmålere, setningsmålere og poretrykksmålere. Måleprogrammet bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende bruer og jernbane. I tillegg bør det forutsettes tilstandsvurderinger, visuell inspeksjon, overvåkning av pågående erosjon, vibrasjonsmålinger osv. Se Figur 14-1 som viser en skisse med f.eks. plassering av vertikale inklinometere.



Figur 14-1: Skisse som viser et tverrsnitt av et måleprogramprofil med instrumentering av deformasjoner med vertikale inklinometere. Inklinometerkanalene må gå så dypt at de «fanger opp» aktuelle glideflater, og de må etableres i flere lokasjoner i skråningen for å identifisere hvor evt. bevegelser er [30].

Det bør også gjøres en vurdering av hvordan måleprogrammet kan inkluderes i en handlings-/beredskapsplan for området. Det bør tas høyde for at måleprogrammet og oppmålingsresultatene i tilstrekkelig grad blir fulgt opp og rapportert. Det bør således være tilgjengelig faglig kompetanse som fortløpende kan følge dette opp.

## 14.2 Forsøksfelt (prøvefyllinger og grunnforsterkningsteknikker)

### 14.2.1 Overordnet

#### **Kalksementstabilisering**

Det er mange faktorer og egenskaper i grunnen og stedlige forhold som har betydning for valg av f.eks. grunnforsterkningsteknikk og evt. effekt og gjennomførbarhet for valgt grunnforsterkningsteknikk. De kompliserte grunnforholdene i prosjektområdet medfører usikkerheter knyttet til gjennomførbarhet av blant annet kalksementstabilisering, og dette er oppsummert i Tabell 14-1 nedenfor.

I tillegg forutsetter metoden at stabiliteten i skråninger med lav sikkerhet forbedres med andre tiltak (slik som f.eks. støttefyllinger og støttekonstruksjoner) før arbeidene settes i gang. Utførelsen må følges opp med poretrykksmålinger, og man vil kunne oppleve at poretrykket ikke utlignes som

forventet. Det er altså risiko for langvarig poretrykksoppbygging, som igjen medfører en midlertidig reduksjon av stabilitet/sikkerhet, og som kan ha mye å si for fremdriften i prosjektet.

Dersom kalksementstabilisering ikke er egnet som grunnforsterkningsteknikk i stedlige grunnforhold, vil dette medføre behov for fordyrende grunnforsterkning ved bruk av f.eks. jetpeler.

Tabell 14-1: Gjennomførbarhet med kalksementstabilisering for ny Sarpsbru.

Egenskap	Typisk stedlig parameter	Påvirkning	Reduserer gjennomførbarheten	Øker gjennomførbarheten
Skjærfasthet	Høy > 30 kPa	Behovet for godt innblandingsarbeid øker. For leire med fasthet > 30 kPa er gevinsten mindre og det kreves mer energi for å stabilisere grunnen.		
Konsolideringsgrad	Overkonsolidert	Mindre egnet enn normalkonsolidert leire		
Sensitivitet	Høy sensitivitet	Gunstig mtp. at en raskt oppnår høy styrke.		
Plastisitet	Lavplastisk	Krever mindre innblandingsarbeid og behov for mindre innblandingsmengde. Oppnår høy styrke raskere.		
Sandinnhold	Høyt	Behovet for godt innblandingsarbeid øker betraktelig, og det kreves mer innblandingsarbeid (rotasjon, visp, stigning) for å oppnå god kvalitet.		
Siltinnhold	Høyt	Behovet for godt innblandingsarbeid øker, og det kreves mer innblandingsarbeid (rotasjon, visp, stigning) for å oppnå god kvalitet.		
Vanninnhold	Lavt < 30 %	Gir som oftest høyere fasthet enn ved høyt vanninnhold under ellers like forhold. Kan bli utfordrende mtp. selve innblandingen/reaksjonen for stabiliseringsmiddelet. Mengde stabiliseringsmiddel må tilpasses vanninnholdet i jorda. Alternativt må vann tilsettes sammen med stabiliseringsmiddelet. Det anbefales spesielt fokus på kvalitet for stabiliseringen ved vanninnhold < 30%.		
Organisk innhold	Lavt	Ikke behov for økt mengde stabiliseringsmiddel (økt humusinnhold medfører økt sementbehov).		
Topografi	Hellende terreng	Fremkommeligheten for maskinene kan være utfordrende (helningsbegrensning 1:10)		
Morenemasser, stein og blokk	Variierende	Det kan også være utfordrende med tanke på å komme gjennom lag med fastere masser, rekke ned til tilstrekkelig dybde og etablere sammenhengende ribber.		

#### Innblandingsforsøk (kalksement) i geoteknisk laboratorium

Det har blitt utført en rekke innblandingsforsøk i laboratoriet, både på prøver tatt opp på Tarris og Hafslund. Det vises til utarbeidede geotekniske datarapporter [19] [20]. Innblandingsforsøkene i lab viser varierende resultater, og at det er utfordrende å se sammenhengene og forklaringene på de ulike resultatene. Enkelte prøver med like forhold viser noenlunde lik skjærfasthet, men kan vise store forskjeller i tøyninger ved maksimal skjærfasthet. Stedvis er det store forskjeller innad i samme borpunkt. Generelt indikerer resultatene store forskjeller i både oppnådd skjærfasthet og tøyninger ved brudd for lang herdetid (90 døgn). Det finnes også tilfeller hvor det har blitt testet høyere skjærfasthet etter 28 døgn sammenlignet med 90 døgn. Stedvis har det også vært like resultater for skjærfasthet for hhv. 50 kg/m<sup>3</sup> og 100 kg/m<sup>3</sup> for lik herdetid. Med andre ord er det utfordrende å trekke noen konklusjoner etter utførte kalksementforsøk i laboratoriet, og at det fremdeles er usikkerheter



tilknyttet effekter av kalksementstabilisering. Det anbefales derfor feltforsøk for å redusere usikkerheter og risikoer.

### **Jetpeler**

De kompliserte grunnforholdene gir trolig behov for bruk av jetpeler fremfor tradisjonelle kalksementpeler. Jetpelene er ikke påvirket av grunnforholdene i like stor grad når det kommer til selve etableringen og gjennomførbarheten, men også installasjon av jetpeler kan f.eks. gi langvarig poretrykksoppbygging som igjen medfører en midlertidig reduksjon av stabilitet/sikkerhet, og som kan ha mye å si for fremdriften i prosjektet.

Grunnen til at jetpeler vurderes som den best egnede grunnforsterkningsmetoden, er først og fremst de kompliserte grunnforholdene i området, usikkerheter knyttet til tradisjonell kalksementstabilisering i de stedlige grunnforholdene, behovet for god heft mellom grunnforsterkning og berg, samt innspill fra en utførende aktør i en workshop høsten 2023 som var tydelig på at tradisjonell kalksementstabilisering vil medføre risikoer for at man ikke greier å etablere kalksementpelene slik man forutsetter/krever.

### **Støttefyllinger**

Det er store usikkerheter knyttet til selve utleggingen av støttefyllinger på de stedlige løsmassene. Stedvis vil utleggingen trolig måtte bestå av flere «ranker/raster» med angitt konsolideringstid (liggetid/ventetid), og med angitte mektigheter og utstrekninger (trinnsvis utlegging). Fremdriften til utlegging/etablering av støttefyllinger er helt avhengig av evt. poretrykksoppbygging ved oppfylling på leire, og det bør derfor være etablert et tilstrekkelig måleprogram med instrumentering god tid i forveien. Det er knyttet store usikkerheter til hvor langvarig poretrykksoppbyggingen kan bli.

Der det er usikkerheter knyttet til utlegging av tunge steinmaterialer der eksisterende grunnforhold består av topplag av løsere og bløtere løsmasser. Vil det være mulig å etablere prøvefyllinger både ute i Glomma og på land god tid i forkant, og gjerne i forkant av detaljprosjekteringen? Det skal legges ut store mengder masser i områder hvor det i utgangspunktet er dårlig stabilitet. Feil ved utførelse kan få meget store konsekvenser og potensielt utløse store skred.

### **Støttekonstruksjoner (spunt)**

Installasjon med ramming kan medføre store usikkerheter og risikoer for at en ikke får installert spunten, i tillegg til at ramming kan medføre poretrykksoppbygging og påvirke stabilitet i anleggsfasen. Det vil være behov for instrumentering med poretrykksmålere og oppfølging underveis og i en kort periode etter ramming. Det vil i mange tilfeller bli behov for borede løsninger med mer skånsom installasjon, men som er fordyrende for prosjektet.

Dybder til berg kan medføre utfordringer med boring til berg/forutsatt dybde. Det kan oppstå utfordringer med bergfeste grunnet skrått berg og risiko for skrens. Det er også usikkerheter og risikoer i bergkvaliteten (seismikk indikerer svakhetssoner i bergoverflaten). På grunn av antatte store dybder til berg, samt varierende og bratt bergoverflate, må det forventes at deler av spuntkonstruksjonen vil måtte etableres som styktespunt. Det er også risikoer for at forankring (stag) i berg kan gi utfordringer.

## **14.2.2 Forsøksfelt/grunnforsterkningsteknikker**

For å sikre områdestabiliteten, og dermed kunne bygge ny Sarpsbru, er det planlagt å etablere jetpeleribber i kvikkleirefaresonen «Ruinparken». Jetpeleribbene skal installeres i skråninger eller i foten av skråninger som i dag har lav geoteknisk stabilitet. Jetpelene skal bidra til å øke sikkerheten i skråningene.



På grunn av usikkerheten knyttet til potensielle negative effekter i forbindelse med installasjonen, anbefales det å utføre ett fullskala-feltforsøk med jetpeler og evt. andre grunnforsterkningsteknikker (f.eks. kalksementpeler) i området. Hensikten med feltforsøk er, foruten å se på mulige negative installasjonseffekter, å se på hvilken fasthet og stivhet jetpelene kan oppnå. Dette vil ha mye å si for den videre prosjekteringen og hvilke mengder/kostnader grunnforsterkningen vil medføre.

Forhold som forventes å ha betydning for fastheten er grunnforhold, v/c-forholdet, omfang av forvasking, lengde på jetpelene og maskinparametere som opptreks-, strømnings- og rotasjonshastighet, samt injeksjonstrykk.

For å sikre god kontakt med berg må det påregnes å bruke nedadrettede dyser hvor det i starten jetinjiseres ved berg i noen minutter før opptrekk av strengen starter. Kontakt i overgang til berg verifiseres ved visuell kontroll av opptatte kjerneprøver fra forsøksfeltet. Generelt er det noe usikkerhet knyttet til heftfasthet/skjærfasthet mellom jetpeler og berg.

Det anbefales at det hentes inn erfaringer fra utførte feltforsøk i SMS-prosjektet i Moss.

### **14.2.3 Prøvefyllinger på land og i elv**

Kunnskap om effekten av støttefyllinger og kunnskap rundt utførelse av støttefyllinger er viktig, og vil være med på å redusere usikkerhetene. Prøvefyllinger vil gi mer pålitelige data knyttet til blant annet setninger og deformasjoner, og erfaringer rundt de faktiske forholdene i prosjektområdet. Prøvefyllinger krever ofte en viss liggetid, slik at forutsetningen er at man har tilstrekkelig tid til disposisjon.

### 14.3 Geotekniske tiltak – Tarris og Borregaard

I de etterfølgende kapitlene beskrives de ulike delområdene på Tarris og Borregaard iht. Figur 14-2. Hvert delområde blir systematisk beskrevet med først en kort innledning, områdeavgrensning, terrengbeskrivelse, og grunnforholdsbeskrivelse, før aktuelle problemstillinger, beregninger og sikkerhetsprinsipper belyses. Deretter beskrives de anbefalte løsningene (sikringstiltakene), med vurderinger rundt tilkomst, utførelse, faser og rekkefølger, usikkerhet og risiko, anleggstekniske forhold, og behov for måleprogram og instrumentering. Til slutt drøftes alternative løsninger (sikringstiltak), og noe om videre arbeider.

Det er utført geotekniske vurderinger for å dekke detaljreguleringsplanfasen. I tillegg er det gitt innspill til videre ROS-arbeid, og det er en god del tverrfaglighet i risikovurderingene. For hvert delområde er det gjort en sammenstilling av sentrale usikkerheter og hva usikkerhetene betyr (problembeskrivelse/uønskede hendelser), hvilke konsekvenser de kan medføre, samt mulige risikoreducerende tiltak. Dette er derimot ikke å anse som en komplett liste av usikkerheter og risikoer, men de som anses som hovedpunkter. Denne oversikten vil være nyttig for videre ROS-analyse og for oversikt over prosjektrisikoen. Det vises til Vedlegg B for sammenstilling av samtlige usikkerheter og risikoer.

For vurderinger rundt omlegging av f.eks. VA-ledninger og håndtering av overvann vises det til premissnotat VAO [31]. Det vises også til premissnotat for vei og trafikk [32], forprosjektrapport for ny bru [28], og forprosjektrapport for ny GS-bru [29].

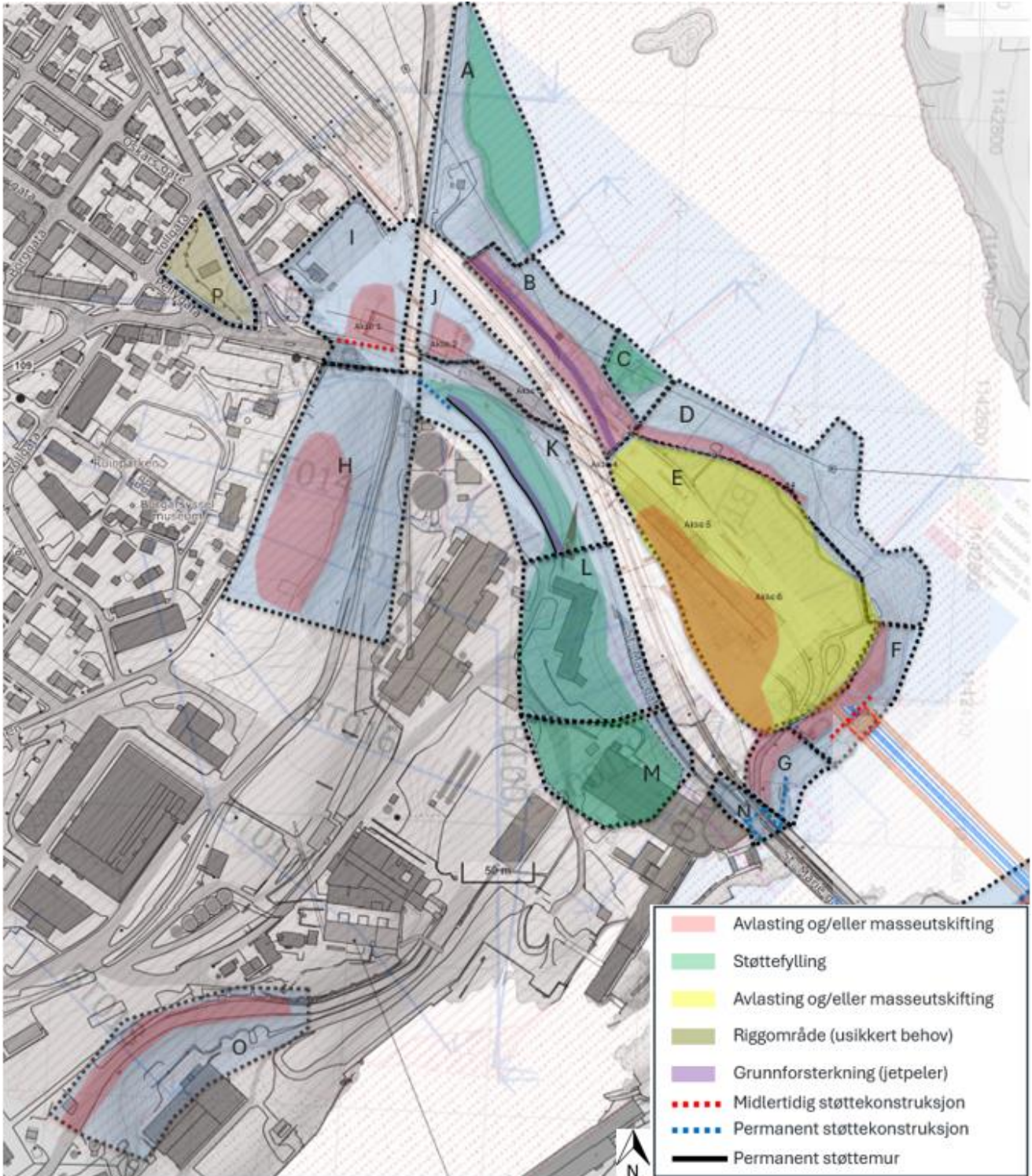
For innledende faseplaner og rekkefølger vises det også til anleggsgjennomføringsnotatet [33]. Det er til dels omfattende sikringstiltak som vil påvirke Borregaards daglige drift og beredskap, og det er derfor i tillegg utarbeidet et tilleggsnotat med forslag til anleggsgjennomføring på Borregaard [34].

Det vises til utarbeidet rapport for naturmangfold [26], datarapport for miljøgeologiske grunnundersøkelser [35], utarbeidet matjordplan [36], samt utarbeidet plan for ytre miljø (YM-plan) [37]. Iht. miljøgeologisk datarapport er det påvist forurensning over normalverdier i flere av prøvene fra de miljøgeologiske grunnundersøkelsene [35], og det foreslås supplerende undersøkelser før oppstart av gravearbeidene, som grunnlag for tiltaksplan for graving i forurenset grunn. Datarapporten sier også at dersom det oppdages uforutsett forurensning, som masser med spesielt utseende eller lukt, må gravearbeidet i aktuelt område stanses og prosjektets miljøgeolog skal kontaktes for å avklare om det er nødvendig med supplerende prøvetaking før videre avklaring av hvordan forurensning og/eller massene skal håndteres.

Dyrkamark og innmarksbeite innenfor området vil bli berørt av ny vei og geotekniske tiltak.

Matjordplanen [36] beskriver den berørte matjorda i området og prinsipper for bevaring og flytting av matjord. Nærmere detaljer med hensyn til flytting og håndtering av matjord vil beskrives i detaljplan. Det anbefales at entreprenør som skal utføre arbeidet utarbeider en metodebeskrivelse for hvordan arbeidet vil utføres. Denne godkjennes av byggherre før arbeidet settes i gang.

YM-planen [37] beskriver alle relevante forhold som må hensyntas i det videre arbeidet. Temaer for ytre miljø som har spesielt fokus her er støy, luftforurensning og klimagasser, forurensning av jord og vann, landskapskarakter, naturmiljø, kulturminner, materialvalg og avfallshåndtering, samt naturressurser.



Figur 14-2: Geotekniske tiltak – Tarris og Borregaard.

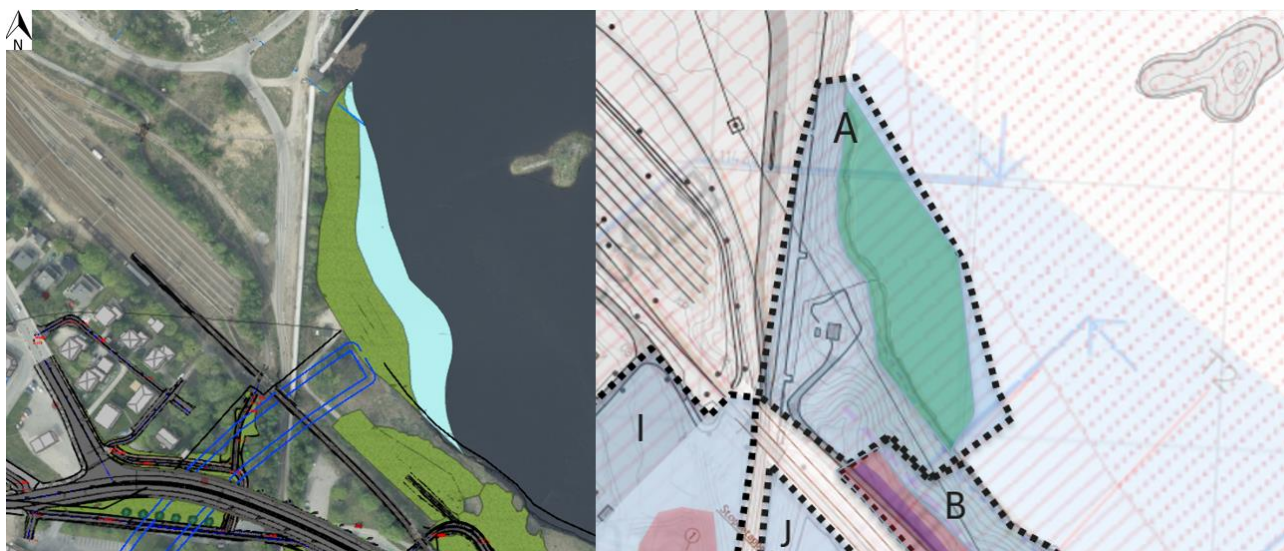
### 14.3.1 Område A

#### **Innledning**

Område A omfatter området nord for Olavsvollen mot Opsund-deponi. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig støttefylling, for å oppfylle krav til områdestabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område A er lokalisert lengst nordvest i prosjektområdet, og ligger i all hovedsak utenfor influensområdet til ny Sarpsbru iht. Figur 14-3. Sikringstiltak må likevel vurderes siden området er en del av faresonen.



Figur 14-3: Område A med foreslått sikringstiltak «T-A-002 Støttefylling Olavsvollen».

#### Terrengbeskrivelse

Det foreligger batymetri og terrengscanninger i område A. Skråningsfoten ute i Glomma starter i ca. kote +17, og stiger oppover mot Sarpsborg stasjon og Opsund-deponi. Skråningskanten ligger i ca. kote +30 lengst nord i område A, og øker til ca. kote +35 lengst sør-øst. Terreng i område A omfatter også de delene av kulturminnet «Olavsvollen» som er ansett som mest intakt, og som det må tas hensyn til. Bak skråningskanten stiger terrenget videre jevnt oppover mot sørvest.

#### Grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser både på land og ute i Glomma innenfor område A. Grunnlaget er noe begrenset, men grovt sett kan man si at grunnforholdene ute i Glomma består av et tilsynelatende bløtere og løsere topplag av leire ned til 5 – 6 m dybde under terreng, over et fastere leirelag videre i dybden. Leiren er både siltig og sandig, og det kan forekomme enkelte lag med fastere grus og stein. Det er påvist sprøbruddmateriale i enkeltprøver i dybde ca. 2 m under terreng lengst sør i område A, mens nord i området er det ikke tatt opp prøver.

På land i område A er det noe variasjon i utførte grunnundersøkelser. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmaterialer i prøver, og i tillegg tyder flertallet av grunnundersøkelsene på at det forekommer lag med sensitive og bløte leirmasser. Det kan således ikke utelukkes sammenhengende lag av kvikkleire og/eller sprøbruddmaterialer som strekker seg fra land og videre ut i Glomma.

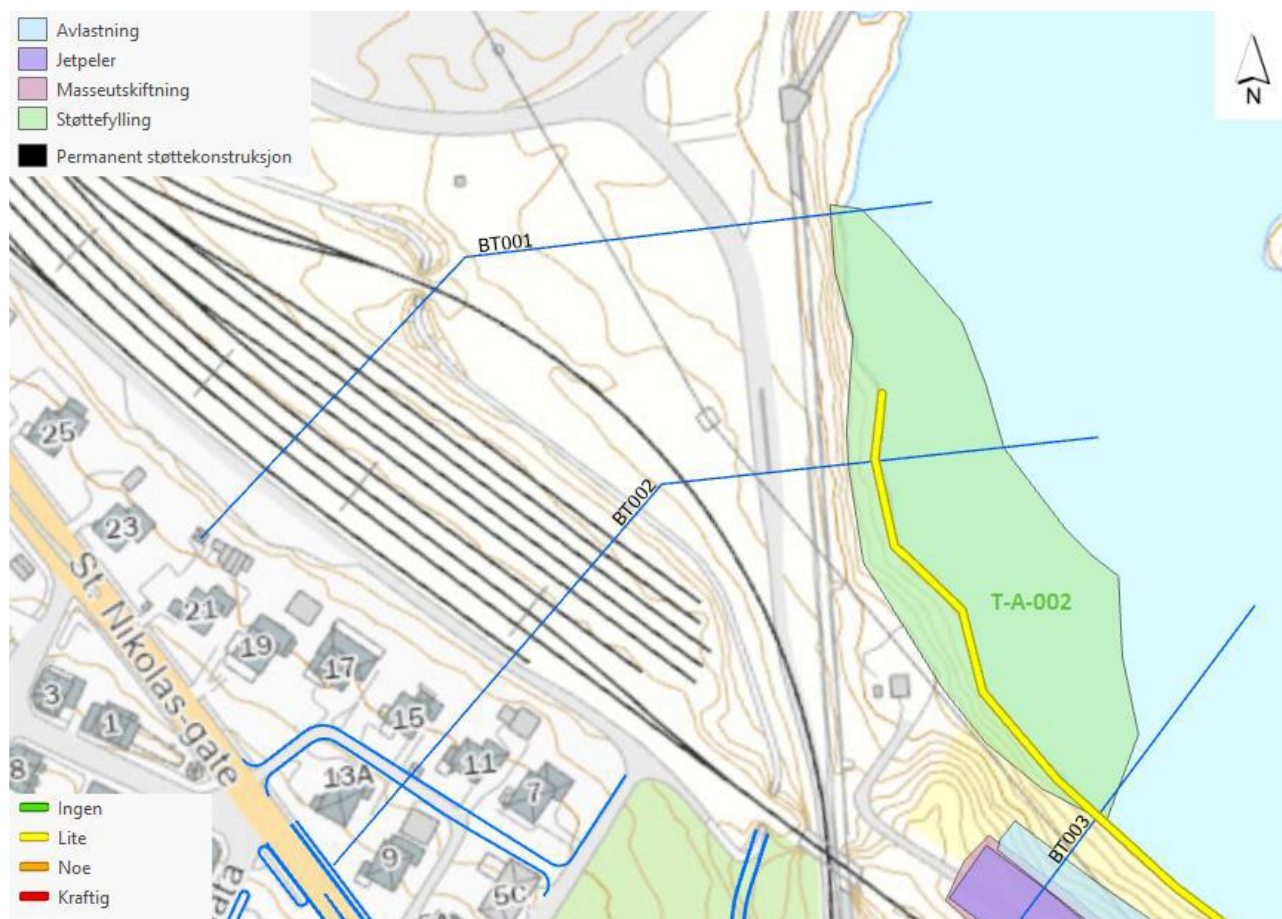
## Problemstillinger

### Dagens stabilitet

For deler av område A viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig robusthet eller langtidsstabilitet, iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019.

### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru påvirker ikke stabiliteten i dette området. Utførte beregninger viser hvor det er behov for tiltak, og avgrensningen til tiltaket. Mot nord er tiltaket avgrenset basert på beregningssnitt BT001 hvor det er funnet å være tilfredsstillende stabilitet iht. robusthet og langtidsstabilitet, mens avgrensningen i sør er basert på beregningssnitt BT003. I dette området vil brua kunne påvirke stabiliteten og det er behov for mer omfattende tiltak. Beregningssnitt BT002 viser at det ikke er tilstrekkelig robusthet eller langtidsstabilitet i dagens situasjon, og at det derfor er behov for sikringstiltak. Det er også utført beregninger i «støttesnitt» for mer detaljert utforming av sikringstiltak. Plassering av beregningssnitt er vist på Figur 14-4.



Figur 14-4: Plantegning som viser snitt BT001, BT002 og BT003. Anbefalt sikringstiltak, støttefylling (T-A-002) er markert med grønn skravur/farge.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:



- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under utlegging av støttefylling.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er robusthet og langtidsstabilitet iht. NVE-veileder 1/2019.

Gjennomføring av terrenginngrep på land anses som lite sannsynlig på grunn av restriksjoner knyttet til kulturvern og hensynet til eksisterende landskap.

Støttefylling fremstår som det mest aktuelle tiltaket for å øke stabiliteten, men dette innebærer betydelige utfordringer. Anleggsgjennomføringen kompliseres av begrenset tilgang over Borregaards industrispor og transportbånd. Videre må støttefyllingen plasseres i Glomma, noe som gjør tiltaket omfattende både teknisk og gjennomføringsmessig. Spesielt på grunn av vannføring i elv og forekomst av lag med bløte masser.

I tillegg kreves konsesjonsbehandling for arbeidet, en prosess som kan være tidkrevende og skape usikkerhet rundt endelig tillatelse. Planlegging og koordinering blir avgjørende for å møte disse utfordringene.

### **Geotekniske tiltak**

#### *Beskrivelse av anbefalt løsning*

Krav til sikkerhet for skråningen anbefales ivaretatt med topografiske tiltak som støttefylling i bunn av skråning, avlasting i topp av skråning, eller kombinasjoner av disse. Det er derimot lagt føringer fra kulturarv i fylkeskommunen om at det ikke tillates terrenginngrep i selve Olavsvollen oppe på land.

- **«T-A-002» Støttefylling Olavsvollen:** Støttefylling er vurdert å være det beste alternativet sammenlignet med grunnforsterkning eller støttekonstruksjon. Utførte beregninger i detaljreguleringsfasen viser at støttefyllingen kan legges opp til ca. kote +28, hvorav ca. halvparten av støttefyllingen ligger over dimensjonerende vannstand for Glomma i kote +24,2. Støttefyllingen avsluttes i fot av skråningen på elvebunn av Glomma, eller der elvebunnen flater ut. Både bredde og mektighet til støttefyllingen varierer basert på beregninger utført i beregningssnittene og støttesnittene, men f.eks. i beregningssnitt BT002 er mektigheten varierende mellom 2,4 – 3,3 m, og bredden på støttefyllingen er ca. 44 m. 3D-modell av støttefylling over normalvannstand i Glomma er vist på Figur 14-5.

Det er usikkerheter i avslutningen av støttefyllingen i sørøst, hvor det blir en overgang mellom støttefyllingen ute i Glomma og grunnforsterkningstiltaket (jetpeler) i område B oppe på skråningstopp. Denne avgrensningen vil påvirke utstrekningen av støttefyllingen og utgangspunktet er at man ikke kan ha forverring av glideflatene.



Figur 14-5: Støttefylling Olavsvollen. Støttefyllingen fortsetter under vannoverflaten, og dette er omtrentlig vist i rød polygon.

#### Tilkomst, utlegging og utførelse

Støttefyllingen må med stor sannsynlighet etableres fra bunn skråning under vann. Støttefyllingen skal bestå av egnede steinmaterialer (kvalitetsfylling). Evt. erosjonssikring etableres langs fyllingsfront. Tilgjengelighet til område A ute i elva er en utfordring. Et alternativ er tilkomst med leker, og ev. et sted hvor massene kan lastes på leker, eller gjennom industriområdet på Opsund. Et annet alternativ som kan utredes er levering av masser inne på Borregaards område på Opsund, og om massene kan heises over flisbåndet til Borregaard, eller om det kan etableres en renne/samlebånd som kan transportere massene til støttefyllingen under flisbåndet. Tilgjengelighet til industrisporet til Borregaard må også ivaretas. Dette kan ha en del å si for fremdriften, med en tidkrevende transport, lossing og utlegging. I det videre arbeidet kan det bli behov for geotekniske tiltak for å sikre anleggsvei for område A.

Utleggingen vil trolig måtte bestå av flere ranker eller raster med angitt konsolideringstid (liggetid/ventetid) og med spesifiserte mektigheter og utstrekninger i en trinnvis prosess. Fremdriften til utlegging og etablering av støttefyllingen er sterkt avhengig av eventuelle poretrykksoppbygginger ved oppfylling på leire/silt. For å sikre dette, må det være etablert et omfattende måleprogram med tilstrekkelig instrumentering på plass i god tid.



Forholdene ute i Glomma (varierende vannføring, vannhastigheter etc.) vil naturligvis også kunne ha en del å si for anleggsgjennomføringen og tilpasning i forhold til dette, og det er behov for detaljerte faseplaner for å sikre en god utførelse og utlegging.

### **Faser og rekkefølger**

Det er behov for omfattende sikringstiltak i prosjektområdet på Tarris, og det legges opp til en fremgangsmåte der stabiliteten hele tiden forbedres i forhold til dagens situasjon. Det anbefales derfor å først etablere støttefyllinger i Glomma ved Olavsvollen og støttefyllinger nede på Borregaard, og trolig kan dette utføres som forberedende arbeider.

### **Usikkerhet og risiko**

#### TA-01 - Område A – Konesjonssøknad for støttefylling i Glomma

Støttefyllingen vil i stor grad ligge ute i Glomma ved Olavsvollen og vil derfor kreve konsesjonssøknad.

Konesjonssøknaden kan mulig kreve lang behandlingstid og i verste fall er det forhold som gjør at søknaden ikke blir godkjent. Dette anses å kunne få konsekvenser for fremdrift og kostnad, og evt. må det må vurderes andre mulige tiltak.

Det vil være viktig å komme i gang tidlig med å utarbeide grunnlag for å søke om konsesjon. I den forbindelse bør det legges opp til gjennomføring av supplerende undersøkelser på land og ute i Glomma. Samtidig bør det vurderes hva som eventuelt kan være alternative metoder for grunnforsterkning. Dette arbeidet bør også basere seg på et mer omfattende undersøkelsesprogram. For å korte ned på behandlingstid kan det være en fordel å involvere NVE så tidlig som mulig i prosessen.

#### TA-02 - Område A - Utlegging av støttefylling

Det er usikkerheter knyttet til utlegging av tunge steinmaterialer på eksisterende topplag på elvebunn av løse og bløtere sedimenter. Det er blant annet usikkerhet knyttet til poretrykksoppbygging i forbindelse med økt belastning fra fyllingen og til i hvilken grad eksisterende masser blir fortrenget. Det er i tillegg utfordrende å arbeide med fyllingen ute i elva, spesielt i perioder med høy vannføring og/eller isgang.

Utlegging kan føre til uønsket massefortrengning og/eller poretrykksoppbygging og midlertidig redusere stabiliteten. Uforsiktig utlegging kan i verste fall være årsak til områdeskred. For denne planfasen er det en viss risiko for at det må gjøres endringer på det foreslåtte tiltaket i form av endret omfang eller endret metode, ref. TA-01. Dette påvirker nøyaktigheten på vurderte mengder og kan ha påvirkning på hvor lang tid man trenger på å etablere fyllingen.

Det bør i den videre prosjektering gjøres detaljerte undersøkelser for å kartlegge forhold og finne frem til beste fremgangsmåte. Dette omfatter blant annet supplerende undersøkelser på land og ute i Glomma. Det er også anbefalt å undersøke mulighet for utlegging av prøvefylling.

Det kan være et aktuelt tiltak å benytte gravemaskin på leker for forsiktig og skånsom utlegging i korte seksjoner om gangen.

Etablering av støttefylling må trolig gjøres i løpet av sommerhalvåret, da det om vinteren kan komme store isflak i elva. Perioder med stor vannføring i Glomma bør generelt unngås.

#### TA-03 - Område A – Kulturminner (Olavsvollen)

Det er fremdeles mye usikkerhet omkring hvor det eksisterer kulturminner og/eller kulturlag i bakken, og det vil derfor kunne bli nødvendig med avklarende undersøkelser. Tiltaket kan medføre behov for

arkeologiske registreringer, spesielt på arealer hvor det ikke tidligere er søkt etter automatisk fredete kulturminner, eller hvor situasjonen er uavklart. Videre kan det bli behov for dispensasjoner på vilkår om arkeologiske utgravinger. Utgravinger skjer i så fall etter at planen er vedtatt, men før tiltakene kan realiseres.

Det anbefales en tett og god dialog med representant fra kulturminnemyndighetene for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

### **Anleggsteknikk**

Det må påregnes god tid for både prosjektering og selve utleggingen ettersom dette er arbeider som omfatter utfylling ute i vassdrag, og tiltaket gir behov for hydrologiske analyser og vurderinger rundt endringer i elvetvernsnitt, vannstrømning, vannhastigheter ol., samt vurderinger av erosjonssikring.

Det bør påregnes sluttkontroller med elvebunnsscanning, og generelt strenge krav til kontroll, oppfølging og dokumentasjon.

Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging og behov for konsolideringstid/liggetid for støttefyllingen.

Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen, og det bør vurderes nærmere hvordan tilkomst, transport, lossing og utlegging skal utføres. Forholdene ute i Glomma (varierende vannføring, vannhastigheter etc.) vil naturligvis også kunne ha en del å si for anleggsgjennomføringen og tilpasning i forhold til dette.

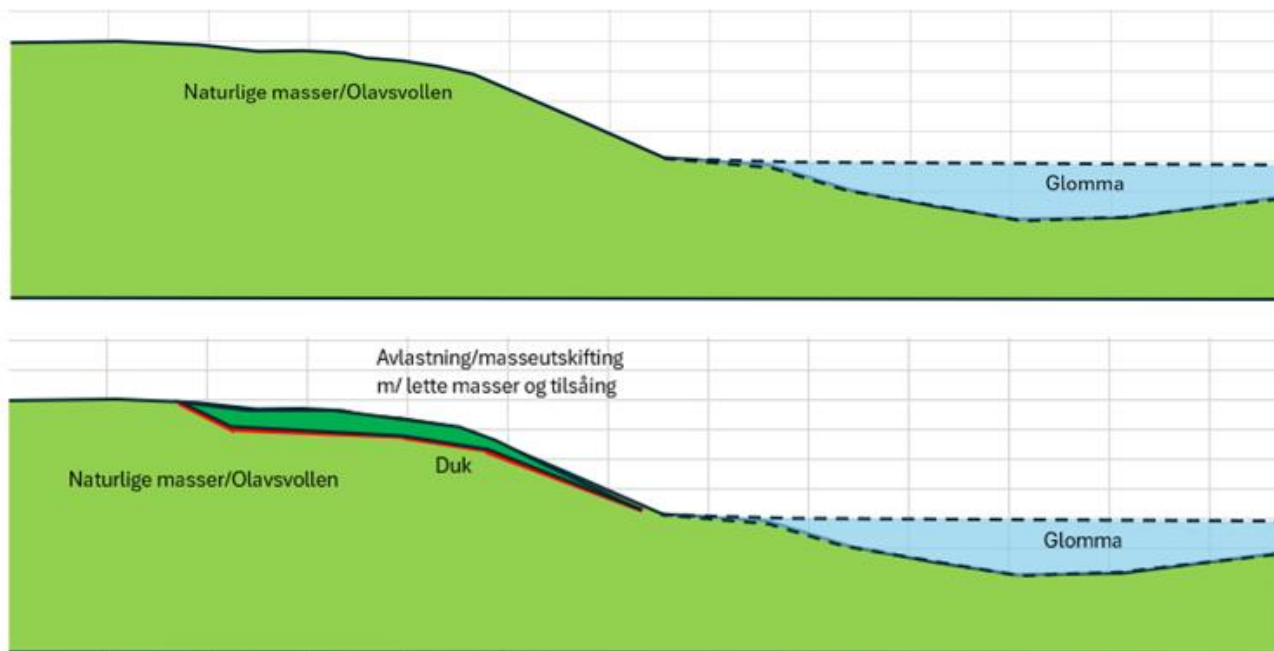
### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at utleggingen og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. I forbindelse med etablering av støttefyllingen på det bløtere topplaget ute i Glomma, blir det behov for poretrykksmålere for å ha kontroll på evt. poretrykksoppbygging i leirelagene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil ha mye å si for hvor store ranker som kan etableres, hvor lang liggetid man må påregne, og dermed også hvordan fremdriften blir. I skråningene ned mot Glomma blir det i tillegg behov for deformasjonsmålere (inklinometere), da utlegging av støttefyllingen kan medføre tilleggsdeformasjoner. Det vises også til avsnitt 21.4.

### **Alternative løsninger**

Både avlastning/masseutskifting i skråningstopp og støttefylling ute i Glomma, samt kombinasjoner av disse, kan være aktuelt. Dersom avlastning skal utføres bør avlastingen gjøres fra ca. jernbanen og et godt stykke i selve skråningen (Olavsvollen) ned mot Glomma. En slik løsning krever at lokalstabilitet for jernbanen kontrolleres. Det understrekes at alternativet med avlastning ikke er vurdert i like stor grad som støttefyllingen, da det ble forutsatt fra kulturminnemyndighetene at avlastning av Olavsvollen er uaktuelt inntil videre. I tillegg er avlastning av skråningstopp utfordrende i området hvor dagens transportbånd til Borregaard ligger, og ville kommet i konflikt med dette. Tiltak med avlastning vil kunne øke stabiliteten til å ivareta kravet til nok robusthet og langtidstabilitet for deler av skråningen, og det vil være mulig å f.eks. tilbakeføre selve utformingen til Olavsvollen med bruk av duk, lette masser (masseutskifting), noe overlagringsmasser og tilsåing iht. skisse i Figur 14-6 nedenfor.

Et annet alternativ som ikke er videre vurdert er evt. etablering av en støttekonstruksjon i bakkant av Olavsvollen som avskjærer den mest intakte delen av Olavsvollen. Denne støttekonstruksjonen ville da trolig måtte bli etablert inn mot eksisterende jernbaner (både Østfoldbanen og industrisporet til Borregaard). Alternativet gir behov for avklaringer både mot kulturminnemyndigheter, Bane NOR etc.



Figur 14-6: Vurdert og forkastet løsning med avlastning av Olavsvollen.

### Videre arbeider

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. I tillegg anbefales det å planlegge for et feltforsøk med prøvefylling for å dokumentere gjennomførbarhet, og det anbefales da at det er etablert måleprogram med instrumentering. Stabiliteten kan forverres ved en eventuell prøvefylling og må således planlegges nøye og utføres etter anvisning fra prosjekterende. Dersom det blir aktuelt å legge ut prøvefylling i Glomma må dette også gjøres etter et klart definert prøveopplegg. Hensikten med prøvefylling vil være å få mer grunnlag for planlegging av anleggsgjennomføring med tanke på metodikk og fremdrift.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

Det forventes å være behov for å utføre hydrologiske analyser dersom støttefylling ute i Glomma blir det endelige sikringstiltaket, og det blir behov for detaljering av erosjonssikring.

I forbindelse med videre planlegging av sikringstiltaket, vil det være viktig å få til et godt samarbeid med kulturminnemyndighetene.

Dersom støttefylling i Glomma blir det endelige tiltaket, blir planlegging og koordinering av konsesjonsprosessen avgjørende for fremdriften, og det anbefales at man kommer i gang så tidlig som mulig med denne prosessen.

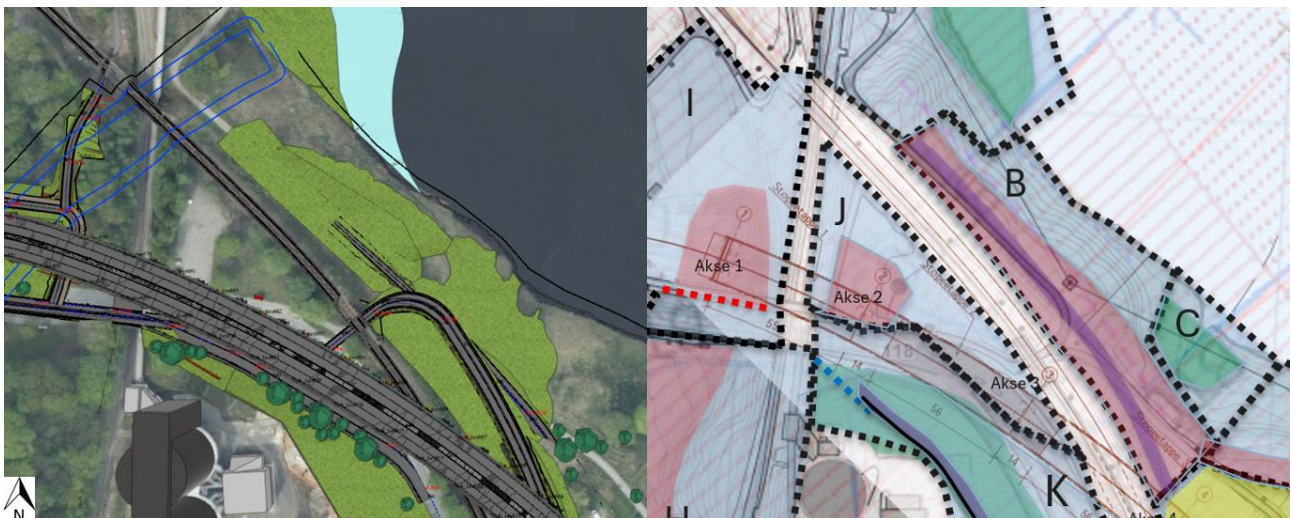
### 14.3.2 Område B

#### *Innledning*

Område B omfatter området nord for eksisterende jernbane mellom spor og Glomma. Sikringstiltaket i området gjelder for etablering av bruakse 2, 3 og 4 for ny Sarpsbru, og ny gang-/ og sykkelvei. Bruaksene ligger utenfor område B, men sikringstiltak utføres for å sikre disse. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlastning og grunnforsterkning, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område B er lokalisert mellom eksisterende Østfoldbane og Glomma, og strekker seg fra akse 4 i sørøst og bort til Olavsvollen i nordvest iht. Figur 14-7.



Figur 14-7: Område B med sikringstiltak «T-B-003 Avlastning mellom spor og Glomma», «T-B-004 Grunnforsterkning (jetpeler)» og «T-B-005 Tilbakefylling mot spor».

#### Terrengbeskrivelse

Terrenget stiger relativt bratt opp fra Glomma i ca. kote +17 i nordøst mot eksisterende Østfoldbane i ca. kote +38 i sørvest. I den sørlige delen av område B stiger terrenget fra ca. kote +17 i Glomma og opp mot eksisterende Østfoldbane i ca. kote +44.

#### Grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser både på land og ute i Glomma innenfor område B. Grunnlaget er noe begrenset, spesielt ettersom en stor del av grunnundersøkelsene er gamle enkeltsonderinger. Grovt sett kan man si at grunnforholdene ute i Glomma består av et tilsynelatende bløtere og løsere topplag av leire ned til 5 – 6 m dybde under terreng, over et fastere leirelag videre i dybden. Leiren er både siltig og sandig, og det kan forekomme enkelte lag med fastere grus og stein. Det er påvist sprøbruddmateriale i enkeltprøver i dybde ca. 2 m under terreng lengst nord i område B, og i enkeltprøver i dybde 0 – 1 m lengst sør i område B.

På land i område B er det stor variasjon i utførte grunnundersøkelser, men det er indikasjoner i mange grunnundersøkelser at det kan forekomme lag med sensitive og bløte leiremasser. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmaterialer i flere borpunkt innenfor hele område B, varierende i dybder ca. 3 – 11 m under terreng. Det kan ikke utelukkes sammenhengende lag av kvikkleire og/eller sprøbruddmaterialer som strekker seg fra land og videre ut i Glomma.

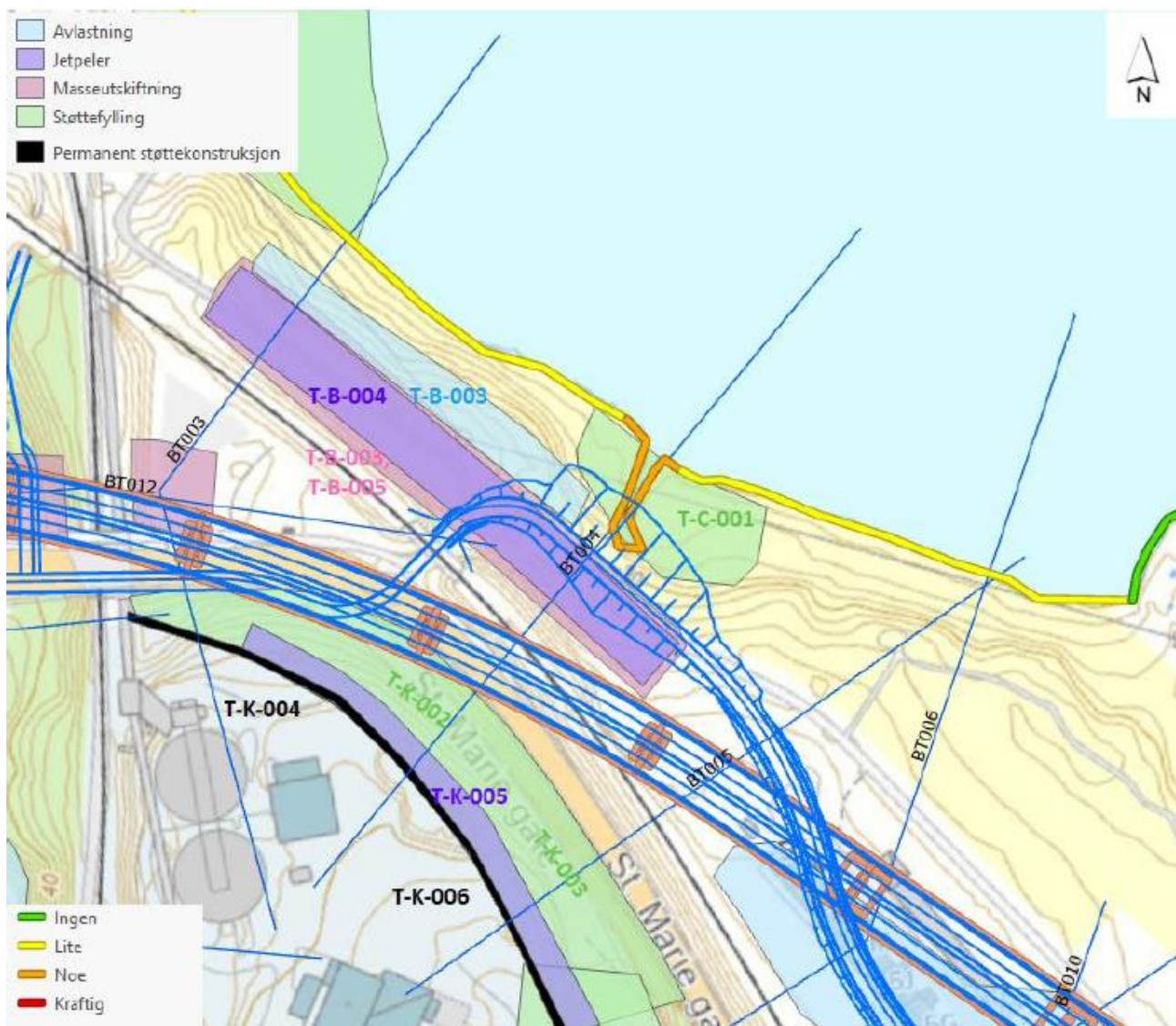
## Problemstillinger

### Dagens stabilitet

For område B viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019. Det er lav beregningsmessig sikkerhet, og krav til sikkerhet varierer noe innenfor område B, avhengig av om skråningen er innenfor eller utenfor influensområdet til tiltaket ny Sarpsbru.

### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har ulik influens innenfor område B. Utførte beregninger i snitt BT003 og BT004 viser hvor det er behov for tiltak, og avgrensningen til tiltaket. I beregningssnitt BT003 er det ikke tilstrekkelig robusthet eller langtidsstabilitet, mens i beregningssnitt BT004 er det ikke tilstrekkelig stabilitet iht. absoluttkrav gitt i NVE-veileder 1/2019 og Statens veivesens veinormal N200. Det stilles også krav til at ingen glideflater skal forverres i noen faser. Plassering av beregningssnitt er vist i Figur 14-8.



Figur 14-8: Plantegning som viser snitt BT003 og BT004. Anbefalt sikringstiltak («T-B-003 Avlastning mellom spor og Glomma», «T-B-004 Grunnforsterkning (jetpeler)» og «T-B-005 Tilbakefylling mot spor») er markert med forskjellig skravur/farge.



### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er robusthet og langtidsstabilitet i beregningssnitt BT003, og krav om absolutt sikkerhet i beregningssnitt BT004 iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

Sikringstiltaket utføres i flere trinn. Først vil det være behov for å avlaste terrenget (uten trafikk på spor). Deretter kan grunnforsterkning gjennomføres ved å installere jetpeler ned til berg (fortsatt uten trafikk på spor). Når dette er utført, tilbakefylles det til dagens terrengnivå, før jernbanesporet igjen kan belastes med full trafikklast. I forkant av grunnforsterkningen vil det bli behov for midlertidig omlegging av infrastruktur i bakken og muligens også omlegging av en høyspentmast. I forbindelse med tilbakefyllingen mot spor etter grunnforsterkningen vil det trolig bli behov for reetablering av infrastruktur.

Det er i denne fasen forutsatt installasjon av enkeltribber av jetpeler til berg med diameter 1,6 m, med antatte pelelengder ca. 25 m. Senteravstanden mellom enkeltribbene er ca. 8 m, mens bredden på selve sonen er ca. 16 m. Lengden til sonen som skal grunnforsterkes er ca. 160 m, fra Olavsvollen i nordvest til plasseringen til akse 4 i sørøst.

Nedenfor følger en kort beskrivelse av geotekniske tiltak og andre viktige aktiviteter som utføres i forbindelse med etablering av disse.

- **«T-B-001» Midlertidig omlegging av infrastruktur:** I området ligger det eksisterende strømkabler, fiberkabler, høyspentkabler, VA-ledninger etc. som er i direkte konflikt med de geotekniske sikringstiltakene. Det vil bli behov for omlegging av disse, og trolig kan dette utføres i samme fase som avlastning mellom spor og Glomma. Det bør vurderes nærmere om disse arbeidene kan utføres i forkant av de geotekniske sikringstiltakene, og om omleggingen kan utføres mens det går trafikk på sporet.
- **«T-B-002» Omlegging av høyspent:** Det står en høyspentmast innenfor område B som kan komme i konflikt med grunnforsterkningen. Denne masten er trolig fundamentert på løsmasser, og det må i det videre arbeidet bestemmes om denne masten må fjernes/flyttes. I tillegg vil det være et behov for vurdering av hvorvidt høyspentkablene i luften kan komme i konflikt med bortårn til jetpelerigg etc.
- **«T-B-003» Avlastning mellom spor og Glomma:** Før jetpelene kan installeres er det vurdert at det må utføres noe terrengavlastning nedenfor jernbanen for å forbedre sikkerheten ut mot Glomma. Arbeidene forventes å måtte utføres i en periode uten trafikk på sporet. Det er også nødvendig med en permanent avlastning av skråningskanten ut mot Glomma.
- **«T-B-004» Grunnforsterkning (jetpeler):** For å sikre tilstrekkelig stabilitet ned mot Glomma er det behov for å installere jetpeler nord-øst for jernbanen. Arbeidet utføres i perioder uten trafikk på sporet. Jetpelene skal etableres til berg, og vil avskjære alle glideflater ut mot

Glomma. Jetpelene installeres i en sone med bredde på ca. 16 m, og med en senteravstand på ca. 8 m. Jetpelene etableres som enkeltribber med en pelediameter på 1,6 m.

- «T-B-005» **Tilbakefylling mot spor:** Etter grunnforsterkningen med jetpeler må det fylles tilbake til dagens nivå før trafikken på sporet kan settes på igjen.
- «T-B-006» **Reetablering av infrastruktur:** I forbindelse med tilbakefyllingen etter grunnforsterkningen, kan den midlertidige omlagte infrastrukturen reetableres.

#### Tilkomst og utførelse

Tilkomst til området vil bli gjennom dagens eksisterende undergang under Østfoldbanen ved Monumentplassen, og via Tarrisveien ut til Tarris. Det blir behov for en rekke sikringstiltak for anleggsveien, samt på Tarris-plataet.

Det kan tenkes at det vil være muligheter for en seksjonsvis utførelse. Følgende tiltak for utførelse er aktuelt for å unngå store lokale forstyrrelser; avlastning av eksisterende terreng, avstand mellom rigger dersom det benyttes mer enn én rigg, angitt rekkefølge for hvilke peler og ribber som installeres (sekvensiell installasjon) hvor det må påregnes flytting mellom ribber.

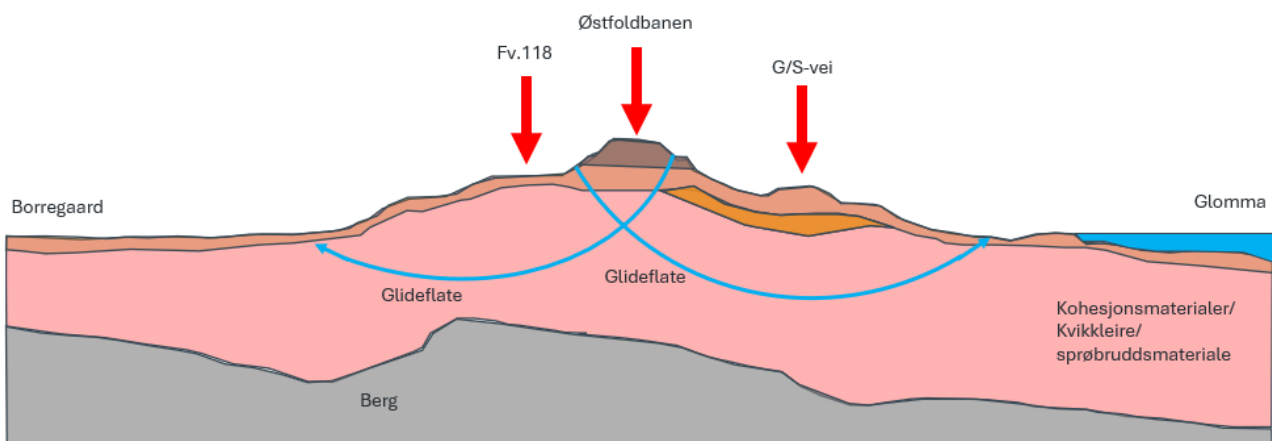
#### **Faser og rekkefølger**

Det anbefales at støttefyllinger både ute i Glomma i område A og nede på Borregaard er etablert før arbeidene i område B settes i gang.

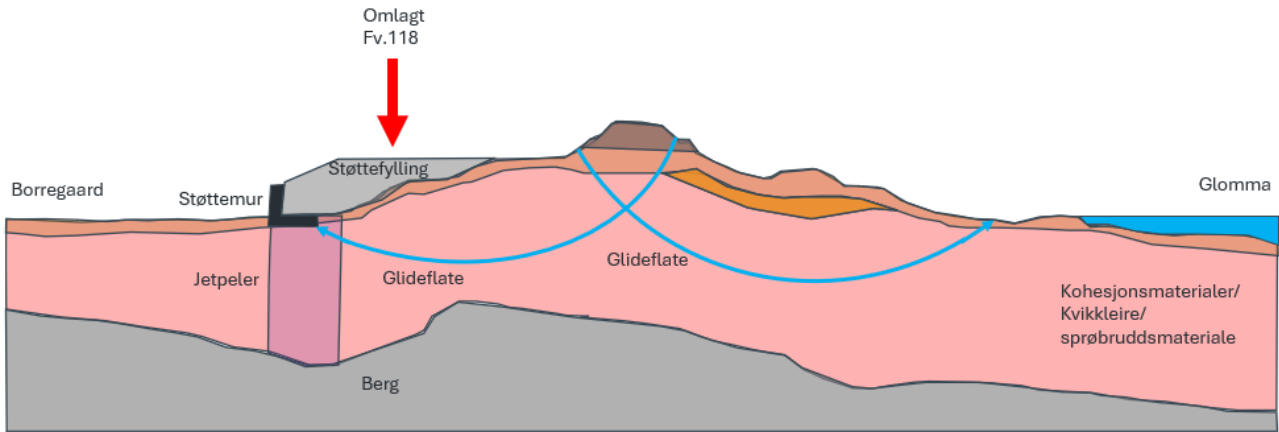
I forkant av sikringstiltakene i område B er man avhengig av å utføre sikringstiltak i form av avlastning og masseutskifting for anleggsveien ut på Tarris i område G og F, samt avlastning av skråningskant og deler av Tarris-plataet i område E. I tillegg anbefales det å utføre erosjonssikring og flomsikring av Tarrisveien i område G.

Deretter kan sikringstiltakene i område B utføres i en periode uten trafikk på spor. Det anbefales også at sikringstiltak i område C utføres før grunnforsterkningen med jetpeler i område B.

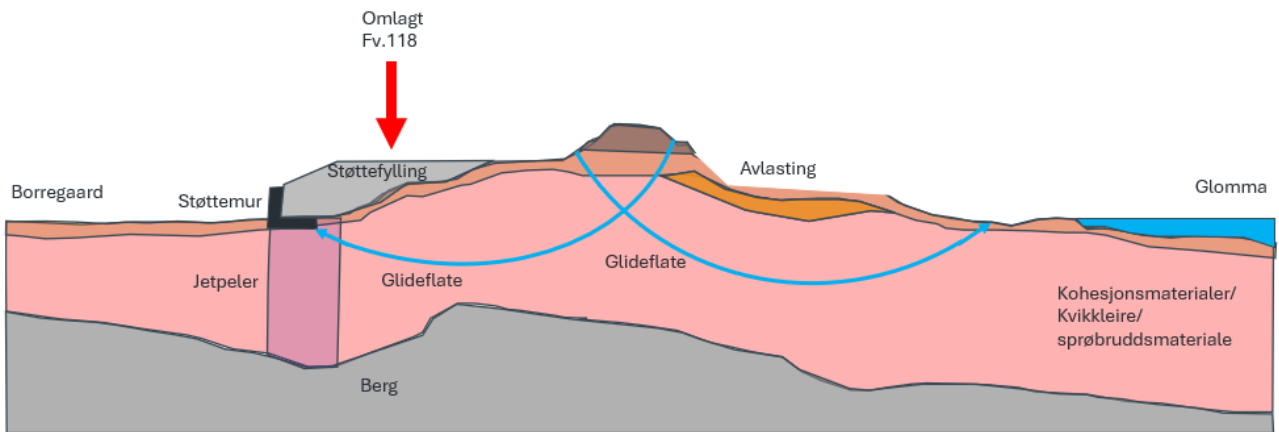
Nedenfor i Figur 14-9 tom. Figur 14-16 er mulige faser og rekkefølger for sikringstiltak i område B for sikring av akse 3 grovt skissert. I skissene er det fokusert på sikringstiltakene mot Glomma.



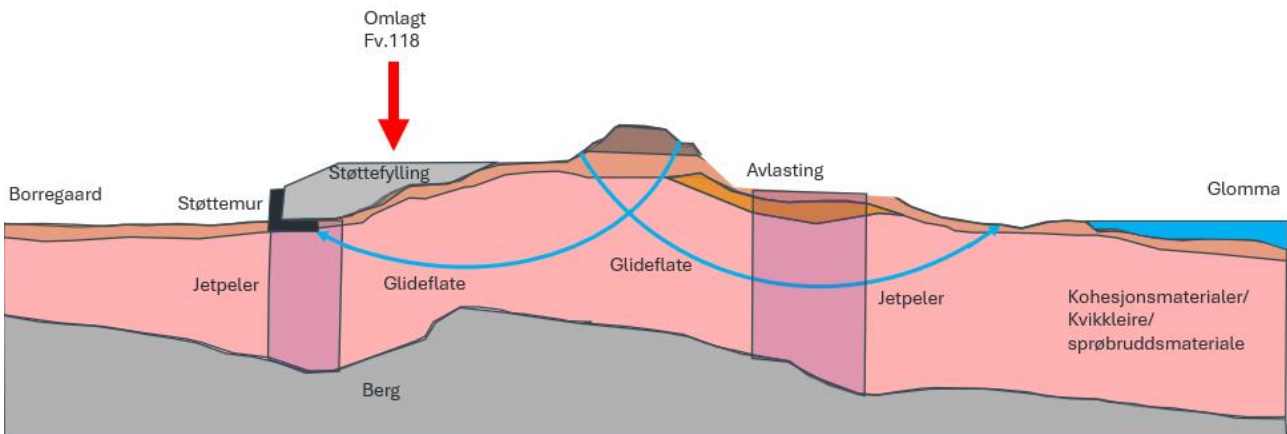
Figur 14-9: Skisse over dagens situasjon ved fremtidig akse 3 for ny Sarpsbru.



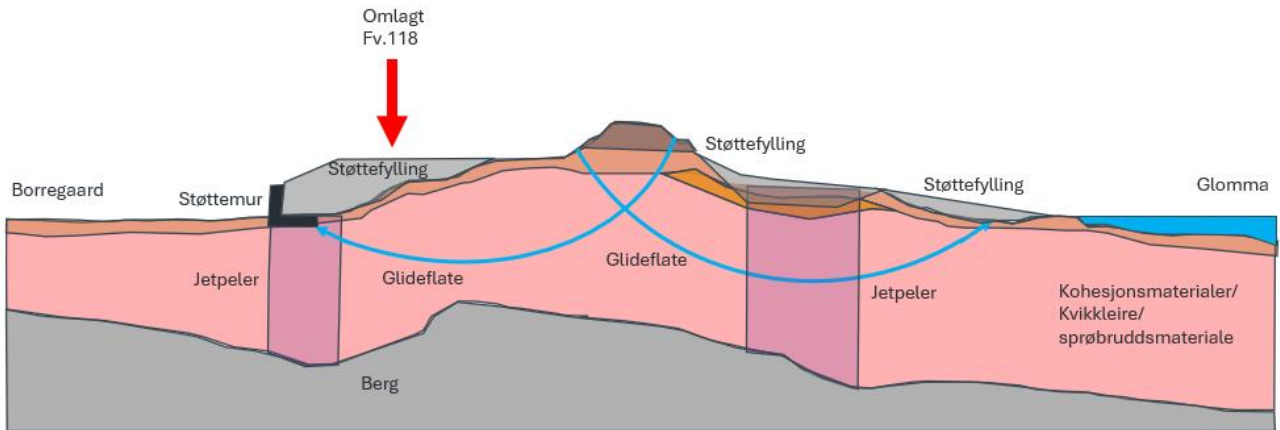
Figur 14-10: Skisse over anleggsfase hvor det er utført sikringstiltak mot Borregaard og fv.118 er lagt om. Deretter stanses togtrafikken før sikringstiltakene i område B kan utføres.



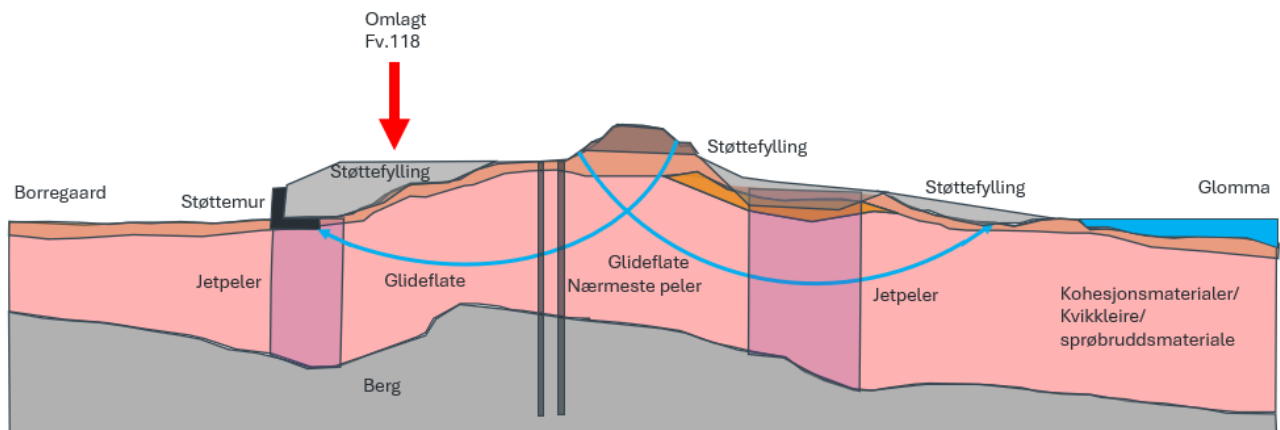
Figur 14-11: Skisse over anleggsfase med avlasting som må utføres i sporbrudd (trafikkfri periode).



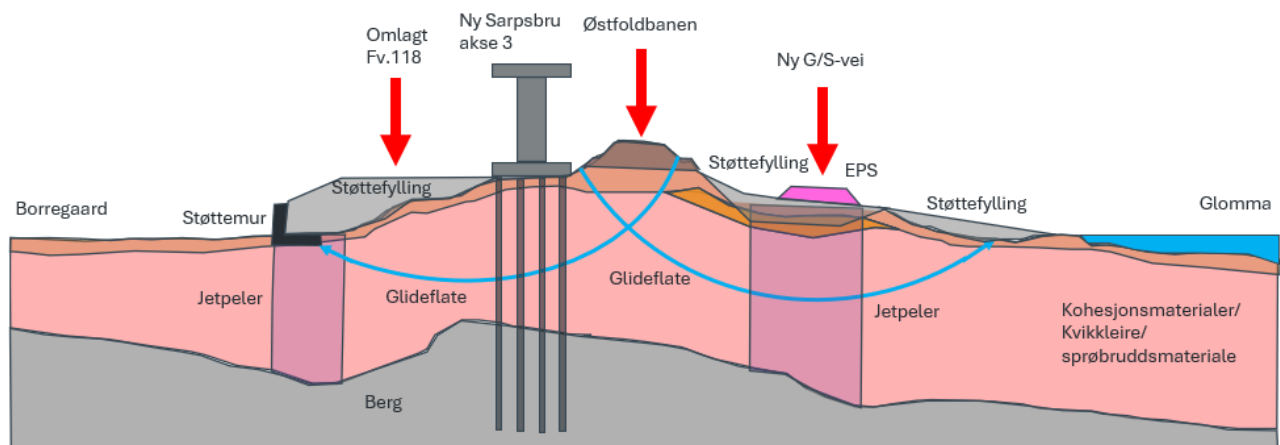
Figur 14-12: Skisse over anleggsfase med installasjon av jetpeler i sporbrudd (trafikkfri periode).



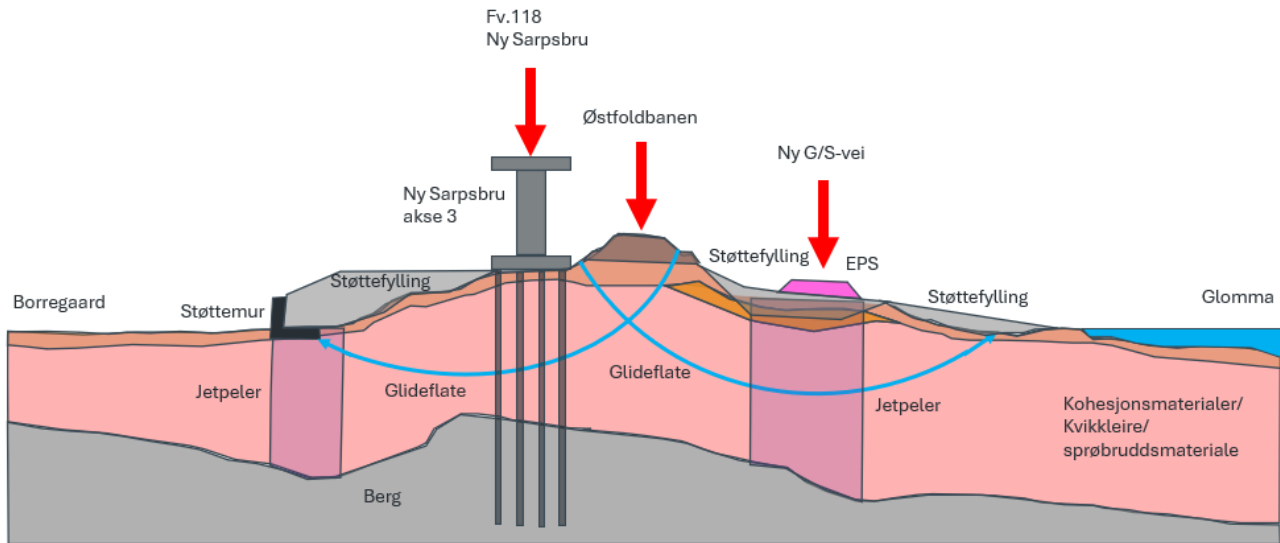
Figur 14-13: Skisse over anleggsfase med tilbakefylling/støttefylling inn mot spor og i område C i sporbrudd (trafikkfri periode).



Figur 14-14: Skisse over anleggsfase med installasjon av de nærmeste pelene for akse 3 i sporbrudd (trafikkfri periode).



Figur 14-15: Skisse over anleggsfase med arbeider som kan utføres mens det går trafikk på sporet.



Figur 14-16: Skisse over permanentfase med fv.118 ny Sarpsbru ferdig.

### Usikkerhet og risiko

#### TB-01 – Område B – Stabilitet mot jernbane og arbeider i trafikkfrie perioder på spor

Avlasting mellom spor (Østfoldbanen) og Glomma er arbeider som anses å kreve at det ikke er trafikk på sporet. Dette fordi det i midlertidig fase (uten trafikk på spor) vil bli en reduksjon av stabilitet lokalt for jernbanefyllingen. Det er vurdert som nødvendig å avlaste terrenget i forkant av arbeidene med jetpeling i sone B.

Stabiliseringen/grunnforsterkningen skal utføres i en skråning hvor beregnet stabilitet i utgangspunktet er lav. Det er risiko for at stabiliseringsarbeider midlertidig svekker stabiliteten, med risiko for deformasjoner og tiltak for å evt. rette opp i dette.

Det er store usikkerheter knyttet til hvor lang en trafikkfri periode på sporet må bli, da dette er helt avhengig av evt. poretrykkoppbygging fra installasjon av jetpeler. Det er fare for at man ikke rekker å gjøre ferdig jetpelingen innenfor den togfrie perioden, og da risikerer man å måtte tilbakefylle før alle jetpelene er satt, og det blir behov for en ny togfri periode for å ferdigstille gjenstående arbeider med grunnforsterkningen (jetpeling). Dette kan ha store konsekvenser mtp. perioden uten trafikk på sporet, kostnader og fremdrift.

Det er også usikkerheter knyttet til jetpelingen. For denne planfasen er det en viss risiko for at det må gjøres endringer på det foreslåtte tiltaket i form av endret metode og omfang. Dette påvirker nøyaktigheten på vurderte mengder og kan ha påvirkning på hvor lang tid man trenger på å etablere tiltaket. Oppstår det ukontrollerte deformasjoner ved jetpelingen kan man ende opp i en situasjon hvor eneste sikre mottiltak er avlasting på toppen av skråningen der jernbanen ligger i dag, med en masseutskifting av eksisterende jernbanefylling med f.eks. EPS. Dette kan ha store konsekvenser mtp. perioden uten trafikk på sporet, kostnader og fremdrift.

Det er risikoer for at det må tas høyde for at tilbakefyllingsarbeider kan måtte utføres flere ganger, dersom man ikke rekker å utføre alt av forutsatte arbeider innenfor den angitte perioden uten trafikk på spor.

Det er usikkerheter knyttet til hvor deponi er, og dermed transportkostnadene, men det forutsettes at noen masser kan gjenbrukes ved senere tilbakefylling mellom spor og Glomma.



Det anbefales at man går i gang med utarbeidelse av detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen i det videre arbeidet. Det anbefales tett og god dialog med Bane NOR i det videre arbeidet, og behov for sporbrudd (trafikkfrie perioder) må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

#### TB-02 – Område B – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det ligger mye eksisterende infrastruktur i bakken på Tarris. Blant annet VA-ledninger, kabler osv.

En konsekvens av dette vil være mulige konflikter mellom eksisterende infrastruktur i bakken og de nødvendige sikringstiltakene, og at denne infrastrukturen må kartlegges og fjernes eller legges om i området der det skal avlastes og grunnforsterkes. Dette kan medføre store tilleggskostnader og vil kunne påvirke fremdriften.

Det anbefales at man går i gang med kartlegging og planlegging for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken, og at det utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen i det videre arbeidet.

#### TB-03 – Område B – Eksisterende høyspentmast og høyspentlinjer

Det står en høyspentmast innenfor område B som kan komme i konflikt med grunnforsterkningen. Det er usikkerheter og risikoer knyttet til fundamenteringen av masten, samt om det blir behov for omlegging eller fjerning av denne for å kunne utføre sikringstiltak.

Mulige konsekvenser av dette vil kunne være forsinkelser, tilleggskostnader, samt behov for alternative sikringstiltak som vil øke kostnadene og påvirke gjennomførbarheten.

Det anbefales at man går i gang med vurderinger rundt mulige løsninger/konflikter rundt problematikken høyspentmast og høyspentlinjer kan gi, og at det utarbeides detaljerte faseplaner i det videre arbeidet.

### **Anleggsteknikk/utførelse**

Grunnen for at jetpeler vurderes som den best egnede grunnforsterkningsmetoden, er først og fremst de kompliserte grunnforholdene i området, usikkerheter knyttet til tradisjonell kalksementstabilisering i de stedlige forholdene, behovet for god heft mellom grunnforsterkning og berg..

Det er viktig å ha kontroll på at det kommer opp forventede mengder med returmasser, slik at det ikke bygger seg opp store trykk som kan forårsake ukontrollerte utblåsninger og heving av terreng. Installasjon av jetpeler krever at riggen må flytte seg mellom de ulike ribbene, for å unngå påvirkninger på allerede installerte peler og fordi hver pel må ha minst en herdetid på 24 timer før tilstøtende pel installeres. Riggområdet for jetpelproduksjon må være i nærheten av produksjonsstedet, og metoden krever et riggområde på ca. 250 m<sup>2</sup>. Tilriggingskostnadene er relativt høye.

Det må påregnes både kontroll av diameter, ansett, helningsavvik, returmasser, installasjonsrekkefølge, styrke og stivhet med prøver og tester, samt opptak av kjerneprøver for kontroll av utførelse ved berg.

Tilbakefyllingen mellom spor (Østfoldbanen) og Glomma er arbeider som må utføres mens det ikke er trafikk på sporet, og det er viktig at trafikken ikke igangsettes før arbeidene med tilbakefylling er ferdigstilt. Det må tilbakeføres tilstrekkelig med masser slik at lokalstabiliteten til sporet ikke blir permanent redusert, og det må derfor minst tilbakefylles til opprinnelig terrengnivå igjen. Det kan være mulig å utføre tilbakefyllingsarbeidene gradvis, etter hvert som jetpelene er ferdig installert.



### Måleprogram og instrumentering

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

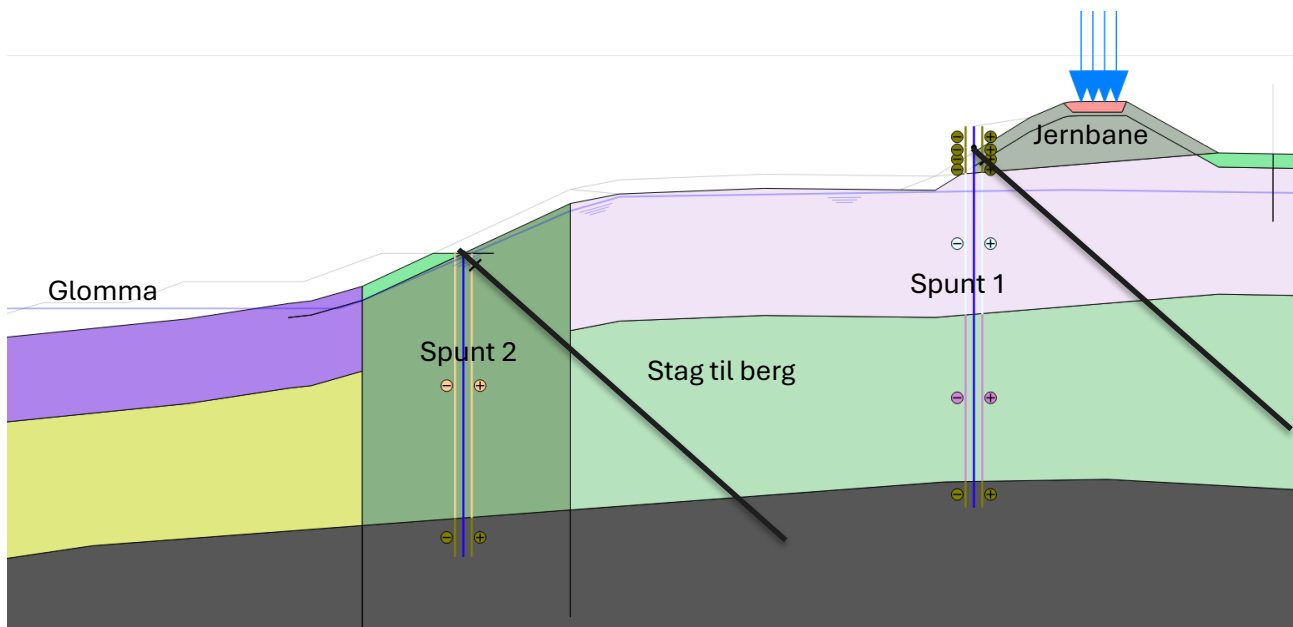
I forbindelse med avlastning av terrenget nedenfor jernbanen, vil det være behov for setningsmålere og deformasjonsmålere (inklinometere) både på spor og i selve skråningen.

I forbindelse med grunnforsterkningen med jetpeler er det i tillegg til setningsmålere og deformasjonsmålere behov for poretrykksmålere for å ha kontroll på evt. poretrykksoppbygging i leirelagene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil ha mye å si for installasjonsmønster og fremdrift for jetpelingen, samt hvor langvarig sporbruddet (trafikkfri periode) blir.

Tilbakefyllingsarbeidet krever også nøye oppfølging gjennom måleprogram og instrumentering.

### Alternative løsninger

Det ble i en tidlig fase vurdert å benytte spunt til berg for å sikre skråningen. Beregninger viste at dette var lite hensiktsmessig. Det er store dybder til berg, noe som vil gi svært lange spunter. I tillegg faller berget mot vest, noe som vil gi ekstremt lange stag, forutsatt at det er nødvendig med forankring i berg. Tidlige mulighetsstudier viste at det ville være behov for to spunter (Figur 14-17). Dette for å redusere moment i bunn av spunten. Selv med to spunter vil det oppstå svært stor momentbelastning i bunn av spunten. Med to spunter vil det også bli vanskelig å forankre spunten nærmest Glomma. Det vil også kun være mulig å montere stag i toppen av spunten. I tillegg ble det vurdert at løsningen med flere spunter ville kunne bli til større hinder (medføre konflikt) dersom fremtidig InterCity skulle bli realisert innenfor den gitte korridoren.

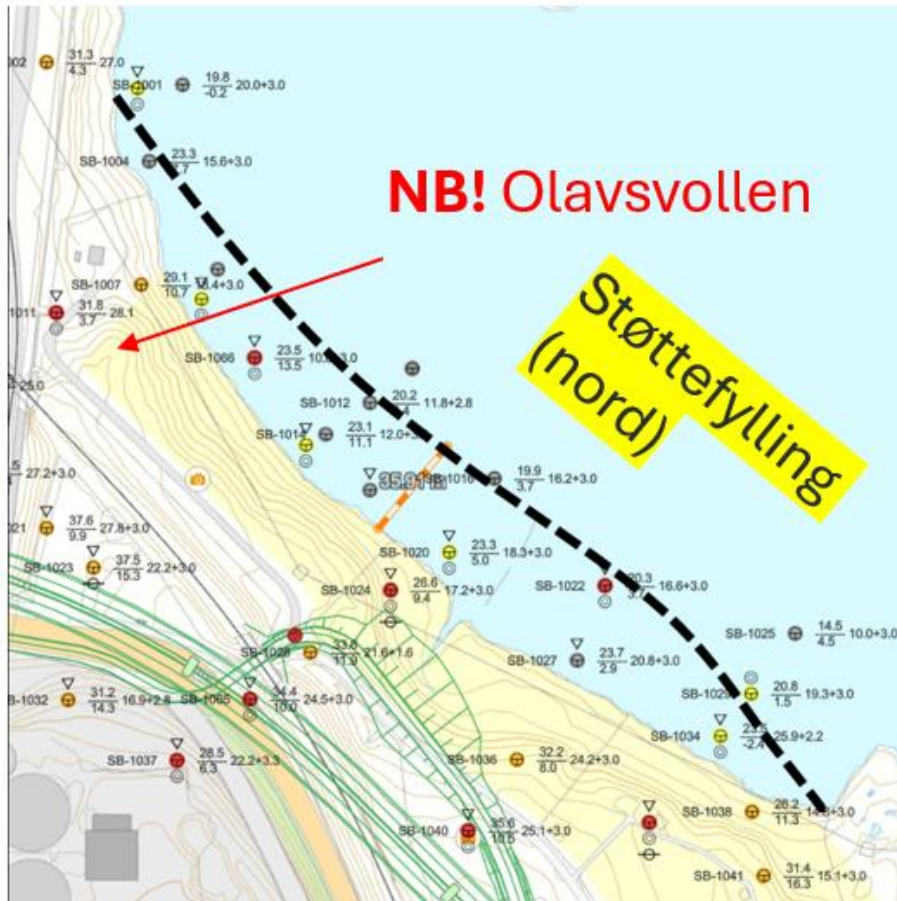


Figur 14-17: Vurdert og forkastet løsning med to spunter.

Tidligere (i mellomfasen av prosjektet) var det planlagt en løsning med å legge ut støttefylling i Glomma langs hele Tarris. Denne løsningen ble forkastet da omfanget av støttefyllingen ble klart. For å tilfredsstille alle krav som stilles til sikkerhet ble det nødvendig med en veldig bred støttefylling med relativt stor tykkelse/mektighet. Støttefyllingen måtte være så bred for å sørge for at alle sammensatte glideflater hadde tilstrekkelig sikkerhet. Ved å legge ut en fylling inn mot elvekanten som økte sikkerheten til dagens kritiske glideflate oppsto det en ny kritisk som strakk seg litt lengere ut i

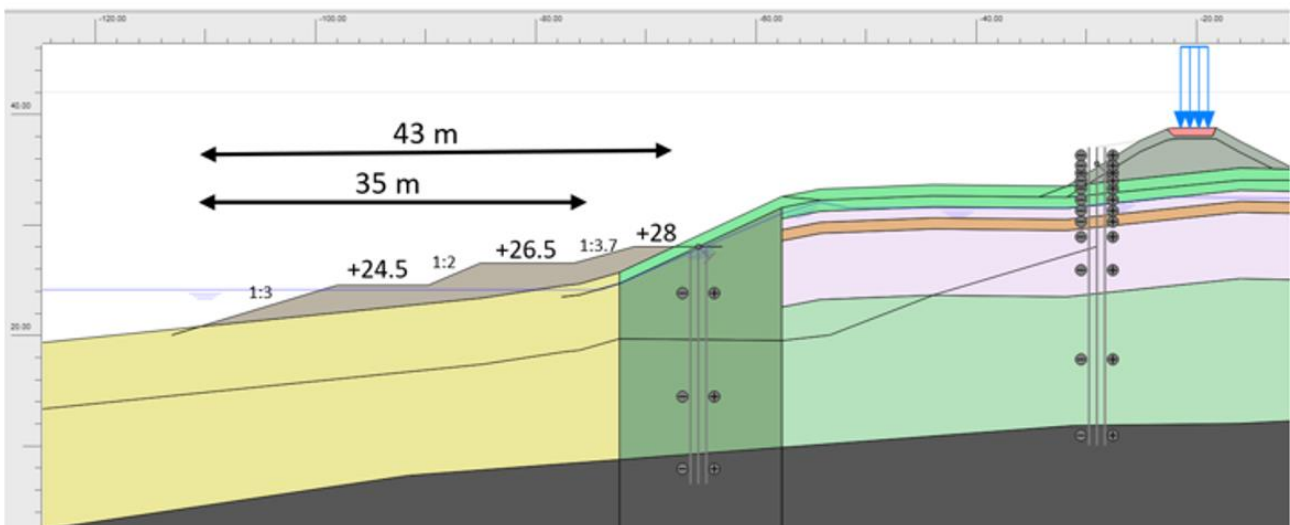


Glomma. Dette fortsatte helt til fyllingen nådde bunn/fot av skråning godt ute i Glomma. Dette ga et meget stort volum masser, noe som ville snevret inn elveløpet betraktelig. Det var også store usikkerheter knyttet til gjennomføringen av disse arbeidene. Løsmassene på elvbunn virker stedvis bløt og løst lagret, og det sannsynlig at mye av massene ville bli fortrenget. Det er også stedvis og tidvis varierende vannstrøm i dette området.



Figur 14-18: Vurdert og forkastet løsning med støttefylling nord for Tarris.

Det ble også sett på løsninger med kombinasjoner av støttefylling og støttekonstruksjoner iht. Figur 14-19, men også disse alternativene var utfordrende å regne i havn.



Figur 14-19: Vurdert og forkastet løsning med støttefylling i kombinasjon med støttekonstruksjoner.



Det ble også vurdert å utføre masseutskifting (EPS) av eksisterende jernbane på toppen av skråningen. Denne løsningen vil være gunstig for stabiliteten for skråningene, både ned mot Glomma og ned mot Borregaard. Dette er fremdeles en aktuell løsning dersom det skulle oppstå noen utfordringer med den anbefalte løsningen med jetpeler, men vurderes som et omfattende sikringstiltak som vil medføre en langvarig periode uten trafikk på sporet. Det er heller ikke gitt at dette tiltaket vil sikre stabiliteten alene, og det kan derfor bli behov for andre sikringstiltak i tillegg.

***Videre arbeider***

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. I tillegg anbefales det å planlegge for et feltforsøk med grunnforsterkningsteknikker for å dokumentere effekt og gjennomførbarhet, og det anbefales da at det er etablert måleprogram med instrumentering. Det anbefales at måleprogrammet settes i gang så tidlig som mulig.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres. Omlegging av infrastruktur må planlegges og vurderes i detalj.

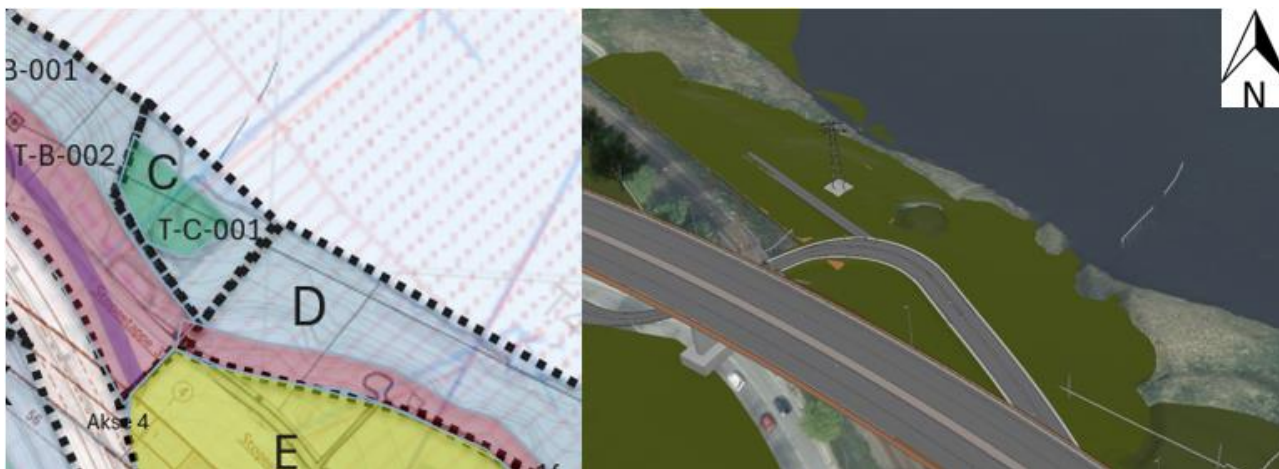
### 14.3.3 Område C

#### *Innledning*

Område C omfatter en sone med lavere terrengnivå, beliggende nord for Tarris-platået med terreng som faller av ned mot Glomma. Sikringstiltaket i område C sikrer brukse 3 og 4 og ny gang-/ og sykkelvei. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig støttefylling, for å oppfylle krav til områdestabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### *Områdeavgrensing*

Område C er lokalisert nord i prosjektområde, ut mot Glomma. Området er godt synlig på kart, da man kan se et «søkk» i terrenget. Tidligere gikk det en antatt tømmerrenne her som tok tømmer inn på Borregaard sitt fabrikkområde. For plassering se Figur 14-20.



Figur 14-20: Område C med sikringstiltak «T-C-001 Støttefylling ved tidligere tømmerrenne».

#### *Terrengbeskrivelse*

Området ligger ovenfor Glomma sin normalvannstand (kote +24,2). Det er et tydelig søkk i terrenget etter den tidligere plasseringen av antatt tømmerrenne. Dette gir et innhukk ned mot kote +25 i den ellers sammenhengende skråningen ned mot Glomma. Det er registrert «noe» erosjon i dette innhukket, samt at det er en eldre VA-ledning lengst inn i innhukket.

#### *Grunnforhold*

Det er utført noen grunnundersøkelser i område C, samt rett utenfor området i Glomma. Ned mot Glomma er det registrert stor mektighet av sammenhengende kvikkleire og/eller sprøbuddmateriale på land, fra ca. 3 m under terreng, ca. kote +23,5, det er påvist kvikkleire ned til 8 m under terreng, men det kan ikke utelukkes at det også er kvikkleire og/eller sprøbuddmateriale i større dybder. Topplaget består av fyllmasser av sand og leire, disse massene har både organisk innhold og rester av teglstein og mørtel. Det er også påvist sprøbuddmaterialer ute i Glomma.

Poretrykksmålere i bunn av skråningen viser en grunnvannstand på ca. kote +26. Utførte målinger viser en hydrostatisk poretrykkfordeling. Målinger under ekstremværet «Hans» viser et poreovertrykk i flomperioden.

Flere av boringene i området er eldre og har begrenset verdi. Det er kun grunnundersøkelsene Multiconsult har gjort i forbindelse med reguleringsplanen som har innboring i berg. Disse grunnundersøkelsene viser en bergoverflate som faller dypere slakt ut i Glomma. På land er det påvist berg på kote +9,4, rett ut i kanten av Glomma er det påvist berg på kote +5 lengst vest, og på kote +2,9 lengst øst. Videre ut i Glomma er berg påvist på kote +3,7.

## **Problemstillinger**

### Dagens stabilitet

For område C viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav til gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### Erosjon

Basert på befaringsobservasjoner [22] er behov for tiltak mot erosjon generelt noe begrenset for eksisterende terreng, og det er trolig tilstrekkelig med kun lokale tiltak ved de mest utsatte områdene (skader i/ved lokale rør og jordbruksdrenering på Tarris). Dette gjelder eksisterende terreng. For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket. Det er vurdert «noe» erosjon i område C. Det vises til hydrolognotatet for vurderinger rundt erosjonssikring [18].

### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har influens på skråningen i område C. Det er vurdert at det ikke vil være en forverring i endelig fase. Det stilles derfor krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. N200 for glideflater som berører tiltaket ny Sarpsbru, samt ny gang-/ og sykkelvei. Det er gjort stabilitetsberegninger i snitt BT004, se plassering i Figur 14-21.



Figur 14-21: Plantegning som viser beregningsnitt i område C.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under utlegging av støttefylling.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er absoluttkrav iht. NVE-veileder 1/2019 og N200.

Beregninger viser at det med valgte styrkeparametere er behov for sikringstiltak. Utførte grunnundersøkelser viser at det sannsynligvis er anstrengt stabilitet i skråningen og bløte leirelag som bør behandles med forsiktighet.

For å sikre stabiliteten fra tiltaket ny Sarpsbru er det ikke tilstrekkelig med kun topografiske endringer. Det er vurdert at det er behov for et konstruktivt tiltak, i form av jetpeler i område B, se kap. 14.3.2. Dette tiltaket vil avskjære glideflater som går fra ny Sarpsbru og ut i område C.

Stabiliteten i permanentfase for område C sikres dermed av tiltaket i område B. Det er derimot behov for sikringstiltak i område C for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet/stabilitet i anleggsfasen i forbindelse med jetpelearbeidene i område B. For å kunne gjennomføre jetpelearbeidene er det nødvendig å øke sikkerheten for glideflater ned mot Glomma. Dette for å unngå en forverring av stabilitet fra jernbanen under installasjon av jetpeler. Støttefyllingen i område C gjøres permanent da det er behov for erosjonssikring av antatt tømmerrenne, i tillegg til at dette er ønskelig fra landskapsarkitekten.

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalt løsning

- **«T-C-001» Støttefylling ved tidligere tømmerrenne:** Anbefalt løsning er en støttefylling av steinmaterialer (kvalitetsmasser) som utføres før jetpelearbeidene i område B igangsettes. Støttefyllingen i område C etableres i nivå over Glomma sin normalvannstand. Det skal ikke legges ut masser i selve Glomma, kun på land. I selve skråningen ligger det en eldre stikkrenne/VA-ledning, og denne må trolig oppgraderes eller legges om. Område C fylles igjen med kvalitetsmasser slik at hele skråningen ned mot Glomma får en mer naturlig/uniform utforming. Det vil være nødvendig med forsiktig utlegging og oppfølging av ev. poretrykksøkning.

#### Tilkomst, utlegging og utførelse

Foreløpig er det vurdert at utleggingen av massene kan gjøres fra anleggsområdet nedenfor/nær jernbanen. Det vil være nødvendig med tett oppfølging i anleggsfasen. Det må forventes at massene må leges ut trinnvis. Fremdriften til utlegging og etablering av støttefyllingen er sterkt avhengig av eventuelle poretrykksoppbygginger ved oppfylling på leire. For å sikre at dette kontrolleres under utførelse, må det være etablert et omfattende måleprogram med tilstrekkelig instrumentering god tid i forveien.

Forholdene ute i Glomma vil naturligvis også kunne påvirke anleggsgjennomføringen, og det antas at arbeidene med utleggingen må utføres i en periode med normalvannstand rundt ca. kote +24,2.

### **Faser og rekkefølger**

Støttefyllingen i område C bør etableres så tidlig som mulig, etter at anleggsområdet nedenfor/nær jernbanen er etablert. Dette fordi støttefyllingen er en del av de forberedende arbeidene før jetpelene i område B kan installeres. Det er viktig at det settes av tilstrekkelig med tid til utlegging av støttefylling, og til at evt. poretrykksoppbygging som følger av økt belastning fra støttefyllingen får tid til å utjevne seg. Støttefyllingen i område C må etableres før jetpelearbeidene i område B.



## **Usikkerheter og risiko**

### TC-01 – Område C – Utlegging av støttefyllingen

Det er planlagt at støttefyllingen skal legges ut fra anleggsområdet nedenfor jernbanen. Hvis det ikke er mulig å etablere anleggsområdet i tide kan det bli behov for å etablere støttefyllingen fra leker ute i Glomma. Dette kan også bli alternativet dersom støttefyllingen i område A skal etableres med leker.

Grunnlaget (grunnundersøkelser) i selve skråningen er begrenset, spesielt mtp. poretrykksdata, og det er behov for supplerende grunnundersøkelser.

Utlegging av støttefyllingen kan ha konsekvenser knyttet til uønsket poretrykksoppbygging og midlertidig redusere stabiliteten. Uforsiktig utlegging kan i verste fall være årsak til områdeskred. For denne planfasen er det en viss risiko for at det må gjøres endringer på det foreslåtte tiltaket i form av endret omfang. Dette påvirker nøyaktigheten på vurderte mengder og kan ha påvirkning på hvor lang tid man trenger på å etablere fyllingen.

Det bør i den videre prosjektering gjøres detaljerte undersøkelser for å kartlegge forhold og finne frem til beste fremgangsmåte. Dette omfatter blant annet supplerende undersøkelser på land og ute i Glomma. Det er også anbefalt å undersøke mulighet for utlegging av prøvefylling.

Fyllingen skal i sin helhet legges på land. I perioder med stor vannføring i Glomma er vannstanden høyere enn normalvannstand på +24,2. Fyllingsarbeidene bør derfor utføres i en periode med normalvannstand eller lavere.

### TC-02 – Område C – Erosjon

Det understrekes at det er et innhukk i tidligere antatt tømmerrenne hvor det også er gamle vannledninger og rør, hvor det vurderes å være noe erosjon. Det er usikkerheter knyttet til hvordan evt. erosjonspotensialet endres over tid, samt hvilken påvirkning ny Sarpsbru med tilhørende veisystemer vil ha på skråningen.

Evt. erosjon vil kreve sikringstiltak som kan medføre tilleggskostnader. Dersom erosjon ikke blir godt nok ivarettatt, kan det få konsekvenser slik som utglidninger og ras.

For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket.

## **Anleggsteknikk**

Det må påregnes vurderinger av erosjonssikring, og generelt strenge krav til kontroll, oppfølging og dokumentasjon.

Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging og behov for konsolideringstid/liggetid for støttefyllingen.

Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen, og det må vurderes nærmere hvordan tilkomst, transport, lossing og utlegging skal utføres.

## **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at utleggingen og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. I forbindelse med etablering av støttefyllingen, blir det behov for poretryksmålere for å ha kontroll på evt. poretrykksoppbygging i leirelagene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil ha mye å si for hvor mektige ranker som kan etableres, hvor lang liggetid man må påregne, og dermed



også hvordan fremdriften blir. I skråningene ned mot Glomma blir det i tillegg behov for deformasjonsmålere (inklinometere), da utlegging av støttefyllingen kan medføre tilleggsdeformasjoner. Det vises også til avsnitt 21.4.

### **Alternative løsninger**

Det er ikke vurdert andre alternativer i dette området, men tiltaket vil måtte ses i sammenheng med utførelse i tilstøtende områder.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. I tillegg anbefales det å planlegge for et feltforsøk med prøvefylling for å dokumentere gjennomførbarhet, og det anbefales da at det er etablert måleprogram med instrumentering. Stabiliteten kan forverres ved en eventuell prøvefylling og må således planlegges nøye og utføres etter anvisning fra prosjekterende. Hensikten med prøvefylling vil være å få mer grunnlag for planlegging av anleggsgjennomføring med tanke på metodikk og fremdrift.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

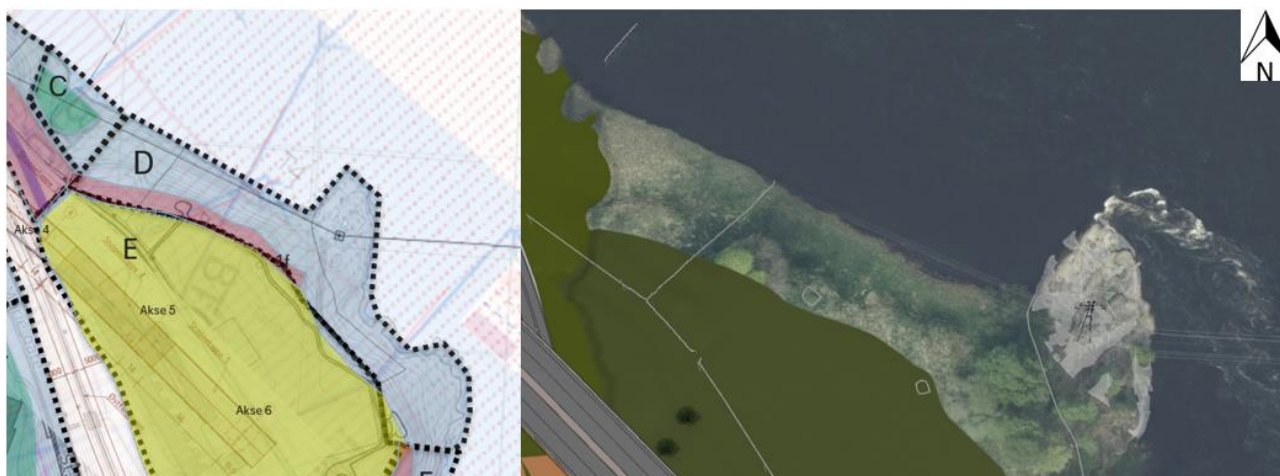
#### 14.3.4 Område D

##### *Innledning*

Område D omfatter skråningskant fra Tarris-platået ned mot Glomma. Eventuelt sikringstiltak i området inkluderer mulig anleggsvei/riggområde for blant annet tilkomst til område C. Beregninger viser at det ikke er behov for geotekniske sikringstiltak i utgangspunktet, men at det kan bli behov avhengig av anleggsveier og riggområder. Krav til områdestabilitet må ivaretas i både anleggsfase og permanentfase.

##### Områdeavgrensing

Område D ligger på kanten av Tarris-platået ut mot Glomma, på sørøst-siden av antatt tømmerrenne. For plassering se Figur 14-22.



Figur 14-22: Område D.

##### Terrengbeskrivelse

Område D består i stor grad av skråning ned mot Glomma, lengst nordøst på Tarris. Området starter rundt kote +33 og går ned til Glomma på kote +24,2. Ut i Glomma heller elvebunn ganske slakt i starten, ca. 25 m fra land viser sondering at elvebunn er på kote +20,8. Videre ut heller elvebunnen brattere, ca. 50 m fra land er viser sondering at elvebunn er på kote +14,5. Batymetri viser at elvebunnen trolig er enda dypere enn det sonderingen viser, litt lengere ut i elva. Videre mot øst forbi den nordligste odden elvebunn på sitt dypeste på ca. kote +9,6.

##### Grunnforhold

Det er to odder som stikker ut mot Glomma, begge disse er registrert med berg i dagen. Tidligere utførte grunnundersøkelser mellom disse to oddene viser ca. 8 m dybde til berg, uten sikker innboring. Løsmassene er antatt til å bestå i hovedsak av leire, og det er ikke påvist kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale. Det kan derimot ikke utelukkes at det finnes kvikkleire og/eller sprøbruddsmaterialer i området.

Vest i området er det utført supplerende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene viser svært varierende dybder til berg. Ned mot Glomma er det påtruffet berg ca. 15 m under terreng, på ca. kote +11. I Glomma er berg påtruffet ca. 26 m under terreng på ca. kote -2,4. I toppen av skråningen er det boret 44,6 m uten sikker innboring i berg, ned til kote -12,1. Løsmassene består i hovedsak av leire/antatt leire, og leira er siltig og sandig. Det er påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire på



toppen av skråningen og ute i Glomma. Det kan derfor ikke utelukkes sprøbruddsmateriale og/eller kvikkleire også i selve skråningen.

### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

Utførte beregninger viser at stabilitet i skråningene ned mot Glomma i område D er tilfredsstillende i dagens situasjon.

#### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har ikke influens på skråningen ut mot Glomma. Beregningssnitt BT006 og BT008 viser at det er tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet i skråningen, samt at det tilstrekkelig sikkerhet iht. N200 for lange sammensatte glideflater fra tiltaket og ut i bunn av skråningen.

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Det er funnet at det ikke er behov for sikringstiltak i område D, men dette er avhengig av anleggsveier og riggområder i det videre arbeidet.

#### Anleggsveier og riggområder

Kan komme problemstillinger rundt plassering av anleggsveier og riggområder, som kan medføre behov for sikringstiltak.

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalt løsning

Foreløpig er det ikke vurdert sikringstiltak i område D. Hvis det skulle bli behov for et utvidet riggområde i område E, kan det være aktuelt med masseutskifting eller terrengarrondering langs skråningskanten for å bedre stabiliteten. Det kan bli aktuelt med restriksjoner knyttet til påføring av last, og hvilke avstander fra skråningskant som må være fri for pålasting. Om mulig har det blitt signalisert at det er ønskelig at skråningskanten på Tarris i størst mulig grad beholdes intakt der det er mulig. For å ivareta dette vil det evt. bli behov for restriksjoner for evt. anleggsveier og riggområder.

Om det blir behov for tiltak eller ikke er også avhengig av tilkomst til område C hvor det skal etableres støttefylling i antatt tidligere tømmerrenne. Dersom det bli aktuelt å anlegge anleggsvei ned fra område D og til område C, vil det bli behov for sikringstiltak for å ivareta stabilitet i anleggsfasen.

#### Tilkomst og utførelse

Område D er lett tilgjengelig fra Tarris, og dersom det blir behov for sikringstiltak vurderes utførelsen som gjennomførbar.

### **Faser og rekkefølger**

Dette avhenger av hvordan tilkomsten til område C løses. Om tilkomst blir gjennom område D, må sikringstiltak for område D utføres i forkant av arbeidene i område C. Dette må detaljeres videre i den neste fasen.

### **Usikkerheter og risiko**

#### TD-01 – Område D – Riggplasser og anleggsveier

Hvis det blir behov for et større riggområde eller behov for mellomlagring av masser nært skråningskanten i område D, må dette detaljeres i en senere fase.



Anleggsveier gjennom område D for tilkomst til område C vil kunne medføre behov for sikringstiltak.

### ***Anleggsteknikk***

Det er avhengig av hvordan man løser tilkomst til område C nedenfor område D. Det vises til innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33].

### ***Måleprogram og instrumentering***

Selv om det ikke skal utføres sikringstiltak i område D, anbefales det å etablere et måleprogram med instrumentering av skråningen. Dette gjelder spesielt inn mot støttefyllingen i område C, men også videre langs skråningskanten hvis det i en senere fase skulle vises seg at det er behov for sikringstiltak i området.

### ***Alternative løsninger***

Ikke vurdert relevant.

### ***Videre arbeider***

Faseplaner for anleggsgjennomføringen må detaljeres for å avklare behovet for sikringstiltak eller ikke i område D. Tilkomst til område C for utlegging av støttefylling er trolig det som kan medføre behov for sikringstiltak i område D.

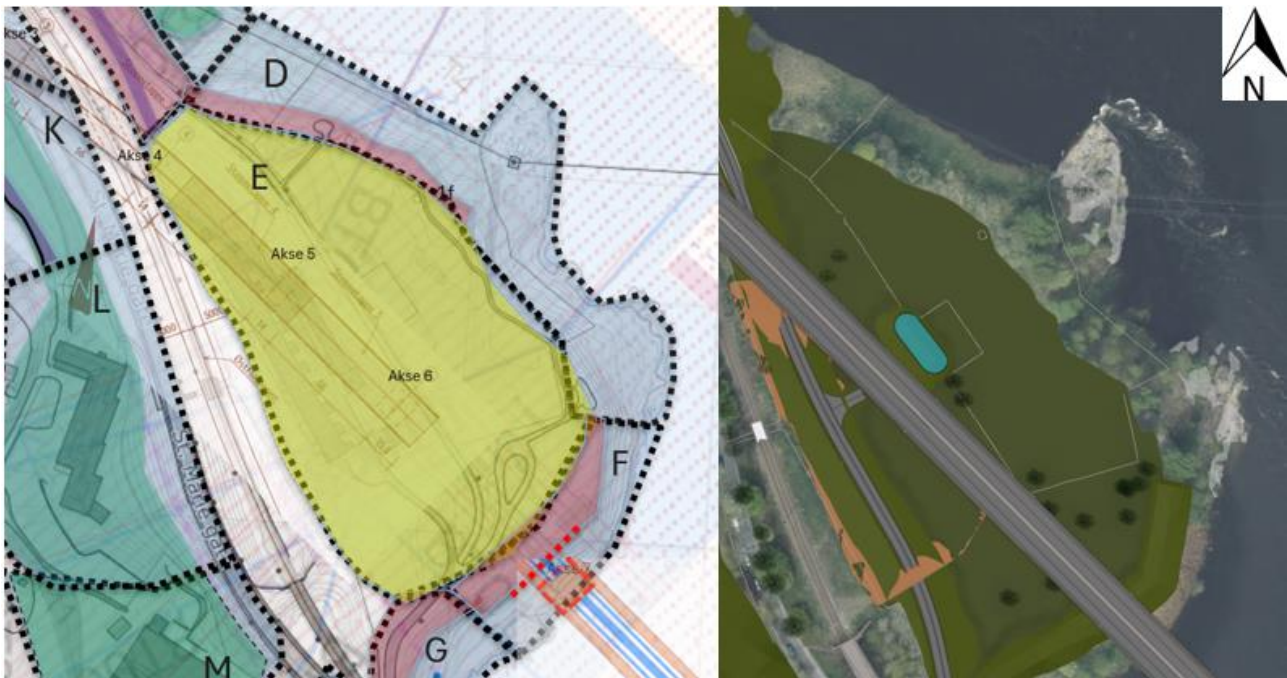
### 14.3.5 Område E

#### **Innledning**

Område E omfatter store deler av Tarris-platået. Tiltaket (ny Sarpsbru) i området inkluderer etablering av nye fundamenter for brua (akse 4, 5 og 6), gang-/ og sykkelvei, samt et fordrøyningsbasseng. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlasting, for å oppfylle krav til områdestabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område E er lokalisert på det som er kalt Tarris-platået og omfatter det relativt flate partiet mellom skråningen ned mot Borregaard og skråningene ned mot Glomma i nord og øst. Plassering av området E er vist i Figur 14-23.



Figur 14-23: Område E med sikringstiltak antydnet i oransje-farge. Se også neste figur.

#### Terrengbeskrivelse

Terreng er relativt flatt og ligger mellom ca. kote +33 og ca. kote +40. Området grenser mot delområdene B i nord og D, F og G mot nord, øst og sør. Disse tre delområdene har alle skråninger ned mot Glomma, Glomma sin normalvannstand er på kote +24,2, elvebunn i Glomma langs disse skråningene varierer fra ca. kote +18 til ca. kote +10. Vest for området går Østfoldbanen på ca. kote +40, og videre vest for den er skråningen mot Borregaard, med bunn skråning på ca. kote +19 til +23.

#### Grunnforhold

Grunnundersøkelser viser at dybder til berg varierer stort i området. Lengst øst er det påvist berg 4,4 m under terreng i kote +22,9, men vest på området ved Tarris-bebyggelsen er det boret 71,8 m uten sikker bergpåvisning.

Løsmassene består i hovedsak av leire og silt, men det er svært lagdelt og løsmassene beskrives som leirig, siltig, sandig og grusig. Sonderinger viser også lag med større motstand som tyder på sand, grus



og ev. blokk. Det er påvist kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale i enkelte borpunkt, samt antatt kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale i flere borpunkt.

Poretrykksmålinger nedenfor jernbanen viser en grunnvannstand antatt ca. 3 m under terreng, på ca. kote +35,5. Det er antatt et svakt poreovertrykk i toppen, samt et større poreundertrykk i bunn.

### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

For område E viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200. Det er lav beregningsmessig sikkerhet, og krav til sikkerhet varierer noe innenfor område E, avhengig av om skråningen er innenfor eller utenfor influensområdet til tiltaket ny Sarpsbru.

#### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har ulik influens innenfor område E. Behovet for tiltak og tiltakets utstrekning er vurdert med utgangspunkt i beregningene utført i snitt BT006-BT011. Generelt er det ikke tilstrekkelig stabilitet iht. krav om robusthet og langtidsstabilitet i skråningene ned mot Borregaard. For lange sammensatte flater som berører tiltaket ny Sarpsbru er det ikke tilstrekkelig sikkerhet for glideflater ned mot Borregaard, iht. Statens veivesens veinormal N200. For tiltaket ny gang- og sykkelvei er det ikke oppnådd tilstrekkelig sikkerhet iht. Statens veivesens veinormal N200 med den foreslåtte plasseringen. Beregninger i områdestabilitetsrapporten [1] viser at det er mulig å omplassere denne gang- og sykkelveien. Det er valgt å ikke bruke tid på optimalisering i denne fasen, da dette er mer hensiktsmessig å utføre basert på resultater fra supplerende grunnundersøkelser.

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Beregninger viser at det med valgte styrkeparametere er behov for stabiliserende tiltak. Grunnundersøkelser utført viser at det sannsynligvis er anstrengt stabilitet i skråningen og bløte leirelag som bør behandles med forsiktighet. Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at skråningsstabiliteten er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet i skråningen varierer basert på snitt og plassering av aktuell glideflate. Det stilles krav iht. NVE-veileder 1/2019 til robusthet og langtidsstabilitet for lokale glideflater ytterst i skråningen. Stabiliteten til jernbanen skal iht. Bane Nor sitt tekniske regelverk, enten være  $F \geq 1,60$  eller ikke forverres. For glideflater som berører tiltaket stilles det krav om  $F \geq 1,60$ , iht. Statens veivesens veinormal N200. Det forutsettes at endelig tiltak ikke medfører forverring.

#### Byggegroper

Innenfor område E skal byggegroper for akse 4, 5 og 6, samt hjelpesøyle for akse 7 etableres. Akse 4 etableres omtrent i terrengnivå, og det blir ikke behov for utgraving eller geotekniske tiltak. Akse 5 og 6 etableres i området hvor det er utført noe avlastning for sikring av områdestabilitet, og ellers er det ikke ansett behov for ytterligere tiltak. Det er tenkt åpen utgraving for byggegroper i akse 5 og 6, og det antas at disse ikke vil ligge så dypt at man får utfordringer med utgraving. Midlertidig hjelpesøyle mellom akse 6 og 7 etableres på stålkjernepeler, og det er ikke behov for ytterligere geotekniske tiltak.

### Gang-/ og sykkelvei

Det skal etableres en ny gang-/ og sykkelvei gjennom området. Den er i utgangspunktet planlagt å ligge i skjæring. Veien skal komme inn på området fra den nye gang-/ og sykkelveibrua (K20) som etableres der dagens fylkesveibru går i dag. Gang-/ og sykkelveien går så inn på området gjennom eksisterende undergang under jernbanebrua. Gang-/ og sykkelveien er planlagt å gå langs sørvest-siden av dagens Tarris-bebyggelse, før den krysser inn under ny Sarpsbru rett vest for akse 5. G/S-veien blir så lagt på fylling ut mot område C. Hvis denne fyllingen ikke legges på jetpeler, må den trolig utføres med lette masser. G/S-veien svinger så tilbake gjennom dagens gangkulvert og inn under ny Sarpsbru mellom akse 2 og 3, før den går inn på eksisterende bru over Borregaard sitt industrispor.

Ny gang-/ og sykkelvei er vurdert som et CC3 tiltak, da det også er registret kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale i området, og det stilles derfor krav om sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,60$ . I enkelte beregningssnitt er det utfordrende å oppfylle dette kravet uten en uforholdsmessig økning i omfang av sikringstiltak. I de utførte stabilitetsberegningene er det derfor vurdert en omplassering av gang-/ og sykkelveien. Dette er gjort for å vise at det er mulig å oppfylle stabilitetskravene som stilles uten større omfang av sikringstiltak, gitt at G/S-traséen kan justeres noe. Det er valgt å gjøre det slik fremfor å justere sikringstiltakene, ettersom disse allerede er meget omfattende, og ettersom det forventes at sikringstiltakene vil kunne justeres og optimaliseres i en senere fase etter at det er utført supplerende grunnundersøkelser.

### Fordrøyningsbasseng

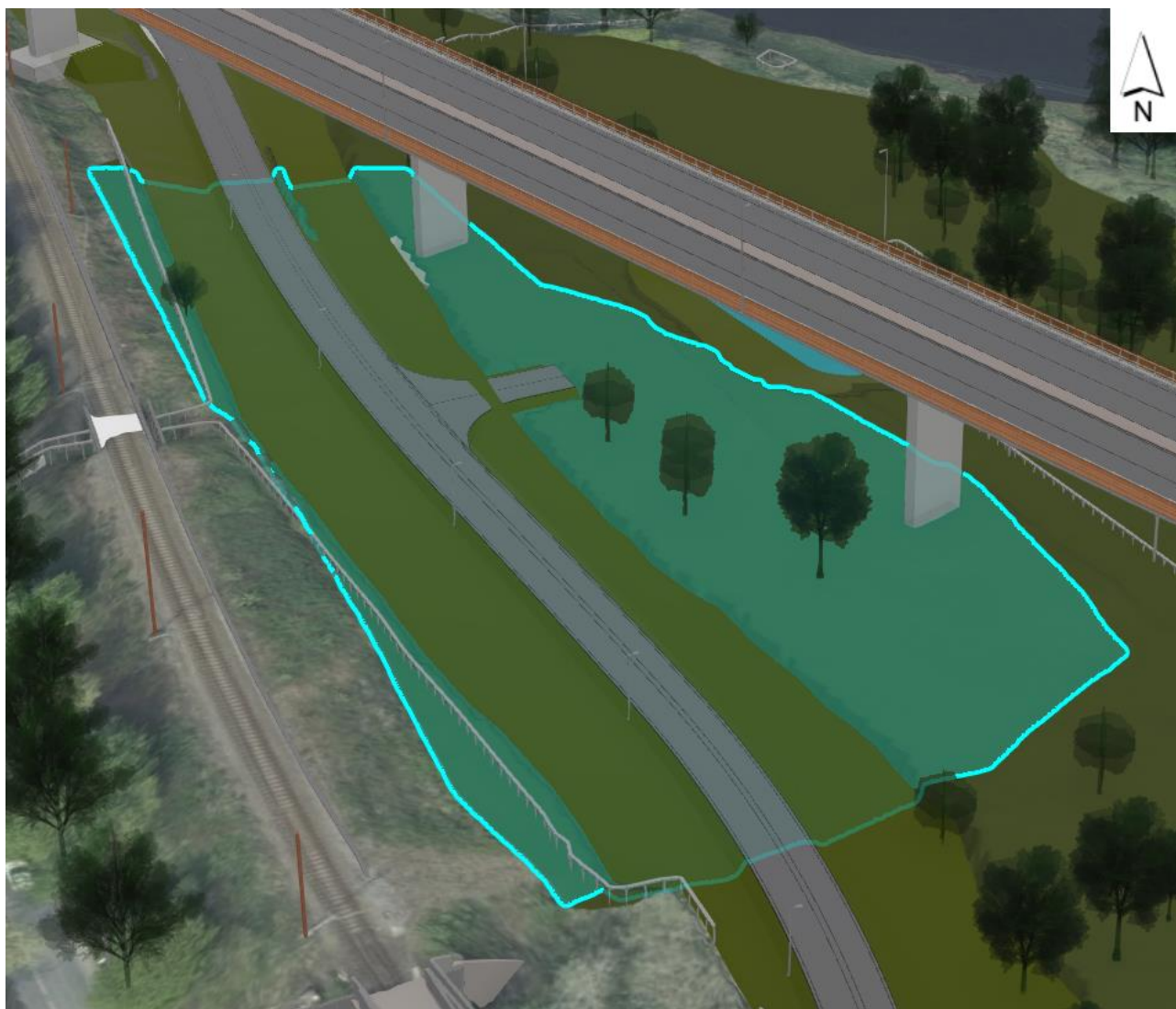
Mellom akse 5 og 6, på nordsiden av ny Sarpsbru skal det etableres et fordrøyningsbasseng. Det må gjøres ytterligere vurderinger knyttet til dette slik at grunnvannstanden i skråningene ned mot elvene ikke øker da dette kan ha destabiliserende effekt.

## **Geotekniske tiltak**

### Beskrivelse av anbefalte løsninger

De geotekniske tiltakene i område E omfatter både sikringstiltak for å bedre områdestabiliteten, men også tiltak for å etablere bruaksene 4, 5 og 6. Nedenfor følger en kort beskrivelse av geotekniske tiltak og andre viktige aktiviteter som utføres i forbindelse med etablering av disse.

- **«T-E-001» Avlastning Tarris-plataet:** Krav til sikkerhet/stabilitet er ikke oppfylt for glideflater som starter på Tarris-plataet og går ned på Borregaard. For å bedre sikkerheten er det vurdert at det er nødvendig å avlaste Tarris-plataet. Sikringstiltaket kommer i tillegg til støttefyllingen nede på Borregaard. Før avlastingen kan gjennomføres er det nødvendig å rive/sanere Tarris-bebyggelsen. Avlastingen starter nedenfor jernbanesporet (Østfoldbanen) og strekker seg bort til og delvis over akse 5 og 6 for ny Sarpsbru, se Figur 14-24. Det skal etableres en ny gang-/ og sykkelvei over Tarris-plataet, og denne var i utgangspunktet planlagt liggende i skjæring, men med skissert avlastning blir den liggende mer i ett med nytt terreng. Endelig plassering av gang-/ og sykkelveien (både plassering av trasé og høyden) er hensiktsmessig å bestemme i en senere fase, etter at det blant annet foreligger supplerende grunnundersøkelser. Avlastning av Tarris-plataet vil også kunne bidra til at stabiliteten i anleggsfasen ikke forverres dersom området evt. blir benyttet som riggområde. Avlastingen reduserer omfanget av støttefylling nede på Borregaard.



Figur 14-24: Utklipp fra 3D-modell. Utstrekning av avlastingen er markert med turkis

- **«T-E-002» Pelearbeider nært spor for akse 4:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene i akse 4. Det er derimot forutsatt at arbeidene med pelene nært spor skal utføres i perioder uten trafikk på sporet. Pelearbeid er omhandlet i mer detalj i avsnitt 13.2.
- **«T-E-003» Pelearbeider akse 4:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene for resterende peler i akse 4. Se avsnitt 13.2.
- **«T-E-004/T-E-005» Byggegrøp for akse 5 og byggegrøp for 6:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med byggegrøpene i akse 5 og 6. Det er forutsatt åpen utgraving i gravbare masser.
- **«T-E-006/T-E-007» Pelearbeider for akse 5 og pelearbeider for akse 6:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene i akse 5 og 6. Se avsnitt 13.2.
- **«T-E-008» Utgraving for fordrøyningsbasseng:** Omtrent midt på Tarris-platået, langs dagens gang-/ og sykkelvei mellom akse 5 og 6 for ny Sarpsbru, skal det etableres at fordrøyningsbasseng. Bassenget skal være ca. 32 m langt og 10 m bredt, med en maksimal



dybde på 1,5 m, og 1 m dybde for konstant vannspeil. Bassenget er planlagt etablert på et nivå lavere enn dagens terreng. Basert på nødvendig gravedybde vurderes det at bassenget kan etableres med åpen utgraving uten behov for ytterligere sikringstiltak.

### Tilkomst og utførelse

Tilkomst til området vil bli gjennom dagens eksisterende undergang under Østfoldbanen (jernbanebru) ved Monumentplassen, og via Tarrisveien ut til Tarris. Det blir behov for en rekke sikringstiltak for anleggsveien, samt på skråningskant og Tarris-plataet.

### **Faser og rekkefølger**

I forkant av sikringstiltakene i område E er man avhengig av å utføre sikringstiltak i form av blant annet avlastning og masseutskifting for anleggsveien ut på Tarris i område G sør for område E. Se avsnitt 14.3.6.

Før noen arbeider kan starte på Tarris må dagens Tarris-bebyggelse rives/saneres. Deretter skal det avlastes i område E før de videre arbeidene starter. Slik at prinsippet om at ingen glideflater skal forverres kan opprettholdes. Avlastning kan utføres før eller samtidig med arbeidene med støttefyllingene på Borregaard.

Pelearbeidene nærmest jernbanen i akse 4 må gjøres uten trafikk på sporet.

### **Usikkerheter og risiko**

Det er flere usikkerheter knyttet til arbeidene i område E. Sikringstiltaket som er anbefalt innenfor område E er avlastning.

#### TE-01 – Område E – Stabilitet mot jernbane i forbindelse med avlastning

Det er anbefalt avlastning av et ganske omfattende areal, dette inkluderer også områder inn mot eksisterende jernbane. Denne avlastning vil kunne medføre en forverring av stabiliteten for jernbanen. Utførte beregninger i denne fasen viser en stabilitet på  $F \geq 1,60$  til tross for denne avlastingen. Det foreligger svært lite/ingen grunnlag rundt og i jernbanefyllingen, hvilke løsmasser den er bygd opp av og hvilken mektighet den har. Hvis det skulle vise seg at jernbanefyllingen består av dårligere løsmasser enn antatt og mektigheten er stor, så kan det potensielt medføre at lokalstabiliteten mot avlastingsområdet ikke er ivarettatt med tilstrekkelig sikkerhet og at det blir behov for justeringer eller ytterligere sikringstiltak. Det forutsettes at det utføres supplerende grunnundersøkelser som gir grunnlag for å utføre mer detaljerte beregninger av lokalstabiliteten til jernbanen i en senere fase.

#### TE-02 – Område E – Stabilitet ny gang- og sykkelvei

Ved planlagt plassering av ny gang- og sykkelvei er det ikke vist tilstrekkelig stabilitet. I områdestabilitetsrapporten [1] er det vist at det er mulig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved flytting av G/S-veien, fremfor et større sikringstiltak. Hvis det skulle vise seg at det ikke er mulig å endre plasseringen av G/S-veien, samtidig som supplerende grunnundersøkelser ikke gir grunnlag for høyere materialparametere (styrkeparametere), så kan det bli nødvendig med et mer omfattende sikringstiltak.

#### TE-03 – Område E – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det ligger mye eksisterende infrastruktur i bakken på Tarris. Blant annet VA-ledninger, kabler osv.



En konsekvens av dette vil være mulige konflikter mellom eksisterende infrastruktur i bakken og de nødvendige sikringstiltakene, og at denne infrastrukturen må kartlegges og fjernes eller legges om i området der det skal avlastes. Dette kan medføre store tilleggskostnader og vil kunne påvirke fremdriften. I utgangspunktet anbefales det at disse arbeidene utføres i sammenheng med riving/sanering av Tarris-bebyggelsen.

Det anbefales at man går i gang med kartlegging og planlegging for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken, og at det utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen i det videre arbeidet.

#### TE-04 – Område E – Pelearbeider i akse 4

Deler av pelearbeidene i akse 4 skal foregå nært jernbane. Det forutsettes at disse arbeidene utføres i en periode uten trafikk på sporet. Det må påses at det er tilstrekkelig med tid i et sporbrudd til å utføre alle de nødvendige arbeidene.

Pelearbeidet kan medføre noe setninger på jernbanen, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring, tett kontroll i anleggsfase og justering av spor etter at arbeidene er utført.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

#### **Anleggsteknikk**

Tiltenkt adkomst inn til område E er under dagens jernbanebru ved dagens veibru sitt vestre landkar, ved Monumentplassen, og videre på Tarrisveien (område G) til Tarris. Dagens Tarris-bebyggelse må rives/saneres før videre arbeider kan starte. Det anbefales også at all infrastruktur i bakken fjernes eller legges om i forbindelse med dette.

Etter at byggene er revet er det ikke behov for ytterligere forberedende arbeider i område E. De stabiliserende tiltakene i område E kan med fordel utføres så tidlig som mulig. Avlastning her vil øke sikkerheten for glideflater fra Tarris og ned mot både Glomma og Borregaard, før det skal utføres mer kompliserte operasjoner som krever større og tyngre anleggsmaskiner, samt økt anleggstrafikk.

#### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

I forbindelse med avlastning av terrenget nedenfor jernbanen, samt i forbindelse med pelearbeidene, vil det være behov for setningsmålere og deformasjonsmålere (inklinometere) på jernbanesporet. I tillegg er det behov for poretrykksmålinger i flere nivåer og spesielt i lag med mistanke om artesisk poretrykk (overtrykk).

#### **Alternative løsninger**

Alternative løsninger til avlastingen i dette området er sett i sammenheng med andre utforminger og løsninger for støttefyllingen på Borregaard, se alternative løsninger beskrevet for område K, L og M i avsnitt 14.3.9 og 14.3.10.



***Videre arbeider***

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser inkludert undersøkelser av massene i og under jernbanefylling. Se kapittel 20. Det anbefales også å iverksette måleprogram for oppfølging av pelearbeidene.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

### 14.3.6 Område F og G

#### *Innledning*

Område F og G omfatter det som blir hovedanleggsvei inn på Tarris, og hele skråningskanten ned mot Glomma i sørøst. Tiltaket (ny Sarpsbru) i området medfører etablering av anleggsvei, nytt fundament for brua (akse 7), gang-/ og sykkelvei, samt flomsikring. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlastning, masseutskifting og støttekonstruksjoner, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område F og G er lokalisert langs Tarrisveien inne på Tarris, fra avkjøringen ved eksisterende monumentplass under eksisterende jernbanebru, iht. Figur 14-25.



Figur 14-25: Område F og G med sikringstiltak.

#### Terrengbeskrivelse

Terrengstigningen stiger bratt opp fra elvebunn i Glomma på ca. kote +14,5 (fra utført seismikk og batymetri), og opp til nivå med Tarris-platået på ca. kote + 33-36. I retning sørvest faller terrenget fra ca. kote +36 og ned raskt til Orkla-bygget i ca. kote +18. Dagens Tarrisvei ligger altså midt mellom skrånende terreng i to retninger.

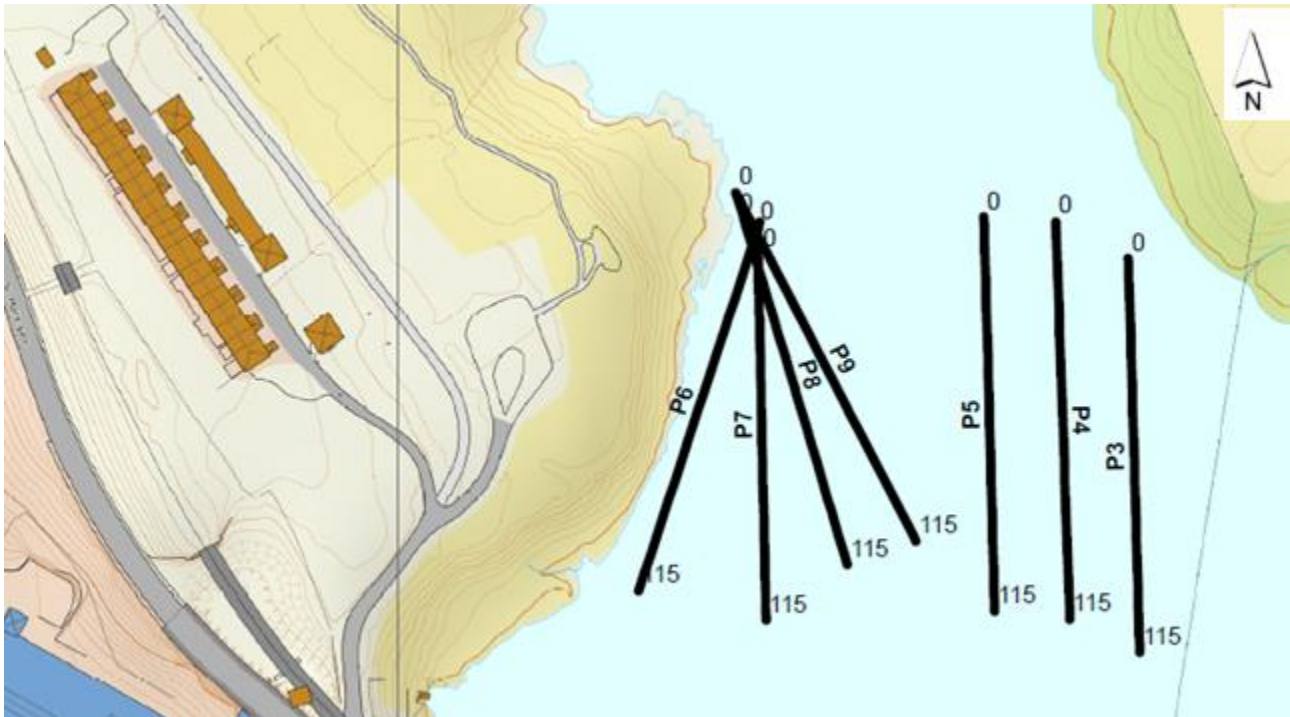
#### Grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser på skråningskanten og lengre bak på Tarris-platået, samt på toppen av raskanten. Grunnundersøkelsene viser fastere masser i topp bestående av noe fyllmasser og tørrskorpeleire, med underliggende leire ned til berg. Det er indikasjoner fra totalsonderinger på at den underliggende leiren stedvis kan være sensitiv (spesielt i dybden), men utførte undersøkelser i prøver på skråningstopp mot Glomma har ikke påvist sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire. Prøver på topp av raskanten har derimot påvist sprøbruddmateriale i 10 – 12 m dybde, og det poengteres at dette ikke er en kontinuerlig prøveserie.

Løsmassemektheten er størst i området hvor akse 7 for ny Sarpsbru kommer, med stigende bergforløp både i retning nordøst og sørvest. Grunnforholdene i brulokasjonen i akse 7 består av topplag av noe mektighet (≈ 4m), med underliggende lag av sandig leire uten sprøbruddsoppførsel.

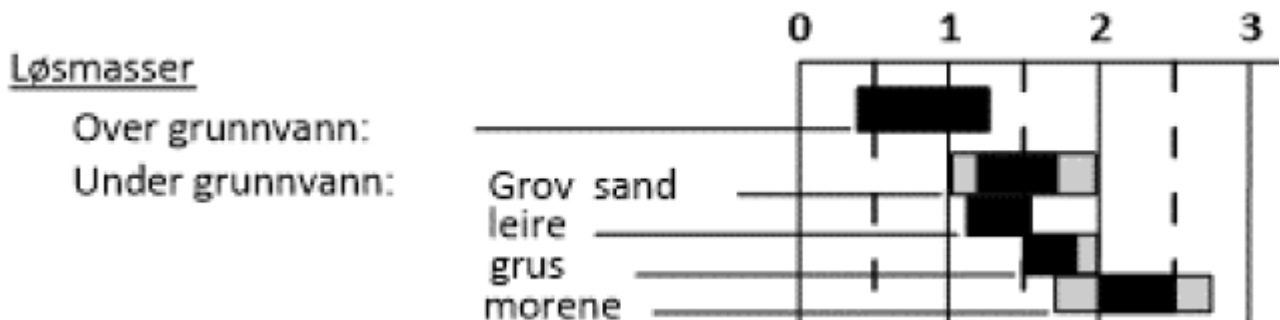


Det er ikke utført noen grunnundersøkelser i selve skråningen, og heller ikke i bunn av skråningen mot Glomma. Ute i Glomma er det utført seismikk som indikerer mektigheter opp til 20 m med løsmasser over berg [38]. Størst løsmasseetykkelse er registrert lengst sør i seismikkprofilene, altså mot aktuell skråning iht. Figur 14-26. I henhold til empiriske verdier for seismiske hastigheter i ulike materialer, tilsvarer de registrerte hastighetene rundt 1700-1900 m/s hovedsakelig løsmasser av sand og grus iht. Tabell 14-2 [38].



Figur 14-26: Utførte refraksjonsseismiske undersøkelser i Glomma [38].

Tabell 14-2: Empiriske verdier for seismiske hastigheter i ulike materialer [38].



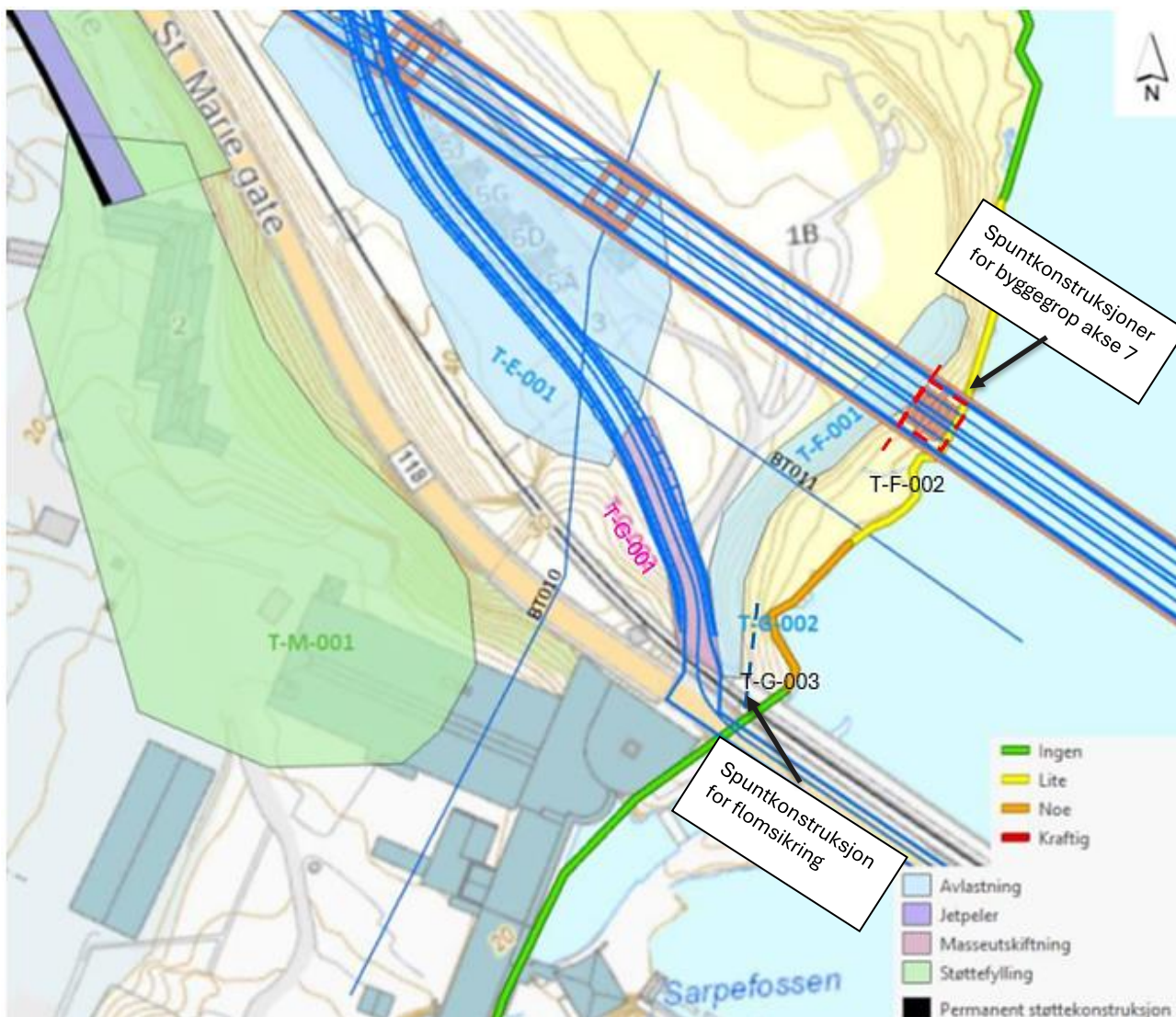
**Problemstillinger**

Dagens stabilitet

For område G og F viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav til absolutt sikkerhet gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200. Krav til sikkerhet varierer innenfor område G og F, avhengig av om skråningen er innenfor eller utenfor influensområdet til tiltaket ny Sarpsbru.

### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru og ny gang-/ og sykkelvei har ulik influens innenfor område F og G. Utførte beregninger i snitt BT011, som ligger utenfor influensområdet til selve bruaksen i akse 7, men innenfor influensområdet til anleggsvei inn på Tarris, er vurdert som også å være representativt for skråningen gjennom akse 7 (selv om det kan være lokale forskjeller i dybder til berg). Plassering av snitt BT011 er vist i Figur 14-27. Det er vurdert at akse 7 ikke vil være en forverring i endelig fase. Det stilles derfor krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. N200 for glideflater som berører tiltaket, både akse 7 for ny Sarpsbru, og ny gang-/ og sykkelvei.



Figur 14-27: Plantegning som viser plassering av snitt BT011 og anbefalte sikringstiltak.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under arbeidet.



- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt, og sikre behov for erosjonssikring av veifyllingen i form av permanent spunt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet i beregningssnitt BT011 iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

#### *Byggegropp*

Akse 7 befinner seg i område F, og er planlagt direktefundamentert på berg. På bakgrunn av dybder til berg blir det behov for geotekniske sikringstiltak for å sikre byggegroppa.

### **Geotekniske tiltak**

#### *Beskrivelse av anbefalte løsninger*

- **«T-G-001» Masseutskifting med lette masser Tarrisveien:** Eneste adkomstvei inn på Tarris er gjennom undergangen under eksisterende jernbanebru ved Sarpsbrua. For å ha tilkomst inn til Tarris må det opprettes en anleggsvei fra den vestlige enden av dagens Sarpsbru, langs Tarrisveien, under dagens jernbane. Skråningen etter undergangen og ned mot Glomma har ikke tilstrekkelig sikkerhet for anleggsfasen.

I planlagt trasé for anleggsveien er det nødvendig med masseutskifting av eksisterende masser. De stedlige massene erstattes med EPS (lette masser), ned til en dybde på ca. 2,5-3 m under dagens terreng. Det er antatt at man bygger opp anleggsveien igjen til dagens nivå, dette for å treffe nivået til veien i undergangen/fylkesveien på Sarpsbrua. Det er i denne omgang antatt at EPS-fyllingen får en vertikalavslutning ut mot Glomma, og denne må forblendes. Det vil være fordelaktig hvis anleggsveien følger planlagt ny gang-/ og sykkelvei inn på området istedenfor å følge skråningskanten ut mot Glomma slik dagens Tarrisvei gjør.

Det blir også behov for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken.

- **«T-G-002» Avlastning skråningskant Tarrisveien:** Utenfor Tarrisveien/planlagt anleggsvei må det avlastes mot Glomma. Hvis det er ønskelig å beholde eksisterende terrengutforming kan det la seg gjøre ved å benytte EPS, altså en masseutskifting. Dette blir en dyrere løsning og er ikke nødvendig rent geoteknisk, og det er derfor ikke videre vurdert i denne fasen. Det er kun vurdert sikringstiltak med avlastning/graving av skråningskanten langs Tarrisveien.
- **«T-G-003» Permanent støttekonstruksjon for sikring av flom:** I skråning ned mot Glomma lengst inn mot dagens Sarpsbru (like oppstrøms Sarpsfossen) er det tidligere vurdert (år 1996) at det kan være fare for vanngjennomstrømning/utvasking/ grunnvannserosjon i en flomsituasjon nedenfor Tarrisveien (1000-årsflom) i den østre veiskråningen, som kan medføre fare for at veifyllingen bryter sammen [27]. For å sikre mot dette anbefales det å installere en spunt som skjærer av ev. gjennomgående lag med eroderbare masser. Hvis mulig anbefales det at spunten installeres samtidig med den dypeste utgraving ifbm. masseutskiftingen av Tarrisveien (T-G-001) og avlastingen av skråningskanten (T-G-002).

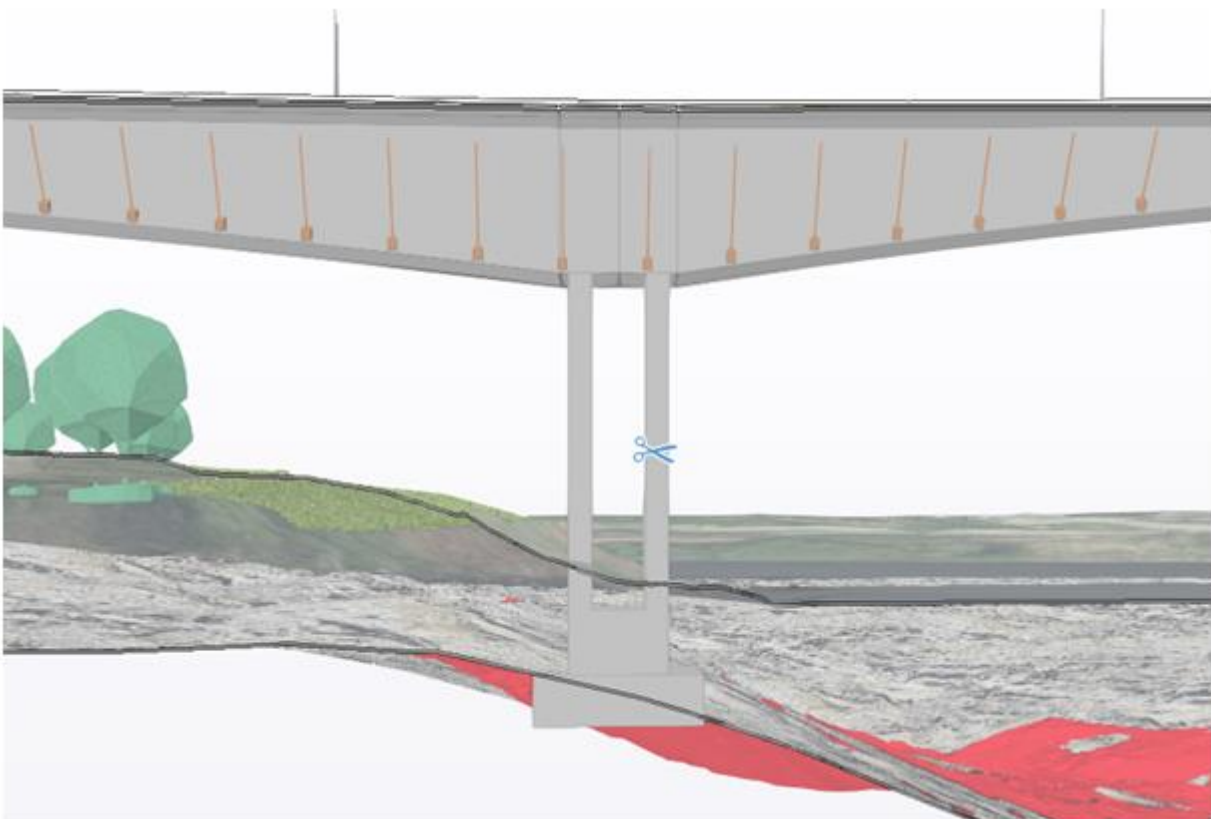
Denne løsningen er ikke detaljert eller regnet på foreløpig, men sikringsmetoden ble foreslått av NGI i 1996 i etterkant av storflommen «Lille-Ofsen» i 1995 [27].

Det antas en rammet svevespunt uten avstivning, og en relativt lett spunt.

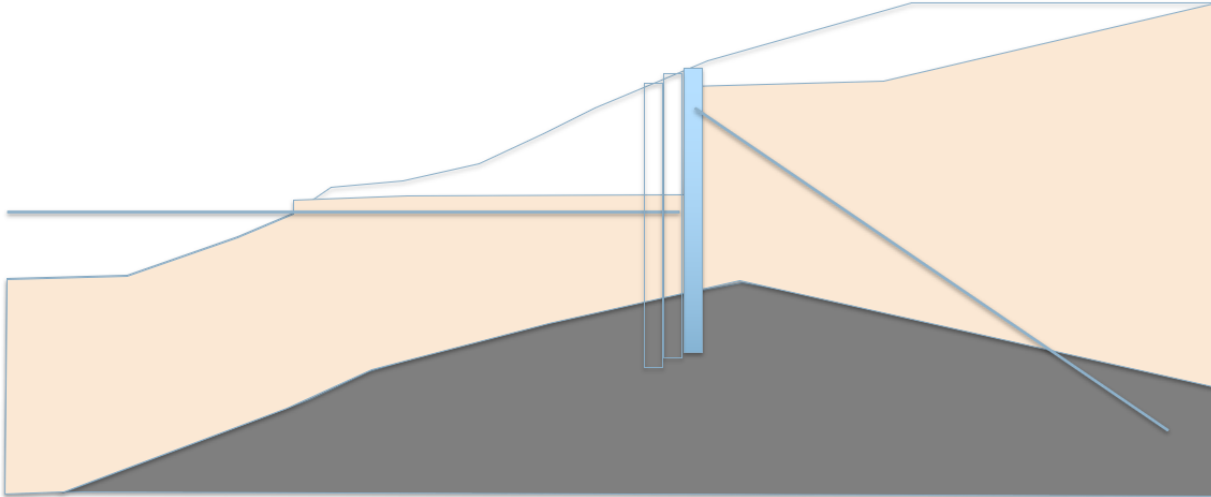
- **«T-F-001» Avlastning skråningskant akse 7:** Skråningen ned mot Glomma like oppstrøms Sarpsfossen har ikke tilfredsstillende sikkerhet for permanentfasen. Det er derfor nødvendig med en avlastning i toppen av skråningen. Avlastingen vil sikre tilfredsstillende stabilitet for

fundamentet i permanentfase. Samt at det vil sørge for at man ikke har forverring i anleggsfasen da det blant annet skal benyttes rigg for spunt- og gravearbeidene rundt akse 7.

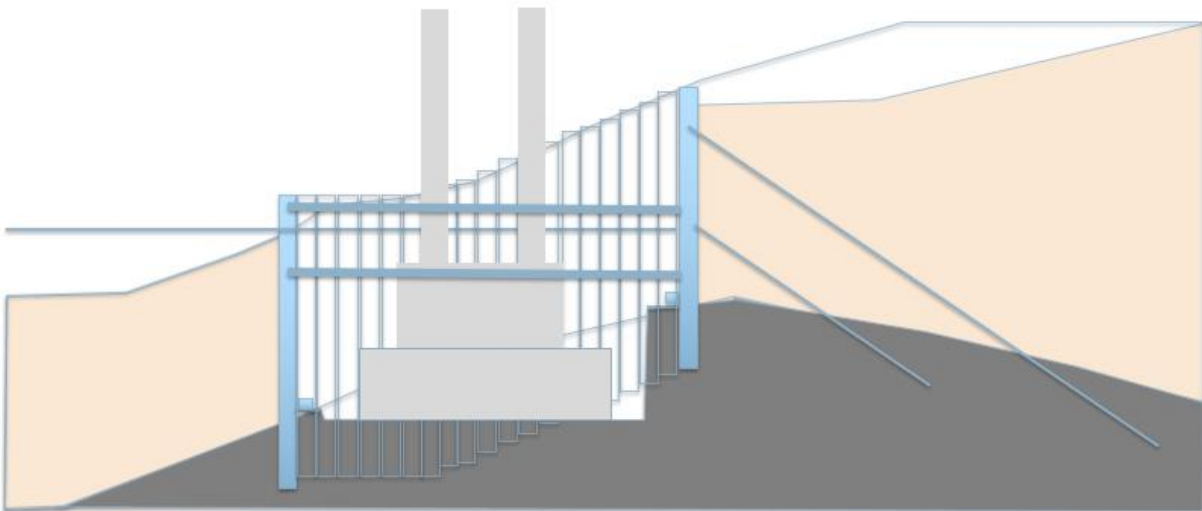
- **«T-F-002» Byggegropp for akse 7:** Fundamentet i akse 7 skal fundamenteres direkte på berg, iht. Figur 14-28. For å kunne gjennomføre dette er det nødvendig med en tett spuntkonstruksjon ned og inn i berg. Det antas en rammet løsning med fotbolter, alternativt en boret løsning med rørsput. Spunt bakforankres med stag til berg for spuntveggen mot nordvest, og det blir behov for innvendig avstivning og hjørneavstivning for uttak av byggegropen. For å komme seg ned til byggegropen i anleggsfasen, kan spuntveggen mot nordvest forlenges, slik at man kan etablere graveskrånninger ned til byggegropen fra hhv. sørvest og nordøst. Det kan gjøres tiltak for å forbedre rambarhet. Det etableres vegger på massivsøylen som skal sikre at det ikke tilbakefylles inn mot skivesøylene, slik at disse er frie til å bevege seg. Alternativt kan det etableres permanente støttekonstruksjoner med frontkledning rundt brusøylen, men dette vurderes som en dyrere løsning som også kompliserer vedlikeholdsarbeidene. Fra utførte grunnundersøkelser ser det ut som at det er relativt tette masser ned mot berg, men det blir uansett behov for tiltak for tetting av glipper mellom spunt og berg i form av fotdrager. Det kan bli behov for plastring og erosjonssikring rundt fundament og søyle. Skisser som viser mulig løsning, er vist i Figur 14-29 til Figur 14-31.



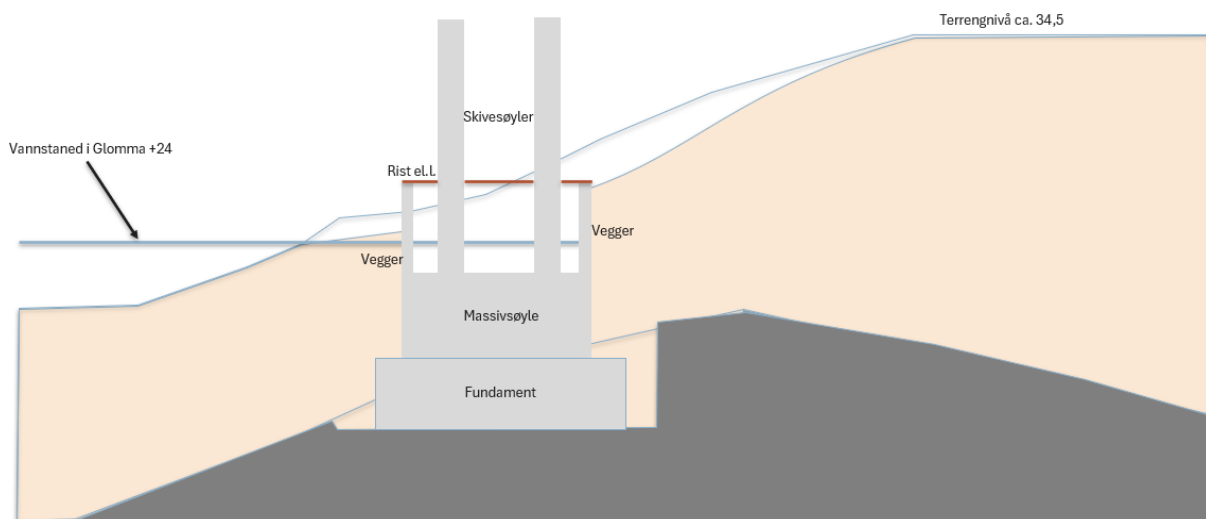
Figur 14-28: Skisse som viser akse 7 med direktefundamentering på berg, med massivsøyle og skivesøyle.



Figur 14-29: Avlasting i topp av skråning for etablering av øvre spunt og tverrgående spunt så langt det lar seg gjøre. Resterende tverrgående spunter etableres etter etablering av øvre spunt, inkl. staging og utgraving til nivå noe over vannstand i Glomma. Resterende spunt tas fra dette nivået. Åpen utgraving sideveis ned til noe over vannstand i Glomma.



Figur 14-30: Avstivet byggegrop for akse 7.



Figur 14-31: Det etableres vegger på massivsøylen for å forhindre tilbakefylling mot skivesøyler, slik at skivesøylene kan bevege seg fritt. Terrenget rundt kan etableres til dagens situasjon.



### Tilkomst og utførelse

Tilkomst til området vil bli gjennom dagens eksisterende undergang under Østfoldbanen ved Monumentplassen, og via Tarrisveien ut til Tarris. Det blir behov for en rekke sikringstiltak for anleggsveien, samt på skråningskant og Tarris-plataet.

### **Faser og rekkefølger**

I forkant av sikringstiltakene i område F er man avhengig av å utføre sikringstiltak i form av avlastning og masseutskifting for anleggsveien ut på Tarris i område G, samt avlastning av skråningskant Tarrisveien i område G. I forbindelse med dette vil det bli behov for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken. I tillegg anbefales det å utføre erosjonssikring og flomsikring av Tarrisveien i område G.

Deretter kan sikringstiltakene i område F utføres. Det anbefales at etablering av anleggsvei inn på Tarris utføres så tidlig som mulig, da alle arbeider nord for jernbanen er avhengig av disse sikringstiltakene.

### **Usikkerhet og risiko**

#### TF-01/TG-01 – Område F og G – Omfang sikringstiltak

Det bemerkes at det er svært lite grunnundersøkelser i dette området. Spesielt ned mot Glomma både i og i bunn av skråningen, samt i selve rasskråningen ned mot Orkla-bygget, der finnes det ingen grunnundersøkelser. Dybder til berg er derfor også meget usikre, og det er kun utført seismikk ute i Glomma som gir noe informasjon rundt dette. Grunnundersøkelser indikerer at laget med sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire lengre nordvest på Tarris mot akse 6 trolig ikke strekker seg ut til akse 7. Det poengteres derimot at lagdelingen er usikker. Det kan derfor ikke utelukkes forekomster av sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire.

Dette har gjort at stabilitetsvurderingene og behov for tiltak, samt evt. omfang, er svært usikkert i dette området. Dersom det viser seg at lag med sprøbruddsmaterialer og/eller kvikkleire strekker seg ned til akse 7, kan dette blant annet medføre behov for grunnforsterkning for utgraving og etablering av byggegrop. Sensitivitetsanalyser viser at omfanget av tiltak endres stort ved forskjellige dybder til berg, men at det fortsatt er gjennomførbart.

Dette slår derimot ut i usikkert omfang og behov for tiltak, og kan ha en del å si for både kostnader og fremdrift. Det er derfor helt avgjørende at det utføres supplerende grunnundersøkelser i dette området.

#### TF-02/TG-02 – Område F og G – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det ligger mye eksisterende infrastruktur i bakken på Tarris. Blant annet VA-ledninger, kabler osv.

En konsekvens av dette vil være mulige konflikter mellom eksisterende infrastruktur i bakken og de nødvendige sikringstiltakene, og at denne infrastrukturen må kartlegges og fjernes eller legges om i området der det skal avlastes. Dette kan medføre store tilleggskostnader og vil kunne påvirke fremdriften.

Det anbefales at man går i gang med kartlegging og planlegging for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken, og at det utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen i det videre arbeidet.

#### TG-03 – Område G – Stabilitet Tarrisveien og behov for flomsikring med spunt

I forbindelse med flomsikringen er det noe usikkerhet knyttet til nødvendig dybde på spuntene, og dette er avhengig av hvor høyt eller lavt i skråningen man greier å få installert den. Det er foreløpig antatt



nålelengder på ca. 9 m og en lengde (utstrekning) på ca. 40 m, altså det er antatt at spunten må installeres fra et høyere nivå i skråningen enn det som var beskrevet i NGI-rapporten fra 1996 [27].

#### TG-04 – Område G – Økt belastning på eksisterende bruer

I forbindelse med bygging av ny Sarpsbru blir hovedanleggsveien inn ved innkjøring til Tarris. Anleggsfasen vil medføre en økt belastning på eksisterende bruer som allerede er i dårlig forfatning. Det er knyttet store usikkerheter og risikoer til tilstand på eksisterende bruer, og dermed også om disse vil tåle belastningene i anleggsfasen. Dette vil kunne ha mye å si for fremdriften i prosjektet, samt eksisterende veitrafikk, spesielt dersom det blir lastbegrensninger/nedklassifisering av eksisterende bruer. Det er ikke vurdert andre aktuelle tilkomster til Tarris.

#### TG-05 – Område G – Erosjon

Det understrekes at det er vurdert noe erosjon i bunn av skråningen nedenfor Tarrisveien. Det er usikkerheter knyttet til hvordan evt. erosjonspotensialet endres over tid, samt hvilken påvirkning ny Sarpsbru med tilhørende veisystemer vil ha på skråningen.

Evt. erosjon vil kreve sikringstiltak som kan medføre tilleggs kostnader. Dersom erosjon ikke blir godt nok ivaretatt, kan det få konsekvenser slik som utglidninger og ras.

For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket.

### **Anleggsteknikk**

På bakgrunn av antatte dybder til berg på ca. 8 – 10 m under terreng vil fundamentet i akse 7 trolig kunne direktefundamenteres på berg. Spuntkonstruksjonen mot Glomma vil trolig kunne etableres på flere ulike måter, og med ulike angrepspunkter (langgraver med vibro v/ramming fra utsiden av byggegrop, innad i byggegropen, eller fra elvesiden). Før etablering av spunten mot Glomma må både den bakforankrede spuntkonstruksjonen og tverrgående spunter med hjørneavstivninger være etablert, for å kunne grave seg ned i skråningen hvor spunten mot Glomma blir satt. Det antas at spuntkonstruksjonene kan installeres med ramming, og det forutsettes en tett byggegrop.

Det vil trolig ikke bli behov for grunnforsterkning i forbindelse med utgraving av løsmassene, da vanninnholdet i løsmassene er lavere enn flytegrensen fra utførte prøveserier, massene antas å være faste nok og har ikke sprøbruddsegenskaper, samt at spunten settes til berg og det er ikke fare for å få problemer med utgraving av massene. Grunnet fundamenteringsdybde ned på berg må også spuntkassa ned til berg, og det vil bli behov for flere avstivningsnivåer for utgraving av byggegropa. I tillegg vil det bli behov for forankret fotdrager i overgangen mellom spunt og berg, samt bergbolter for sikring av berghyller inne i byggegropen. Det blir behov for bergarbeider for fundamentet. Etter oppbygging av pilar vil det tilbakefylles inntil fundamentet.

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

Det anbefales at det installeres deformasjonsmålere (inklinometere) i skråningen ned mot Glomma, samt i skråningen ned raskanten mot Orkla-bygget, slik at man kan ha tett oppfølging spesielt under anleggsfasen. Anleggsveien vil være eneste vei inn på Tarris, og det anbefales derfor at denne overvåkes for å unngå konsekvenser som kan ha mye å si for fremdriften.



I forbindelse med etablering av byggegrøp for akse 7 vil det kunne bli aktuelt med inklinometerkanaler på spuntveggen, samt lastceller på f.eks. innvendige stivere.

Det må vurderes videre om det er behov for instrumentering av eksisterende brulandkar for hhv. jernbanen og dagens Sarpsbru.

Det anbefales også at det installeres poretrykksmålere i flere dybder.

Instrumentering i forbindelse med evt. bergarbeider lokalt i akse 7 må vurderes nærmere.

### ***Alternative løsninger***

Det er ikke vurdert alternative sikringstiltak i område F og G, men det finnes alternativer som f.eks. støttekonstruksjoner og evt. støttefyllinger. Slike vurderinger anses å være mer hensiktsmessig å vurdere basert på supplerende grunnundersøkelser.

### ***Videre arbeider***

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

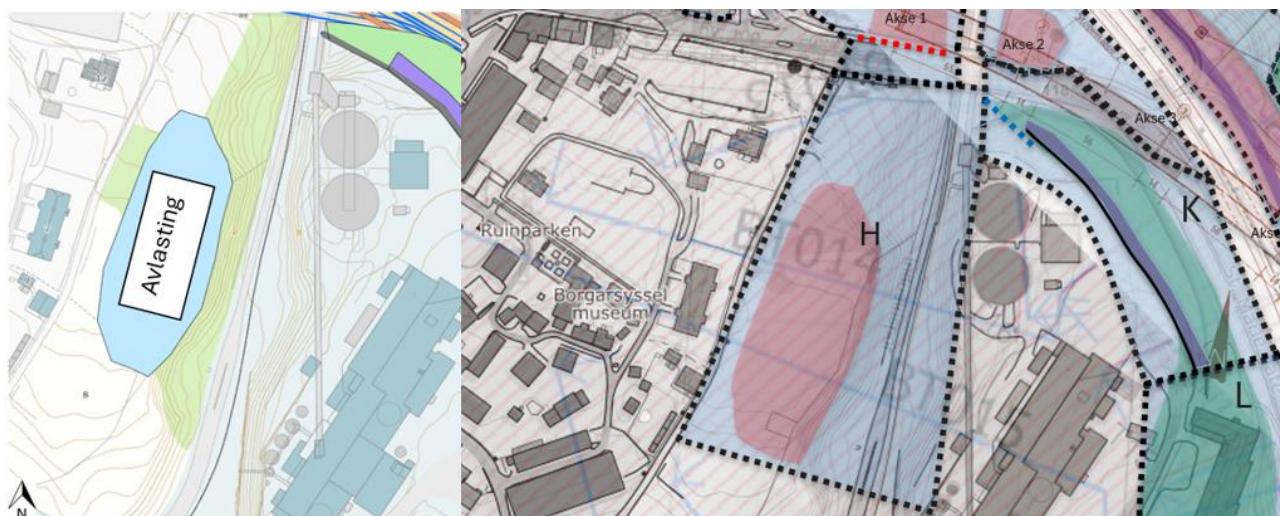
### 14.3.7 Område H

#### *Innledning*

Område H omfatter store deler av Ruinparken oppe ved Borgarsyssel museum på toppen av raskanten etter Borregaardsskredet. Skråningen er utenfor influensområdet til ny Sarpsbru. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlastning, for å oppfylle krav til områdestabilitet (robusthet og langtidsstabilitet) i permanentfase.

#### *Områdeavgrensning*

Område H ligger utenfor influensområdet til ny Sarpsbru, og befinner seg oppe i Ruinparken like ved Borgarsyssel museum. Ruinparken ligger på toppen av raskanten etter Borregaardsskredet, og ligger ovenfor eksisterende industrispor til Borregaard, iht. Figur 14-32.



Figur 14-32: Område H med sikringstiltak.

#### *Terrengbeskrivelse*

Terrenget stiger relativt bratt opp fra Borregaard i ca. kote +23 – 24 og opp til Ruinparken i ca. kote +48 – 49. Midt i selve skråningen er det et flatere område hvor dagens industrispor og vei til Borregaard ligger.

#### *Grunnforhold*

På topp av skråningen oppe ved Ruinparken er det veldig varierende grunnforhold bestående av både leire, silt, sand, stein og blokk, samt med stor sannsynlighet sensitiv leire i dybden. Det er også indikasjoner på lag med varierende mektighet hvor det kan være sensitiv leire i grunnere dybder. Stedvis kan leiren betraktes som en moreneleire, men uten at man kan avkrefte evt. sprøbruddoppførsel. Det er begrenset grunnlag fra prøver, men det er påvist sprøbruddmateriale i dybden i en diskontinuerlig prøveserie. Lengst nord i skråningstopp mot eksisterende fylkesvei er det påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i grunnere dybder, ved ca. 8 m under terreng.

Grunnundersøkelser i selve skråningen indikerer at det kan være sensitive løsmasser fra ca. 5 m under terreng, samt i flere lag videre i dybden. Det er påvist sprøbruddmateriale i ca. 10 m dybde i en diskontinuerlig prøveserie. Ellers viser grunnundersøkelsene at det forekommer lag med fastere masser og stein, og at leiren trolig er både siltig og sandig.

I bunn av skråningen nede på Borregaard viser grunnundersøkelsene et fastere topplag med underliggende siltig leire ned til berg. Det er indikasjoner på sensitiv leire, og det er også påvist sprøbruddmateriale fra ca. 3 m under terreng i en prøveserie.

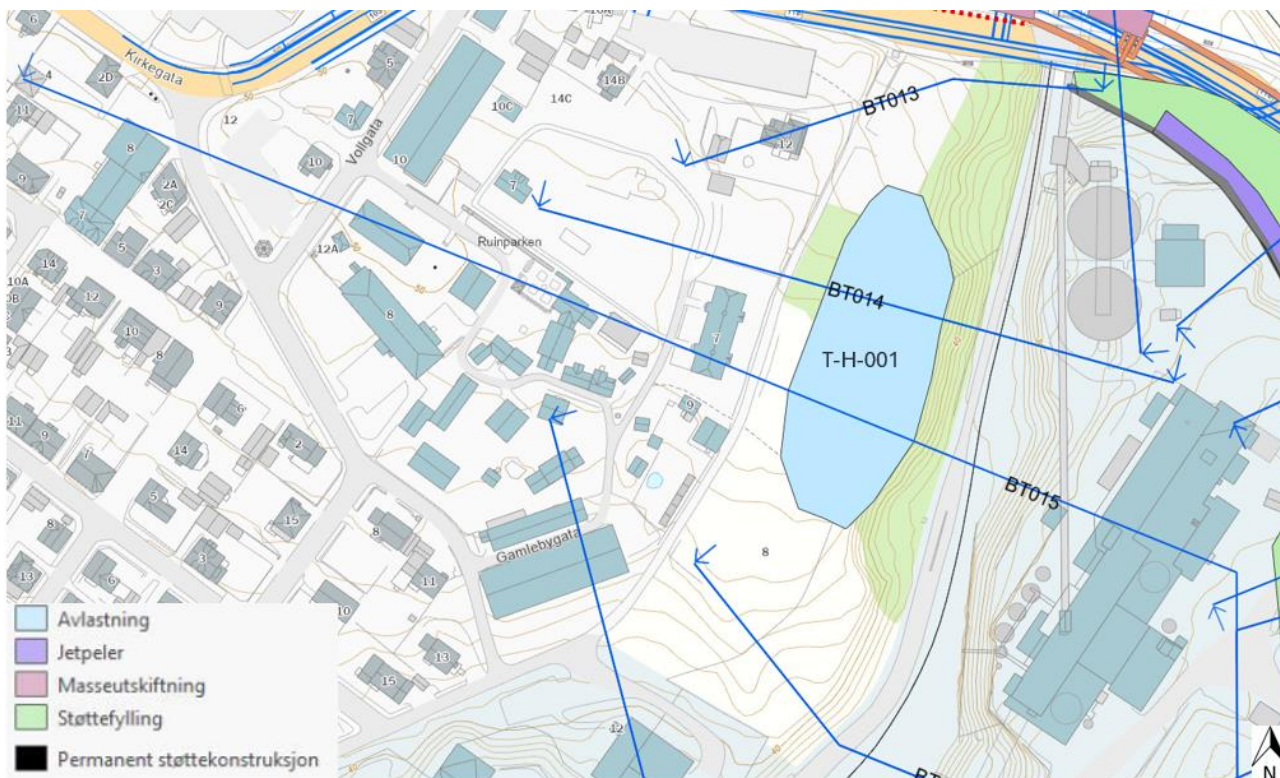
### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

For område H viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019. Det er lav beregningsmessig sikkerhet, og krav til sikkerhet er knyttet til robusthet og langtidsstabilitet. Det stilles også krav om ikke-forverring for glideflater som berører industrisporet.

#### Beregninger

Ny Sarpsbru har ikke påvirkning/influens på skråningene i område H. Utførte beregninger i snitt BT014 og BT015, se plassering i Figur 14-33, viser at det er behov for sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet iht. NVE-veileder 1/2019.



Figur 14-33: Plantegning som viser snitt BT014, BT015 og anbefalt sikringstiltak «T-H-001 Avlastning Ruinparken».

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Behov for sikringstiltak i anleggsfasen for disse skråningene vil være avhengig av f.eks. plassering av riggområder og anleggsveier. Ved behov må det gjøres tiltak for å ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under arbeidet.

- Permanentfase: Sikre at skråningsstabiliteten er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er robusthet og langtidsstabilitet i beregningsnitt BT014 og BT015 iht. NVE-veileder 1/2019.

#### Kulturminner

Det forventes kulturminner, kulturlag eller gamle underjordiske ganger/bunkere i området, som kan medføre behov for ytterligere geotekniske tiltak for å ivareta disse.

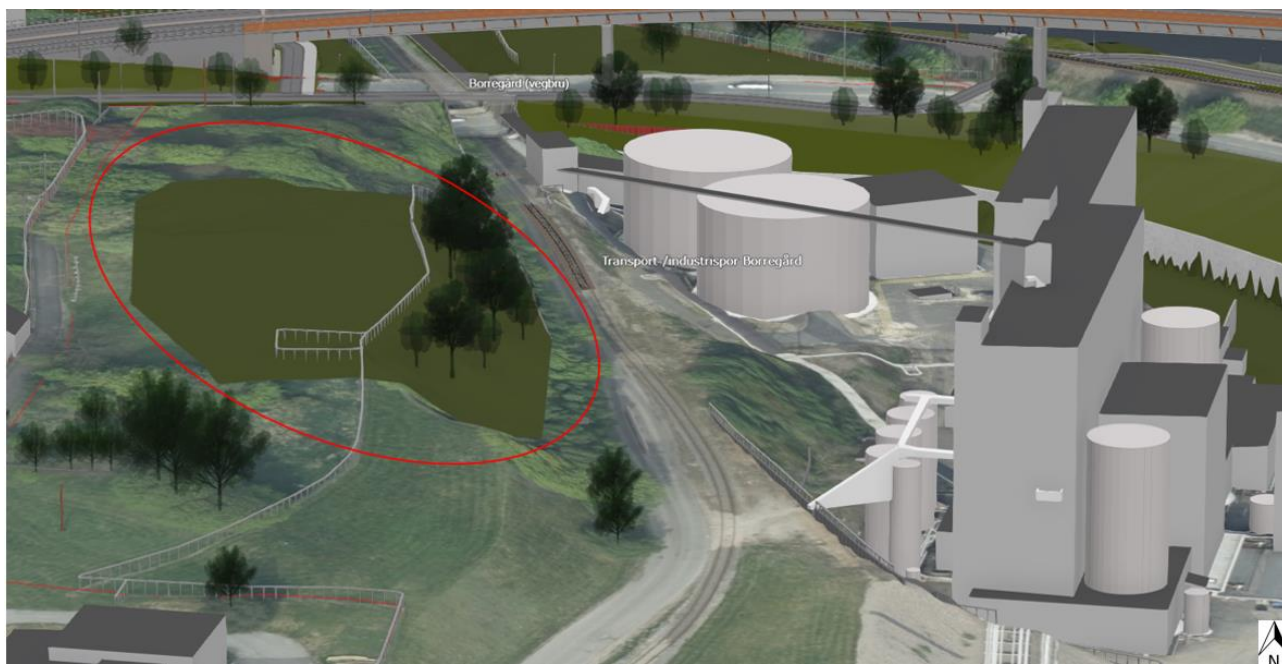
#### Vegetasjon

De geotekniske sikringstiltakene kan berøre områder med vegetasjon av stor verdi oppe i Ruinparken.

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalt løsning

- «T-H-001» **Avlastning Ruinparken:** Sikringstiltak som er vurdert er avlastning i topp av skråning oppe ved Ruinparken. Det er i denne omgang vurdert at det ikke er mulig med støttefylling i bunn av skråningen, da dette vil komme i konflikt med Borregaard sin virksomhet. Omriss av avlastingen er vist i Figur 14-34.



Figur 14-34: Skisse som illustrerer sikringstiltaket med avlastning oppe i Ruinparken.

#### Tilkomst og utførelse

Området lengst nord langs skråningskanten til Ruinparken inntil dagens fylkesvei 118 er akkurat utenfor influensområdet til landkaret i akse 1, og har i utgangspunktet god nok sikkerhet mtp. robusthetskravet og langtidsstabiliteten. Hvis det skal gå anleggstrafikk her i forbindelse med avlastingen lengre sør i Ruinparken, tillates det ikke i utgangspunktet at anleggstrafikken går nærmere skråningskanten enn plasseringen til dagens gangvei i Ruinparken. Det kan bli aktuelt med en tilkomst fra sør langs gangveien.

I forbindelse med avlastingen forventes det å være behov for bruk av utstyr med lang rekkevidde.



### **Faser og rekkefølger**

Tidspunkt for arbeider med sikring av skråninger utenfor influensområdet til tiltaket (ny Sarpsbru) er fleksibelt. Det kan tenke seg at man ønsker å utføre arbeidene samtidig som arbeider med avlastning ved akse 1 og 2, men sikringstiltak i skråninger utenfor influensområdet må senest være utført før ny Sarpsbru tas i bruk.

### **Usikkerhet og risiko**

#### TH-01 – Område H – Omfang sikringstiltak

Det bemerkes at det er begrenset grunnlag fra grunnundersøkelser i dette området. I stabilitetsberegningene fra Ruinparken og ned mot Borregaard er det særlig mye usikkerhet knyttet til omfang sikringstiltak på bakgrunn av grunnvannstand. Det er i dagens situasjon antatt en relativt høy grunnvannstand i stabilitetsberegningene. Det gjør at effektivspenningsberegninger blir dimensjonerende. Det kan ikke utelukkes at grunnvannstanden kan være høyere eller lavere, og dette vil ha mye å si for omfang sikringstiltak, og da også kostnader knyttet til sikringstiltaket.

Det må utføres poretrykksmålinger for fastsettelse av grunnvannstand, slik at usikkerheter knyttet til omfang sikringstiltak reduseres. Det er behov for supplerende grunnundersøkelser, dette for å vurdere omfang og behov.

#### TH-02 – Område H – Kulturminner og vegetasjon med stor verdi

Et annet aspekt her er at det er store flotte eiketrær som muligens må fjernes, og at tiltaket kan medføre behov for arkeologiske registreringer, spesielt på arealer hvor det ikke tidligere er søkt etter automatisk fredete kulturminner, eller hvor situasjonen er uavklart. Videre kan det bli behov for dispensasjoner på vilkår om arkeologiske utgravinger. Utgravinger skjer i så fall etter at planen er vedtatt, men før tiltakene kan realiseres. Det er fremdeles mye usikkerhet omkring hvor det eksisterer kulturminner og/eller kulturlag i bakken, og det vil derfor kunne bli nødvendig med avklarende undersøkelser.

På toppen av skråningen ligger Borgarsyssel museum, og en del av museet er en bunker som ligger ut mot skråningskanten. Der det er bunker vil det i utgangspunktet være en høyere sikkerhet enn den som er beregnet i dagens situasjon, men dette er avhengig av omfanget/størrelsen til bunkeren. Det er usikkerheter knyttet til omfang, størrelse og plassering til bunkeren og evt. underjordiske ganger/tunneler, og dette er derfor ikke tatt hensyn til i utførte stabilitetsberegninger. Dersom det er ønskelig å bevare denne bunkeren, kan det bli aktuelt å optimalisere sikringstiltakene slik at man f.eks. kan tilbakeføre deler av området til dagens terrengutforming med utstrakt bruk av lette masser etter avlastingen er utført. Dette må vurderes nærmere i en senere fase, og det vil være essensielt å få kartlagt bunkeren i detalj.

Det anbefales en tett og god dialog med representant fra kulturminnemyndighetene, slik at man unngår eventuelle forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

#### TH-03 – Område H – Sikkerhet eksisterende industrispor og vei Borregaard

Det er ikke tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet i skråningen ned fra Ruinparken mot Borregaard. Det er behov for sikringstiltak av skråningen for å ivareta kravene til områdestabilitet, og avlastning er vurdert som det aktuelle sikringstiltaket. I forbindelse med arbeidene på skråningskanten (rydding av skog og avlastning/graving i skråningstopp), kan det ikke utelukkes at det vil kunne bli behov for kortere stans i trafikken på industrispor og veien inn til Borregaard. Dette må koordineres og planlegges godt, slik at dette ikke medfører påvirkninger på drift nede på Borregaard, som kan medføre erstatninger, tilleggskostnader og forsinket fremdrift.



### **Anleggsteknikk**

Det kan bli behov for bruk av langgraver med lang arm for å unngå for store belastninger på skråningskanten.

Dersom man ønsker å tilbakeføre terrenget til opprinnelig utforming, kan det være aktuelt å tilbakefylle med lette masser. Dette må i så fall beregnes, og det vil øke kostnadene.

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det anbefales å også etablere måleprogram med instrumentering i skråninger utenfor influensområdet til ny Sarpsbru, spesielt mtp. problemstillinger rundt sideveis utbredelse for skred som kan forplante seg bort og ramme tiltaket.

### **Alternative løsninger**

Støttefyllinger er vurdert som uegnet mtp. konflikt med Borregaard sin industri, og det anbefales å unngå etablering av konstruksjoner eller grunnforsterkning som øker kravene til sikkerhet.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

### 14.3.8 Område I og J

#### **Innledning**

Område I og J omfatter områdene for akse 1, akse 2 og akse 3 til ny Sarpsbru, og ligger på hver sin skråningstopp opp fra eksisterende industrispør og vei Borregaard. Tiltaket i området inkluderer etablering av tilløpsfylling, nytt brulandkar i akse 1, rensedbasseng, og nye fundamenter for brua i akse 2 og 3. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlastning, masseutskifting og støttekonstruksjon, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område I og J er lokalisert i akse 1, 2 og 3 på hver sin side av industrisporet til Borregaard, iht. Figur 14-35. Områdene ligger helt inntil dagens fylkesvei 118 og eksisterende brukonstruksjon over industrisporet.



Figur 14-35: Område I og J med sikringstiltak.

#### Terrengbeskrivelse

I område I på vestsiden av industrisporet til Borregaard stiger terrenget opp fra industrisporet i ca. kote +32,5 og opp til skråningstopp i ca. kote +42. Videre stiger terrenget oppover i retning sørvest.

I område J på østsiden av industrisporet til Borregaard stiger terrenget opp fra industrisporet i ca. kote +32,5 og opp til skråningstopp i ca. kote +37,5. Videre synker terrenget både i retning sør og nordøst, foruten om eksisterende Østfoldbane som ligger på en stor fylling i retning øst og sørøst.

#### Grunnforhold

I område I er det utført grunnundersøkelser ned mot industrisporet, samt et lite stykke bak skråningskant og videre bakover på toppen. I bunn nede ved industrisporet viser grunnundersøkelsene et topplag bestående av siltig, sandig leire og noe silt, med underliggende kvikkleire og sprøbruddmateriale. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmaterialer fra ca. 4 m dybde under terreng.

På skråningstopp i område I like sør for eksisterende fylkesvei består løsmassene av et fastere topplag av siltig og sandig leire, med underliggende lag bestående av varierende materialer, kvikkleire og sprøbruddmaterialer. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmaterialer fra ca. 8 m dybde under terreng. Vestover og lengre bak på skråningstopp mot eksisterende bensinstasjon består løsmassene av et

fastere topplag av siltig, sandig leire og silt, med underliggende siltig leire. I dybden er det tilsynelatende et fastere leirelag. Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i dybder 6 – 8 m og 10 – 12 m under terreng hvor prøveserien er avsluttet.

Nærmere skråningskant i område I er det indikasjoner på at det kan være lag av sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire i flere dybder. Det er et fastere topplag med innslag av stein, og videre i dybden er det siltig leire som stedvis er sensitiv med avtagende motstand med dybden. Det er forekomster av stein i flere dybder. I dybden er det indikasjoner på et fastere leirelag.

I område J er det utført grunnundersøkelser på skråningskanten og lengre bak skråningstopp. Det er ikke utført grunnundersøkelser i bunn ned mot industrisporet på denne siden, men det vurderes at den utførte grunnundersøkelsen omtalt i område I er representativ for denne skråningen også. På skråningskanten og skråningstopp indikerer grunnundersøkelsene at løsmassene består av et fastere topplag med underliggende leirelag som kan være sensitiv og siltig. Deretter er det et fastere lag med mer siltig og sandig leire og silt, før det trolig er et nytt lag med mer sensitiv leire. I dybden er det et fastere leirelag som har tilsynelatende en økende motstand med dybden. Det er påvist sprøbruddmaterialer i dybde 4 – 5 m under terreng, samt sprøbruddmaterialer og kvikkleire i dybde 11 – 16 m under terreng på skråningstopp.

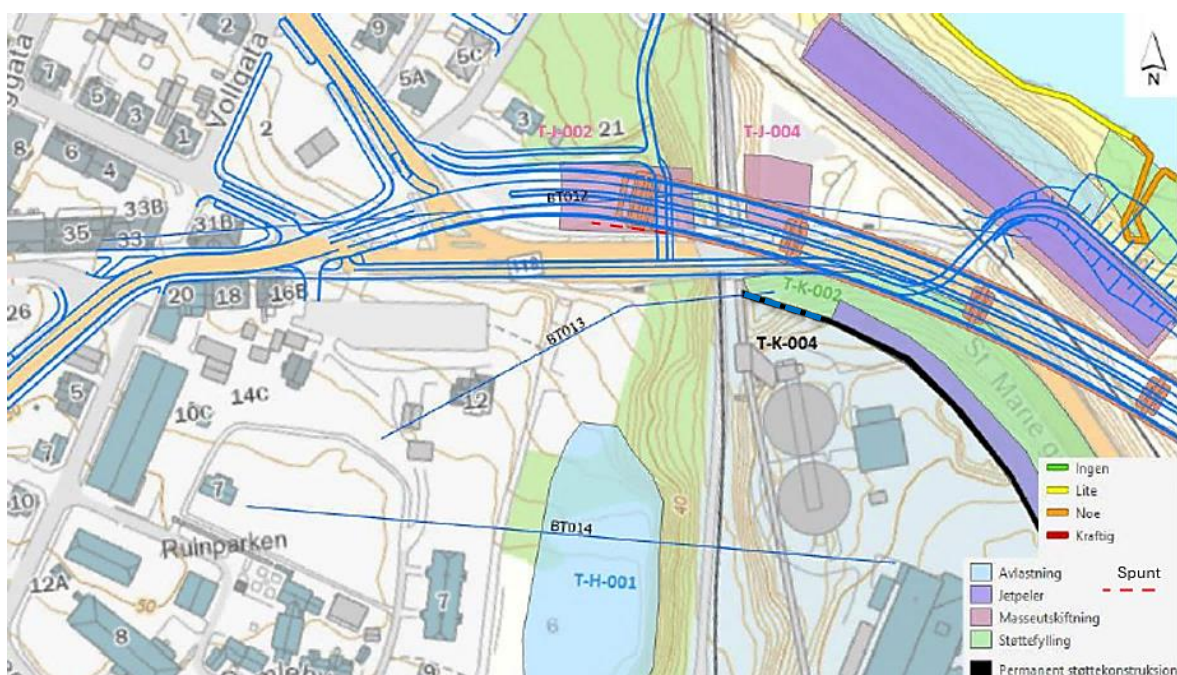
### Problemstillinger

#### Dagens stabilitet

For område I og J viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200. Det er lav beregningsmessig sikkerhet. Det stilles også krav om ikke-forverring for glideflater som berører industrisporet, og krav om absolutt sikkerhet iht. NVE for glideflater som ikke berører tiltaket.

#### Beregninger

Skråningene i område I og J er innenfor influensområdet til ny Sarpsbru. Utførte beregninger i snitt BT012, se Figur 14-36, viser at det er behov for sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.



Figur 14-36: Plantegning som viser snitt BT012 og anbefalt sikringstiltak.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til absolutt sikkerhet i beregningssnitt BT012 iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### Byggegroper

Byggegropp for landkar i akse 1 skal etableres i område I, og byggegrop for fundament i akse 2 og akse 3 skal etableres i område J. Dette medfører behov for geotekniske tiltak i akse 1 og 2 hvor fundamenter ligger under terreng, mens ikke i akse 3 hvor fundament er plassert på terreng.

### Rensebasseng

I område I planlegges det et rensebasseng mellom akse 1 og dagens eksisterende jernbane, foreløpig plassering er vist i Figur 14-37. Nedgravingen av betongrørene til rensebassenget må ivaretas i neste fase, slik at plasseringen blir optimal. Det er ikke vurdert noen geotekniske tiltak i forbindelse med rensebassenget, men det kan bli behov for sikring i forbindelse med nedgraving, slik som f.eks. spunt.



Figur 14-37: Foreløpig plassering av rensebassenget. Det kan bli behov for sikring i forbindelse med nedgraving.



### Riggområder og kraner

Både lasteplass og lagringsplass må vurderes geoteknisk. Kan bli behov for avlastning og evt. masseutskifting, samt grunnforsterkning før områder kan belastes. Byggekraner må fundamenteres slik at de har en tilfredsstillende bæreevne og ikke velter. Dette gjelder både de mobile og stasjonære. Tyngre belastninger i forbindelse med kranplasseringer og mellomlagringsplasser må vurderes separat i det kommende arbeidet. Det kan bli behov for pelefundamentering av kraner.

Det forventes at riggområde for MSS-vogn blir betydelig innenfor område I. Det vises til anleggsgjennomføringsnotatet [33] og forprosjektrapporten for ny Sarpsbru [28].

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

- **«T-I-001» Midlertidig spunt mot eksisterende fv.118 (akse 1):** Det vil være behov for utgraving i forbindelse med etablering av landkar i akse 1. I forkant av arbeidene med avlastning og graving, må det installeres en midlertidig støttekonstruksjon langs eksisterende fv.118 hvor det skal gå trafikk gjennom hele anleggsfasen. Basert på utgravingsdybder antas det at støttekonstruksjonen kan etableres som en rammet svevespunt med stylder til berg og med ett avstivningsnivå, og det kan bli behov for noe lokal forgraving.
- **«T-I-002» Avlastning/masseutskifting mot eksisterende fv.118 og industrisporet (akse 1):** I forkant av etablering av landkar og tilløpsfylling i akse 1 er det behov for avlastning/masseutskifting av skråningstoppen mot industrisporet til Borregaard. Det er antatt behov for avlastning ca. 40 m bakover fra skråningskant. Dybden til avlastingen er ca. 2,0 m på toppen av skråningen (ca. kote +40), og øker til ca. 2,5 m ytterst på skråningskanten (ca. kote +36,7). Dersom man ønsker å tilbakeføre terrenget til opprinnelig utforming, kan det være aktuelt å tilbakefylle med lette masser (EPS).
- **«T-I-003» Pelearbeider for landkar akse 1:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene i akse 1. Men det må vurderes om det er behov for tiltak for tetting dersom det er fare for punktering av vannførende lag eller lag med artesisk overtrykk. Se avsnitt 13.2.
- **«T-I-005» Tilløpsfylling EPS (akse 1):** På vestsiden av industrisporet skal landkar og tilløpsfylling i akse 1 etableres. Tilløpsfyllingen skal etableres ved bruk av EPS. Det er lagt opp til at EPS-fyllingen får vertikalavslutning og med forblending av betong. Dette tar høyde for den økende mektigheten til tilløpsfyllingen.
- **«T-J-001» Avlastning/masseutskifting mot industrisporet (akse 2):** I forkant av etablering av fundament i akse 2 er det behov for avlastning/masseutskifting av skråningstoppen mot Industrisporet til Borregaard. Det er antatt behov for avlastning ca. 15 m bakover fra skråningskant. Dybden til avlastingen er ca. 0,5 – 1,0 m ned til ca. kote +36. Det vil også være behov for utgraving i forbindelse med etablering av fundament i akse 2. Basert på de relativt beskjedne gravedybdene er det forutsatt at det ikke er behov for noen støttekonstruksjon mot eksisterende fv.118 oppe ved akse 2. Dersom man ønsker å tilbakeføre terrenget til opprinnelig utforming, kan det være aktuelt å tilbakefylle med lette masser (EPS).
- **«T-J-002» Pelearbeider for akse 3 nært spor:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene i akse 3. Det er derimot forutsatt at arbeidene med pelene nært spor skal utføres i perioder uten trafikk på sporet. Pelearbeider er omhandlet i mer detalj i avsnitt 13.2.



- «T-J-003» **Pelearbeider for akse 3:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene i akse 3. Se avsnitt 13.2.
- «T-J-004» **Pelearbeider for akse 2:** Det forventes ikke behov for spesielle geotekniske sikringstiltak i forbindelse med pelearbeidene i akse 2. Se avsnitt 13.2.

### Tilkomst og utførelse

Generelt er tilkomsten til område I og J god, men i forbindelse med nødvendige arbeider med fundamentene i akse 2 og 3, er det behov for en midlertidig omlegging av dagens fylkesvei. I forkant av omleggingen må det være utført sikringstiltak nede på Borregaard. Disse sikringstiltakene er omtalt i avsnitt 14.3.9 og 14.3.10.

### **Faser og rekkefølger**

Det er krav om at sikringstiltak er på plass for å unngå forverring i anleggsfasen i forhold til dagens situasjon. Arbeidene med akse 1, 2 og 3 utføres etter at sikringstiltakene mot Glomma (område A, B, C) og nede på Borregaard (område K, L) er ferdigstilt.

### **Usikkerhet og risiko**

#### TI-01/TJ-01 – Område I og J – Stabilitet eksisterende veier og jernbaner

Lokalstabilitet mot Østfoldbanen, industrisporet til Borregaard, eksisterende fv.118 og vei til Borregaard må ivaretas. Arbeider i nærheten av veier og jernbane kan medføre uforutsette stans i trafikken.

Det kan ikke utelukkes at det vil kunne bli behov for kortere stans i trafikken på industrisporet og veien inn til Borregaard, i forbindelse med avlastning/graving på toppen av skråningene i område I og J, samt i forbindelse ved evt. rensebasseng i område I. Det kan ikke utelukkes at det blir behov for kortere stans i trafikken på eksisterende fv.118 i forbindelse med etablering av støttekonstruksjon langs veien i område I.

Det er usikkerheter knyttet til behovet for anleggsområder og riggområder, og dersom det blir aktuelt inn mot jernbaner og veier i område I og J, kan dette medføre et ytterligere behov for tiltak.

#### TI-02/TJ-02 – Område I og J – Pelearbeider i akse 1, 2 og 3

Generelt er det usikkerheter knyttet til dybder til berg og dermed også nødvendige pelelengder. Dette medfører risiko for økte mengder og kostnader. Deler av pelearbeidene i akse 3 skal foregå nært jernbane. Det forutsettes at disse arbeidene utføres i en periode uten trafikk på sporet. Det må påses at det er tilstrekkelig med tid i et sporbrudd til å utføre alle de nødvendige arbeidene.

Pelearbeidet kan medføre noe setninger på både jernbaner og veier, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring, tett kontroll i anleggsfase og justering av spor etter at arbeidene er utført.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.



### TI-03 – Område I – Riggområder/kraner for montering av MSS-vogn

I forbindelse med montering av MSS-vogn i område I, bak landkaret i akse 1, vil det trolig bli behov for kraner for montering. For å sikre tilstrekkelig stabilitet og bæreevne for disse, vil det kunne bli behov for geotekniske tiltak for fundamentering av kranene. Det kan bli aktuelt å pelefundamentere kraner, og også disse pelearbeidene kan medføre noe setninger på både jernbane og vei, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring, og tett kontroll i anleggsfase.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

### TI-04 – Område I – Kulturminner og kulturlag i bakken

Det er fremdeles mye usikkerhet omkring hvor det eksisterer kulturminner og/eller kulturlag i bakken, og det vil derfor kunne bli nødvendig med avklarende undersøkelser.

Sikringstiltakene kan medføre behov for arkeologiske registreringer, spesielt på arealer hvor det ikke tidligere er søkt etter automatisk fredete kulturminner, eller hvor situasjonen er uavklart. Videre kan det bli behov for dispensasjoner på vilkår om arkeologiske utgravninger. Utgravninger skjer i så fall etter at planen er vedtatt, men før tiltakene kan realiseres.

Det er risikoer for at pelearbeidene og en evt. senkning av grunnvannstanden kan skade kulturlag i bakken, ved at disse tørkes ut. Det bør derfor tilstrebes å ivareta grunnvannsnivået og ha kontroll/overvåkning av dette, samt prosjektere løsninger for tetting ved behov.

### **Anleggsteknikk**

Det kan bli behov for bruk av langgraver med lang arm for å unngå for store belastninger på skråningskantene. Det vises til utarbeidet notat for anleggsgjennomføringen [33] for innledende faseplaner.

For detaljer rundt plassbehov for riggområdet til MSS-vogn vises det til forprosjektrapporten for ny Sarpsbru [28].

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

I forbindelse med avlastning av terrenget inntil eksisterende vei og veibru for fv.118, anbefales det instrumentering av støttekonstruksjonen samt på eksisterende infrastruktur.

### **Alternative løsninger**

Det er ikke mulig å legge ut støttefylling i bunn av skråningene, ettersom industrisporet og transportveien til Borregaard ligger der. Permanente støttekonstruksjoner kunne vært en alternativ løsning, men dette er ikke vurdert i denne fasen da avlastning er vurdert som en bedre løsning.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. I bunn av skråningene (ved industrisporet), i topp av skråningene, og i skråningene er det utført få grunnundersøkelser. Det anbefales at det utføres supplerende grunnundersøkelser, både for de geotekniske tiltakene, men også for landkaret i akse 1,



og fundamentene i akse 2 og 3. Det anbefales at det installeres flere poretrykksmålere slik at man kan ha kontroll på poretrykkssituasjonen før, under og etter de fremtidige arbeidene. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene.

Tyngre belastninger i forbindelse med kranplasseringer og mellomagingsplasser må vurderes separat i det kommende arbeidet. Dette er aktuelt i forbindelse med MSS-vogna ved akse 1 for etablering av ny Sarpsbru.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

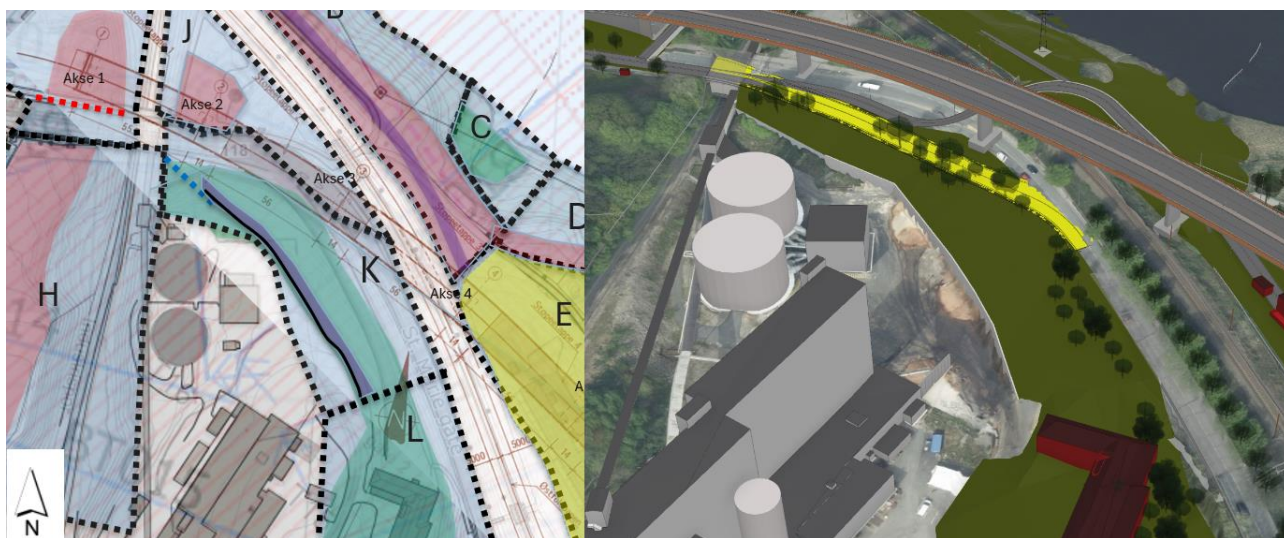
### 14.3.9 Område K

#### **Innledning**

Område K omfatter området og skråningen ned mot Borregaard nedenfor akse 2, 3 og 4 til ny Sarpsbru. Området ligger inntil eksisterende industrispor/transportbånd til Borregaard. Tiltaket i området inkluderer sikring av industrisporet og nye fundamenter i akse 2, 3 og 4, ny gang-/ og sykkelvei, samt omlagt fv.118 under anleggsfasen. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig støttekonstruksjoner, grunnforsterkning og støttefylling, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område K er begrenset til den nordligste delen av Borregaard. Det omfatter fylkesveien på toppen av skråningen, selve skråningen, og områder på Borregaard fra industrisporet og til hjørnet av kokeriet, ca. ved St. Marie gate 2, se Figur 14-38.



Figur 14-38: Område K med sikringstiltak.

#### Terrengbeskrivelse

Dagens fylkesvei ligger på kote + 38 ovenfor industrisporet til Borregaard, veien faller slakt ned til kote +34 rett ovenfor St. Marie gate 2. Terrenget faller bratt ned til Borregaard sitt industriområde på ca. kote +27 lengst nord til ca. kote +22 ved kokeriet.

#### Grunnforhold

Utførte sonderinger viser at bergoverflaten i området kan forventes å ligge mellom ca. kote + 6 til +13,6. Utførte sonderinger med sikker bergpåvisning antyder en ujevn bergoverflate, det kan ikke utelukkes at berget stedvis ligger både høyere og dypere enn det de utførte sonderingene viser.

Utførte prøveserier viser at løsmassene i området i hovedsak består av leire og silt, løsmassene karakteriseres også som leirig, siltig, sandig og med enkelte gruskorn. Det er påvist sprøbruddmateriale flere steder på området, og det er antatt at det er sammenhengende lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale som strekker seg fra skråningen, og oppover inn under fylkesveien og Østfoldbanen.

Utførte poretrykksmålinger i bunn av skråningen viser en antatt grunnvannstand ca. 1-2 m under terreng. De utførte målingene viser at det i bunnen av skråningen kan være et poreovertrykk i de øverste lagene. Det er ikke utført poretrykksmålinger i selve skråningen.

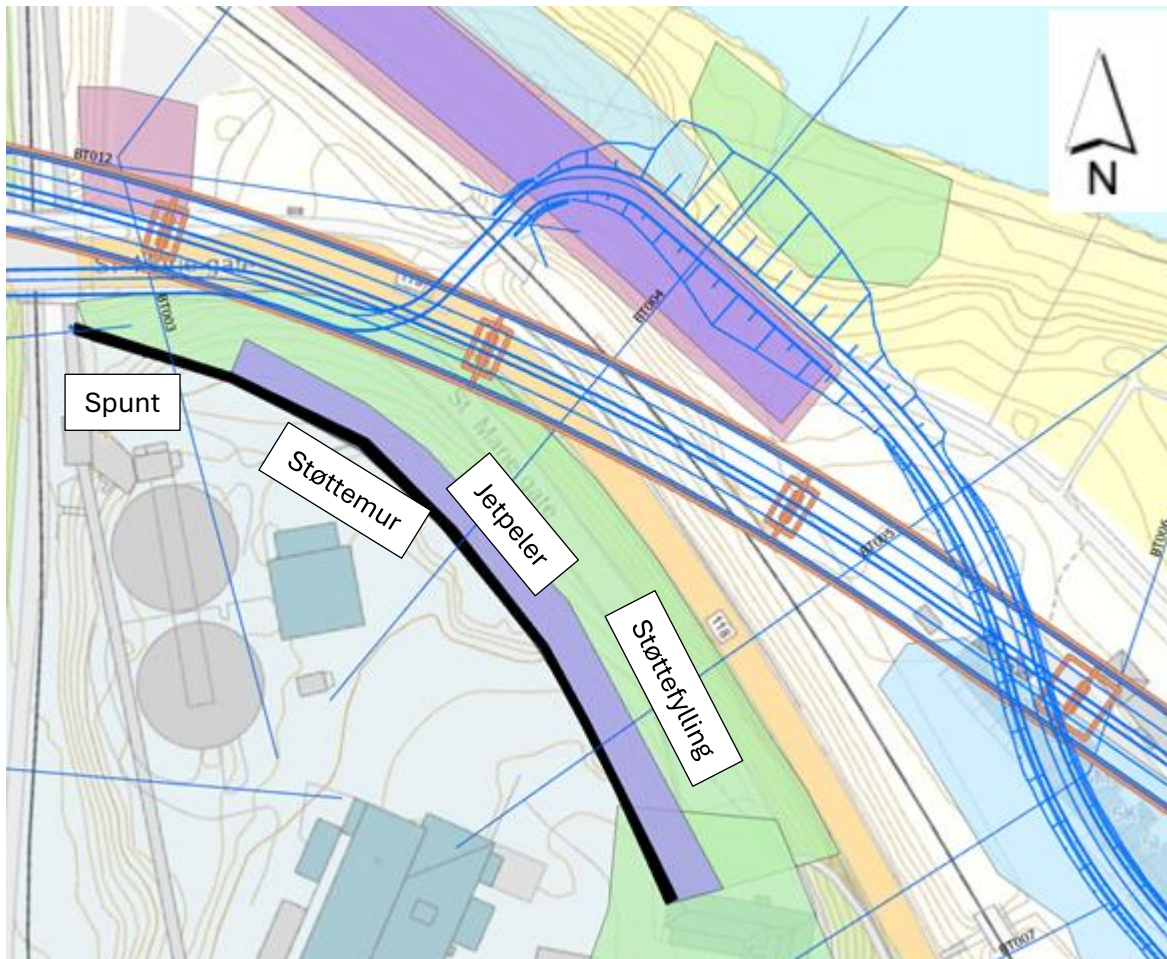
### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

For område K viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav til absolutt sikkerhet gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

#### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har influens på skråningen i område K, da akse 2, 3 og 4 ligger relativt nær skråningstopp. Det er vurdert at ingen av aksene vil utgjøre en forverring i endelig fase. Det stilles derfor krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. N200 for glideflater som berører tiltaket ny Sarpsbru, samt ny gang-/ og sykkelvei. Samt krav om ikke forverring av noen glideflater. Det er utført beregninger i snitt BT003, BT004 og BT005, se Figur 14-39.



Figur 14-39: Plantegning som viser snitt BT003, BT004 og BT005 og anbefalt sikringstiltak.

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Beregninger viser at det med valgte styrkeparametere er behov for sikringstiltak. Beregninger basert på tilgjengelige grunnundersøkelser viser at det er anstrengt stabilitet i skråningen og bløte leirelag som bør behandles med forsiktighet. Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet i beregningssnittene BT003, BT004 og BT005 iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### Geotekniske tiltak

Det er et ganske omfattende behov for geotekniske sikringstiltak i område K. Beregninger viser at dagens stabilitet er lav. Samtidig er det stedvis svært trangt og krevende å tilpasse tiltak til virksomheten nede på Borregaards område. Driften på fabrikkområdet er avhengig av tilstrekkelig med plass, og det er viktig at beredskapen ikke blir hindret i forbindelse med nye tiltak og anleggsaktiviteten. Det er derfor viktig at det er tett dialog mellom prosjektet og Borregaard. Løsninger presentert under er anbefalte løsninger til reguleringsplanen. Det er en pågående prosess med Borregaard for å finne egnede løsninger. Det er også et behov for supplerende grunnundersøkelser og optimalisering av sikringstiltak. Følgelig må det forventes at endelig sikringstiltak skiller seg fra det som er anbefalt i dette notatet.

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

- **«T-K-001» Støttefylling for støttekonstruksjon Borregaard:** Nede på Borregaard skal det lengst nord i området etableres en støttekonstruksjon inn mot Borregaards industrispor. I bakkant av støttekonstruksjonen er det nødvendig å etablere en støttefylling. Denne støttefyllingen har to funksjoner. Den første er å sikre tilstrekkelig stabilitet for glideflater som går ut bak støttekonstruksjonen. Den andre er at fyllingen fungerer som oppfylling for den omlagte fylkesveien. Fylkesveien må legges om i anleggsfasen, for å ha tilstrekkelig plass til fundamenteringsarbeidene må veien legges over dagens skråning. Det er derfor nødvendig med en støttefylling av steinmasser (kvalitetsfylling).
- **T-K-002» Støttefylling for spunt og jetpeler Borregaard (midlertidig):** Lengst nord på Borregaard sitt område inn mot industrisporet må det installeres en støttekonstruksjon for å kunne legge om fylkesveien midlertidig i anleggsfasen, og sikre tilstrekkelig stabilitet. Videre mot øst/sørøst, i bunn av skråningen, skal det installeres jetpeler. For å kunne utføre disse arbeidene er det nødvendig med en midlertidig støttefylling for å unngå at stabiliteten forverrer seg i anleggsfasen. Dette er planlagt utført med en midlertidig støttefylling av kvalitetsmasser. Denne støttefyllingen vil ha en større utstrekning, og ta mer av Borregaard sine arealer i anleggsfasen enn den permanente støttefyllingen. Massene (kvalitetsmasser av stein) som benyttes i den midlertidige støttefyllingen kan også benyttes i den permanente.
- **«T-K-003» Støttefylling bak betongstøttemur Borregaard (permanent):** I bunn av skråningen, nede på Borregaard skal det etableres en betongmur, den skal fundamenteres på jetpelene. I bakkant av muren legges det ut en støttefylling for å sikre skråningsstabiliteten. Fyllingen må bestå av tunge steinmasser. På toppen av støttefyllingen skal fv. 118 legges om i anleggsfasen.
- **«T-K-004» Støttekonstruksjon mot industrispor Borregaard:** Lengst nord på Borregaard sitt område, inn mot eksisterende bru over Borregaards industrispor er det behov for en støttekonstruksjon for å kunne legge om trafikken i anleggsfasen. Støttekonstruksjonen skal støtte opp fyllingen og det forventes stor belastning på en ev. spuntkonstruksjon. Bak støttekonstruksjonen legges støttefyllingen med anleggsvei/omlagt fylkesvei på toppen.



- **«T-K-005» Grunnforsterkning (jetpeler) Borregaard:** Grunnforsterkning med jetpeler som installeres i bunn av skråningen for å forbedre stabiliteten mellom Tarris og Borregaard, hvor det ikke er plass til støttefylling med tilstrekkelig utbredelse. Jetpelene settes til berg, det forutsettes god kontakt mellom pel og berg. Jetpeler installeres med en effektiv diameter på 1,6 m, bredde på jetpelesonen er 10 m og, senteravstand er ca. 8 m. Lengde på sonen som skal grunnforsterkes er ca. 124 m.
- **«T-K-006» Støttemur (betong) mot Borregaard:** Betongmuren etableres for å begrense utstrekningen av støttefylling på Borregaard sine arealer. Støttemuren skal etableres oppå jetpelene, dette for å sikre tilstrekkelig bæreevne for muren, bæreevnen er ikke vurdert på dette tidspunktet. Støttefyllingen skal sikre glideflater som vil gå ut i bakkant av jetpelene. Høyde på støttemuren er ikke detaljert i denne fasen. I beregninger av områdestabilitet er det tatt utgangspunkt i en høyde på 4-4,5 m, i modell er det modellert ca. 6 m for å få en mer estetisk utforming på støttefyllingen.
- **«T-K-007» Etablering av omlagt vei og fjerning av midlertidig fylling:** Når støttekonstruksjonene er ferdig etablert kan det fylles igjen i bakkant av konstruksjonene. Massene benyttet i den midlertidige fyllingen skal nå fjernes, disse massene kan benyttes som en del av den permanente fyllingen. I resterende anleggsperiode for brua vil det være nødvendig å legge om fv. 118. Når støttefyllingen i bakkant av støttekonstruksjonene er ferdig utlagt, kan veien etableres på toppen av støttefyllingen.

#### Tilkomst og utførelse

Tilkomst til område K er fra nedkjøringen til St. Marie gate 2. Dette vurderes som mest hensiktsmessig da man unngår trafikk gjennom Borregaard sitt fabrikkområde. Anleggstrafikken vil medføre en betydelig økt belastning på denne veien, det kan ikke utelukkes at det må utføres sikringstiltak for å sørge for at stabiliteten ikke forverres i forbindelse med anleggstrafikk. Det kan medføre midlertidig stengning av fv. 118 for å legge ut en mindre støttefylling i bunn av skråningen. Ev. slike sikringstiltak må detaljeres i en senere fase.

Støttefyllingen på Borregaard, både den midlertidige og den permanente må utføres slik at det kan gå anleggstrafikk på toppen, som kan benyttes gjennom hele perioden som det skal utføres stabiliserende arbeider på Borregaard.

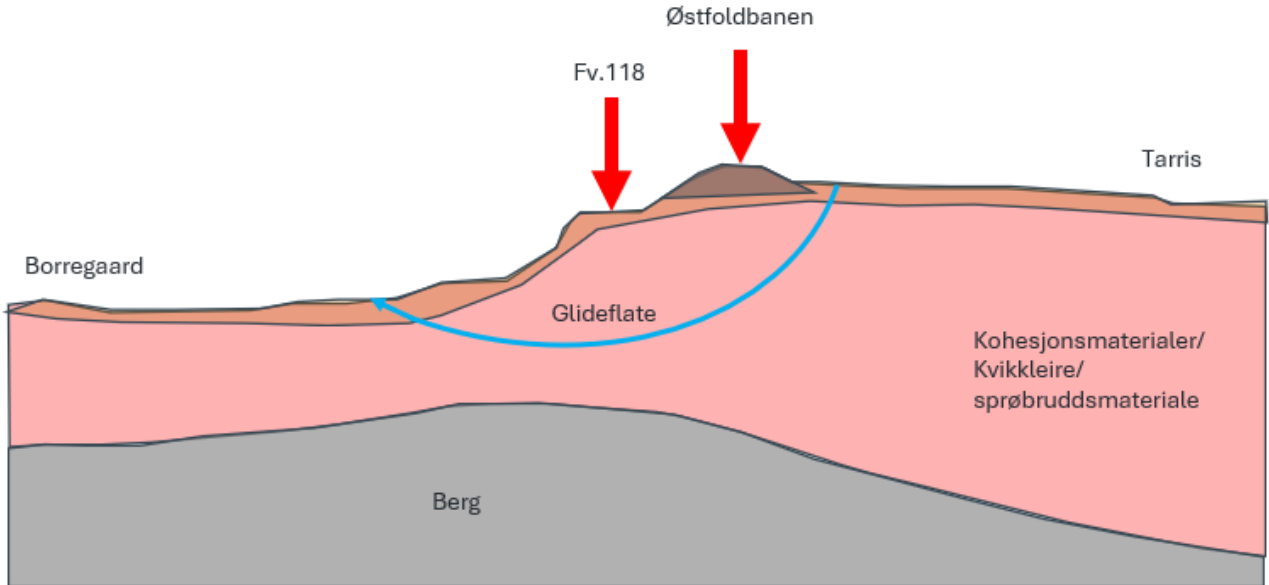
#### **Faser og rekkefølger**

For å sørge for at stabiliteten ikke forverres i noen faser er det viktig at arbeidene i området gjøres i bestemt rekkefølge.

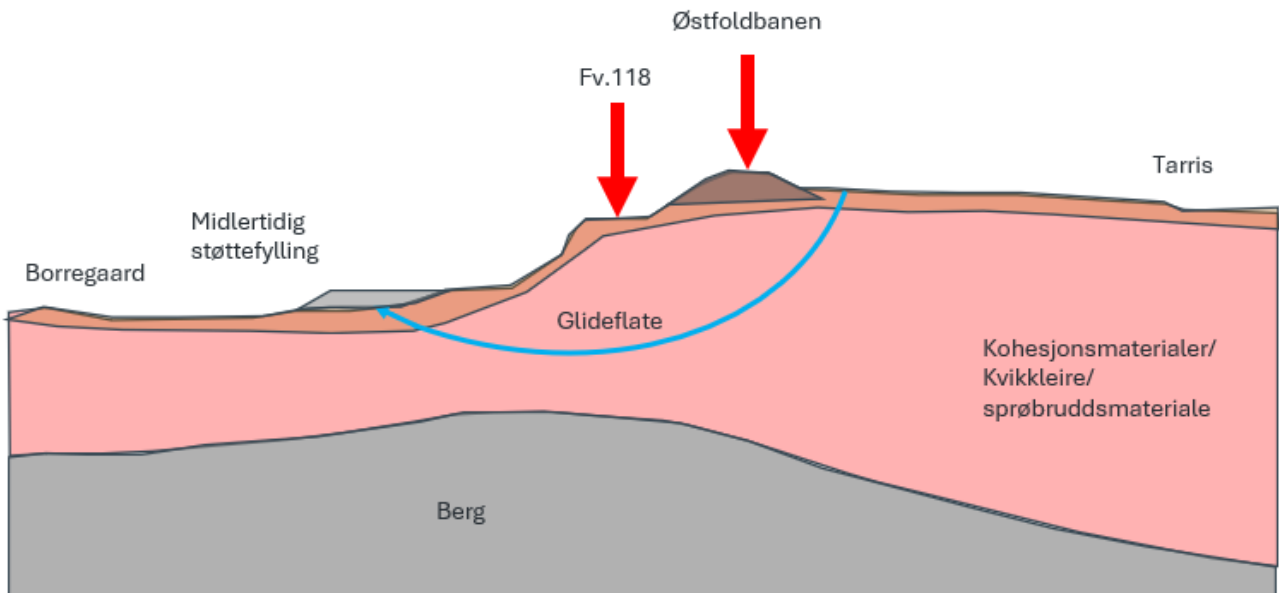
Før arbeidene med de endelige sikringstiltakene kan starte må det legges ut en midlertidig støttefylling i bunn av skråningen. Denne må etableres slik at det kan foregå arbeider med spunt i selve skråningen og jetpelerigg i bunn av skråningen. Når jetpelearbeidene er ferdig, kan støttemuren etableres på jetpelene. Det vil da være to ulike støttekonstruksjoner ned mot Borregaard, i form av spunt inn mot industrisporet og støttemur over jetpelene, overgangen mellom disse er ikke detaljert i denne fasen. Det kan så etableres støttefylling i bakkant av disse konstruksjonene. Videre kan man legge om fv. 118 på toppen av fyllingen, mens øvrig anleggsarbeid pågår.

Utførelsen av arbeidene i område K henger tett sammen med område L og M.

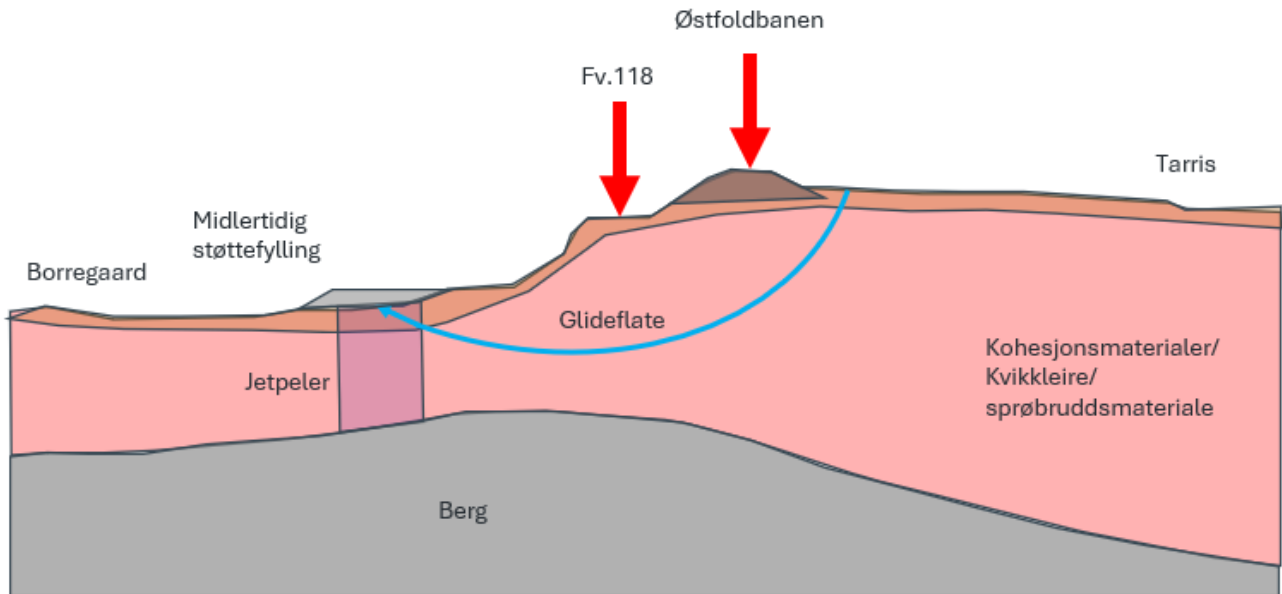
Nedenfor i Figur 14-40 tom. Figur 14-48 er mulige faser og rekkefølger for sikringstiltak i område K for sikring av akse 4 grovt skissert:



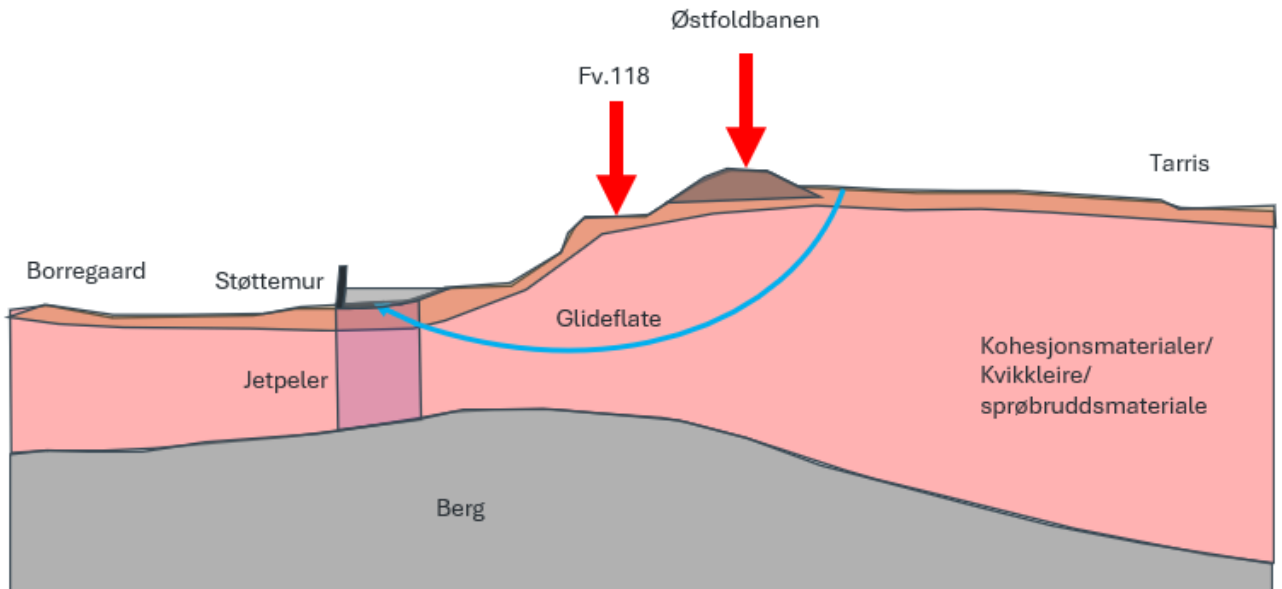
Figur 14-40: Skisse over dagens situasjon ved akse 4.



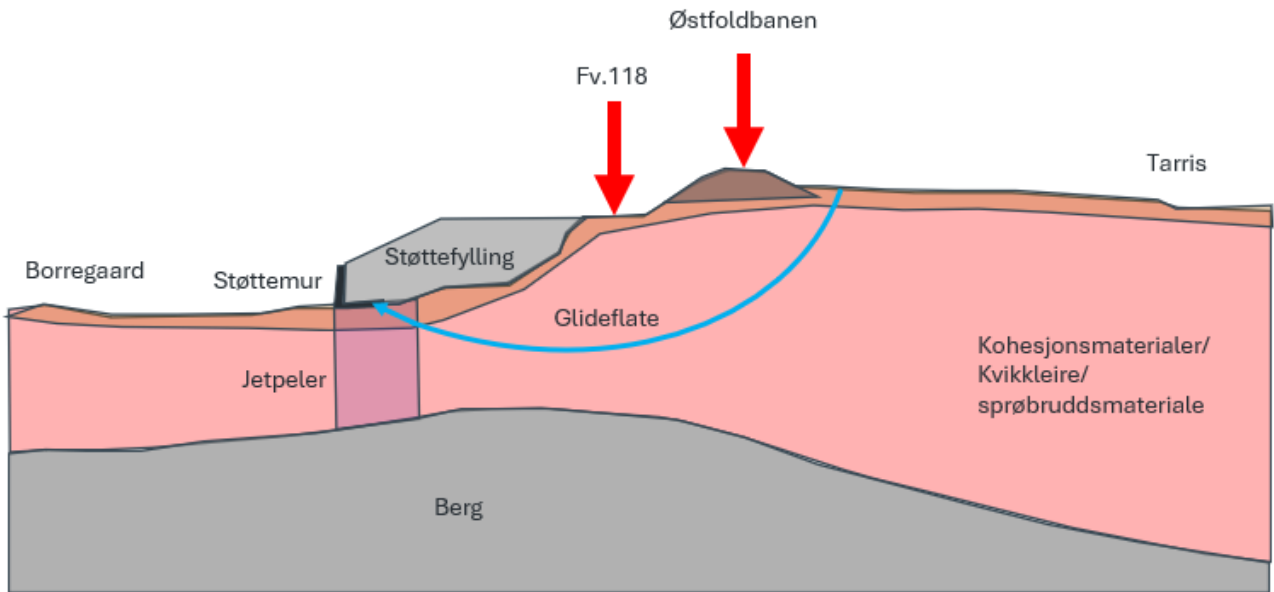
Figur 14-41: Skisse over anleggsfase med utlegging av midlertidig støttefylling.



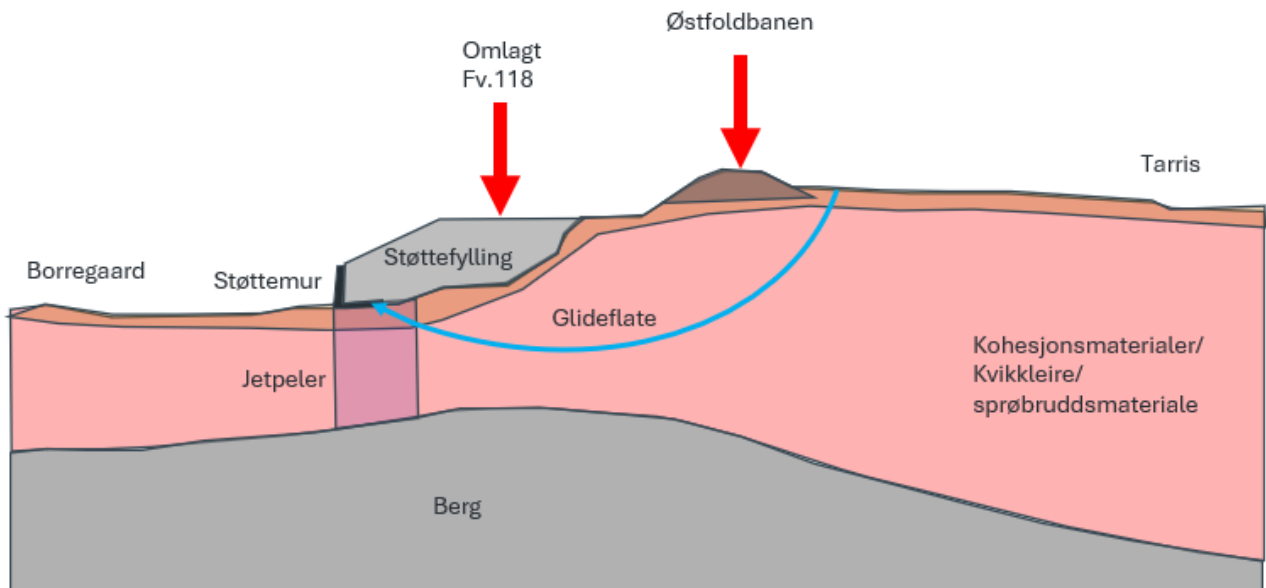
Figur 14-42: Skisse over anleggsfase med installasjon av jetpeler gjennom den midlertidige støttefyllingen.



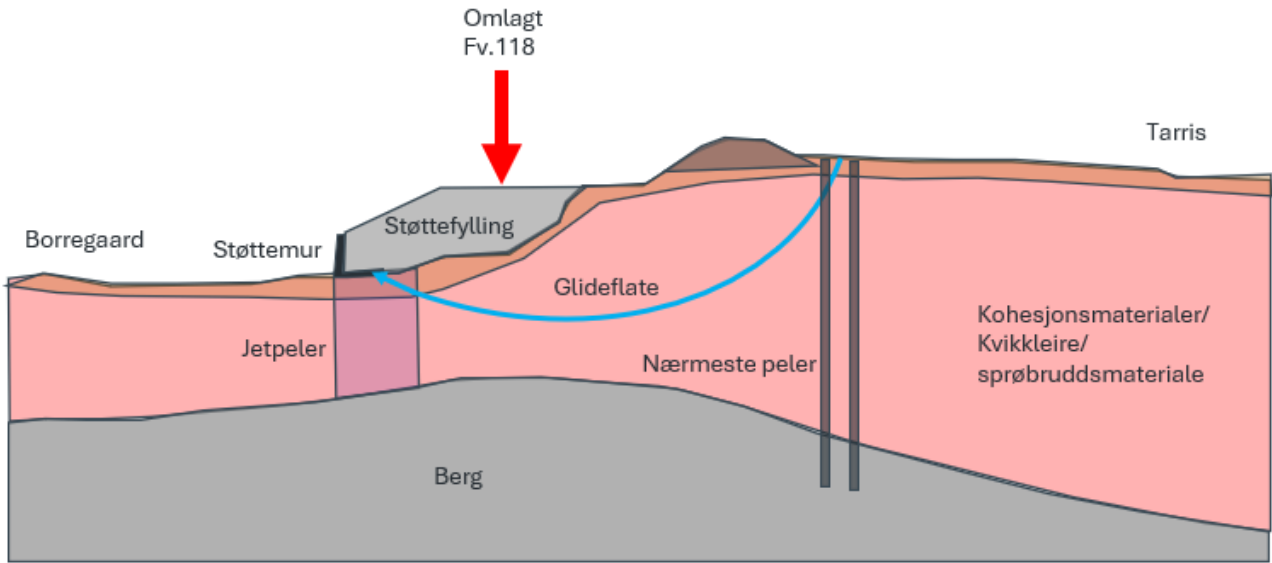
Figur 14-43: Skisse over anleggsfase med etablering av permanent støttemur.



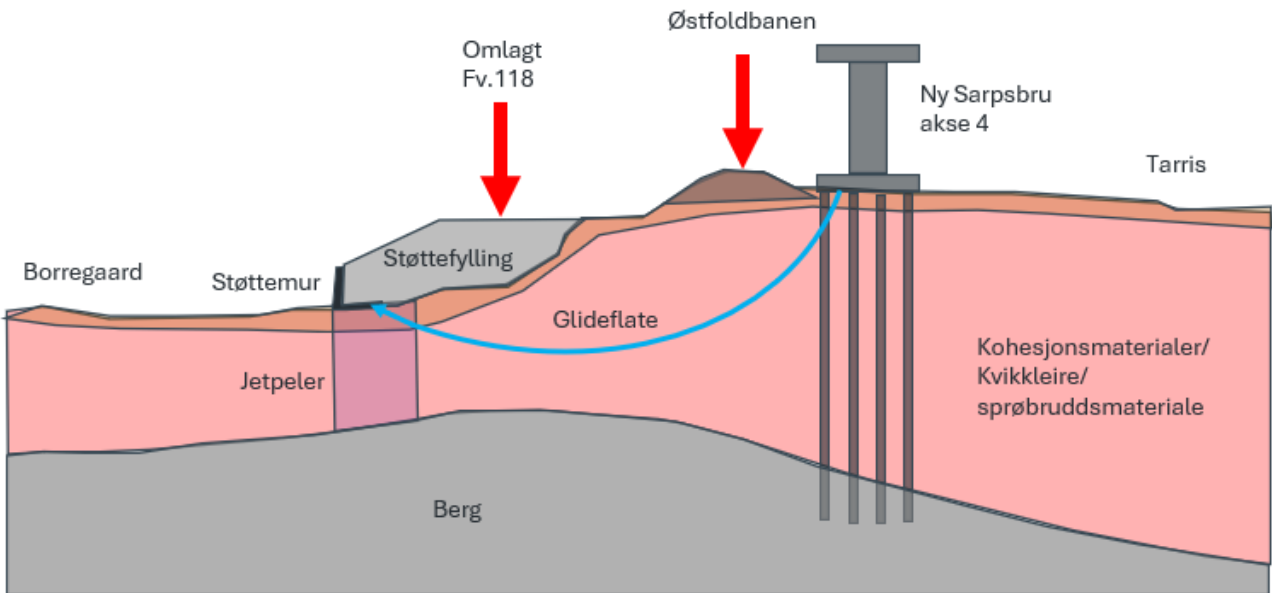
Figur 14-44: Skisse over anleggsfase med etablering av permanent støttefylling.



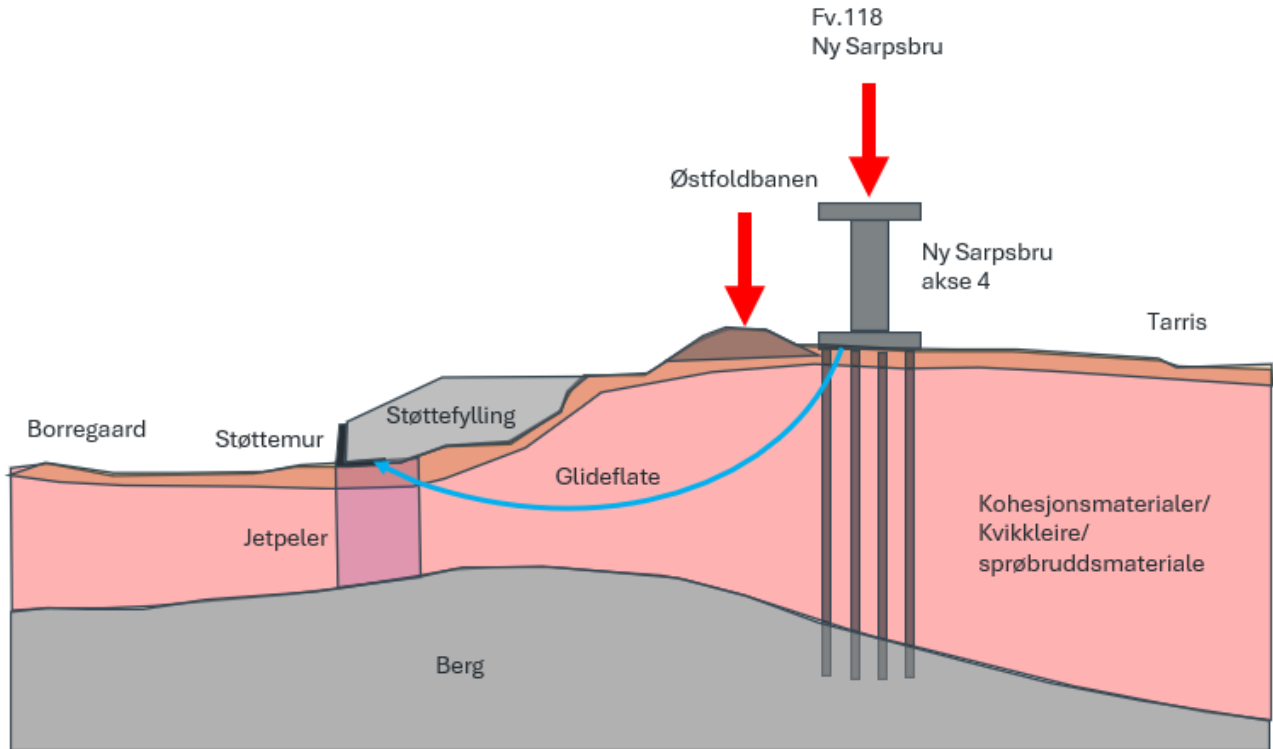
Figur 14-45: Skisse over anleggsfase med omlegging av fv.118 på ny støttefylling.



Figur 14-46: Skisse over anleggsgfase med arbeider som utføres i sporbrudd (trafikkfri periode).



Figur 14-47: Skisse over anleggsgfase med bruarbeider som kan utføres mens det går trafikk på sporet.



Figur 14-48: Skisse over permanentfase der fv.118 ny Sarpsbru er ferdig.

### Usikkerhet og risiko

Det er flere usikkerheter og risikoer knyttet til arbeidene i område K.

#### TK-01 – Område K – Støttefylling og jetpeling

De største usikkerhetene og risikoene er tilknyttet arbeidene med jetpelene. Det er risiko for midlertidig reduksjon av stabiliteten grunnet blant annet poretrykksoppbygging under installasjonen. Dette vil kunne føre til behov for stans i arbeidene dersom poretrykksoppbyggingen blir for høy. Dette vil kunne medføre forlenget byggetid og forsinket fremdrift.

Arbeidene er antatt mulig å gjennomføre samtidig som det går trafikk på jernbanesporet. Ved for store poretrykksoppbygninger kan det bli behov for å stanse trafikken på sporet til forholdene har stabilisert seg. Støttefyllingen som skal etableres i forbindelse med jetpelene, vil kunne medføre deformasjoner i og rundt tiltaket, og størrelser og hastigheter på disse deformasjonene kan være kritiske og innebærer en risiko for stabiliteten. Det kan oppstå deformasjoner i skråningen som medfører behov for trafikkfrie perioder. Installasjon av jetpeler kan akselerere allerede pågående deformasjoner. Oppstår det ukontrollerte deformasjoner ved jetpelingen kan man ende opp i en situasjon hvor eneste sikre mottiltak er avlastning på toppen av skråningen der jernbanen ligger i dag, med en masseutskifting av eksisterende jernbanefylling med f.eks. EPS. Dette kan ha store konsekvenser mtp. perioden uten trafikk på sporet, kostnader og fremdrift. Det vil være viktig å etablere et målprogram med instrumentering i forkant av arbeidene for å gi et godt grunnlag for, og redusere usikkerheter i forbindelse med planlegging og oppfølging.

Det er usikkerheter knyttet til gjennomførbarheten for jetpeler. Det er usikkerheter rundt dybder til berg, men utførte grunnundersøkelser tyder på at dybder til berg er innenfor hva som vurderes som gjennomførbart. Det er derimot stedvis store variasjoner i dybder til berg, som kan gi utfordringer med å oppnå tilstrekkelig god kontakt mellom jetpelene og berg. Det er vurdert å være behov for å etablere

forsøksfelt i selve prosjektområdet slik at man kan teste/måle både installasjonseffekter av jetpeler, hvilke styrke- og stivhetsparametere man oppnår, samt hvordan kontakt mellom jetpel og berg kan bli.

Det er usikkerheter knyttet til grensesnittet mot Borregaard. Disse er nevnt under «geotekniske tiltak» ovenfor, samt i mer detalj under usikkerheter og risikoer i kapittel 21. Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav.

Sikringstiltakene nede på Borregaard må i en senere fase optimaliseres og bør tilpasses Borregaard sine plassbehov, i den grad det er mulig samtidig som sikringstiltakene oppfyller krav til stabilitet/sikkerhet mot områdeskred. Det er særs viktig at det tas hensyn til nødvendig sikkerhet/HMS, beredskap, drift og vedlikehold inne på Borregaard. Det må ses på muligheter for å utarbeide avtaler som sikrer fremdrift i planarbeidet, og samtidig ivaretar behovene til Borregaard. Når de geotekniske sikringstiltakene er utført, er sikkerheten i hele området hevet betraktelig og opptil nivå som tilfredsstillende dagens krav.

#### TK-02 – Område K – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det er usikkerheter knyttet til eksisterende infrastruktur i bakken på Borregaard. Borregaard har mye viktig infrastruktur i bakken, blant annet VA-ledninger og kabler. Alt er ikke kartlagt på nåværende tidspunkt, men må kartlegges i det videre arbeidet. Det forventes behov for ytterligere tiltak i forbindelse med evt. omlegging av eksisterende infrastruktur nede på Borregaard, slik at dette ikke er til hinder for etablering av støttefyllingene og installasjonen av jetpelene.

I forbindelse med samhandlingsmøter med Borregaard har det blitt informert om at det mellom kokeriet og Orklabygget går svært mye og kritisk infrastruktur. Dette innebærer blant annet granitt- og teglverkskonstruksjoner med en antatt diameter opp mot 3,5 m, og med en antatt dybde på opptil 6 m under terreng. Denne infrastrukturen må legges om før sikringstiltakene kan utføres. Det er ikke gjort ytterligere vurderinger av dette i denne fasen. Det må forventes at det vil være et behov for støttekonstruksjoner i forbindelse med disse arbeidene.

Konsekvensen rundt eksisterende infrastruktur i bakken er at dette kan være til hinder for arbeidende, vil kreve omfattende omleggingsarbeid, og vil være både kostnadsdrivende og tidkrevende.

Det vil være viktig å opprettholde dialog og samhandlingsmøter med Borregaard, og at all eksisterende infrastruktur i bakken blir kartlagt i detalj. Avtaler må på plass, og må følges opp i det videre arbeidet.

#### **Anleggsteknikk**

Grunnen til at jetpeler vurderes som den best egnede grunnforsterkningsmetoden, er først og fremst de kompliserte grunnforholdene i området, usikkerheter knyttet til tradisjonell kalksementstabilisering i de stedlige forholdene, behovet for god heft mellom grunnforsterkning og berg, samt innspill fra en utførende aktør i en workshop høsten 2023.

Jetpeling med tilhørende utstyr har derimot et stort plassbehov, og om det er plass til flere enn én rigg vil påvirke fremdriften i arbeidene. Anleggsgjennomføringen utføres trinnvis der man flytter frem og tilbake mellom ribber, med god kontroll på oppbygging av poretrykk og eventuelle deformasjoner. Gjennomføringen og installasjon av jetpelene skal utføres fra topp av den midlertidige støttefyllingen, og det må påregnes behov for å fjerne hindringer i grunnen i forkant av jetpelininstallasjonen.

Arbeidene vil medføre store mengder betong og returmasser som må håndteres. Spesielt dette med returmasser kan være utfordrende og må planlegges godt. Det er viktig å ha kontroll på at det kommer opp forventede mengder med returmasser, slik at det ikke bygger seg opp store trykk som kan forårsake ukontrollerte utblåsninger og heving av terreng. Installasjon av jetpeler krever at riggen må flytte seg mellom de ulike ribbene, for å unngå påvirkninger på allerede installerte peler og fordi hver

pel må ha minst en herdetid på 24 timer før tilstøtende pel installeres. Riggområdet for jetpelproduksjon må være i nærheten av produksjonsstedet, og metoden krever et riggområde på ca. 250 m<sup>2</sup>. Tilriggingskostnadene er relativt høye.

Det må påregnes både kontroll av diameter, ansett, helningsavvik, returmasser, installasjonsrekkefølge, styrke og stivhet med prøver og tester, samt opptak av kjerneprøver for kontroll av utførelse ved berg.

Det er særdeles viktig at jetpelene installeres på en måte som forstyrrer grunnen minst mulig. Arbeidene krever svært nøye oppfølging, og arbeidene må stanses hvis det er antydninger til økning i poretrykk eller bevegelser i grunnen.

Utførte sonderinger viser generelt stor variasjon i grunnforhold. Dersom det er større steiner eller blokker i blokker i grunnen risikerer man det vil kunne oppstå «skyggeparti» bak steinene slik at spyletrålen ikke kommer til og dermed ikke har klart å erodere bort massene. Det samme gjelder der jetpelene skal etableres ned mot berg, der det vil kunne oppstå soner som ikke blir erodert. Ettersom kontakt med berg er en viktig forutsetning her, er dette noe man må ha kontroll på under utførelse. Tiltak kan f.eks. være etterinjeksjon.

Det anbefales på det sterkeste at det i forkant av detaljprosjekteringen etableres et forsøksfelt nede på Borregaard slik at man har en økt forståelse av gjennomførbarheten og påvirkningen installasjon av jetpeler har på området rundt.

Det vises til utarbeidet notat for anleggsgjennomføring [33] og tilleggsnotatet for forslag til anleggsgjennomføring inne på Borregaard [34].

### ***Måleprogram og instrumentering***

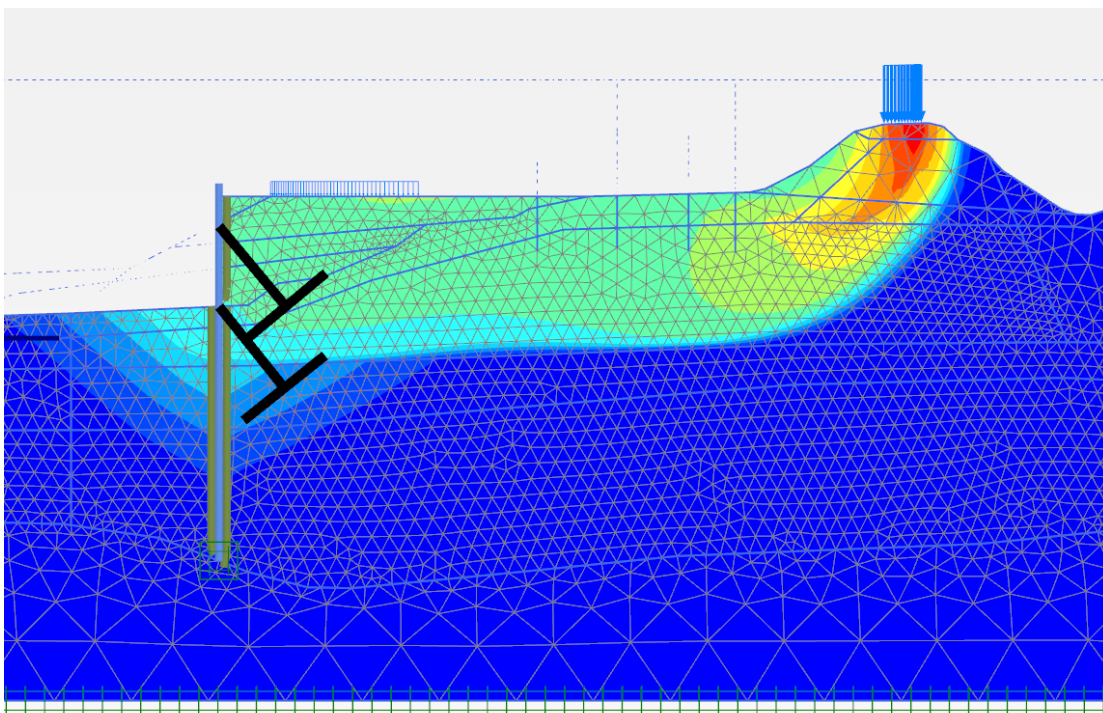
For at jetpeler skal være en gjennomførbar løsning er det helt essensielt at det i god tid før gjennomføring er installert et tilstrekkelig måleprogram og instrumentering. Det må installeres inklionometere langs hele skråningen. Stabiliteten i skråningene er i sterk grad påvirket av poretrykksforhold, og dette gjelder både for dagens situasjon og for anleggsfasen. Etablering av tilstrekkelig mengde poretrykksmålere i god tid før byggestart vil gi informasjon om forholdene slik de er i dag, fange opp variasjoner i årstid, nedbør og i flomsituasjoner. Dette er viktig informasjon for vurdering av stabilitet i dagens situasjon, påvirkning i anleggsfase og behov/omfang tiltak. I anleggsfasen er det aktiviteter som forventes å kunne påvirke poretrykket i grunnen, for eksempel installasjon av jetpeler og etablering av fyllinger. Poretrykksmålere vil i tillegg kunne benyttes til overvåking av stabilitet i kritiske perioder i dagens situasjon, slik som perioder med høy vannstand og/eller store nedbørsmengder. Det anbefales at det installeres i flere snitt, og i flere punkter og i ett tett dybdeintervall. Måleprogrammet og instrumenteringen bør installeres i god tid før oppstart av detaljprosjektering slik at man har kontroll på eventuelt pågående deformasjoner i skråningen. Dette vil gi et bedre grunnlag for prosjekteringen og er helt essensielt for å kunne følge opp arbeidene under utførelse.

Måleprogram og instrumentering anbefales uavhengig av prosjektet. Beregnet stabilitet i skråningene er lav, og det er observert bevegelser i dagens veibruer. Et tilstrekkelig måleprogram og instrumentering vil kunne varsle kommune tidlig ved ev. bevegelser eller endringer i skråningen.

### ***Alternative løsninger***

Det er vurdert flere alternative løsninger til de forskjellige sikringstiltakene.

- For å unngå den midlertidige støttefyllingen som vil legge beslag på et større areal på Borregaard er det vurdert å utføre arbeidene uten trafikk på sporet. Det ville økt den beregnede sikkerheten, men det er ikke sikkert at man hadde unngått forverring i anleggsfasen. Dette er ikke vurdert i detalj. Det er ønskelig å kunne gjøre så mye som mulig av arbeidene uten sporbrudd, da de er kostbare og sjeldne. Det er forutsatt at deler av arbeidene på nordsiden av jernbanen mot Glomma skal utføres i sporbrudd (trafikkfri periode på spor), og i den forbindelse kan det da være aktuelt eller muligheter for å få utført noen arbeider i område K samtidig. Dette er noe som må vurderes nærmere i en senere fase.
- Et alternativ som er vurdert for å redusere støttefyllingen er spuntkonstruksjon. Det ble vurdert en løsning med spuntkonstruksjon i bunn av skråningen som avskjærer glideflater fra jernbanen og tiltaket. Se utklipp fra Plaxis-beregning i Figur 14-49. Kravet til sikkerhet ville vært  $F \geq 1,60$ . Dette ble både vurdert i en innledende fase, og ytterligere vurdert etter endret ønske/avklaring om nødvendig plassbehov for Borregaard. Innledende beregninger viste at momentet i spunten og staglastene kunne bli i overkant store. Tiltaket var spesielt følsomt for bergforløpet, og mot øst faller berget bratt av. Det kan derfor være områder hvor stagen blir veldig lange. Det ble også vurdert om det var mulig med to spunter, eller om spunten f.eks. kunne forankres i jetpeler. Men det ble ikke videre detaljert grunnet de store kreftene og momentene i spuntkonstruksjonene. Det påpekes at beregningene er sensitive og at kreftene og momentene kan bli betydelig redusert, dersom skjærstyrkeprofilen i skråningen er noe høyere enn antatt basert på foreliggende grunnlag. Sikringstiltaket kan derfor fortsatt være en mulig løsning og kan være både besparende med tanke på kostnader og plassbehov, men krever samtidig mer detaljert oversikt over både bergforløpet og styrkeegenskaper i skråningen. Det anbefales at dette alternativet vurderes nærmere og mer detaljert i det videre arbeidet, og at det utføres supplerende grunnundersøkelser.



Figur 14-49: Utklipp av Plaxis-beregning som viser alternativ med avstivet spunt i bunn av skråningen.

- Et annet sikringstiltak som ble vurdert for å redusere omfanget av støttefyllingen var jordnagler. Tanken var at jordnaglene sørget for å dra sikkerheten opp de siste prosentene man trengte for å oppnå tilstrekkelig sikkerhetsfaktor, mens det største bidraget til økt sikkerhet var



det støttefyllingen som sørget for. Løsningen ble diskutert internt med fageksperter med mye erfaring med jordnagler, men ble forkastet pga. grunnforhold og dybder til berg. Jordnagler egner seg ikke spesielt godt i de stedlige massene, og jordnaglene måtte derfor vært installert inn i berg. Dybder til berg er så stor at løsningen ikke anses som praktisk gjennomførbar eller særlig økonomisk gunstig.

- Foreløpig er det tatt utgangspunkt i at det bygges en L-mur i betong som er fundamentert på jetpelene. Det er begrenset med informasjon om fundamenteringsforholdene i bunn av skråningen. Det er derfor vurdert at muren skal fundamenteres på jetpelene. I utførte beregninger frem til nå er muren plassert «lengst frem» på jetpelene, altså så langt unna tiltaket som mulig. Muren kan flyttes nærmere tiltaket også, men da må sikkerheten for glideflater som går ut bak jetpelene, altså i støttefyllingen bak muren kontrolleres på nytt.
- Muren kan også utføres som en natursteinsmur. Hvis muren må flyttes nærmere tiltaket vil murhøyden fort øke. Da vil også kostnadene øke, og dette gjelder spesielt for en natursteinsmur. Da bunnstein må være hel, ev. kan det støpes en betongsåle. Det er også mulig å benytte geonett og ha en armert fylling, med en forblendingsmur av naturstein. Begge disse alternativene er mer gunstig rent estetisk, men de anses som mer kostbare og mer tidkrevende å bygge enn en betongmur satt sammen av betongelementer.
- Avlastning/masseutskifting av jernbane er vurdert som en egnet løsning rent geoteknikk. Løsningen innebærer at trafikken på sporet må stanses, slik at man kan grave bort eksisterende jernbanefylling. Den skiftes så ut med EPS (lette masser) slik at vekten av fyllingen blir betydelig redusert. Utfordringer med denne løsningen er blant annet knyttet til tidsbruken og reetablering av jernbanen. Sporbrudd er sjeldne, og ev. stans i togtrafikken kan medføre store kostnader. Tidlige vurderinger viser også at det ikke er tilstrekkelig med kun masseutskifting av jernbanen alene, og det vil også være behov for andre sikringstiltak nede på Borregaard. Det vil også være krevende å få til gode løsninger inn mot for eksempel eksisterende bruer, kulverter og landkar. Denne løsningen er kun grovt vurdert, men er et alternativ som bør være med i det videre arbeidet.

### **Videre arbeid**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene.

Kartlegging av fundamenteringsforhold og infrastruktur i bakken må gjøres.

Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

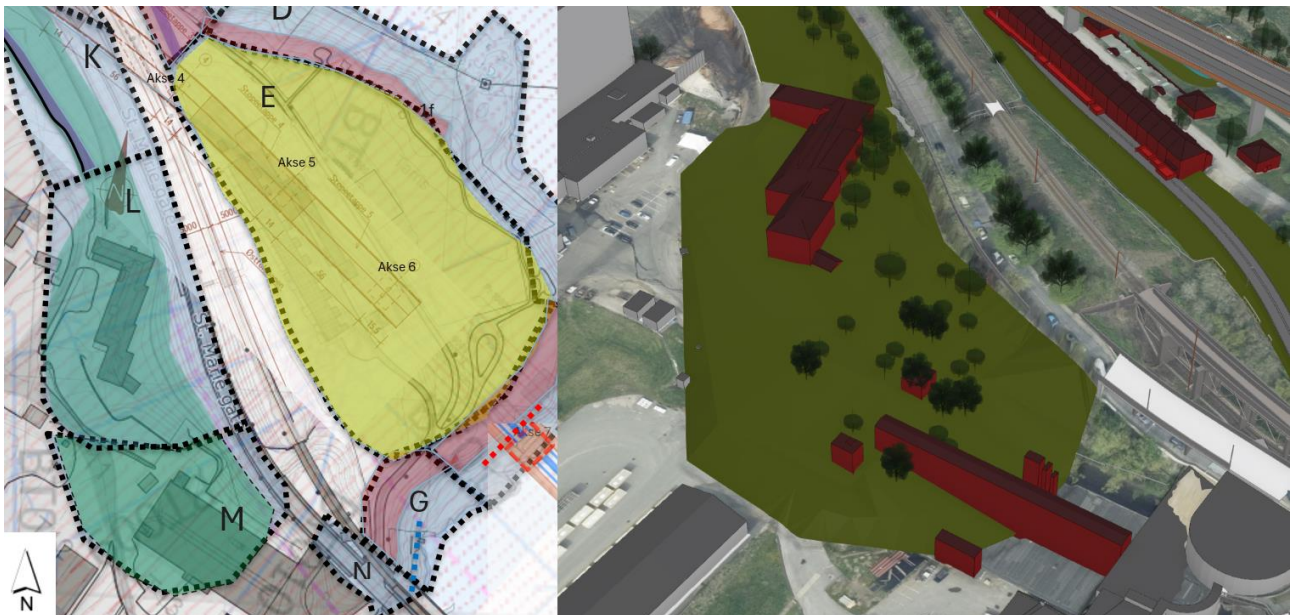
### 14.3.10 Område L og M

#### *Innledning*

Område L og M omfatter området og skråningen ned mot Borregaard nedenfor akse 5 og 6 til ny Sarpsbru. Området omfatter dagens bygg i St. Marie gate 2 og Borregaard kraftverk/Orkla-bygget (tidligere papirfabrikk) nede i skredgropa etter Borregaardsskredet. Område L og M ligger i bunnen for eksisterende veibruer (St. Marie gate bru og Nordre Kanalbru), og veibruene er fundamentert på løsmassene i skråningen ned mot Borregaard. Tidligere tilstandsvurderinger tilsier at veibruene har dårlig forfatning, og at skråningen kan være i bevegelse/ustabil [5]. Tiltaket i området inkluderer sikring av nye fundamenter i akse 5 og 6, riggområder og ny gang-/ og sykkelvei. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig støttefylling, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### *Områdeavgrensning*

Område L og M befinner seg lengst sørøst på Borregaard. Lengst øst starter området ca. ved dagens fylkesvei 118 og strekker seg et godt stykke inn på Borregaard sitt industriområde mot vest. I nord starter området litt nord for St. Marie gate 2 hvor område L grenser til område K. I sør går område M et stykke inn over Orkla-bygget, se Figur 14-50.



Figur 14-50: Område L og M med sikringstiltak.

#### *Terrengbeskrivelse*

Terrengnet i område L og M består i hovedsak av skråningen fra fv. 118 ned mot Borregaard og et flatt parti på Borregaard. Dagens fylkesvei ligger her på ca. kote +33-34, jernbane som ligger på oversiden av fv. 118 ligger på ca. kote +40. Skråningen ned mot Borregaard har varierende helning, det er også enkelte støttemurer i bunn av skråningen. Terrengnet på Borregaard ligger på ca. kote +19-23.

Dagens fylkesvei går i område L og M på bruer. Tilstanden til bruene er kritiske, og det er registrert tydelige deformasjoner. Det er usikkerheter knyttet til hvordan, og på hvilke dybder, bruene er fundamentert. St. Marie gate bru er ei 79 m lang betongplatebru uten landkar, men første og siste akse ligger delvis skjult i veifyllingen. Nordre Kanalbru er ei 63 m lang platebru med samme tverrsnitt som

St. Marie gate bru, men i stedet for søyler har denne brua vegger som går i bruas lengderetning. Begge bruene er klassifisert i henhold til lastklasse BK 10/50 [5].

#### Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser viser at det er svært varierende dybder til berg innenfor områdene. Boringer med sikker innboring i berg viser bergoverflate mellom kote +6 og – 35. Utførte sonderingen tyder på at det går en dyp kløft i berget øst for St. Marie gate 2. Berget i områdene kommer opp igjen både, nord, vest og sør for denne dypkløften.

Utført grunnundersøkelser viser at løsmassene i hovedsak består av leire og silt. Løsmassene beskrives også som leirig, siltig, sandig og grusig. Topplaget består enten av fyllmasser, vei/asfalt eller vegetasjonsdekke. Det er påvist sprøbruddmateriale innenfor området. Det er utført svært få kontinuerlige prøveserier innenfor området, det kan derfor ikke utelukkes at det finnes større sammenhengende lag med kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale. Det er utfordrende å si noe konkret om lagdelingen som følge av mangelen på grunnundersøkelser.

Poretrykksmålinger i området tyder på et poreundertrykk i dybden for måling utført på skråningstopp. Utførte målinger i bunn av skråningen viser en hydrostatisk poretrykksfordeling med en grunnvannstand antatt 1-2 m under terreng.

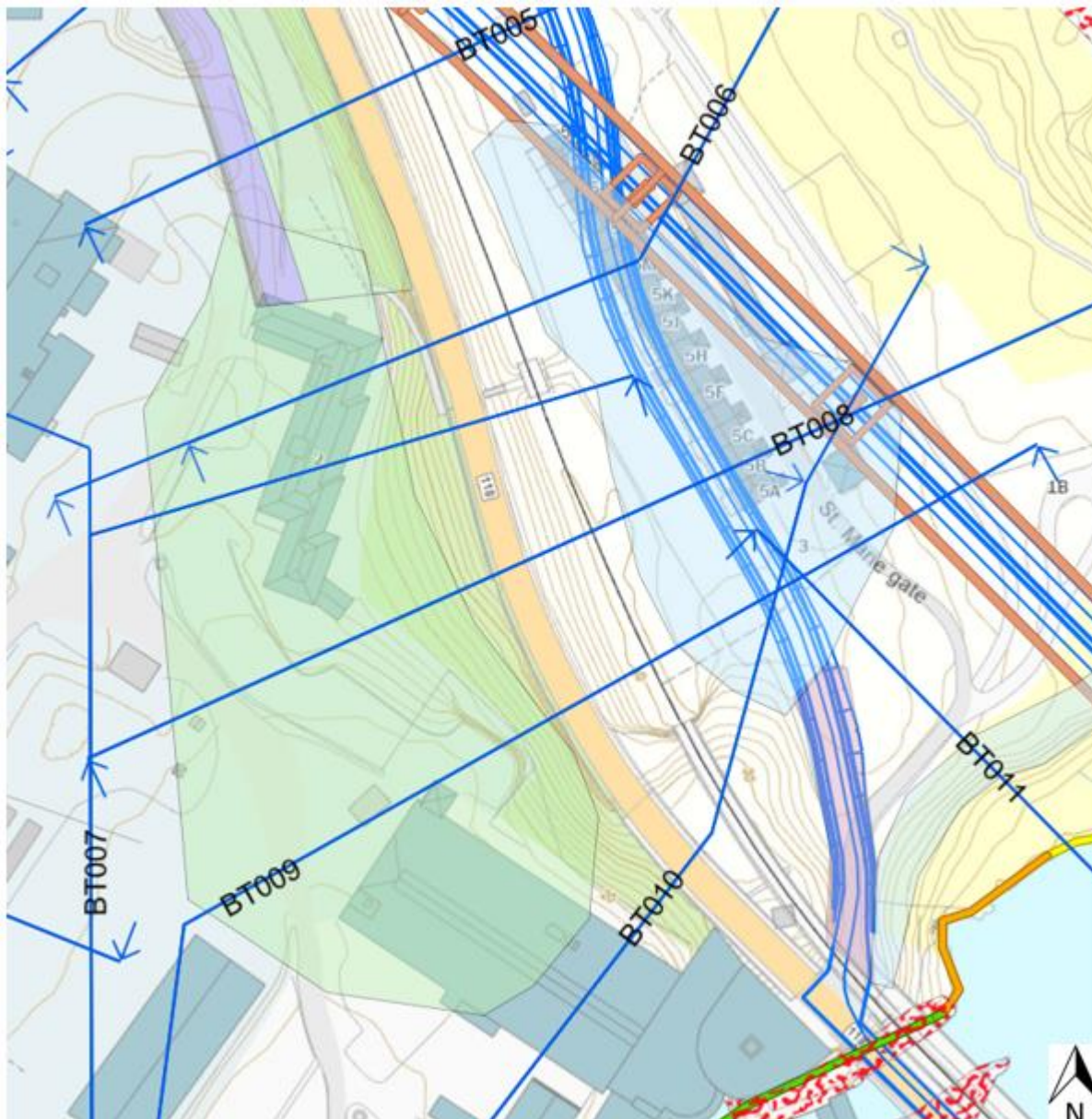
#### **Problemstillinger**

##### Dagens stabilitet

For område L og M viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav til absolutt sikkerhet gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200. Krav til sikkerhet varierer innenfor område L og M, avhengig av om skråningen er innenfor eller utenfor influensområdet til tiltaket ny Sarpsbru og/eller ny gang-/ og sykkelvei.

##### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru er vurdert til å ligge utenfor influensområdet til skråningene ned mot område L og M. Derimot er den planlagte plasseringen av ny gang-/ og sykkelvei innenfor influensområdet til skråningen. Det er vurdert at verken ny bru eller ny gang-/ og sykkelvei vil medføre en forverring. Ny bru skal etableres på peler og ny gang-/ og sykkelvei skal legges i skjæring eller bygges opp med EPS. Det stilles derfor krav om tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet i skråningen, samt krav om ikke forverring for flater som berører jernbanen. Det stilles også krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. N200 for glideflater som berører tiltaket, både for ny Sarpsbru og ny gang-/ og sykkelvei. Det er utført beregninger for tiltakene i område L og M i snitt BT006-BT009, se Figur 14-51.



Figur 14-51: Plantegning som viser snitt BT006 tom. BT009 og anbefalt sikringstiltak.

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Beregninger viser at det med valgte styrkeparametere er behov for sikringstiltak. Grunnundersøkelser utført viser at det sannsynligvis er anstrengt stabilitet i skråningen og bløte leirelag som bør behandles med forsiktighet. Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet i beregningssnittene fra BT006 til BT009, iht. SVV-veinormal N200 og robusthet og langtidsstabilitet iht. NVE-veileder 1/2019.

## Geotekniske tiltak

De anbefalte geotekniske sikringstiltakene i område L og M grenser til og henger dermed tett sammen med sikringstiltakene i område K (avsnitt 14.3.9). Sikringstiltakene foreslått i område L og M iht. Figur 14-52 er ikke tilstrekkelig for å sikre områdestabiliteten alene, da utførte beregningssnitt viser at det også er nødvendig å utføre sikringstiltaket beskrevet for område E (avsnitt 14.4.5) med avlastning oppe på Tarris-plataet.

### Beskrivelse av anbefalt løsning

- **«T-L-001» Støttefylling (St. Marie gate 2)/ «T-M-001» Støttefylling (Orklabygget):** For å sikre tilstrekkelig stabilitet/sikkerhet i skråningen anbefales det å etablere en støttefylling av kvalitetsmasser (stein) nede på Borregaard. Beregninger viser at det er nødvendig med en relativt stor utstrekning på støttefyllingen, dette for å sikre tilstrekkelig stabilitet for lange sammensatte glideflater som starter ved tiltakene ny Sarpsbru og ny gang-/ og sykkelvei. En lang utstrekning av støttefyllingen sørger også for at ingen glideflater som starter ved jernbanen blir forverret. Toppen på støttefyllingen inn mot dagens skråning styres av krav til robusthet og langtidsstabilitet. Fyllingen har en maksimalbredde på opp mot ca. 80 m fra skråningsfot lengst sør, og ca. 60 m bredde lengst nord. Mektigheten på støttefyllingen varierer mellom ca. 2,5 til 5,5 m. Støttefyllingen i område L grenser til løsningen med jetpeler, støttemur og støttefylling i område K. Overgangen mellom disse områdene er ikke detaljert i denne fasen, slik at dette må gjøres i en senere fase.

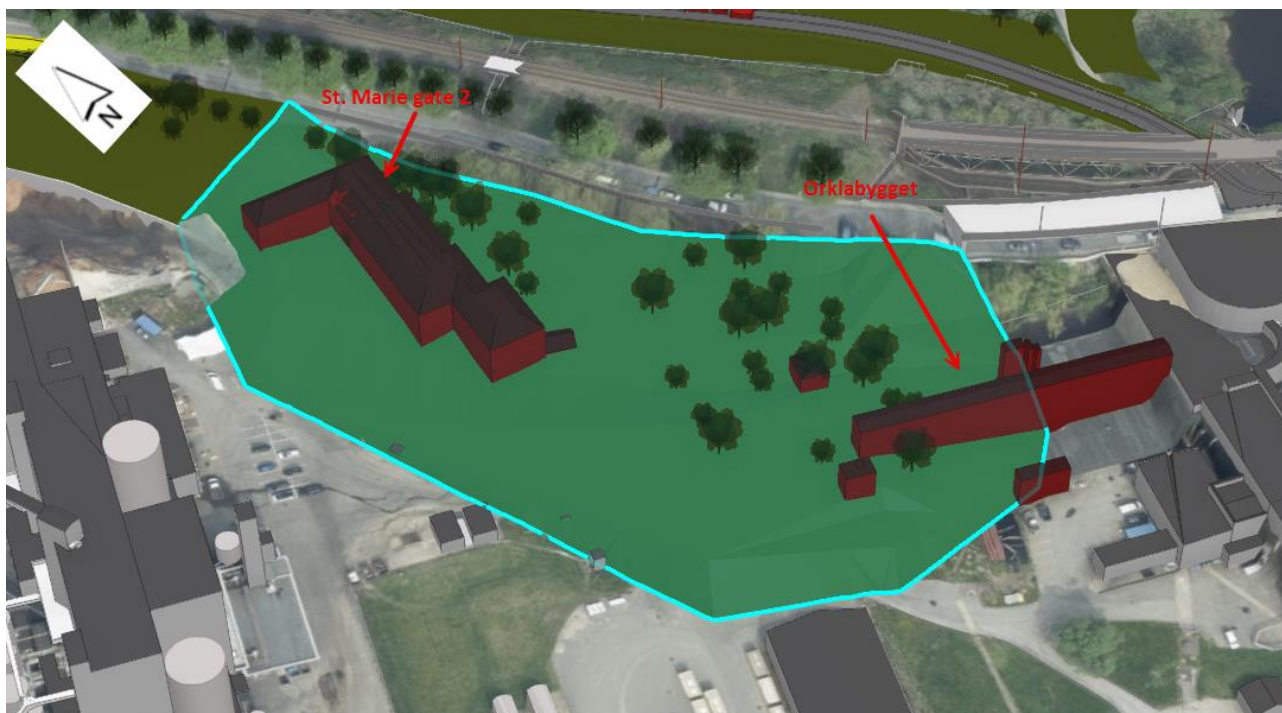
### Tilkomst og utførelse

Tilkomst til område L og M er fra dagens nedkjøring til St. Marie gate 2. Dette vurderes mest hensiktsmessig da man kan unngå trafikk gjennom Borregaard sitt fabrikkområde. Da anleggstrafikk vil medføre en økt belastning på denne veien, må det utføres sikringstiltak for å sørge for at stabiliteten ikke forverres i anleggsfasen. Dette kan medføre midlertidig stengning av fv. 118 for å legge ut en mindre støttefylling i bunn av skråningen. Ev. slike tiltak må detaljeres i en senere fase.

Støttefyllingen i område L må derfor utføres slik at det kan etableres en anleggsvei på toppen, som kan benyttes gjennom hele perioden det skal utføres stabiliserende arbeider på Borregaard.

For å kunne legge ut nødvendig støttefylling er det nødvendig å rive/sanere St. Marie gate 2. Disse arbeidene må utføres på en måte hvor det sørges for at stabiliteten ikke blir forverret i noen faser av arbeidene. Bygget er 4. etasjer og det er antatt at det er én kjelleretasje. Det kan bli behov for seksjonsvis utførelse hvor det suksessivt tilbakefylles steinmaterialer parallelt med riving/sanering. Hvis det er som antatt og det er kjeller under bygget, kan det være en mulighet å la den bli værende, men fylle den igjen, for å unngå en dyp utgraving. Dette er detaljer det må arbeides videre med. Støttefyllingens plassering over St. Marie gate 2 er vist i Figur 14-52.

Støttefyllingen i område M skal legges der Orklabygget står. Det var i utgangspunktet informert om at det ikke er kjeller i bygget, men under befarig ble det påvist flere dype og lange kanaler under bygget, hvor dybder på disse er grovt anslått til ca. 4 m. Tilstanden til disse kanalene er uviss, det er derfor avgjørende at de kartlegges. Det må forventes at disse kanalene må fylles igjen før det etableres støttefylling. Stabiliteten skal ikke forverres i noen faser, og det vil derfor trolig være nødvendig med seksjonsvis utførelse hvor støttefylling etableres suksessivt og parallelt med riving/sanering av deler av Orkla-bygget. Det kan bli aktuelt å etablere støttefylling inne i selve bygget i forkant av riving/sanering, men detaljer rundt dette må vurderes i det videre arbeidet. Støttefyllingens plassering over Orklabygget er vist i Figur 14-52.



Figur 14-52: Utlagt støttefylling over St. Marie gate 2 og Orklabygget. Deler av Orklabygget vises ikke i modellen.

### Faser og rekkefølger

Tiltakene på område L og M anbefales utført relativt tidlig i anleggsfasen. Dette fordi de må utføres samtidig som arbeidene i område K, som må utføres for å kunne legge om eksisterende fv.118 i anleggsfasen. Sikringstiltakene her er nødvendig for å kunne begynne med fundamenteringsarbeidene for ny Sarpsbru.

Arbeidene med St. Marie gate 2 anbefales utført først. Det er i teorien plass rundt bygget slik det står i dag, men da det er et relativt stort bygg og det skal mye anleggstrafikk inn på området, anbefales det å rive bygget i en tidlig fase. Da Orklabygget ligger lengre unna, anses det ikke som like viktig å utføre ev. riving/sanering av dette bygget like tidlig som St. Marie gate 2.

Sikringstiltakene i område L og M må utføres i sammenheng med arbeidene i område K. Dette fordi nedkjøring mot St. Marie gate 2, som er i bakkant av støttemur på område K, skal benyttes som tilkomst for disse områdene på Borregaard.

### Usikkerhet og risiko

#### TL-01 / TM-01 – Område L og M – Omfang av støttefylling og grensesnitt Borregaard

Den skisserte støttefyllingen har stor utstrekning og vil legge beslag på en betydelig andel av Borregaard sitt areal. Borregaard er avhengig av plass for å opprettholde sin daglige drift, utføre vedlikehold og oppgraderinger, og for å kunne ha tilstrekkelig beredskap. Store fyllinger og anleggstrafikk kan potensielt medføre en risiko for Borregaard.

En konsekvens av dette vil være tilpassede løsninger som er mer krevende å utføre og koster mer. En mindre støttefylling som erstattes med omfattende bruk av jetpeler og høyere støttemurer betyr en betydelig økt kostnad for prosjektet, samt en lengre planprosess.

Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard i det videre arbeidet, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav. Sikringstiltakene nede på Borregaard må i en senere fase optimaliseres og bør tilpasses Borregaard sine plassbehov, i den grad det er mulig samtidig som



sikringstiltakene oppfyller krav til stabilitet/sikkerhet mot områdeskred. Omfang og løsninger bør avtales med Borregaard, og dette må følges opp i det videre arbeidet. Sikring av området, gitt omtalte ulemper, sikrer også deler av Borregaard sine verdier og arealer.

Det vises til tilleggsnotatet for forslag til anleggsgjennomføring inne på Borregaard [34].

#### TL-02 / TM-02 – Område L og M – Eksisterende infrastruktur i bakken

Borregaard har mye infrastruktur i bakken. Dette inkluderer kritisk infrastruktur for driften, men det kan også inkludere nedstengte kulverter, rør og ledninger. Denne infrastrukturen må kartlegges i sin helhet. Infrastruktur i drift må legges om før arbeidene med støttefyllingen kan starte.

I forbindelse med samhandlingsmøter med Borregaard har det blitt informert om at det mellom kokeriet og Orklabygget går svært mye og kritisk infrastruktur. Dette innebærer blant annet granitt- og teglverkskonstruksjoner med en antatt diameter opp mot 3,5 m, og med en antatt dybde på opptil 6 m under terreng. Denne infrastrukturen må legges om før sikringstiltakene kan utføres. Det er ikke gjort ytterligere vurderinger av dette i denne fasen. Det må forventes at det vil være et behov for støttekonstruksjoner i forbindelse med disse arbeidene.

Konsekvensen rundt eksisterende infrastruktur i bakken er at dette kan være til hinder for arbeidende, vil kreve omfattende omleggingsarbeid, og vil være både kostnadsdrivende og tidkrevende.

Det vil være viktig å opprettholde dialog og samhandlingsmøter med Borregaard, og at all eksisterende infrastruktur i bakken blir kartlagt i detalj. Avtaler må på plass, og må følges opp i det videre arbeidet.

#### TL-03 / TM-03 – Område L og M – Utlegging støttefylling

Støttefyllingen som skal etableres, vil kunne medføre deformasjoner i og rundt tiltakene. Størrelsen og hastigheten på disse deformasjonene kan være kritiske og innebærer en risiko for prosjektet. Installasjon av jetpeler i nærheten kan akselerere allerede pågående deformasjoner. Det er knyttet noe risiko til utleggingshastighet og poretrykksoppbygging. Det er også noe risiko knyttet til deformasjon i skråning som følge av konsolideringssetninger.

Konsekvenser av dette vil først og fremst være knyttet til tid/fremdrift.

Det vil være viktig å komme i gang så tidlig som mulig med å innhente bedre grunnlag i form av supplerende grunnundersøkelser og etablering av forsøksfelt med f.eks. prøvefyllinger.

#### TL-04 / TM-04 – Område L og M – Eksisterende veibruer

Støttefyllingen som skal etableres, vil kunne medføre deformasjoner i og rundt tiltakene. Størrelsen og hastigheten på disse deformasjonene kan være kritiske og innebærer en risiko for prosjektet. Installasjon av jetpeler i nærheten kan akselerere allerede pågående deformasjoner rundt f.eks. eksisterende veibruer. Det skal gå trafikk på eksisterende veibruer gjennom hele anleggsfasen, og i verste fall kan fyllingsarbeidet påvirke eksisterende veibruer.

En konsekvens av dette vil f.eks. være stans i trafikk i perioder.

Det anbefales god planlegging rundt etableringen av støttefyllingen nede på Borregaard, med tilstrekkelig instrumentering og måleprogram for å kunne sikre god kontroll og oppfølging under bygging. I tillegg anbefales det nye tilstandsvurderinger av eksisterende veibruer, samt overvåkning av selve brukonstruksjonene.

#### TL-05 / TM-05 – Område L og M – Omfang sikringstiltak

Det bemerkes at det er svært lite og varierende grunnundersøkelser i dette området, og stedvis er grunnlaget begrenset. Dette har gjort at stabilitetsvurderingene og behov for tiltak, samt omfang, er

svært usikkert i dette området. Sensitivitetsanalyser viser at omfanget av tiltak endres stort ved f.eks. noe styrkeøkning i leirematerialene. Dette slår ut i usikkert omfang og behov for tiltak, og kan ha en del å si for både kostnader og fremdrift. Det er derfor helt avgjørende at det utføres supplerende grunnundersøkelser i dette området.

### **Anleggsteknikk**

Oppbygning av støttefylling må utføres lagvis, og lagene må komprimeres etter gjeldende regelverk. Det må påberegnes tilstrekkelig konsolideringstid (liggetid/ventetid), dvs. at poretrykket som øker som en følge av vekten av de tilførte massene må få tid til å jevne seg ut, før neste lag kan legges.

Støttefyllingen skal utføres med kvalitetsmasser.

Det vises til utarbeidet notat for anleggsgjennomføring [33] og tilleggsnotatet for forslag til anleggsgjennomføring inne på Borregaard [34].

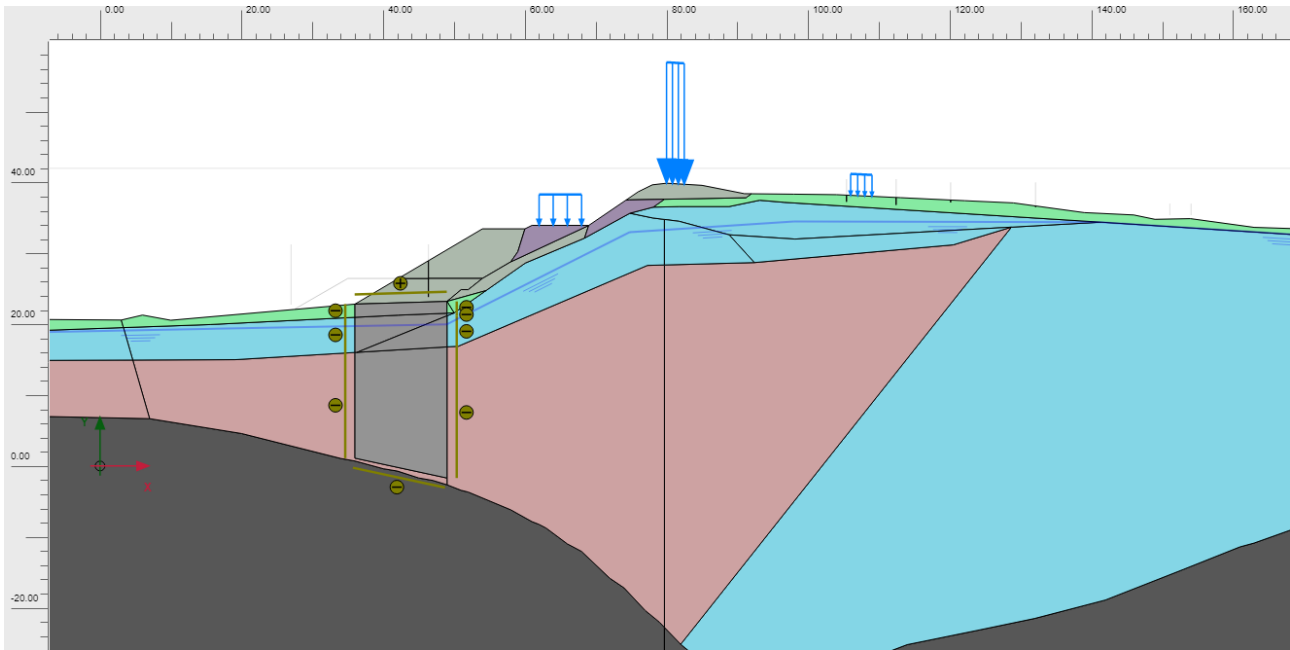
### **Måleprogram og instrumentering**

Tidligere tilstandsvurderinger av brua i toppen av skråningen konkluderer med at det er bevegelser i skråningen [5]. Det ses derfor på som helt nødvendig at det så tidlig som mulig iverksettes ett måleprogram og instrumentering. Det må installeres inklinometere langs hele skråningen. Stabiliteten i skråningene er i sterk grad påvirket av poretrykksforhold, og dette gjelder både for dagens situasjon og for anleggsfasen. Etablering av tilstrekkelig mengde poretrykksmålere i god tid før byggstart vil gi informasjon om forholdene slik de er i dag, fange opp variasjoner i årstid, nedbør og i flomsituasjoner. Dette er viktig informasjon for vurdering av stabilitet i dagens situasjon, påvirkning i anleggsfase og behov/omfang tiltak. I anleggsfasen er det aktiviteter som forventes å kunne påvirke poretrykket i grunnen, for eksempel etablering av fyllinger. Poretrykksmålere vil i tillegg kunne benyttes til overvåking av stabilitet i kritiske perioder i dagens situasjon, slik som perioder med høy vannstand og/eller store nedbørsmengder. Det anbefales at det installeres i flere snitt, og i flere punkter og i ett tett dybdeintervall. Måleprogrammet og instrumenteringen burde installeres i god tid før oppstart av detaljprosjektering slik at man har kontroll på ev. pågående deformasjoner i skråningen. Et slikt program bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende veibruer og jernbane. Dette vil gi et uvurderlig grunnlag for prosjekteringen og er helt essensielt for å kunne følge opp arbeidene under utførelse.

Støttefyllingen skal legges ut gradvis og må ha tilstrekkelig konsolideringstid. For å kunne bekrefte at støttefyllingen har konsolidert nok er det nødvendig med poretrykksmålinger og setningsmålinger under og rundt fyllingen.

### **Alternative løsninger**

Alternative løsninger til støttefyllingen i område L og M er å forlenge løsningen valgt i område K, se Figur 14-53. Dvs. at det etableres jetpeler, støttefylling og evt. støttemur i ett større omfang nede på Borregaard. Denne løsningen vil kreve mindre arealer, men vurderes som dyrere isolert sett. Alternativet vil derimot kunne være besparende mtp. mindre behov for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken nede på Borregaard. Det er også knyttet en god del usikkerheter til gjennomføringen av jetpeler, se avsnitt 14.3.9.

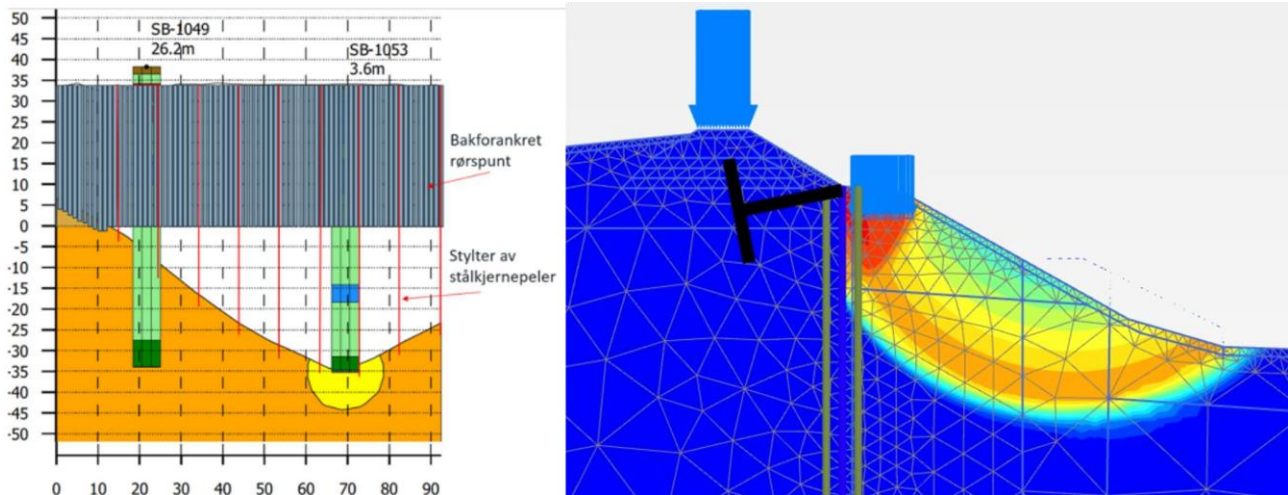


Figur 14-53: Plaxis-modell med skisse av forlengelse av løsning fra område K til område L og M. Optimalisering som må vurderes nærmere i neste fase.

Den alternative løsningen med jordnagler, som er nevnt for område K i avsnitt 14.3.9 er også vurdert i område L og M.

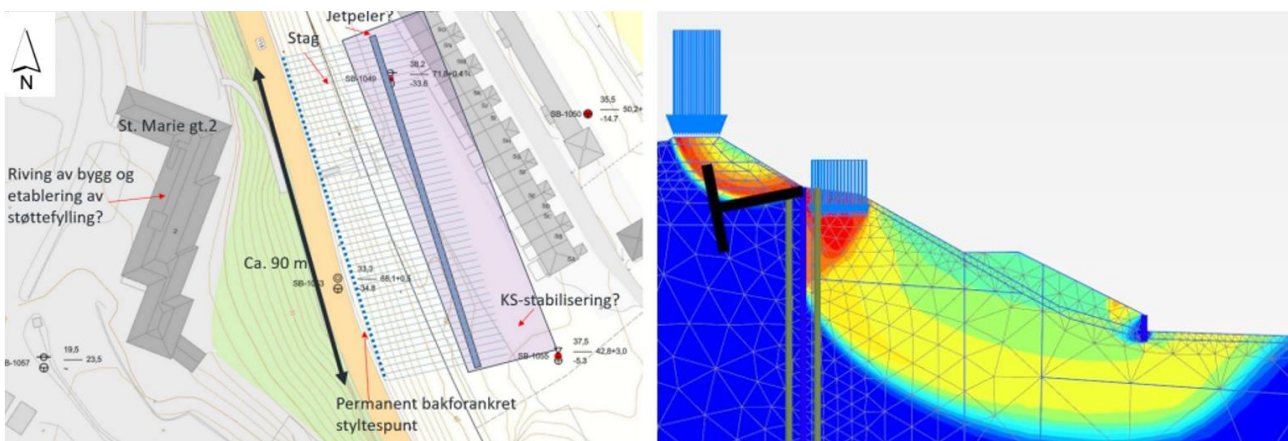
Det er også vurdert å benytte en støttekonstruksjon (spunt) i bunn av jernbanefyllingen, ned til berg. Denne løsningen ble forkastet på grunn av de store dybdene til berg. Spunten fikk som følge av denne dybden svært stor momentbelastning.

Det vil også kun være mulig med avstiving i toppen av konstruksjonen, og på grunn av bergforløpet i bakkant av spunten ville det kreve uhensiktsmessig lange stag før de treffer berg. Utklipp av Plaxis-beregning med en spunt nedenfor jernbanen er vist på Figur 14-54. Det ble tidlig også vurdert en løsning med bakforankret rørsputt med stylder av stålkjernepeler som bores gjennom rørsputten til berg i overkant av St. Marie gate 2, men dette ble forkastet som følge av stor kompleksitet, store krefter, store momenter ved overgangen til berg, samt store kostnader. Fordelen med en slik løsning ville vært plassbesparelser og at bygget i St. Marie gate 2 ikke måtte blitt revet. Se Figur 14-54.

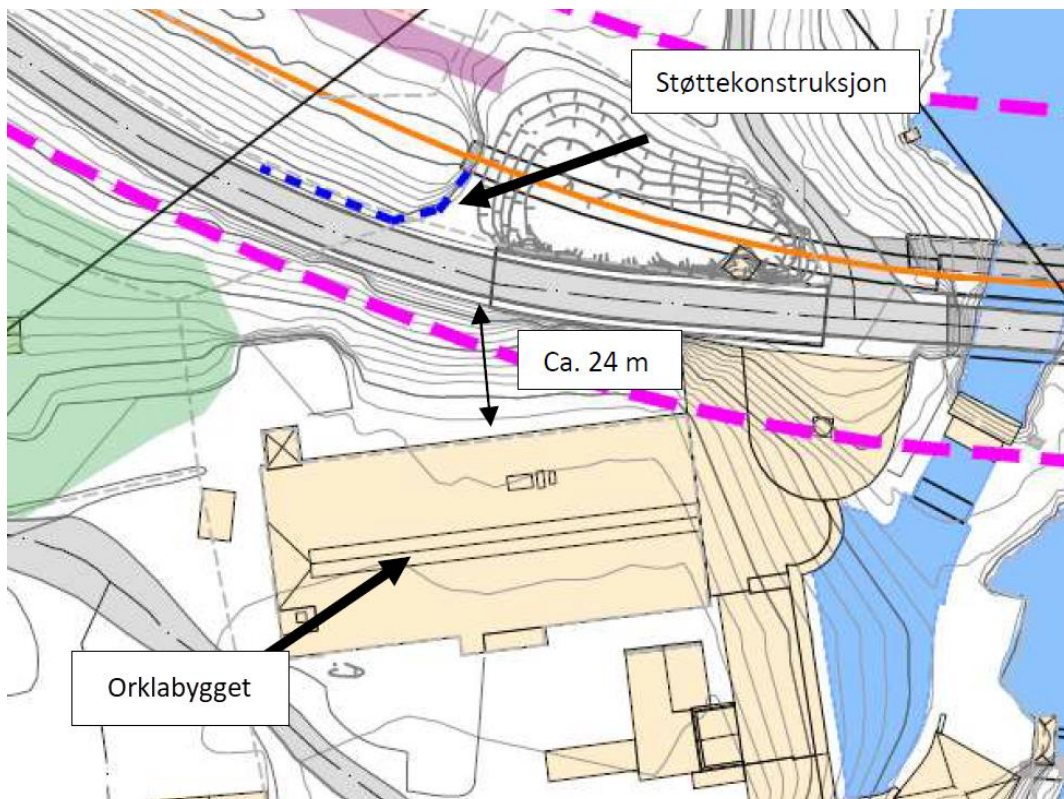


Figur 14-54: Skisse av løsning med rørsputt og stylter til berg i området bak St. Marie gate 2, og Plaxis-beregning med en spunt nedenfor jernbanen i området mot Orklabygget.

Det er også vurdert en kombinert løsning med spunt og en mindre støttefylling inn mot Orklabygget, se Figur 14-55. Denne løsningen ga noe lavere moment i spunten, men det er fortsatt vurdert til å være i en størrelsesorden som gjør det svært utfordrende å gjennomføre. For å unngå de lange stagene ble det vurdert å installere jetpeler i bakkant av spunten på andre siden av jernbanen, se Figur 14-55 og Figur 14-56. Selv med slak vinkel på stag vil det være behov for relativt dype jetpeler for å få til en forankringszone for stagene. Det er også en del risikoer knyttet til jetpeling så nær jernbanen og skråningstopp, spesielt på det grunnlaget som foreligger i denne fasen. En støttekonstruksjon ville også måtte forlenges rundt landkaret til jernbanebrua som vist i Figur 14-56. Det er usikkert hvordan jernbanebrua er fundamentert. Det ville blitt svært trangt mellom jernbanen, rigg for installasjon av støttekonstruksjonen, dagens fylkesvei 118 og Orklabygget iht. Figur 14-56.

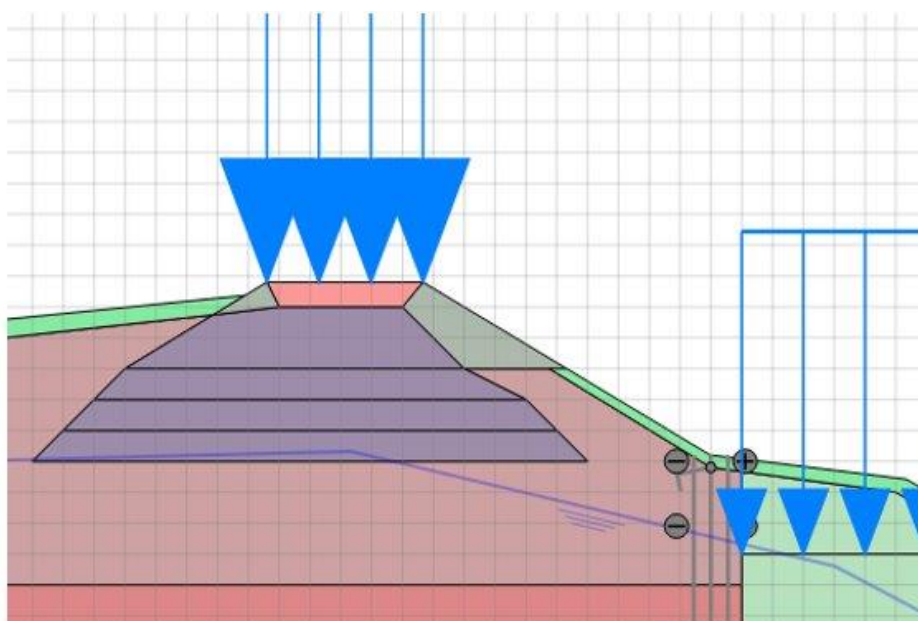


Figur 14-55: Skisse av løsning med jetpeler bak spunt i området bak St. Marie gate 2, og Plaxis-beregning med en spunt og mindre støttefylling i området ned mot Orklabygget.



Figur 14-56: Skissert plassering av permanent støttekonstruksjon rundt landkaret til jernbanen og nærhet til Orklabygget.

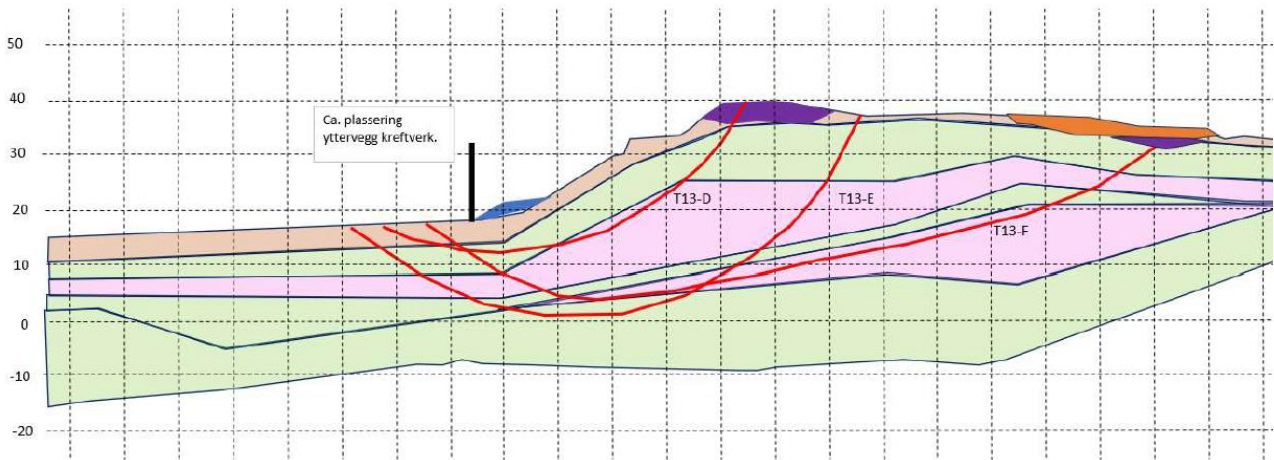
Det er også sett på effektene av å skifte ut jernbanefyllingen med lette masser (EPS). Dette vurderes rent geoteknikk som en fordelaktig løsning både for stabiliteten ned mot Borregaard og ned mot Glomma. Det er store usikkerheter knyttet til gjennomførbarheten, arbeidene vil måtte utføres i en lengre periode uten trafikk på sporet, samt at det trolig er behov for å masseutskifte med mer EPS enn det som tillates i Bane NOR sitt tekniske regelverk. Figur 14-57 viser Plaxis-modell med masseutskifting av jernbanefyllingen. For en slik løsning vil det også måtte vurderes om eksisterende landkar må utbedres eller skiftes ut.



Figur 14-57: Plaxis-modell med masseutskifting av jernbanefyllingen med EPS.

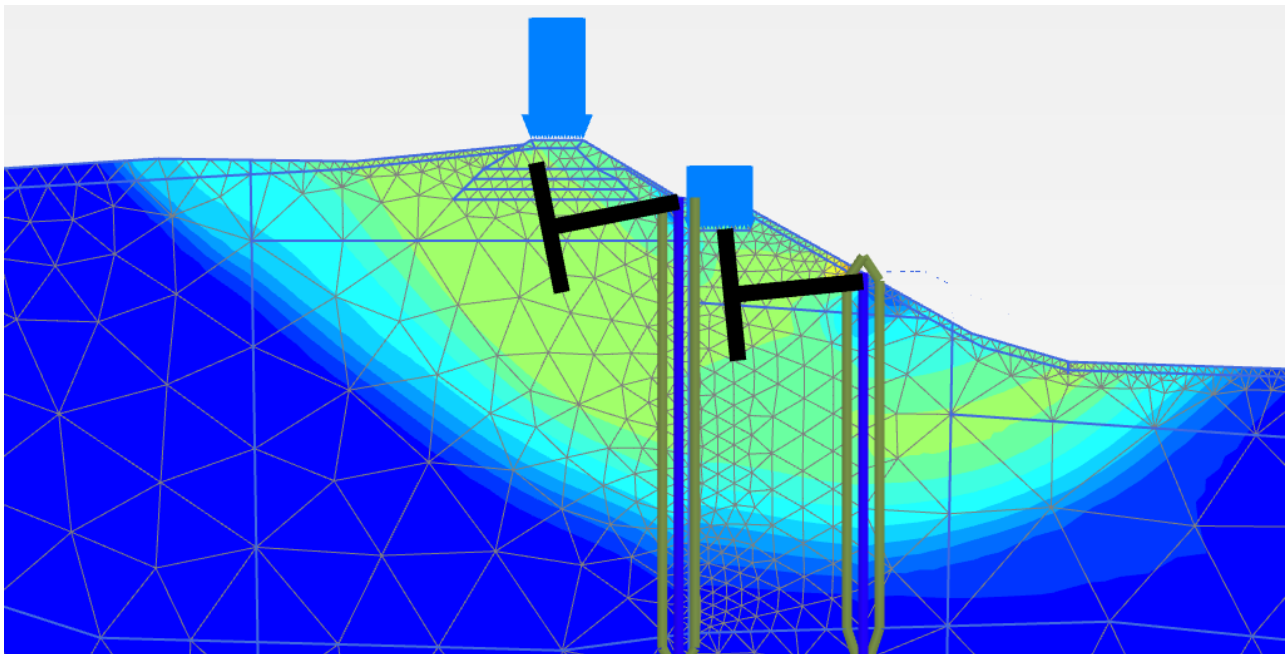


I snittet ned mot Orklabygget er det også sett på kombinasjoner av avlasting/masseutskifting av eksisterende jernbanefylling på topp, og utlegging av mindre støttefylling i bunn iht. Figur 14-58 .



Figur 14-58: Kombinasjon av masseutskifting/avlasting eksisterende jernbanefylling og støttefylling i bunn av skråningen inn mot Orklabygget.

Figur 14-59 viser en alternativ løsning med to spunter i skråningen ned mot Borregaard ved Orklabygget. Det ble vurdert to spunter for å redusere det store momentet i overgangen til berg i alternativet med én spunt. Ved å introdusere en ekstra spunt vil momentet reduseres, men det vil ikke være en gjennomførbar løsning da spuntene må avstives, og stag fra den nederste spuntene (til høyre i figuren) vil måtte gå gjennom den øvre spuntene.



Figur 14-59: Alternativ løsning med to spunter i skråningen ned mot Orklabygget.



### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Kartlegging av fundamenteringsforhold og infrastruktur i bakken må gjøres. Omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken kan bli svært omfattende, og det anbefales derfor å sette i gang arbeidet med å vurdere behovet for sikringstiltak tilknyttet en slik omlegging. Trolig ligger deler av infrastrukturen svært dypt, deriblant store granittkulverter på dybder 6-8 m under dagens terreng.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

Da det ikke skal gå omlagt vei på toppen av fyllingen i dette området er det ikke behov for en like høy fylling. Dette er heller ikke nødvendig for å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet. Større mektighet på fyllingen inn mot dagens skråning vil kunne være drivende for lengere glideflater, og vil dermed medføre en større og muligens lengere fylling på Borregaard. Hvis det er ønskelig med en utforming av støttefylling som går mer i ett med dagens terreng, vurderes det at dette må løses ved å benytte lette masser i fyllingen. Dette er ikke videre vurdert i denne fase, og må ev. detaljeres i en senere fase.

Beregninger i denne skråningen er gjort på begrenset grunnlag. I de aktuelle skråningene er det få/ingen CPTU-sonderinger, prøveserier eller poretryksmålere. Det gjør at det er stor usikkerhet knyttet til valgte materialparametere. Valgt fremgangsmåte har vært å benytte SHANSEP som gir en beregnet sikkerhetsfaktor på dagens situasjon på tilnærmet  $F=1,0$ . Deretter er tiltakene beregnet. Det er gjort en innledende sensitivitetberegning der man har tatt utgangspunkt i skjærfastheten for SHANSEP som ga  $F=1,0$ . Skjærfastheten er skrudd opp med 10%, for deretter å regne på tiltaket, med de parametere. Stabilitetsberegninger viser da at omfanget av tiltaket kan reduseres betydelig. Det er ingen garanti for at supplerende grunnundersøkelser kan dokumentere høyere styrkeparametere enn det som er benyttet, men supplerende grunnundersøkelser vil redusere usikkerhetene i beregningene. Supplerende grunnundersøkelser vil gi grunnlag for bedre tilpassede sikringstiltak. Det er også kun benyttet erfaringsparameter fra området for beregninger av sikkerheten på effektivspenningsbasis. Supplerende grunnundersøkelser med god prøve kvalitet og gode treaksialforsøk vil også gi et bedre grunnlag for disse beregningene.

Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard og eier av Orkla-bygget/Borregaard kraftverk, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard/Borregaard kraftverk sine behov og krav.

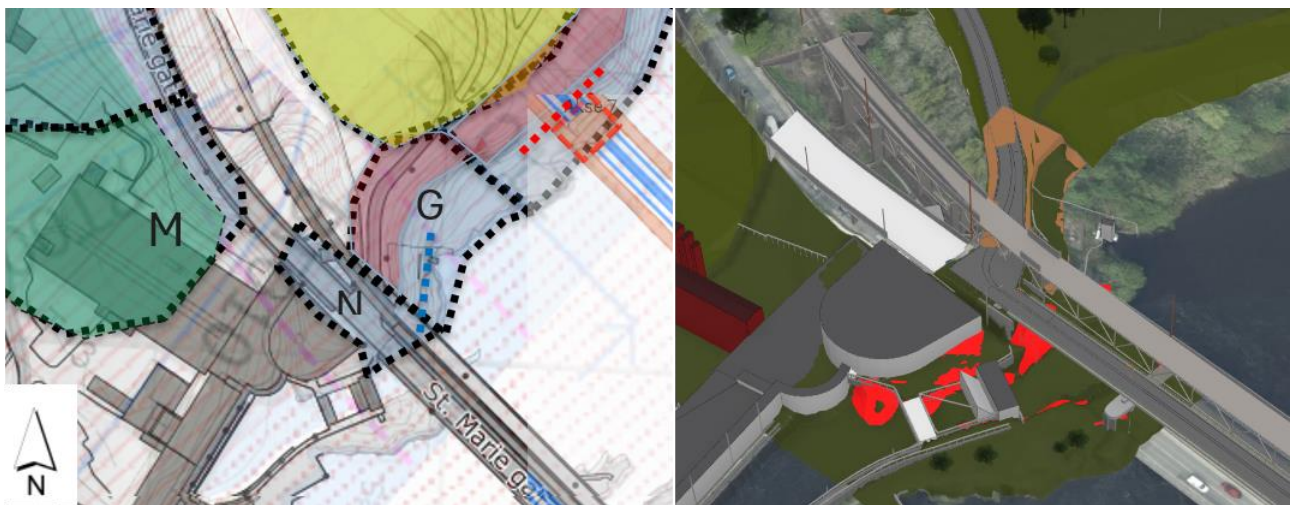
### 14.3.11 Område N

#### **Innledning**

Område N omfatter området inn mot landkarene for både Sarpsbrua og Kanalbrua, på nordsiden av Monumentplassen. Området ligger inntil eksisterende fv.118, dagens gang-/ og sykkelveibru, innkjøringen til Tarris, og dagens Østfoldbane. Tiltaket i området inkluderer sikring av nytt landkar for ny gang-/ og sykkelveibru (K20 ny G/S-bru). Vurderinger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak for sikring av byggegrop, hovedsakelig støttekonstruksjoner, for å oppfylle krav til lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område N befinner seg langs fv. 118 helt inntil og over det vestre landkaret ved dagens Sarpsbru, for plassering se Figur 14-60.



Figur 14-60: Område N hvor det blir behov for sikringstiltak for byggegrop akse 1 ny G/S-veibru (K20).

#### Terrengbeskrivelse

Terrenget i området er relativt flatt da område N i stor grad omfatter landkaret og veien bak landkaret.

#### Grunnforhold

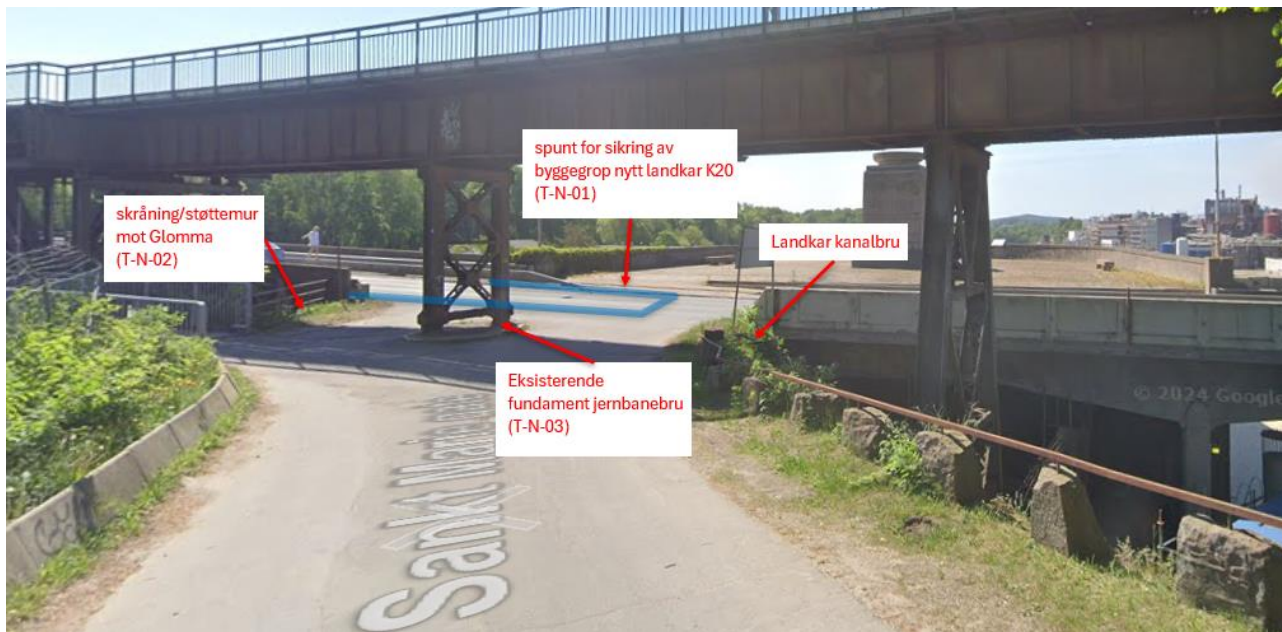
Det er ikke utført noen grunnundersøkelser innenfor selve området. Det er observert i berg i dagen ut mot Glomma i forkant av landkaret. Historiske bilder fra byggingen av kraftverket rett sør for område N tyder på store forskjeller i dybder til berg.

Grunnundersøkelser i nærheten av området indikerer at løsmassene består av et topplag/fyllmasser av sand, grus som beskrives som siltig. Videre i dybden er det antatt leire ned til berg. Leiren er antatt til å være, siltig, sandig og grusig. Enkelte eldre sonderinger kan også tyde på at det er flere sand- og gruslag.

#### **Problemstillinger**

Det er i denne omgang ikke utført egne stabilitetsvurderinger for område N. Mot Tarris vil flere av problemstilling for område G være aktuelle. Spesielt knyttet til behov for erosjonssikring og masseutskifting av veifylling. Fundament for eksisterende jernbanebru som ligger i adkomstveien til Tarris (St. Maries gate) må ivaretas under anleggsfasen. Det vil også være behov for tiltak for å sikre

byggegrop mot eksisterende landkar på Kanalbrua og skråning ned mot Borregaard. Det vises til Figur 14-61.



Figur 14-61: Problemstillinger/sikringstiltak område N.

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivarettatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet, iht. SVV-veinormal N200.

#### **Geotekniske tiltak**

##### Beskrivelse av anbefalt løsning

- **«T-N-001» Støttekonstruksjon ny GS-bru:** Det skal etableres en spuntsikring av byggegrop for nytt landkar til ny GS-bru. Det antas behov for boret spunt med innvendig avstivning. For å sikre tilstrekkelig stabilitet for fyllingen bak landkaret kan det bli behov for å bruke lette masser.
- **«T-N-002» Støttekonstruksjon mot Glomma på nordsiden:** For å sikre stabilitet på siden av landkaret kan det bli aktuelt å gjøre tiltak. Mest aktuelt anses det å skifte ut eksisterende fylling med lette masser (EPS).
- **«T-N-003» Tiltak for sikring av fundament for jernbanebru:** For å sikre stabilitet og forhindre deformasjoner på eksisterende jernbanebru må det vurderes behov for tiltak. Dette er sterkt avhengig av fundamenteringen av brua og tilstanden på denne. Det anses at dette kan gjøres ved å tilpasse spuntløsning T-N-001. Ved behov må det benyttes stivere spunt og avstivning.



### Tilkomst og utførelse

Tilkomst til området vil være over dagens Sarpsbru eller fra riggområdet på Tarris.

### **Faser og rekkefølger**

Den nye gang-/ og sykkelveibrua (K20) med sikringstiltak skal etableres etter ny Sarpsbru (K10) er satt i drift. Det vises til innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33] og forprosjektrapporten for ny GS-bru [29].

### **Usikkerhet og risiko**

#### TN-01 – Område N – Omfang midlertidig støttekonstruksjon

Det er store usikkerheter i bergnivået. Det er antatt at det er et svært varierende bergnivå, med svært bratte bergpartier. Det anbefales derfor at det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforhold og bergnivå i hele fundamentets fotavtrykk. Det anses først og fremst å være usikkerhet knyttet til omfanget på støttekonstruksjonen, og bruk av lette masser for å sikre tilstrekkelig sikkerhet for permanentfasen.

#### TN-02 – Område N – Stabilitet eksisterende veibru

Eksisterende veibru er i dårlig forfatning og det vil være risiko knyttet til stabiliteten for eksisterende landkar i forbindelse med etablering av nytt landkar for GS-veibrua. Arbeidene skal utføres etter at trafikken er overført til ny Sarpsbru (K10), men det vil likevel være hensiktsmessig å ikke påføre skader på denne. Sikres ved å tilpasse spuntløsningen for byggegrop for nytt landkar. Det vil være behov for tett oppfølging av eksisterende veibru og det anbefales å inkludere denne i måleprogram.

#### TN-03 – Område N – Stabilitet fundament for jernbanebru

Fundament for eksisterende jernbanebru må sikres. Det er en viss usikkerhet knyttet til fundamenteringen av denne. Fundamenteringen må undersøkes nærmere i neste fase og det vil kunne bli behov for å tilpasse byggegropssikring for nytt landkar og evt. utføre ytterligere sikring av dette fundamentet.

### **Anleggsteknikk**

Arbeidene skal foregå i nærheten av jernbanebrua. Det er foreløpig ikke vurdert at det er behov for trafikkfri periode på spor for å utføre arbeidene i område N. Hvis det i en senere fase vurderes at det er behov for sporbrudd må det varsles fortløpende.

Installasjon av støttekonstruksjoner må gjøres skånsom for å unngå potensielle setninger på jernbanebrua.

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

### **Alternative løsninger**

Landkaret i akse 1 skal fundamenteres på stålkjernepeler. Det er i denne fasen ikke vurdert andre peleløsninger. Som følge av usikkerheter i dybder til berg, antatt ujevn bergoverflate, plassbegrensninger og at arbeidene skal foregå i nærheten av jernbanebru med trafikk på sporet, er det vurdert at åpen utgraving og direktefundamentering ikke er en egnet løsning.



***Videre arbeid***

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene.

Kartlegging av fundamenteringsforhold og infrastruktur i bakken må gjøres.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

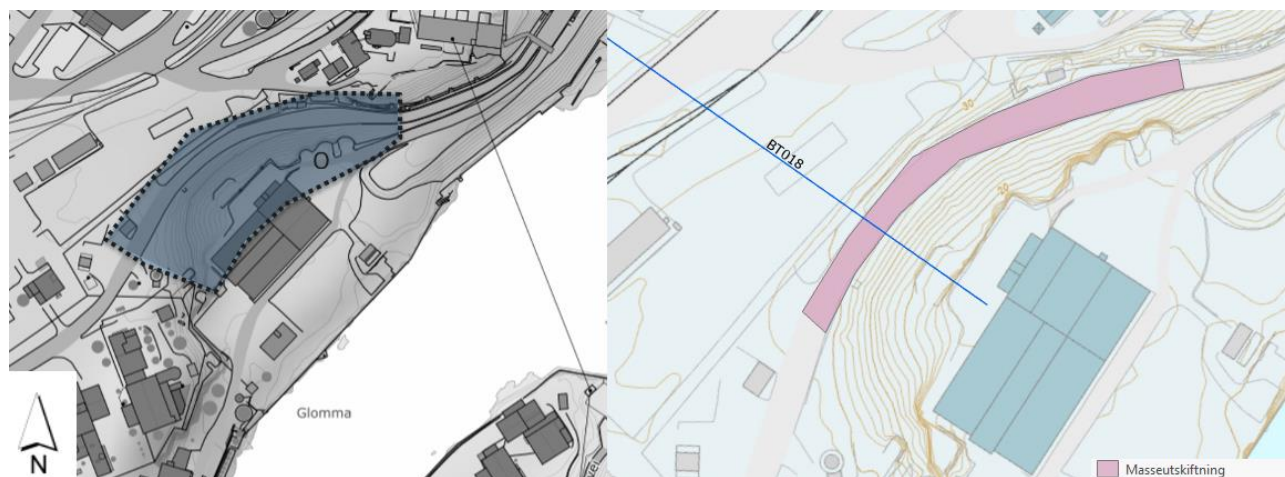
### 14.3.12 Område O

#### *Innledning*

Område O omfatter skråningen bak eksisterende vannverk nede på Borregaard sitt fabrikkområde. Skråningen er utenfor influensområdet til ny Sarpsbru. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig masseutskifting, for å oppfylle krav til områdestabilitet (robusthet og langtidsstabilitet) i permanentfasen.

#### Områdeavgrensning

Område O befinner seg bak vannverket på Borregaard. Dette er godt stykke unna planlagt tiltak (ny Sarpsbru), men det er likevel funnet at et ev. initialscred i dette området vil kunne starte et skred med en retrogressiv skredutvikling og sideveis utbredelse som kan ramme tiltaket ny Sarpsbru. Område O er vist på Figur 14-62.



Figur 14-62: Område O med anbefalt sikringstiltak med avlastning og masseutskifting.

#### Terrengbeskrivelse

Område O befinner seg inne på Borregaard sitt industriområde. Det omfatter området bak vannverket, skråningen opp til veien, selve veien og en del av området ovenfor veien. Veien ligger på ca. kote + 30 rett bak vannverket og går ned til ca. kote +23 der område O slutter. Området på oversiden av veien ligger på ca. kote +31/+32. Området i bunn av skråningen bak vannverket ligger på ca. kote +14/+15.



Figur 14-63: Bilde som viser skråningen bak vannverket og eksisterende støttemurer i skråningen.

#### Grunnforhold

Det er utført en stor mengde grunnundersøkelser i området. Sørvest i området er det en bergskjæring, rett i bakkant av vannverket ligger berget på ca. kote +11,0/+11,5, og rundt plasseringen til tidligere syretanker er berget rundt kote +10,0/+10,5. Berget er ganske ujevnt mot vest-nordvest, det varierer mellom kote +12 til +17 bak vannverket, og kote +11 til +13 bak syretankene.

Løsmassemektheten varierer mellom ca. 3,5 til ca. 14 m, med størst mektighet i toppen av skråningen. Løsmassene består i hovedsak av et topplag med en mektighet på generelt 1-2 m, av sand og fyllmasser. Under topplaget er det leire, beskrevet som siltig, sandig, grusig og med innslag av organisk innhold og teglsteinsbiter. Det er påvist kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale flere steder i skråningen. Kvikkleira og/eller sprøbruddmaterialet er generelt påvist 10 m under terreng, mellom ca. kote +18 og +4 i forskjellige deler av skråningen. Det går også et skille i vanninnhold i leira ved ca. 10 m under terreng. Vanninnholdet øker fra ca. 20% til mellom 30-40%, og vanninnholdet ligger da også over flytegrensen til leira. Dette betyr at leira blir flytende ved omrøring.

#### **Problemstillinger**

##### Dagens stabilitet

For område O viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet iht. krav gitt til robusthet og langtidsstabilitet i NVE-veileder 1/2019.

##### Beregninger

Skråningen i område O er utenfor influensområdet til ny Sarpsbru. Utførte beregninger i snitt BT018 viser at det er behov for sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet iht. NVE-veileder 1/2019.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

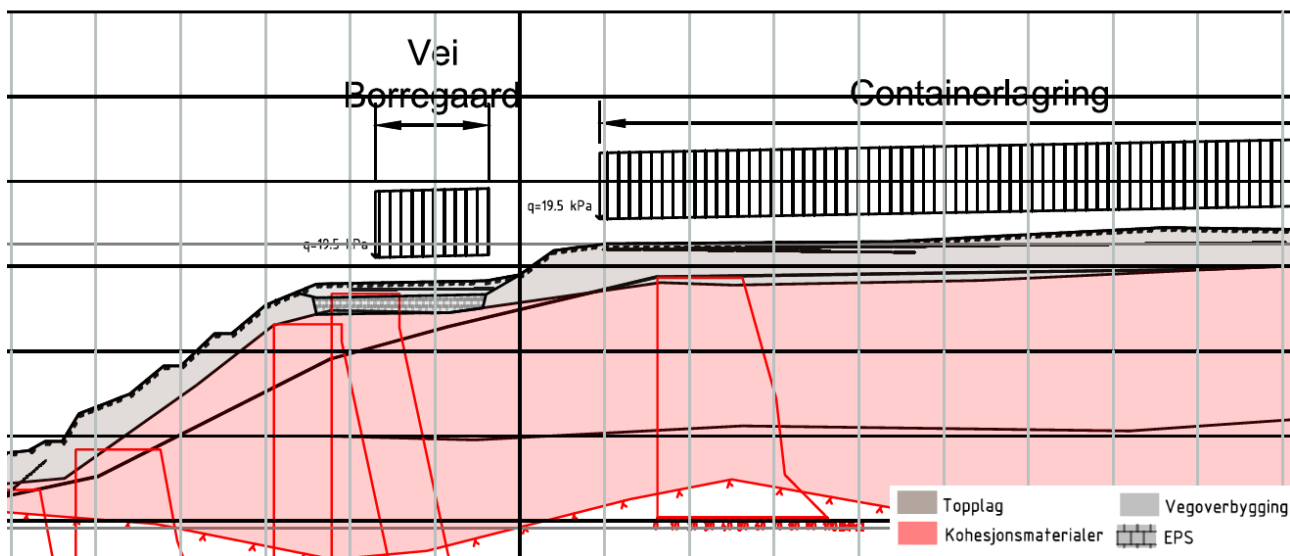
Beregninger viser at det med valgte styrkeparametere er behov for sikringstiltak. Grunnundersøkelser utført viser at det sannsynligvis er anstrengt stabilitet i skråningen og bløte leirelag som bør behandles med forsiktighet. Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i permanentfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivarettatt. Krav til robusthet og langtidsstabilitet i beregningssnitt BT018 iht. NVE-veileder 1/2019.

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalt løsning

- «T-O-001» Tiltak Borregaard utenfor influensområdet: Anbefalt tiltak for å sikre tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet i skråningen er masseutskifting av løsmassene under veien. Utførte beregninger viser at det er nødvendig å masseutskifte i en mektighet på ca. 1,0 m over hele veiens bredde. Stedlige masser må skiftes ut med EPS, og utklipp av snitt BT018 som viser nødvendig sikringstiltak er vist på Figur 14-64. Dybden til masseutskiftingen/utgravingen tilsvarer ca. 1,8 m dersom man legger til antatt veioverbygning over EPS. I tillegg vil det trolig bli behov for sikring/utskifting av eksisterende fundamenter for rørgate bak veien.



Figur 14-64: Snitt BT018 med sikringstiltak masseutskifting (EPS) for å sikre tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet.

#### Tilkomst og utførelse

Generelt er det god tilkomst til område O, der anleggstrafikken enten kan komme inn B-porten på Borregaard, eller fra nedkjøringen til St. Marie gate 2 (A-porten). Vestrekningen som skal skiftes ut er lysregulert i dag da veien stedvis er ganske smal, hovedsakelig lengst nordøst hvor veien ligger på bru.

Veien er antageligvis hovedtraséen ned til området rundt kokeriet på Borregaard, og det vil derfor trolig være nødvendig å etablere en alternativ adkomst for beredskap og utrykning forbi område O i anleggsfasen.

### **Faser og rekkefølger**

Iht. kravene som stilles til stabilitet og sikkerhet er det for bruprojektet behov for å utføre sikringstiltakene i område O før det skal settes trafikk på ny Sarpsbru. Da det er lagt til grunn at anleggstrafikk for resterende sikringstiltak inne på Borregaard sitt område skal ha tilkomst ved nedkjørselen til St. Marie gate 2 (A-porten), er det ikke behov å utføre tiltak i område O for å sikre tilstrekkelig stabilitet i anleggsfasen. Ved annen anleggsgjennomføring blir tilfellet endret, og det vil da trolig bli behov for sikringstiltak også i anleggsfasen.

Sikringstiltak i område O må gjennomføres på et tidspunkt hvor det er lagt til rette for beredskapstrafikk til kokeriet med en annen tilkomst enn via veien i område O. Ut over det stilles det ingen krav til faser eller rekkefølger.

### **Usikkerhet og risiko**

Det er enkelte risikoer og usikkerheter knyttet til det anbefalte sikringstiltaket

#### TO-01 – Område O – Gjennomføring av avlastning - Grensesnitt Borregaard

Borregaard er avhengig av plass for å opprettholde sin daglige drift, utføre vedlikehold og oppgraderinger, og for å kunne ha tilstrekkelig beredskap. Graving og anleggstrafikk kan potensielt medføre en risiko for Borregaard. Borregaard har virksomhet som faller inn under storulykkesforskriften. Derfor er beredskap en viktig prioritering. Arbeid med tiltak inne på område O kan være til hinder for denne beredskapen, ettersom trafikk ned til kokeriet, som er det mest kritiske på industriområdet, går gjennom område O. Hvis det ikke kan etableres en alternativ tilkomst i anleggsfasen, antas det at arbeidene med sikringstiltakene kan bli vanskelig å gjennomføre.

En konsekvens av dette vil være tilpassede løsninger som er mer krevende å utføre og koster mer.

Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard i det videre arbeidet. slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav. Sikringstiltakene nede på Borregaard må i en senere fase optimaliseres og bør tilpasses Borregaard sine plassbehov, i den grad det er mulig samtidig som sikringstiltakene oppfyller krav til stabilitet/sikkerhet mot områdeskred. Omfang og løsninger bør avtales med Borregaard, og dette må følges opp i det videre arbeidet.

#### TO-02 – Område O – Eksisterende konstruksjoner

Skråningen bak vannverket har eksisterende støttemurer som fremstår i dårlig forfatning. Det står én støttemur midt i skråningen og én i bunn. Det har blitt videreformidlet av Borregaard/GeoVita selv at disse støttemurene fremstår i dårlig forfatning, og dette gjelder spesielt den som står i bunn. Betongen er i oppløsning og faller stedvis fra hverandre. Det er særlig de tre buede konstruksjonene som virker utsatt og sårbare, det er rester av gamle tanker. De holdes på plass av store betongklosser, installert i ettertid. Delen av støttemuren bak vannverket er antatt å være gamle mur/vei fra bygget «Blekeveskeanlegg» som sto der tidligere. Bygget ble oppført for over 100 år siden (ca. år 1907). Det er antatt at støttemuren er forsterket ifm. bygging av nytt vannverk i 2001. Det foreligger ingen bygningstegninger for murene, byggene som er revet eller for tiltakene gjort for å forsterke murene.

Muren i bunnen er kritisk for skråningen. Dersom muren skulle kollapse, kan det ikke utelukkes at det kan utvikle seg et retrogressivt skred som sideveis kan utbre seg bort til tiltaket ny Sarpsbru. I verste fall må det forventes behov for ytterligere sikringstiltak for å sikre skråningen og eksisterende støttemurer.

Det forutsettes i denne fasen at eksisterende konstruksjoner i skråningen holdes i forsvarlig stand av grunneier. Det må likevel i det videre arbeidet utføres detaljert kartlegging og inspeksjon av

støttemurene, og det anbefales å utføre prøvegraving for å kartlegge fundamenteringen. Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard for å finne optimale løsninger for sikringstiltak bak vannverket.

#### TO-03 – Område O – Eksisterende vei og anbefalt sikringstiltak

Veien som går opp på baksiden av vannverket er kalt «transportvei til Melløs». Deler av denne veien går på bru, men det er usikkert hvor lang denne brua er og hvordan/hvor dypt den er fundamentert. På oversiden av veien er det et rørsystem/rørgate, og dette er trolig/antatt fundamentert på punktfundamenter. Det er usikkert hvilken dybde disse fundamentene står på. Det er derfor usikkerheter knyttet til anbefalt sikringstiltak med masseutskifting.

En konsekvens av disse usikkerhetene er at det kan bli behov for ytterlige sikringstiltak for å tilfredsstille krav til sikkerhet (robusthet og langtidsstabilitet). Det kan bli behov for egne sikringstiltak knyttet til selve brua. Det kan også bli nødvendig å refundamentere/sikre punktfundamentene til rørsystemet/rørgata i overkant av veien, for å kunne utføre masseutskiftingen av eksisterende vei.

Utstrekning og fundamentering av brua, rørgata og veien må kartlegges. Når det foreligger nytt grunnlag, må omfanget av masseutskiftingen vurderes på nytt. Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard i det videre arbeidet. slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav. Omfang og løsninger bør avtales med Borregaard, og dette må følges opp i det videre arbeidet.

#### **Anleggsteknikk**

Av hensyn til å være til så lite hindring som mulig på Borregaard og for å utføre arbeidene så raskt som mulig, kan det være hensiktsmessig å utføre arbeidene fra både øst og vest. Arbeidet kan vurderes utført seksjonsvis, og det bør undersøkes om det er mulig å ta et felt av gangen.

#### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

I forbindelse med avlastning av terrenget inntil eksisterende fundamenter, kan det bli behov for instrumentering av nærliggende fundamenter. Dette gjelder spesielt hvis det skal benyttes støttekonstruksjoner i forbindelse med utgravingen.

#### **Alternative løsninger**

Som alternativ til masseutskifting av veien er det vurdert etablering av en støttekonstruksjon i bunn. Tiltaket som er vurdert er en spunt på oversiden av dagens støttemur. For å sikre stabiliteten i anleggsfasen vil det være nødvendig med en midlertidig støttefylling nedenfor muren. Etter at støttekonstruksjonen er installert er det også vurdert at det er behov for en permanent fylling nedenfor støttemuren midt i skråningen, dette for å sikre tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet for glideflater som går ut bak den nye støttekonstruksjonen. Denne løsningen er ikke detaljert, og må detaljeres hvis det blir aktuelt i en senere fase.

#### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det at det er etablert måleprogram med instrumentering før arbeidene skal starte. I område O vurderes det f.eks. aktuelt med målepunkt på fundamentene til rørgata/rørsystemet, samt eksisterende støttemurer i dårlig forfatning.

Kartlegging av fundamenteringsforhold og infrastruktur i bakken må gjøres. Det anbefales kartlegging av eksisterende støttemurer i skråningen ned mot vannverket og evt. fundamentering av disse. Det anbefales også kartlegging av eksisterende vei og bru, samt fundamentering til rørsystem/rørgate i overkant av veien. Anbefales tilstandsvurderinger.

Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

#### **14.3.13 Område P**

Det antas at eksisterende bensinstasjonstomt kan benyttes, og at det ikke er behov for geotekniske sikringstiltak der. Riggområdet er ikke vurdert i detalj, men det vises til innledende vurderinger i utarbeidet anleggsgjennomføringsnotat [33]. Det vises også til forprosjektrapporten for ny veibru for blant annet vurderinger rundt rigg for MSS (Movable Scaffolding System) [28]. MSS:en blir transportert til byggeplass i deler og bør ha en mellomagringsplass i nærheten av plassen for montering. Område P kan egne seg til dette ettersom det er tatt utgangspunkt i at MSS:en monteres i bakkant av landkar i akse 1 på midlertidige støtter og deretter lanseres frem til spenn 1.

I tillegg vil parkeringsplass til Borgarsyssel museum (mellom delområde H og P) kunne benyttes til riggområde. Denne parkeringsplassen ligger et godt stykke unna skråningen ned fra Ruinparken, og det antas derfor ikke behov for geotekniske tiltak der. Dersom det blir aktuelt med riggområder lengst nord mot eksisterende fv.118 i delområde H på Tarris, er det i områdestabilitetsrapportens vedlegg K, kapittel 15 [1], presisert at det er forutsatt at anleggstrafikk og riggområder ikke etableres nærmere skråningstopp enn der dagens gang- og sykkelvei i Ruinparken ligger. Dersom det likevel bli aktuelt, må det vurderes om det er behov for geotekniske tiltak. Aktuelt sikringstiltak vil være avlasting i toppen.

#### 14.4 Geotekniske tiltak – Hafslund

I de etterfølgende kapitlene beskrives de ulike delområdene på Hafslund iht. Figur 14-65. Hvert delområde blir systematisk beskrevet med først en kort innledning, områdeavgrensning, terrengbeskrivelse, og grunnforholdsbeskrivelse, før aktuelle problemstillinger, beregninger og sikkerhetsprinsipper belyses. Deretter beskrives de anbefalte løsningene (sikringstiltakene), med vurderinger rundt tilkomst, utførelse, faser og rekkefølger, usikkerhet og risiko, anleggstekniske forhold, og behov for måleprogram og instrumentering. Til slutt drøftes alternative løsninger (sikringstiltak), og noe om videre arbeider.

Det er utført geotekniske vurderinger for å dekke detaljreguleringsplanfasen. I tillegg er det gitt innspill til videre ROS-arbeid, og det er en god del tverrfaglighet i risikovurderingene. For hvert delområde er det gjort en sammenstilling av sentrale usikkerheter og hva usikkerhetene betyr (problembeskrivelse/uønskede hendelser), hvilke konsekvenser de kan medføre, samt mulige risikoreducerende tiltak. Dette er derimot ikke å anse som en komplett liste av usikkerheter og risikoer, men de som anses som hovedpunkter. Denne oversikten vil være nyttig for videre ROS-analyse og for oversikt over prosjektrisikoen. Det vises til Vedlegg B for sammenstilling av samtlige usikkerheter og risikoer.

For vurderinger rundt omlegging av f.eks. VA-ledninger og håndtering av overvann vises det til premissnotat VAO [31]. Det vises også til premissnotat for vei og trafikk [32], forprosjektrapport for ny bru [28], og forprosjektrapport for ny GS-bru [29].

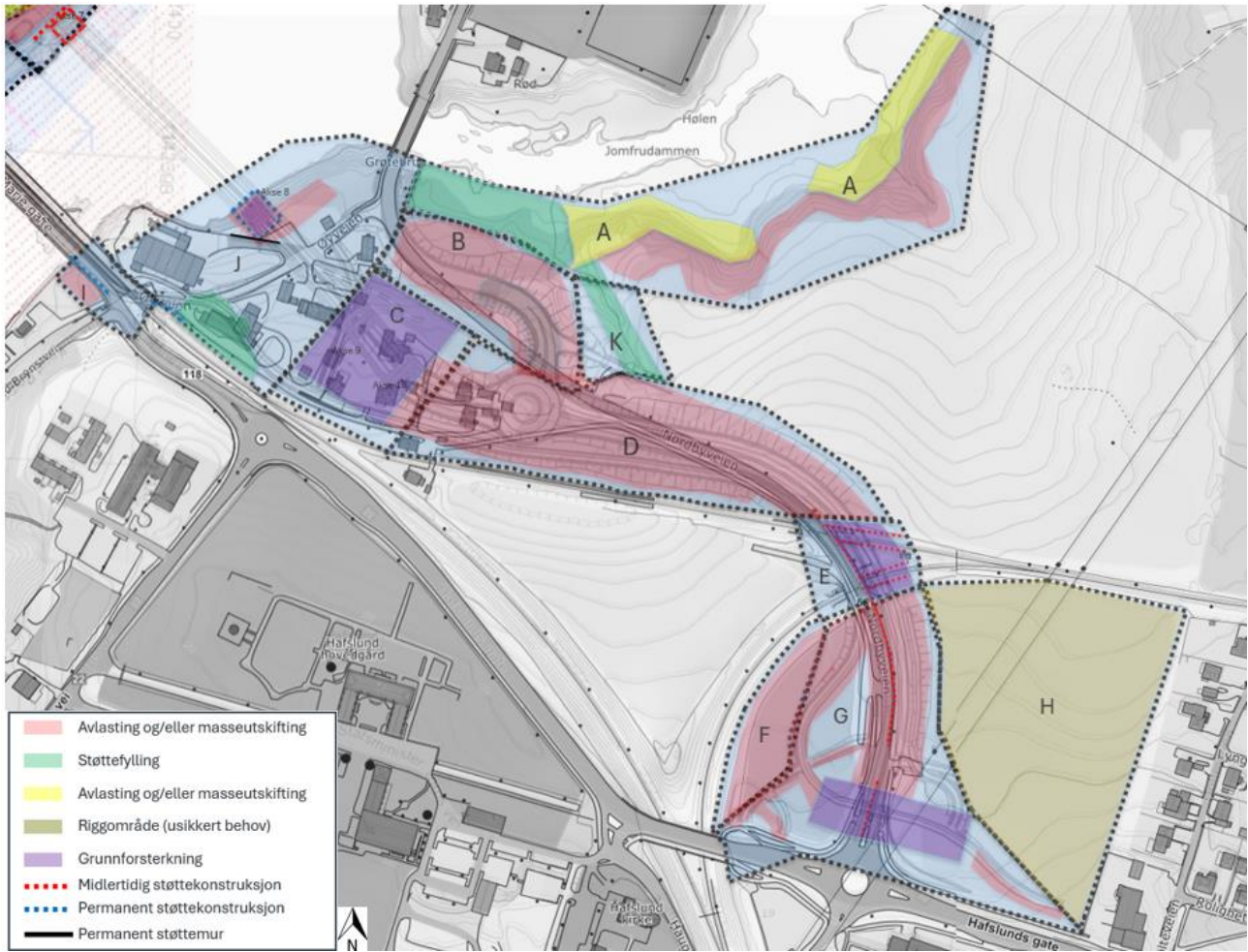
For innledende faseplaner og rekkefølger vises det også til anleggsgjennomføringsnotatet [33].

Det vises til utarbeidet rapport for naturmangfold [26], datarapport for miljøgeologiske grunnundersøkelser [35], utarbeidet matjordplan [36], samt utarbeidet plan for ytre miljø (YM-plan) [37]. Iht. miljøgeologisk datarapport er det påvist forurensning over normalverdier i flere av prøvene fra de miljøgeologiske grunnundersøkelsene [35], og det foreslås supplerende undersøkelser før oppstart av gravearbeidene, som grunnlag for tiltaksplan for graving i forurenset grunn. Datarapporten sier også at dersom det oppdages uforutsett forurensning, som masser med spesielt utseende eller lukt, må gravearbeidet i aktuelt område stanses og prosjektets miljøgeolog skal kontaktes for å avklare om det er nødvendig med supplerende prøvetaking før videre avklaring av hvordan forurensning og/eller massene skal håndteres.

Dyrkamark og innmarksbeite innenfor området vil bli berørt av ny vei og geotekniske tiltak.

Matjordplanen [36] beskriver den berørte matjorda i området og prinsipper for bevaring og flytting av matjord. Nærmere detaljer med hensyn til flytting og håndtering av matjord vil beskrives i detaljplan. Det anbefales at entreprenør som skal utføre arbeidet utarbeider en metodebeskrivelse for hvordan arbeidet vil utføres. Denne godkjennes av byggherre før arbeidet settes i gang.

YM-planen [37] beskriver alle relevante forhold som må hensyntas i det videre arbeidet. Temaer for ytre miljø som har spesielt fokus her er støy, luftforurensning og klimagasser, forurensning av jord og vann, landskapskarakter, naturmiljø, kulturminner, materialvalg og avfallshåndtering, samt naturressurser.



Figur 14-65: Geotekniske tiltak – Hafslund.



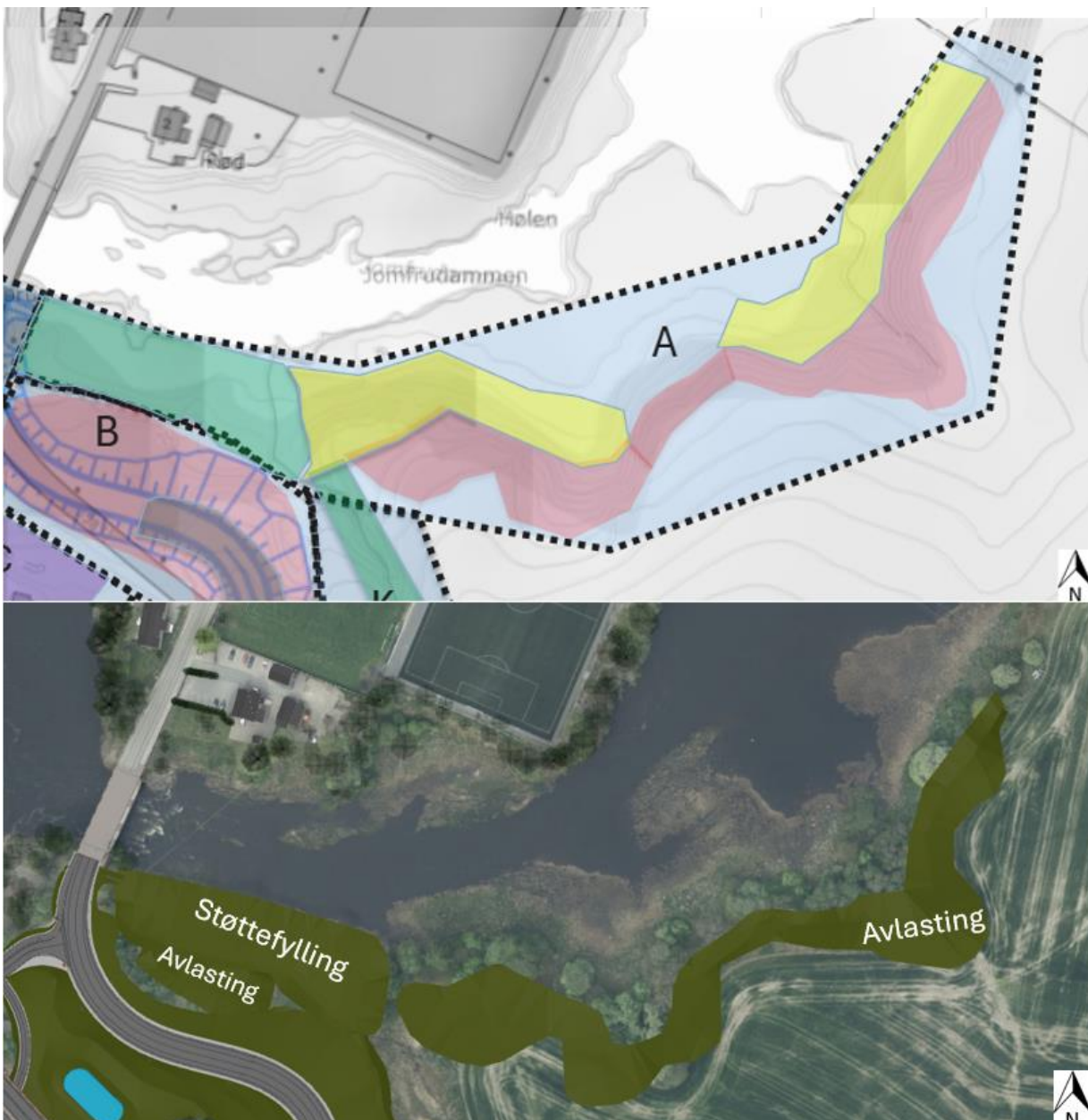
### 14.4.1 Område A

#### **Innledning**

Område A omfatter området og skråningen ned mot Jomfrudammen/Nipa nedenfor akse 9 og 10 til ny Sarpsbru. Området ligger inntil eksisterende Grøte-bru og nedenfor eksisterende Nordbyvei. Tiltaket i området inkluderer sikringstiltak for nye fundamenter i akse 9 og 10, ny Nordbyvei, samt skråninger utenfor influensområdet til ny Sarpsbru. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig støttestøtting og avlastning, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

#### Områdeavgrensning

Område A består av den bratteste delen av skråningen (elveskråningen) sør for Jomfrudammen/Nipa iht. Figur 14-66.



Figur 14-66: Område A med anbefalte sikringstiltak i fargede polygoner. Gule arealer tilsvarer arealer som må reguleres, men som det kan være mulig å unngå sikringstiltak i.

### Terrengbeskrivelse

Terreng i bunn av skråningen er relativt flatt mot Jomfrudammen/Nipa som ligger på ca. kote +23/+24. Avstanden til vannkant varierer langs bunn skråning og dette området er relativt flatt. Skråningen varierer i bratthet og bukker seg stedvis sørover. Stedvis er det også sideraviner opp mot jordet. Skråningen heller videre jevnt oppover sørover fra område A, men den bratteste delen av skråningen er ca. 7 – 8 m i høydeforskjell. Bunn Jomfrudammen er på kote +23 til +25, mens topp skråning er på kote +33/+34. Jomfrudammen er i normalvannstand nokså grunn og flat slik at behovet for elvebunnscanning har blitt vurdert som unødvendig i denne omgang.

### Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser i bunn av skråning viser et bløtt leirelag som varierer i mektighet på mellom ca. 4-7 meter. Det er kun tatt prøver i ett punkt (SB-2007) langs bunn skråning som påviser forekomster av sprøbruddmateriale fra ca. 2-6 m. Under det bløte laget er det fastere lag. Boringene i øst antyder fast friksjonsmateriale, mens det i boringene i vest er antydning av fastere leire. I selve skråningen er det ikke utført noen grunnundersøkelser, mens det i toppen er utført noe. Grunnundersøkelsene i toppen av skråningen viser de samme tendensene som i bunn skråning. Et bløtt lag over varierende fastere masser. Øst i området ligger berg høyere enn i vest, men bergdybden varierer generelt mye langs skråningen fra ca. 1 – 43 m under terreng.

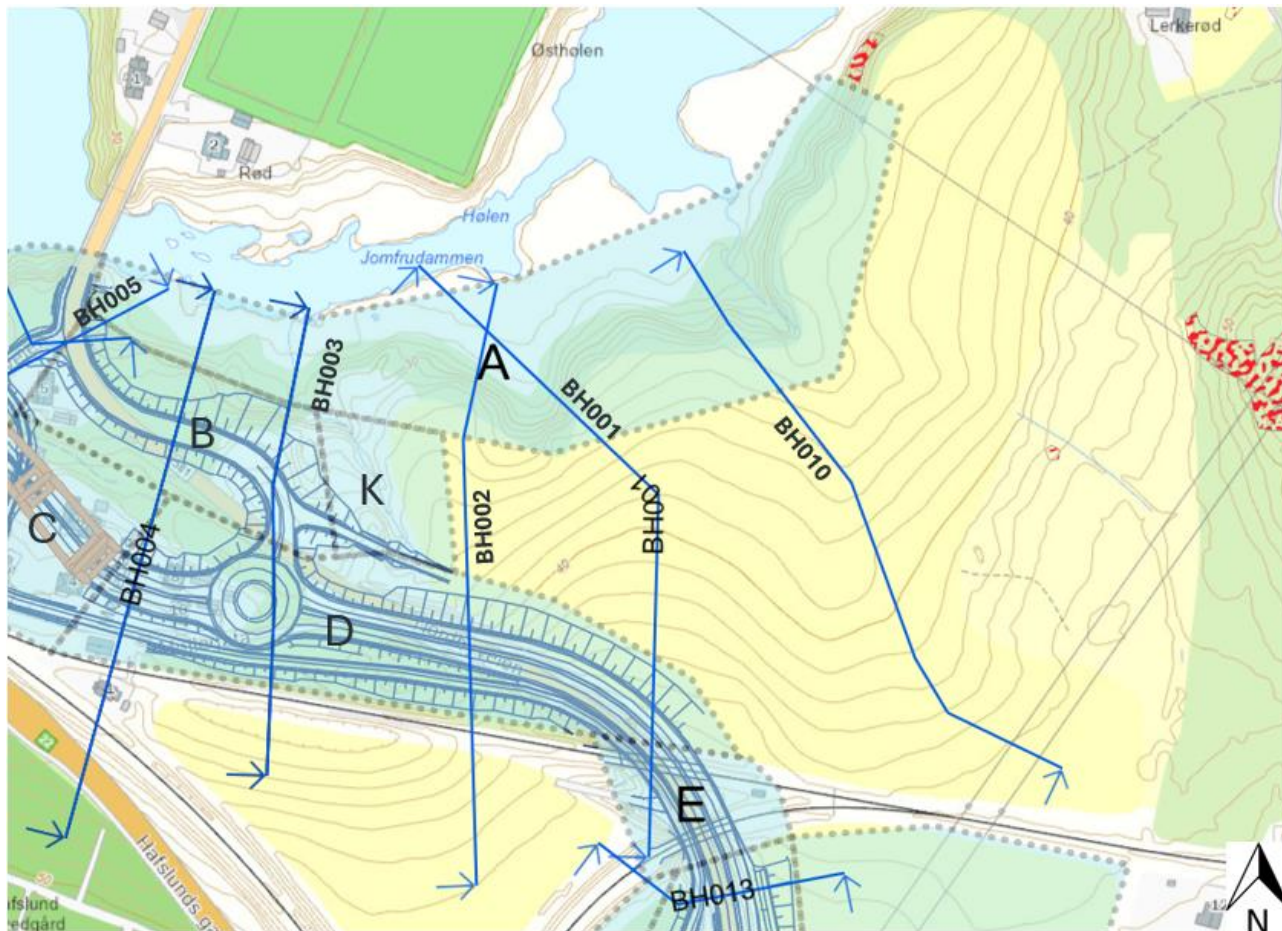
### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

Stabilitetsberegninger utført langs skråningen østover i område A viser at det ikke er tilstrekkelig robusthet eller langtidsstabilitet i dagens situasjon iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019. Stabilitetsberegninger utført lengst vest inn mot Grøte-bru viser at det ikke er tilstrekkelig sikkerhet iht. krav til absolutt sikkerhet fra NVE-veileder 1/2019 og Statens vegvesens N200.

#### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har varierende influens på område A. I Figur 14-66 er tiltaket (ny Nordbyvei) vist lengst vest i område B, og det er skråningen nedenfor dette i område A som ligger innenfor influensområdet til ny Sarpsbru. Fra midten av område A og østover vil skråningen være utenfor influensområdet til ny Sarpsbru, og det vil derfor kun være krav til robusthet og langtidsstabilitet i denne delen av området. Det er satt opp en rekke beregningssnitt langs skråningen og alle snitt viser at det er behov for sikringstiltak. Beregningssnitt ned mot Jomfrudammen/Nipa er vist i Figur 14-67.



Figur 14-67: Plantegning som viser beregningsnitt gjennom område A og ned mot Jomfrudammen/Nipa.

### Erosjon

Basert på befaringsobservasjoner er behov for tiltak mot erosjon generelt noe begrenset for eksisterende terreng, og det er trolig tilstrekkelig med kun lokale tiltak ved de mest utsatte områdene (skader i/ved lokale rør og jordbruksdrenering på Hafslund). Dette gjelder eksisterende terreng. For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket. Det vises til hydrolognotatet for vurderinger rundt erosjonssikring [39].

### Kantvegetasjon

De geotekniske sikringstiltakene kan berøre områder med vegetasjon av stor verdi langs Jomfrudammen/Nipa. Det vises til kapittel 11.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Basert på resultatene fra utførte beregninger er det behov for sikringstiltak. Grunnundersøkelser utført viser at det sannsynligvis er anstrengt stabilitet i skråningen og bløte leirelag som bør behandles med forsiktighet. Det er som nevnt i kapittel 11 at kantvegetasjonen nede ved Jomfrudammen/Nipa har stor verdi. Dette bør tas hensyn til, og det bør tilstrebes å vurdere sikringstiltak som i minst mulig grad påvirker kantvegetasjonen.

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger som oppstår under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er robusthet og langtidsstabilitet for området øst for sideravinen i område K (beregningssnitt BH002, BH001 og BH010) og krav om absolutt sikkerhet vest for område K (beregningssnitt BH003, BH004 og BH005) iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### Geotekniske tiltak

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

Det er ulike geotekniske løsninger vurdert og anbefalt for område A. Anbefalte løsninger med topografiske tiltak (støttefylling og avlastning) i Figur 14-68 er vurdert som de mest hensiktsmessige med tanke på bevaring av kantvegetasjon, kostnad og gjennomførbarhet. Mer av kantvegetasjonen bevares dersom man i størst mulig grad utfører en avlastning i skråningstopp, fremfor bruk av støttefyllinger i bunn av skråningen.

- **«H-A-001» Terrengarrondering/avlastning skråningskant Jomfrudammen:**

Avlastning av skråningstopp vurderes som det mest gunstige alternativet for den delen av skråningen der det kun kreves robusthet og langtidsstabilitet. Det vil gi best effekt å fjerne den ytterste delen mot skråningstoppen og det er antakeligvis tykkere tørrskorpe der enn lengre bak i skråningen, som er gunstig for å hindre eventuell omrøring av sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire. Det antas at strømningsforholdene i skråningen forblir uendret av inngrepet. Det antas et behov for å avlaste skråningskanten hele veien bort til avdekket berg i dagens like nord for eksisterende høyspentlinjer.

- **«H-A-002» Støttefylling Jomfrudammen:**

Vest i område A kommer tiltaket (ny Sarpsbru) tettere på skråningstoppen, og det er derfor strengere krav til sikkerhet (absolutt sikkerhet). Støttefylling av kvalitetsmasser (stein) er foreslått som sikringstiltak, og etableres på land i bunn av skråningen ned mot Jomfrudammen. Under flomsituasjoner må det forventes at deler av støttefyllingen vil bli liggende under vann, og dette er noe som må hensyntas i det videre arbeidet. Grunnet lengre glideflater og bløtt topplag i bunn av skråningen blir bredden til støttefyllingen relativt stor (≈ 40 m) basert på foreliggende grunnlag.



Figur 14-68: Område A omringet i rødt med anbefalte sikringstiltak i grønt. Avlastning langs elven og støttefylling nedenfor ny Nordbyvei.



### Tilkomst, utlegging og utførelse

Det anbefales først at man får bedre oversikt over grunnforholdene og at det gjøres videre vurderinger i detaljprosjekteringen, før arbeidene igangsettes. Grunnet begrenset kjennskap til grunnforholdene og forekomster av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire, bør det utøves forsiktighet ved utførelse av avlastingstiltaket, slik at man unngår eventuell omrøring og forstyrrelse av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire. Avlastingen må også utføres slik at stabiliteten ikke midlertidig forverres og massene må føres bort på en hensiktsmessig måte. Det vurderes å stedvis være behov for forsiktig graving.

Utlegging av støttefyllingen vil trolig måtte bestå av flere ranker eller raster med angitt konsolideringstid (liggetid/ventetid) og med spesifiserte mektigheter og utstrekninger i en trinnvis prosess. Fremdriften til utlegging og etablering av støttefyllingen er sterkt avhengig av eventuelle poretrykksoppbygginger ved oppfylling på leire. For å sikre dette, må det være etablert et omfattende måleprogram med tilstrekkelig instrumentering på plass god tid i forveien.

Det kan bli aktuelt med tilkomst både fra Grøte-bru og evt. jordbruksavkjørselen. Foreløpige vurderinger rundt anleggsgjennomføringen er presentert i eget notat [33].

### **Faser og rekkefølger**

Det legges opp til at stabiliteten hele tiden forbedres i forhold til dagens situasjon og det anbefales derfor først å utføre sikringstiltakene i område A, før andre sikringstiltak etableres. Støttefylling bør etableres før avlastingen langs skråningskanten gjennomføres. Det anbefales avlasting/terrengarronding både innenfor og utenfor influensområdet til tiltaket i en tidlig/forberedende fase, og for anleggsaktiviteter oppe på Hafslund-området som kan forverre stabiliteten, vil det kunne bli krav om at sikringstiltak utføres før igangsetting.

### **Usikkerhet og risiko**

#### HA-01 – Område A – Omfang sikringstiltak

Det er begrenset med grunnundersøkelser og grunnlag for å vurdere behov og omfang sikringstiltak i område A. Det er store lokale variasjoner i grunnforholdene i området og omfang sikringstiltak forventes å kunne reduseres dersom man utfører mer grunnundersøkelser.

En konsekvens av begrenset grunnlag er at omfanget sikringstiltak kan være noe overdimensjonert i denne fasen, som medfører større kostnader og mer omfattende arbeider.

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser (spesielt i bunn av skråningen og i selve skråningen) for å gi et bedre grunnlag for valg av materialparametere slik at det kan gjøres mer realistiske vurderinger og beregninger av skråningsstabiliteten. Lengst nordøst finnes det ingen grunnundersøkelser, og det må derfor også utføres grunnundersøkelser på topp av skråningen. Grunnundersøkelsene vil kunne ha mye å si for omfang av tiltak langs elveskråningen, og vil kunne være med på å avgrense evt. sideveis utbredelse av evt. skred/utglidning.

#### HA-02 – Område A – Erosjon

Det understrekes at det er lokale grøfter og skråninger i tilknytning til gamle vannledninger og rør som viser noe erosjon. Det er usikkerheter knyttet til tilstand på eksisterende ledning, samt hvordan evt. erosjonspotensialet endres over tid, samt hvilken påvirkning ny Sarpsbru med tilhørende veisystemer vil ha.



Evt. erosjon vil kreve sikringstiltak utover avlastning av skråningstopp som kan medføre tilleggskostnader. Dersom erosjon ikke blir godt nok ivarettatt, kan det få konsekvenser slik som utglidninger og ras.

For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket.

#### HA-03 – Område A – Konesjonssøknad for støttefylling i/ved Jomfrudammen

Støttefyllingen vil kunne ligge delvis ute i Jomfrudammen i perioder med høyere vannstand eller flomsituasjoner. Det er usikkerheter knyttet til behov/krav om konesjonssøknad.

Konesjonssøknaden kan mulig kreve lang behandlingstid og i verste fall er det forhold som gjør at søknaden ikke blir godkjent. Dette anses å kunne få konsekvenser for fremdrift og kostnad, og evt. må det vurderes andre mulige tiltak.

Det vil være viktig å komme i gang tidlig med å utarbeide grunnlag for å søke om konesjon. I den forbindelse bør det legges opp til gjennomføring av supplerende undersøkelser på land og evt. ute i Jomfrudammen. Samtidig bør det vurderes hva som eventuelt kan være alternative sikringstiltak. Dette arbeidet bør også basere seg på et mer omfattende undersøkelsesprogram. For å korte ned på behandlingstid kan det være en fordel å involvere NVE så tidlig som mulig i prosessen.

#### HA-04 – Område A – Utlegging av støttefylling i/ved Jomfrudammen

Det er usikkerheter knyttet til utlegging av tunge steinmaterialer på eksisterende antatt bløtt topplag. Det er blant annet usikkerhet knyttet til poretrykksoppbygging i forbindelse med økt belastning fra fyllingen og til i hvilken grad eksisterende masser blir fortrenget. Det kan i tillegg være utfordrende å arbeide med fyllingen like ved elva/dammen, spesielt i perioder med høy vannføring.

Utlegging kan føre til uønsket massefortrengning og/eller poretrykksoppbygging og midlertidig redusere stabiliteten. Uforsiktig utlegging kan i verste fall være årsak til områdeskred. For denne planfasen er det en viss risiko for at det må gjøres endringer på det foreslåtte tiltaket i form av endret omfang eller endret metode. Dette påvirker nøyaktigheten på vurderte mengder og kan ha påvirkning på hvor lang tid man trenger på å etablere fyllingen.

Det bør i den videre prosjektering gjøres detaljerte undersøkelser for å kartlegge forhold og finne frem til beste fremgangsmåte. Dette omfatter blant annet supplerende undersøkelser på land og evt. ute i Jomfrudammen. Det er også anbefalt å undersøke mulighet for utlegging av prøvefylling.

Etablering av støttefyllingen må trolig utføres i perioder med lav vannføring og normalvannstand.

#### HA-05 – Område A – Avlastning/terrengarrondering og kantvegetasjon

For skråningen østover i område A er robustheten og langtidsstabiliteten for lav, og det må derfor sørges for at skråningen sikres med avlastning av skråningstopp. Det er usikkerheter knyttet til avgrensningen av evt. sideveis utbredelse av evt. skred/utglidning. I tillegg er det vegetasjon av høy verdi langs vassdraget.

Dersom avlastning ikke er tilstrekkelig som sikringstiltak basert på nye grunnundersøkelser etc., kan det resultere i at man må kombinere avlastning med f.eks. støttefylling i bunn av skråningen. Det er da konsekvenser for at støttefylling vil påvirke vegetasjonsbeltet med høy verdi.

Det vil være viktig å komme i gang tidlig med gjennomføring av supplerende grunnundersøkelser på land og evt. ute i Jomfrudammen/Nipa, for å kunne vurdere i detalj behov og omfang sikringstiltak.

### **Anleggsteknikk**

Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen, og det må vurderes nærmere hvordan tilkomst, transport, lossing og utlegging skal utføres.

Det skal hele tiden sørges for at arbeidet utføres i en rekkefølge som sikrer kontinuerlig økt stabilitet. Det må legges føringer som sikrer at det ikke forekommer for store belastninger av ytterkant/skråningstopp, ved at man f.eks. benytter langgraver med lang arm i forbindelse med avlastingen. For tilkomst til området må det påregnes behov for å etablere forsterkede anleggsveier.

I forbindelse med etablering av støttefylling og avlastning kan det bli aktuelt med en trinnvis utførelse. Det må påregnes god tid ettersom dette er arbeider som omfatter utfylling ute i/ved vassdrag, og det kan bli behov for hydrologiske analyser og vurderinger rundt endringer i elvetvernsnitt, vannstrømning, vannhastigheter ol., samt vurderinger av erosjonssikring.

Det bør påregnes generelt strenge krav til kontroll, oppfølging og dokumentasjon.

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at utleggingen av støttefyllingen og stabiliteten i skråningene ned mot Jomfrudammen/Nipa overvåkes kontinuerlig. I forbindelse med etablering av støttefyllingen på det bløtere topplaget ned mot Jomfrudammen/Nipa, blir det behov for poretryksmålere for å ha kontroll på evt. poretryksoppbygging i leirelagene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil ha mye å si for hvor mektige ranker som kan etableres, hvor lang liggetid man må påregne, og dermed også hvordan fremdriften blir.

I skråninger innenfor influensområdet til ny Sarpsbru anbefales det installasjon av inklinometere for å overvåke eventuelle deformasjoner. Det er behov for målinger som strekker seg ned til og et stykke under aktuelle glideflater. Lokasjon for målere bør vurderes grundig for på best mulig måte å kunne fange opp til dels sammensatte bevegelser/årsaker. Utlegging av støttefyllingen kan medføre tilleggsdeformasjoner.

Det anbefales å også etablere måleprogram med instrumentering i skråninger utenfor influensområdet til ny Sarpsbru, spesielt mtp. problemstillinger rundt sideveis utbredelse for skred som kan forplante seg bort og ramme tiltaket.

### **Alternative løsninger**

For avlastingstiltaket, «H-A-001», er det også vurdert planering (kombinasjon av støttefylling/avlastning) av skråningen vist med rødt og gult i Figur 14-66. Med planering trengs mindre avlastning, men det ville imidlertid ha hatt negativ innvirkning på kantvegetasjonen langs Jomfrudammen, ettersom man ville etablert støttefylling i bunn av skråning. Det er i denne fasen ikke vurdert at det er nødvendig med støttefylling i det gule området i Figur 14-66, men grunnet usikkerheter i grunnforhold er området/arealet likevel anbefalt regulert med i reguleringsplanen.

Istedenfor støttefyllingstiltaket «H-A-002» har det blitt vurdert et større omfang av sikringstiltak ved område B. Disse inkluderer en videreføring av den pelede betongplaten «H-B-002» og grunnforsterkning. Disse alternativene fremstår imidlertid som mindre egnede løsninger grunnet blant annet kompleksitet og kostnader. Det ble i tidligere fase vurdert både grunnforsterkning i bunn av skråningen og i selve skråningen, men dette er vurdert som utfordrende mtp. mulig reduksjon av sikkerhet under installasjon av KS-peler eller jetpeler, samt at dette vil være fordyrende løsninger. I tillegg er skråningen ned mot Jomfrudammen brattere enn hva f.eks. kalksementpeleriggene kan



håndtere. Ut over dette er det også usikkerheter knyttet til f.eks. effekten av kalksementstabilisering i de stedlige grunnforholdene.

Kantvegetasjonen i bunn av skråningen ned mot Jomfrudammen/Nipa har høy KU-verdi, slik at det er ønskelig å unngå sikringstiltak i bunn av skråningen i vegetasjonsbeltet mot vassdraget. Det er derfor lagt til grunn avlastning av skråningstopp i denne fasen. I etterkant av revisjon 00 har det blitt kartlagt to hule eiker i selve skråningen ned mot Jomfrudammen. Det antas at disse har rotsoner som strekker seg en del meter rundt trærne, og et smalt belte med avlastning kan bli berørt dersom disse treene skal bevares. Teoretisk kan det være mulig å utføre noe støttefylling, men dette må vurderes nærmere i neste fase.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. I tillegg anbefales det å planlegge for et feltforsøk med prøvefylling for å dokumentere gjennomførbarhet, og det anbefales da at det er etablert måleprogram med instrumentering. Stabiliteten kan forverres ved en eventuell prøvefylling og må således planlegges nøye og utføres etter anvisning fra prosjekterende. Hensikten med prøvefylling vil være å få mer grunnlag for planlegging av anleggsgjennomføring med tanke på metodikk og fremdrift.

Det anbefales at det utføres hydrologiske analyser dersom støttefylling i Jomfrudammen/Nipa blir det endelige sikringstiltaket, og det blir behov for detaljering av erosjonssikring. Eventuell planlegging og koordinering av konsesjonsprosessen vil også være avgjørende for fremdriften, og det anbefales at man kommer i gang så tidlig som mulig med denne prosessen.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

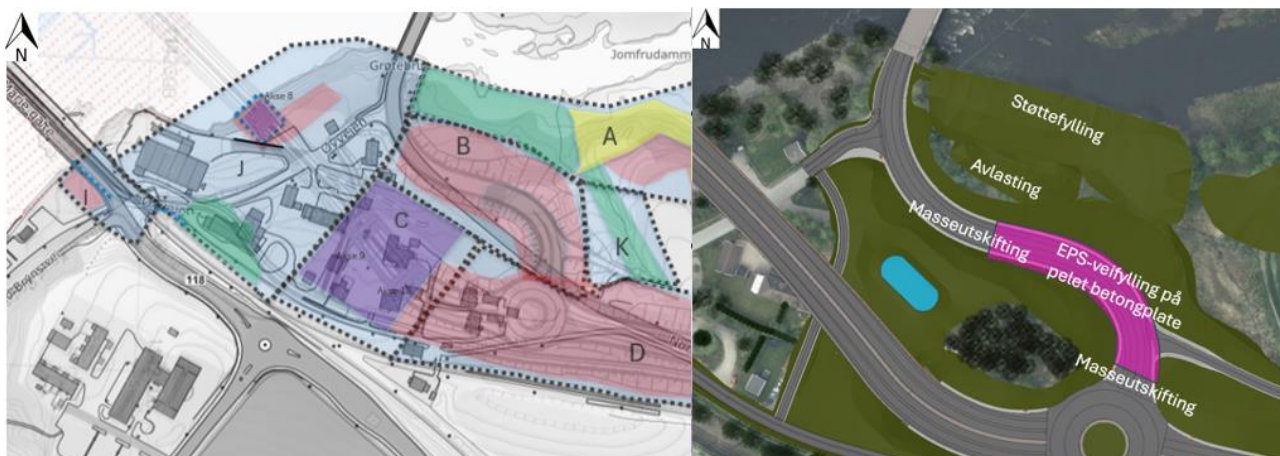
## 14.4.2 Område B

### **Innledning**

Område B omfatter området og skråningen mellom dagens Nordbyvei og ned mot Jomfrudammen/Nipa nedenfor akse 9 og 10 til ny Sarpsbru. Tiltaket i området inkluderer sikring av nye fundamenter i akse 9 og 10, og nye veifyllinger for Nordbyvei. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlastning/masseutskifting, pelet betongplate og lette veifyllinger, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

### Områdeavgrensning

Område B ligger sør for Jomfrudammen og område A, og strekker seg til sideravinen i område K. Området omfatter nedre del av Nordbyveien sør for Grøte-brua og blir avgrenset av område J i vest, området for akse 9 og 10 i område C i sørvest, og ny planlagt rundkjøring vest i område D. Se Figur 14-69.



Figur 14-69: Område B med anbefalte sikringstiltak.

### Terrengbeskrivelse

Terrenget i område B varierer fra ca. kote +32 til ca. kote +38 mot sørøst av avgrenset område. Skråningen varierer i bratthet og bukker seg stedvis sørover. Skråningene fortsetter fra område A og stiger jevnt videre sørover gjennom område B. Dagens Nordbyvei ligger på fylling som gradvis øker i mektighet videre sørøstover mot Hafslundjordet.

### Grunnforhold

Utførte grunnundersøkelser viser tørrskorpeleire over siltig/sandig leire. Sørøst i område B er det påvist sprøbruddsmateriale og/eller kvikkleire i punkt SB-2015 fra 7 til 13 meter under terreng. Det er utført lite bergkontrollboringer i området, men én totalsondering i forbindelse med InterCity-prosjektet viser at berg ligger ca. 42 meter under terreng sentralt ved foreslåtte sikringstiltak med pelet betongplate. Sørover fra denne boringen er bergnivået enda dypere. Nordvest i område B viser totalsonderinger dybder til berg ca. 25 – 29 m under terreng. Det er varierende grunnlag i område B, og det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser, spesielt i bunn av skråningen ned mot Jomfrudammen.

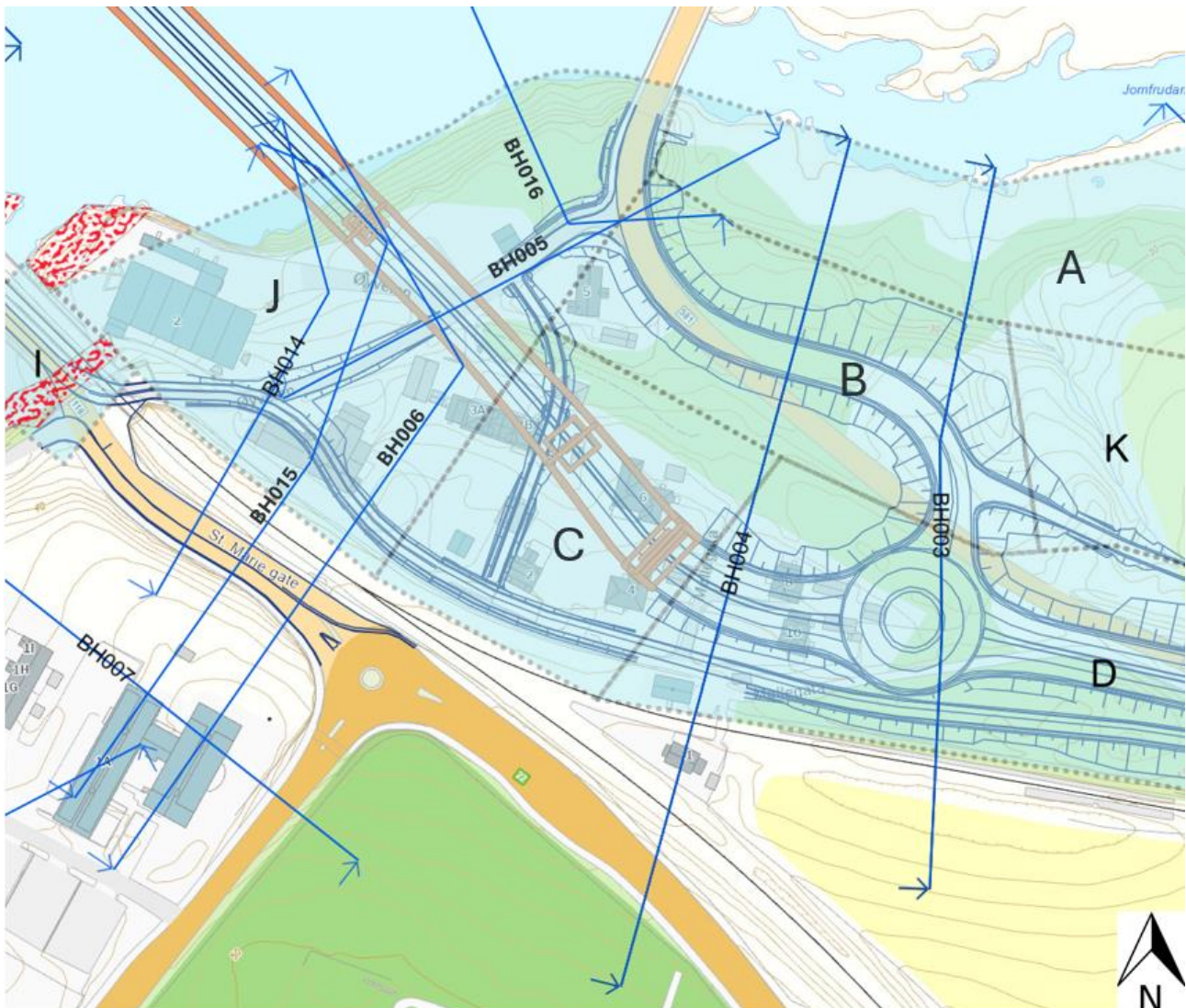
## Problemstillinger

### Dagens stabilitet

For område B viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet, iht. krav til absolutt sikkerhet gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru har influens på skråningen i område B, da ny Nordbyvei ligger nær skråningstopp og påvirker stabiliteten negativt. Det er vurdert at tiltaket vil utgjøre en forverring i endelig fase. Det stilles derfor krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. NVE-veileder 1/2019 og N200 for glideflater som berører tiltaket. Utførte stabilitetsberegninger i snitt BH003 og BH004 viser anstrengt stabilitet i dagens situasjon. Det er i beregninger for endelig situasjon vist at det er behov for omfattende sikringstiltak for å tilfredsstille nødvendige sikkerhetskrav. Beregningssnittene er vist i Figur 14-70.



Figur 14-70: Plantegning som viser beregningssnitt BH003 og BH004 i område B.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

I området kommer veifylling for ny Nordbyvei delvis i skråningen som vil redusere stabiliteten betraktelig. Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivarettatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet i beregningssnittene BH003 og BH004 iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### Geotekniske tiltak

#### *Beskrivelse av anbefalte løsninger*

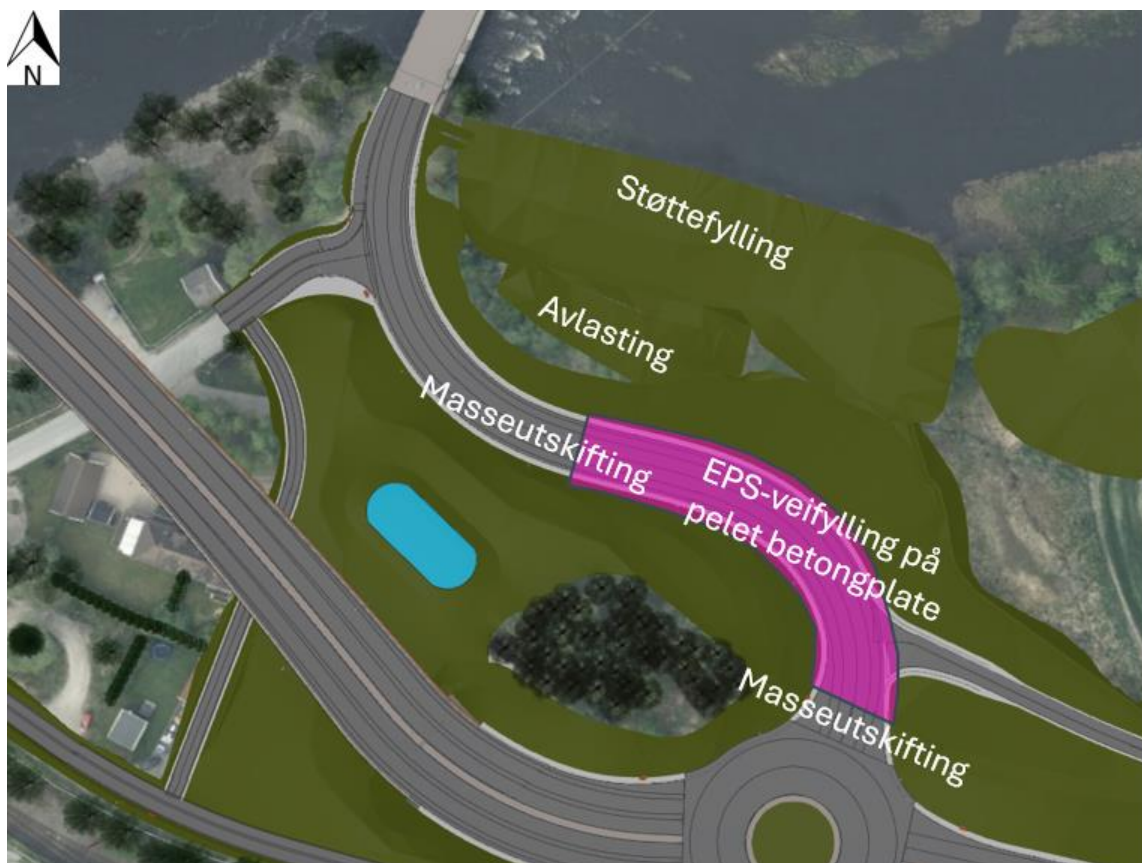
Det er ulike geotekniske løsninger vurdert og anbefalt for område B. Anbefalte løsninger er vurdert som de mest hensiktsmessige med tanke på stabiliserende effekt, kostnad og gjennomførbarhet. For å sikre tilstrekkelig stabilitet er det vurdert behov for at nye veifyllinger bygges opp av lette masser, fortrinnsvis EPS, for å redusere belastning på terrenget.

- **«H-B-001» Avlastning skråning mellom Nordbyveien og Jomfrudammen**

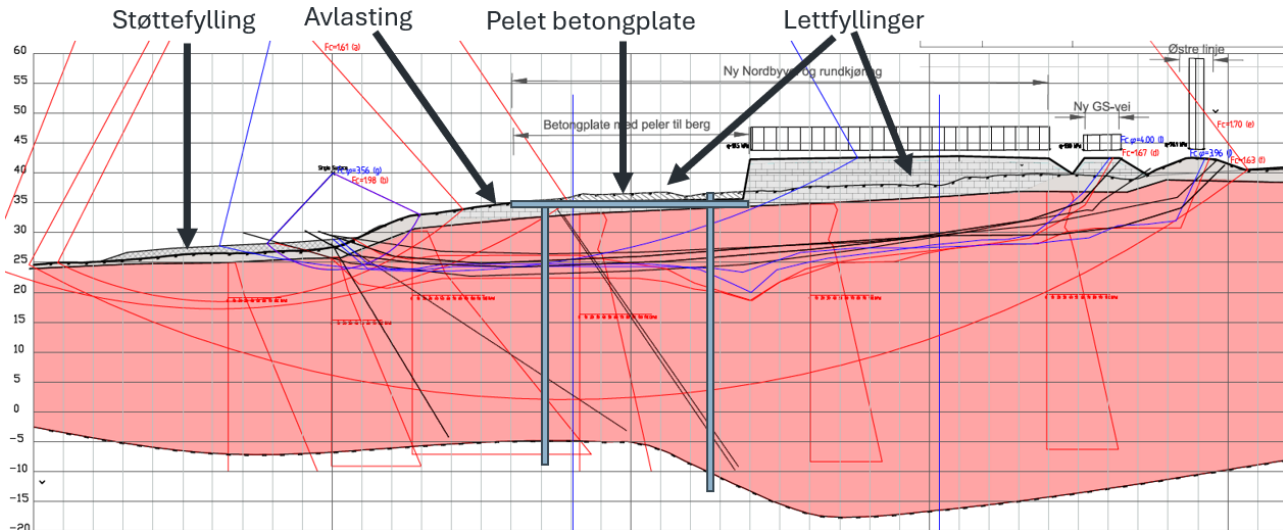
I område B må det legges opp til at stabiliteten forbedres i forhold til dagens situasjon, og skråningen her er innenfor influensområdet til tiltaket. I dette området er det planlagt avlastning og masseutskifting med EPS (lette masser). Avlastningen av terrenget i dette område krever at det i forkant er etablert en omlagt Nordbyvei hvor trafikken må gå i anleggsfasen. Avlastning utføres i sammenheng med og fortrinnsvis i etterkant av etablering av støttefyllingen i område A.

- **«H-B-002» Pelet betongplate under veifylling Nordbyveien**

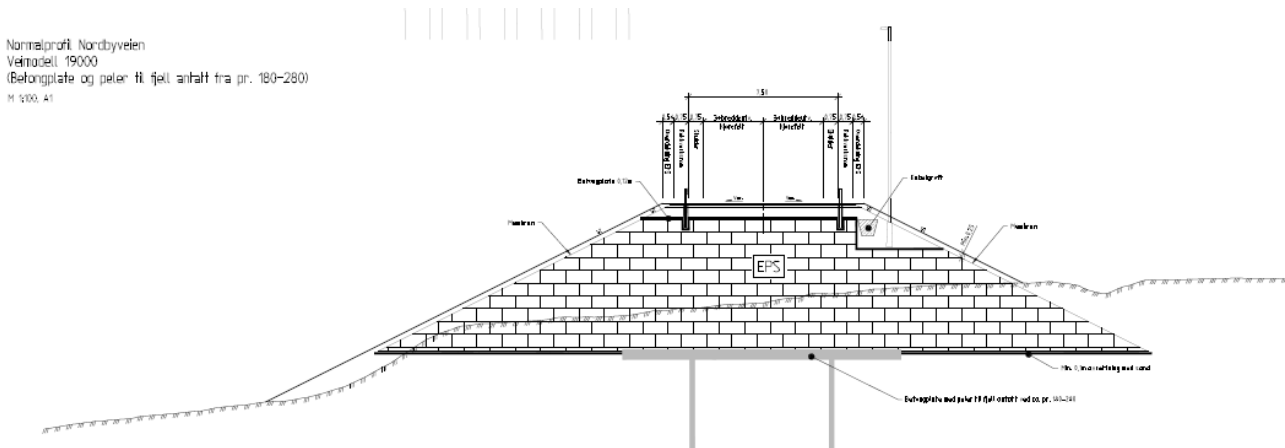
I tillegg til avlastning vil det for deler av ny veifylling være behov for etablering av pelet betongplate iht. Figur 14-71 og Figur 14-72. Pelet betongplate med stålkjernepeler til berg etableres for å forhindre økt belastning på terreng. Se normalprofil i Figur 14-73. Det vises også til avsnitt 13.4.



Figur 14-71: Utklipp fra modell som viser anbefalte sikringstiltak.



Figur 14-72: Skisse som viser de anbefalte geotekniske sikringstiltakene.



Figur 14-73: Utklipp av normalprofil for Nordbyveien (EPS-veifylling) på pelet betongplate til berg.

Tilkomst og utførelse

Sikringstiltak i område B krever omlegging av trafikken på Nordbyveien, og det vises til notat for anleggsgjennomføring for innledende faseplaner [33]. Installasjon av peler må utføres på en skånsom måte med boreutstyr og prosedyrer tilpasset problemstillingen. Det er påvist sprøbruddsmaterialer og/eller kvikkleire i stor mektighet ved planlagt veitrase, og poretrykksoppbygning vil kunne svekke skråningsstabiliteten.

**Faser og rekkefølger**

For innledende faseplaner vises det til notat for anleggsgjennomføring [33]. Det legges opp til at stabiliteten hele tiden forbedres i forhold til dagens situasjon og derfor forutsettes det at støttefylling i område A etableres før de andre sikringstiltakene i område B. Støttefylling må i utgangspunktet etableres før avlastingen langs skråningskanten gjennomføres. Disse sikringstiltakene vil sannsynligvis utføres i en tidlig fase.

Det er lite bæredyktige løsmasser på toppen av skråningen ned mot Jomfrudammen/Nipa. Etter utført avlasting i H-B-001 kan arbeidene med betongplaten for ny veifylling igangsettes. Det etableres altså en armert betongplate på peler til berg i forkant av at ny veifylling for Nordbyveien etableres. Veifylling etableres med lette masser (EPS) også der veifyllingen ikke ligger på pelet betongplate.



### **Usikkerhet og risiko**

#### HB-01 – Område B – Pelearbeider for betongplate under veifylling

Det skal etableres ny EPS-veifylling på pelet betongplate for å redusere belastning på terreng og for å sikre tilstrekkelig stabilitet.

Generelt er det usikkerheter knyttet til dybder til berg og dermed også nødvendige pelelengder, da flere av de utførte grunnundersøkelsene er avsluttet i løsmasser uten sikker bergpåvisning. Det er også usikkerheter knyttet til om det pågår konsolideringssetninger i undergrunnen der pelet betongplate etableres. Dersom det oppstår setninger i undergrunnen under betongplaten, vil det kunne medføre påhengslaster på pelene. Dette kan medføre en risiko for økte mengder og kostnader for den pelede betongplaten.

Det må påregnes til dels store dybder til berg, slik at kostnaden for pelene kan bli betydelige. Det må påses at terrenget ikke påføres tilleggslast som vil forårsake nye setningsdeformasjoner i undergrunnen. Pelearbeidet kan medføre noe setninger på nærliggende veier, infrastruktur og konstruksjoner, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring og tett kontroll i anleggsfase.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

#### HB-02 – Område B – Lette masser og oppdrift

Ved bruk av EPS-fyllinger og lette masser kan oppdrift skape problemer ved høy vannstand. Deler av masseutskiftingen forventes å være i nærheten til dimensjonerende flomvannstand ved 500-årsflom.

Det er ikke utført beregninger av oppdrift i denne fasen, og senere stabilitetsberegninger basert på et bedre grunnlag vil kunne gi andre behov for avlasting/masseutskifting enn det som er presentert her. Dette kan medføre konsekvenser knyttet til anbefalt løsning og evt. behov for ytterligere sikringstiltak som vil være kostnadsdrivende.

I det videre arbeidet med detaljprosjekteringen må det sikres at tyngden av fyllingen (der den ikke ligger på pelet betongplate) er større enn oppdriften ved maksimal flomvannstand. Tilstrekkelig sikkerhet mot løfting/oppdrift må dokumenteres. Lettfyllinger må sikres mot flom både i anleggsfase og i permanentfase.

#### HB-03 – Område B – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det er usikkerheter knyttet til eksisterende infrastruktur i bakken og evt. behov for omlegging av infrastruktur i forkant av sikringstiltakene. Av eksisterende grunnlag kan det blant annet se ut til å bli behov for omlegging av høyspentkabler i området. Dette vil kunne påvirke anleggsgjennomføringen, og vil da kunne medføre tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

All infrastruktur i bakken må kartlegges i detalj, og det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner som hensyntar anleggsgjennomføringen til ny Sarpsbru.

### **Anleggsteknikk**

Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen. Det vises til anleggsgjennomføringsnotatet for innledende faseplaner [33]. Pelearbeidet kan medføre noe setninger på nærliggende veier, infrastruktur og konstruksjoner, og det må forventes behov for

skånsom gjennomføring og tett kontroll i anleggsfase. Det må påregnes behov for tetting i forbindelse med boring av peler.

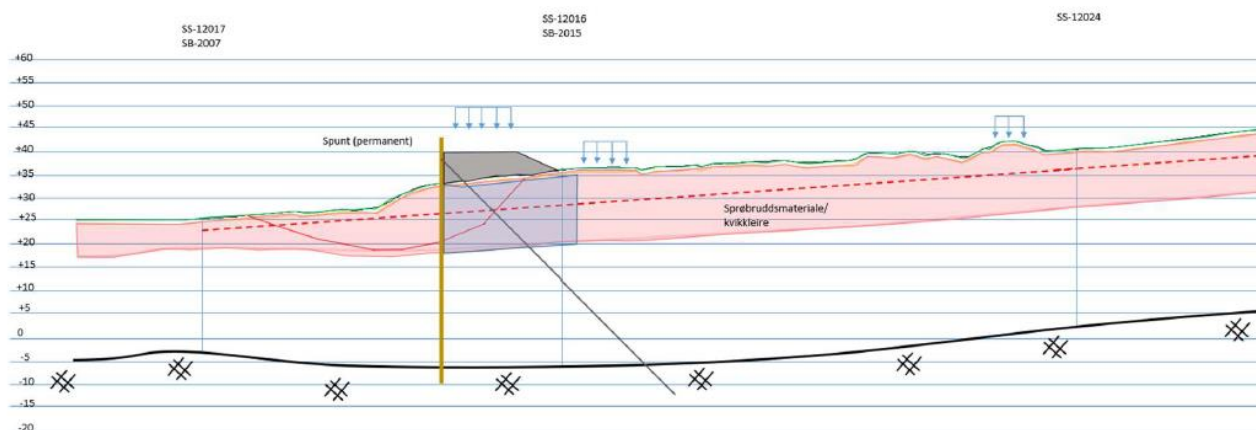
### Måleprogram og instrumentering

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at arbeidene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging osv. i forbindelse med pelearbeidene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil kunne ha mye å si for hvordan fremdriften blir.

I tillegg må det installeres inklinometere i skråningen nedenfor pelet betongplate for å overvåke eventuelle deformasjoner. Det er behov for målinger som strekker seg ned til og et stykke under aktuelle glideflater. Lokasjon for målere bør vurderes grundig for på best mulig måte å kunne fange opp til dels sammensatte bevegelser/årsaker.

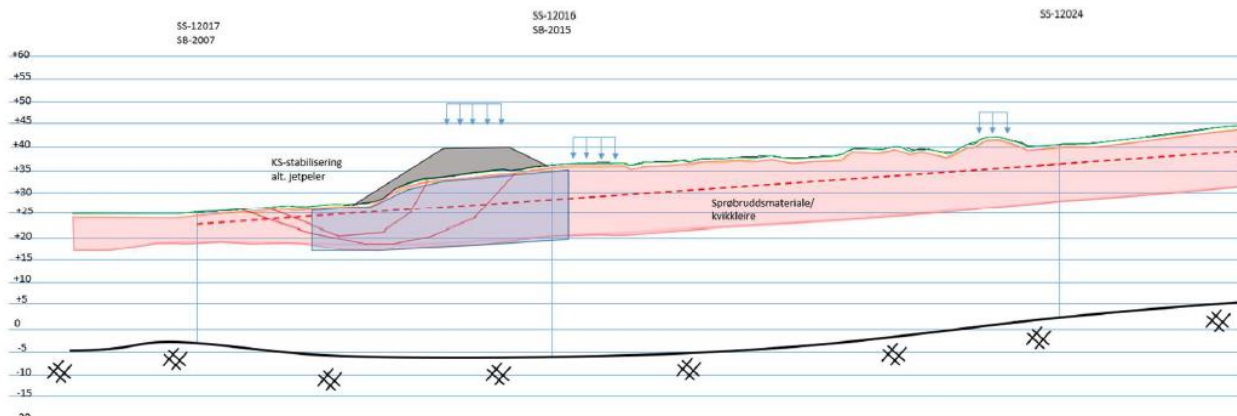
### Alternative løsninger

Det ble i tidligere fase vurdert en permanent støttekonstruksjon (bakforankret spunt) til berg (se Figur 14-74) der veifyllingen til ny Nordbyvei var mest omfattende, men løsningen ble ikke detaljert videre da de innledende vurderingene viste at spunten ville fått svært stor momentbelastning, slik at spunt alene ikke ville vært tilstrekkelig.



Figur 14-74: Tidligere vurdert og forkastet løsning med permanent støttekonstruksjon.

Grunnforsterkning er også vurdert iht. Figur 14-75. Denne løsningen ble vurdert å ikke være egnet basert på utfordringer knyttet til utførelse.



Figur 14-75: Tidligere vurdert og forkastet løsning med grunnforsterkning under ny veifylling.

Det er ikke vurdert alternative tiltak i detalj, men det antas at et alternativ kan være etablering av en mer omfattende støttefylling nede ved Jomfrudammen, selv om dette også vil kunne medføre andre usikkerheter, risikoer og utfordringer knyttet til f.eks. konsesjonssøknader osv.

### Videre arbeider

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales også at det etableres måleprogram med instrumentering.

Det må utføres beregninger og fundamenteringsanalyser av pelet betongplate.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.



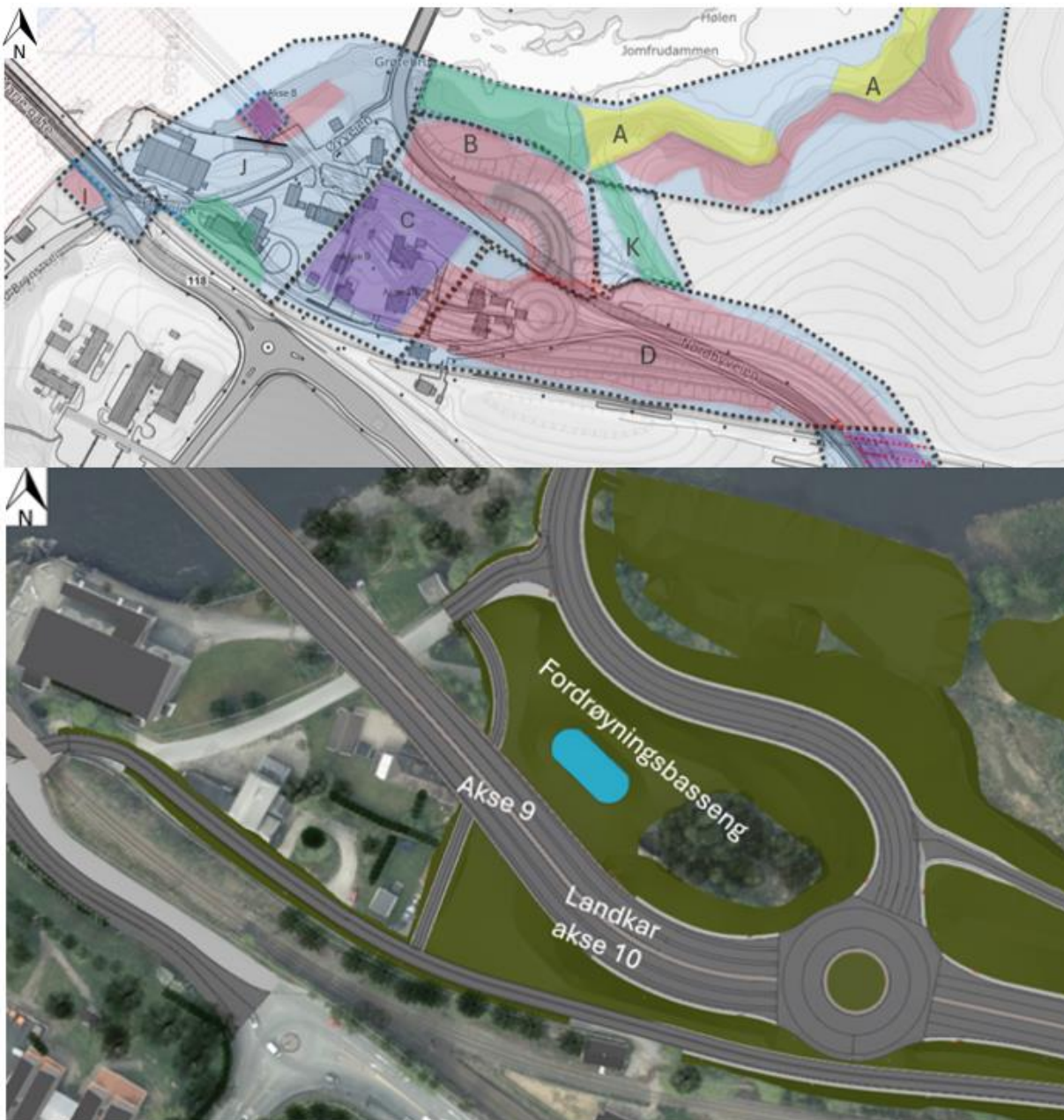
### 14.4.3 Område C

#### Innledning

Område C omfatter området rundt akse 9 og 10 til ny Sarpsbru. Området grenser tett opp mot område J, samt område B i nord og D i øst. Tiltaket i området inkluderer sikring av nytt fundament i akse 9 og landkar i akse 10, og fordrøyningsbasseng. Vurderinger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak for sikring av byggegrop, hovedsakelig grunnforsterkning, for å oppfylle krav til lokalstabilitet i anleggsfasen.

#### Områdeavgrensning

Område C ligger i småhusbebyggelsen mellom Øyveien i nordvest, Nordbyveien i nordøst og Østrelinje i sør. Det er et kvadratisk område på ca. 5 000 m<sup>2</sup>. Det er i dette området landkaret for akse 10 og fundament for akse 9 til brua er planlagt.



Figur 14-76: Område C der bruakse 9, landkar akse 10, og fordrøyningsbasseng er planlagt.

### Terrengbeskrivelse

Terrenget i området heller slakt oppover fra Jomfrudammen og Glomma i retning sør/sørøst. Det er ca. 6 – 7 m høydeforskjell fra laveste punkt på kote ca. + 33/+34 i nord, til høyeste punkt på kote ca. + 40 sør i område C.

### Grunnforhold

Grunnforholdene i området er preget av relativt store dybder til berg og det er store variasjoner innenfor det relativt begrensede området. I øst og i vest er det ca. 27 m til berg, mens det i nord er ca. 34 m til berg, og i sør opptil ca. 49 meter. Det er like vest for området tatt opp flere prøver som viser at det er store mektigheter med kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale i grunnen. En prøveserie i NO-010 påviser sprøbruddmateriale fra 3 m og flere lag med kvikkleire helt ned til 19 m, og fra totalsonderinger indikeres lignende løsmasser i område C. I dybden øker tilsynelatende fastheten i leira.

Det er varierende grunnlag i område C, og det vil være behov for supplerende grunnundersøkelser, spesielt viktig for å få oversikt over dybder til berg i områder hvor det skal peles.

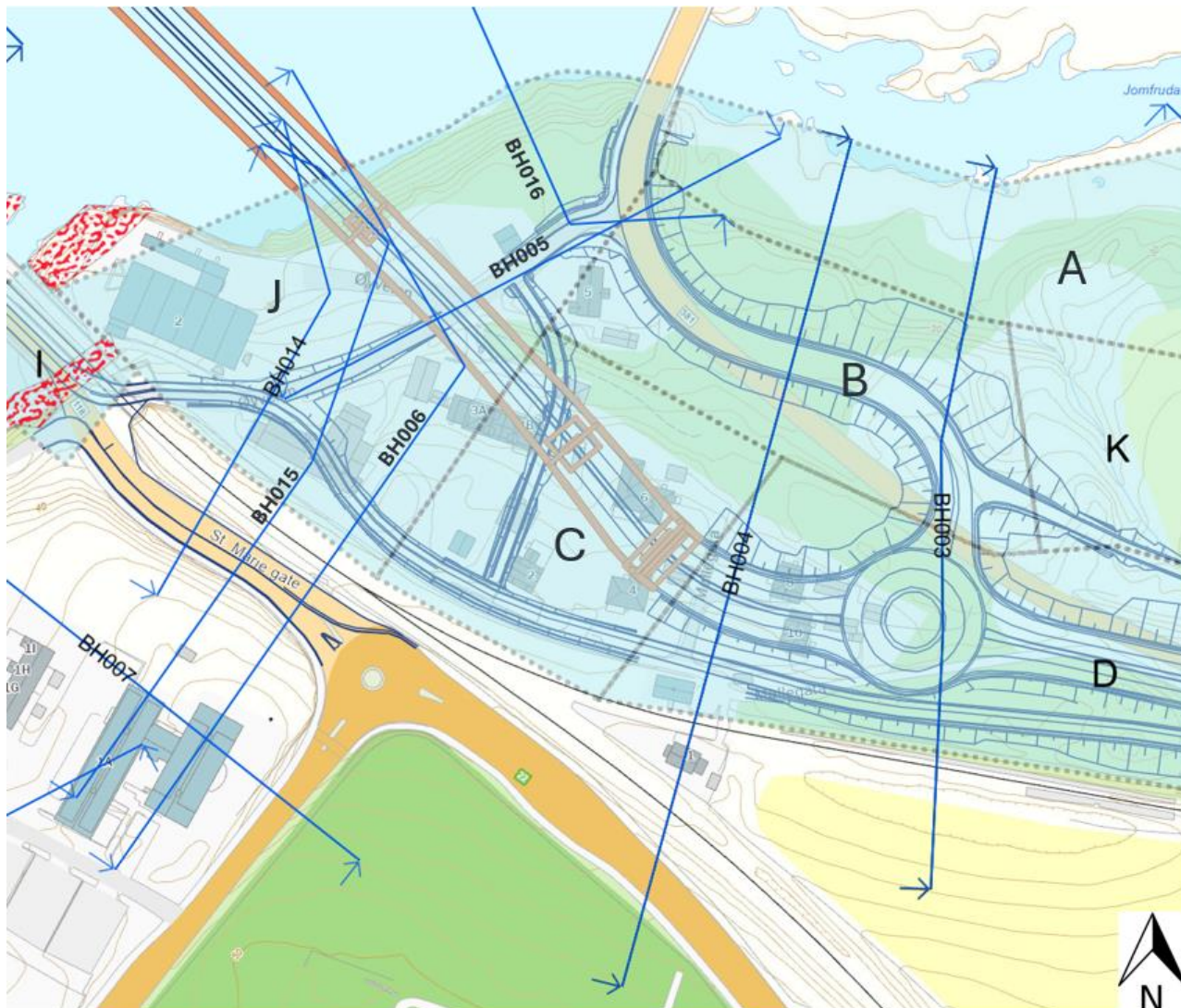
### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

Skråningene ned til Jomfrudammen og Glomma har som nevnt i tidligere avsnitt lav beregningsmessig stabilitet. Område C er utenfor influensområdet til kritiske skråninger, men grunnet kvikkleire og/eller sprøbruddsmaterialer kan det ikke utelukkes at området likevel inngår i løsneområdet. I område C kommer bruakse 9 og landkaret til brua i akse 10. Det er derfor viktig å sikre skråningen med foreslåtte sikringstiltak i område A og B slik at lokale kritiske glideflater har tilstrekkelig stabilitet. Det er antageligvis mektige lag med sprøbruddsmateriale og/eller kvikkleire i området som kan gjøre det utfordrende å grave ut byggegropene for akse 9 og landkaret i akse 10, og det må derfor gjøres stabiliserende tiltak.

#### Beregninger

Det er nevnt i avsnitt 14.4.1 og 14.4.2 at det er utilstrekkelig stabilitet for skråningene i beregningssnittene aktuelle for område C (BH006, BH005 og BH004). Snittene BH004 og BH005 går på hver sin side av området, men det antas likevel at spesielt BH004 er aktuell for vurderinger for stabiliteten for området, se Figur 14-77. Glideflater som når område C, for det mest aktuelle beregningssnittet BH004, har tilstrekkelig sikkerhet i dagens situasjon og vil få enda bedre sikkerhet med foreslåtte sikringstiltak for område A. Det er ikke utført egne beregninger for skråningsstabiliteten med sikringstiltakene anbefalt i område C, da disse vurderes som mindre relevante, og aktuelle glideflater likevel har tilstrekkelig sikkerhet. Brufundamenter i akse 9 og 10 i område C vil heller ikke ha negativ påvirkning på stabiliteten, ettersom fundament og landkar til brua skal graves ned (antatt ca. 3,5 m dypt) og skal stå på spissbærende stålrørspeler til berg. Løsmasser ned til og noe under fundamentdybde er foreslått grunnforsterket for å sikre lokalstabilitet i forbindelse med utgraving ned til fundamenteringsnivå. Behovet for grunnforsterkning er avhengig av hvilke fundamenteringsdybder som blir aktuelle.



Figur 14-77: Plantegning som viser beregningsnitt ved område C. Det bemerkes at beregningsnitt BH006 er flyttet fra opprinnelig plassering.

### Byggegroper

Innenfor område C skal byggegroper for akse 9 og 10 etableres. Akse 9 og 10 etableres under terrengnivå, og det blir behov for utgraving og geotekniske sikringstiltak. Det er tenkt åpen utgraving for byggegroperne i akse 9 og 10, og det antas at disse vil ligge så dypt at man kan få utfordringer med utgraving av løsmasser som blir flytende ved omrøring.

### Fordrøyningsbasseng

Mellom akse 10, ny rundkjøring og ny Nordbyvei, på nordsiden av ny Sarpsbru skal det etableres et fordrøyningsbasseng. Fordrøyningsbassenget er tiltenkt å ha en dybde på 1,5 m og med 1 m dybde for konstant vannspeil. Fordrøyningsbassenget utformes tett og på en slik måte at vann ikke utgjør en fare for EPS-løsningene. Det må gjøres ytterligere vurderinger knyttet til dette slik at grunnvannstanden i skråningene ned mot elvene ikke øker da dette kan ha destabiliserende effekt.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

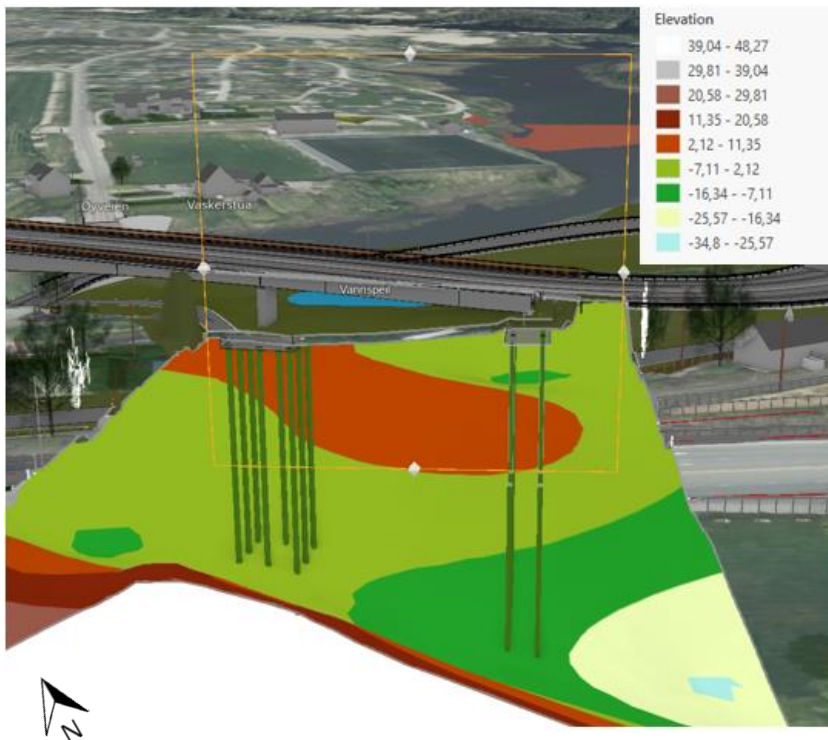
Krav til sikkerhet i brukse 9 og 10 er krav til absolutt sikkerhet iht. SVV-veinormal N200.

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.

### Geotekniske tiltak

For å kunne fundamentere brukse 9 og landkar i akse 10, samt for etablering av fordrøyningsbasseng, må grunnen i området stabiliseres med grunnforsterkning. Figur 14-78 viser fundamenteringsløsningen til brua i område C.



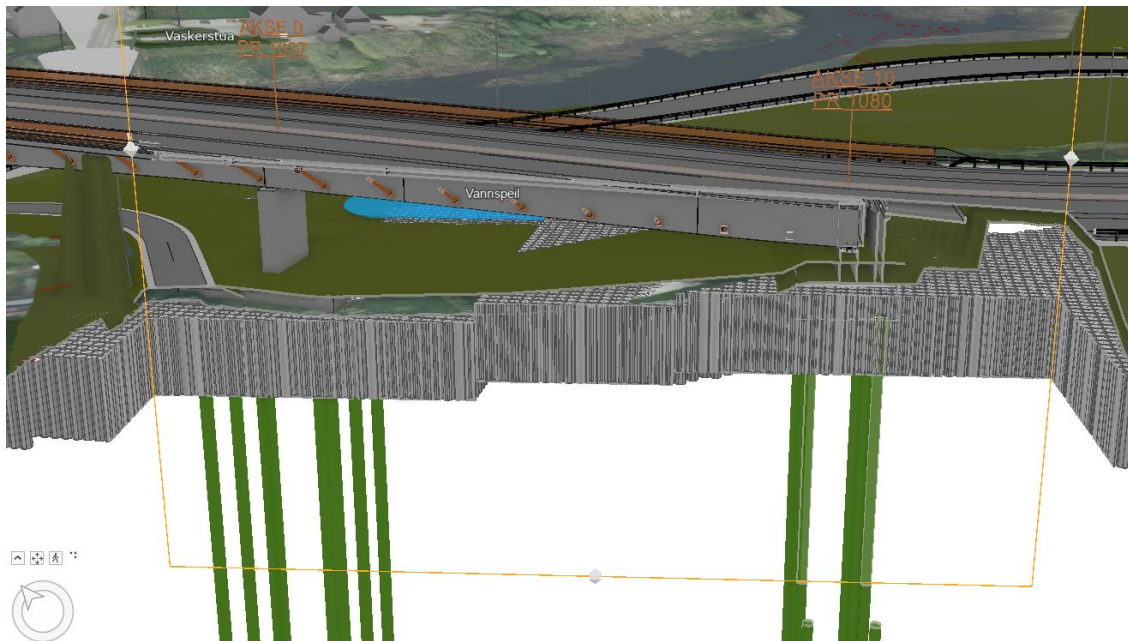
Figur 14-78: Fundamenteringsløsning for akse 9 og landkar i akse 10.

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

- «H-C-001» Grunnforsterkning for fundament i akse 9 og landkar i akse 10:

Grunnet mye sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i området antas det behov for grunnforsterkning i forbindelse med etablering av fundament i akse 9 og landkar i akse 10. Behovet er avhengig av fundamenteringsnivået. Etter at områdene ved aksene er grunnforsterket, er det vurdert som gjennomførbart med åpen utgraving. Dette anses som en gunstigere løsning enn spuntavstivet utgraving med fordyrende støttekonstruksjoner. Grov skisse som viser grunnforsterket område, er vist i Figur 14-79.

Det antas åpen utgraving i akse 9 og 10, og det forventes at utgravingen blir av grunnforsterket materiale. Dette kan gjøre utgravingsarbeidene noe mer omfattende og krevende. Det er usikkerheter knyttet til evt. fundamenteringsdybde, og dermed også usikkerheter knyttet til hvor mye som skal graves. Stabilitet mot jernbanen må også ivaretas, og skal ikke forverres.



Figur 14-79: Grunnforsterkning av området for etablering av byggegroper for fundamenter (grov skisse).

- **«H-C-002» Grunnforsterkning for fordrøyningsbasseng:**

Det anbefales å grunnforsterke området ved fordrøyningsbassenget. Bassenget er planlagt mellom akse 9, 10, ny rundkjøring og ny Nordbyvei. Det planlegges en utgravning for etablering av bassenget og det vurderes derfor hensiktsmessig å forsterke grunnen i området, slik at lokalstabiliteten ivaretas og gravemassene blir håndterbare. Skråningshelning er satt til 1:4.

Tilkomst og utførelse

Det må etableres en anleggsvei for tilkomst til området og eksisterende bebyggelse må fjernes. Det vil trolig bli behov for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken. Eksisterende veier til bebyggelse kan trolig benyttes som anleggsveier, men dette må vurderes i nærmere detalj. For innledende faseplaner og vurderinger rundt omlegging av vei og trafikk, vises det til anleggsgjennomføringsnotatet [33].

**Faser og rekkefølger**

Området må trolig benyttes til omlagt vei i anleggsfasen, slik at etableringen av fordrøyningsbassenget trolig må vente til trafikken er flyttet over på ny Nordbyvei. Det vises til innledende faseplaner i notat for anleggsgjennomføring [33]. Eksisterende infrastruktur i bakken må legges om, og området må grunnforsterkes før utgravning utføres. Sikringstiltak i område A og B må utføres før grunnforsterkningen utføres ettersom arbeid med grunnforsterkning midlertidig kan redusere skråningsstabiliteten grunnet poretrykksoppbygning.

Det må utarbeides detaljerte faseplaner.

**Usikkerhet og risiko**

HC-01 – Område C – Pelearbeider for fundament i akse 9 og landkar i akse 10

Det skal etableres nytt brufundament i akse 9 og nytt landkar i akse 10. Disse fundamentenes på borede spissbærende stålørspeler til berg.



Generelt er det usikkerheter knyttet til dybder til berg og dermed også nødvendige pelelengder, da flere av de utførte grunnundersøkelsene er avsluttet i løsmasser uten sikker bergpåvisning. Det er også usikkerheter knyttet til om det pågår konsolideringssetninger i undergrunnen der fundament/landkar etableres. Dersom det oppstår setninger i undergrunnen under fundament og/eller landkar, vil det kunne medføre påhengslaster på pelene. Dette kan medføre en risiko for økte mengder og kostnader for pelefundamentene.

Det må påregnes til dels store dybder til berg, slik at kostnaden for pelene kan bli betydelige. Det må påses at terrenget ikke påføres tilleggslast som vil forårsake nye setningsdeformasjoner i undergrunnen. Pelearbeidet kan medføre noe setninger på nærliggende veier, jernbane, infrastruktur og konstruksjoner, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring, tett kontroll i anleggsfase og mulig justering av spor etter at arbeidene er utført.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

#### HC-02 – Område C – Grunnforsterkningsteknikker

I forbindelse med sikring og utgraving av byggegrop for fundament i akse 9 og landkar i akse 10, er det behov for å grunnforsterke de stedlige løsmassene.

Det er usikkerheter knyttet til virkningen av f.eks. tradisjonell kalksementstabilisering i område C. Grunnforholdene varierer mye og leiren har lokale forskjeller. Grunnforholdene vurderes som mindre egnet for tradisjonell kalksementstabilisering.

En konsekvens av dette vil være behov for og bruk av fordyrende grunnforsterkningsteknikker som f.eks. wet-mixing eller jetpeler.

Det bør derfor gjøres supplerende innblandingsforsøk og forsøksfelt for å optimalisere innblandingsmengde og -type i området. Det anbefales at det settes i gang arbeider med forsøksfelt, slik at ulike grunnforsterkningsteknikker kan testes.

#### HC-03 – Område C – Stabilitet eksisterende jernbane

Lokalstabilitet mot Østfoldbanen og Østre-linje må ivaretas, og skal ikke forverres. Arbeider med grunnforsterkning, utgraving, pelearbeider, etablering av midlertidig veier i anleggsfasen, samt etablering av anleggsveier og riggområder i nærheten av jernbane kan medføre uforutsette stans i trafikken.

Dette kan påvirke fremdrift og medføre tilleggs kostnader.

Det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner, og at det etableres måleprogram med instrumentering. Det anbefales tett og god dialog med Bane NOR i det videre arbeidet, og behov for sporbrudd (trafikkfrie perioder) må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggs kostnader og påvirket fremdrift.

#### HC-04 – Område C – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det er usikkerheter knyttet til eksisterende infrastruktur i bakken og evt. behov for omlegging av infrastruktur i forkant av sikringstiltakene. Dette vil kunne påvirke anleggsgjennomføringen, og vil da kunne medføre tilleggs kostnader og påvirket fremdrift.

All infrastruktur i bakken må kartlegges i detalj, og det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner som hensyntar anleggsgjennomføringen til ny Sarpsbru.



### **Anleggsteknikk**

Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen. Det vises til anleggsgjennomføringsnotatet for innledende faseplaner [33]. Pelearbeidet kan medføre noe setninger på nærliggende veier, jernbaner, infrastruktur og konstruksjoner, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring, tett kontroll i anleggsfase, og mulig behov for justering av spor etter arbeidene er utført. Det må påregnes behov for tetting i forbindelse med boring av peler.

### **Måleprogram og instrumentering**

Det understrekes at gevinstene med et evt. forsøksfelt vil kunne være store i dette området. Prosjektet ny Sarpsbru er trolig avhengig av grunnforsterkning, og det vil være gode muligheter for at et forsøksfelt kan sørge for at man kommer frem til de beste løsningene.

Det vil også bli behov for måleprogram og instrumentering, samt supplerende grunnundersøkelser.

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at arbeidene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging osv. i forbindelse med pelearbeidene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil kunne ha mye å si for hvordan fremdriften blir.

Det anbefales et måleprogram for overvåkning av bevegelser i grunnen i, og i nærheten av, skråningene både mot Jomfrudammen og mot Glomma oppstrøms Sarpsfossen. Et slikt program bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende veier og jernbaner. Dette blir spesielt aktuelt i område C, i grensesnittet mot område J, og dagens eksisterende jernbane.

### **Alternative løsninger**

Dersom kalksementstabilisering ikke er mulig for foreslåtte løsninger, kan det bli behov for f.eks. jetpeler eller støttekonstruksjoner som er fordyrende.

Alternativet til åpen utgraving med graveskråninger er byggegrop med støttekonstruksjoner (spunt), som er fordyrende.

Tilbakefyllingsmassene er antatt å være kvalitetsmasser av stein, men det kan også være aktuelt med tilbakefyllingsmasser av lette masser rundt fundament/søyle i akse 9 og landkar i akse 10.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det anbefales forsøksfelt med ulike grunnforsterkningsteknikker.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

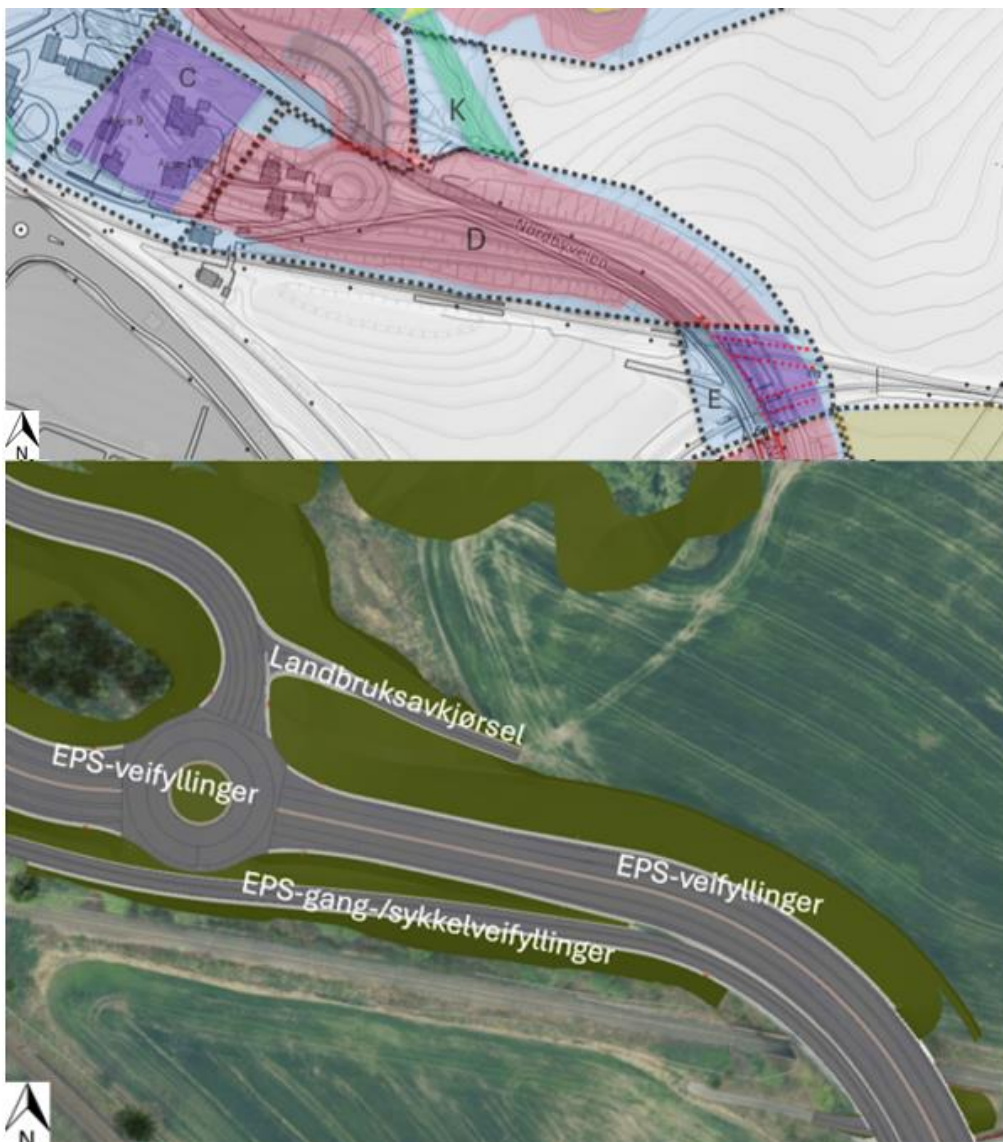
#### 14.4.4 Område D

##### *Innledning*

Område D omfatter området mellom dagens Østre-linje i sør, område C i vest, område B og K i nord, og område E i sørøst. Området omfatter store deler av dagens eksisterende Nordbyvei opp til Hafslundjordet og krysning over jernbanesporene. Tiltaket i området inkluderer sikring av nye veifyllinger og rundkjøring for ny fv.118, samt ny gang-/ og sykkelvei. Tiltakene i området er utenfor influensområdet til kritisk del av skråning nede ved Jomfrudammen, men ettersom terrenget heller videre oppover fra øvre del av kritisk skråning til område D, kan det ikke utelukkes at skred kan initieres progressivt. Vurderinger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlastning/masseutskifting og lette fyllinger, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

##### *Områdeavgrensning*

Område D strekker seg videre østover fra område C til den treffer eksisterende Nordbyvei og den nordligste jernbanekulverten. Bredden på området er gitt av utstrekningen av planlagt rundkjøring og veifylling.



Figur 14-80: Område D med anbefalte sikringstiltak.

### Terrengbeskrivelse

Terrengnet heller slakt oppover mot sørøst. Laveste punkt er nordvest i området på kote ca. +38, mens høyeste punkt er i sørøst oppå eksisterende veifylling på kote ca. +50. Eksisterende veifylling er stedvis høy og inntil 5 m ved jernbanekulvertene. Nord for Norbyveien er det en landbruksavkjørsel til Hafslundjordet. Ved avkjøringen er det et område som tidligere har blitt ukontrollert oppfylt med masser av hageavfall og fyllmasser (hagedeponi) som antatt vil ha hatt en negativ effekt på stabiliteten ned mot Jomfrudammen.



Figur 14-81: Haugen med deponerte masser (hageavfall og fyllmasser) til høyre i bildene lagt oppå sideravinen som fører ned mot Jomfrudammen. Foto: Multiconsult.



Figur 14-82: Fyllingen med hageavfall/fyllmasser sett mot sørvest. Foto: Multiconsult.

### Grunnforhold

Det er også i dette området store variasjoner i dybder til berg. I totalsondering SB-2020 ved planlagt rundkjøring er det boret 58 m uten at berg er påtruffet. Ca. 60 meter vest for denne sonderingen er det utført en totalsondering som indikerer berg 65,9 meter under terreng. Østover blir det grunnere til berg og ved jernbanekulvertene helt i sørøstre del av området er det ca. 7 – 15 m til berg. Det er påvist kvikkleire og/eller sprøbruddsmaterialer i området, og det indikeres av totalsonderinger at det kan være store mektigheter med kvikkleire/sprøbruddmateriale i stor utstrekning.

### **Problemstillinger**

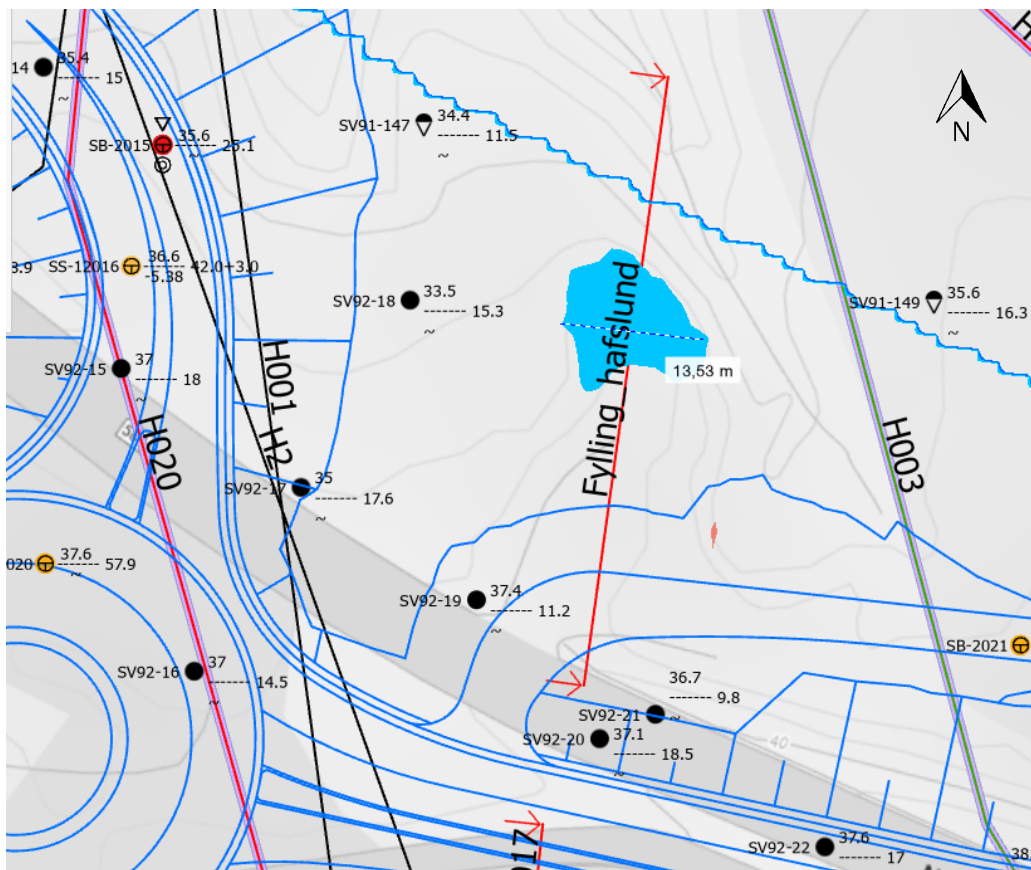
#### Dagens stabilitet

Det er utført CPTU-er som indikerer lav styrke i leiren i området. Tiltakene i området er utenfor influensområdet til kritisk del av skråning ved Jomfrudammen, men ettersom terrenget heller videre oppover fra øvre del av kritisk skråning til område D, kan det ikke utelukkes at skred kan initieres progressivt. Nye fyllinger (både vei og gang-/ og sykkelvei) bør derfor bestå av EPS for å ikke forverre stabiliteten ved høy belastning av skråningen.

Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200 for glideflater som berører tiltaket.

#### Tidligere hagedeponi av hageavfall og fyllmasser

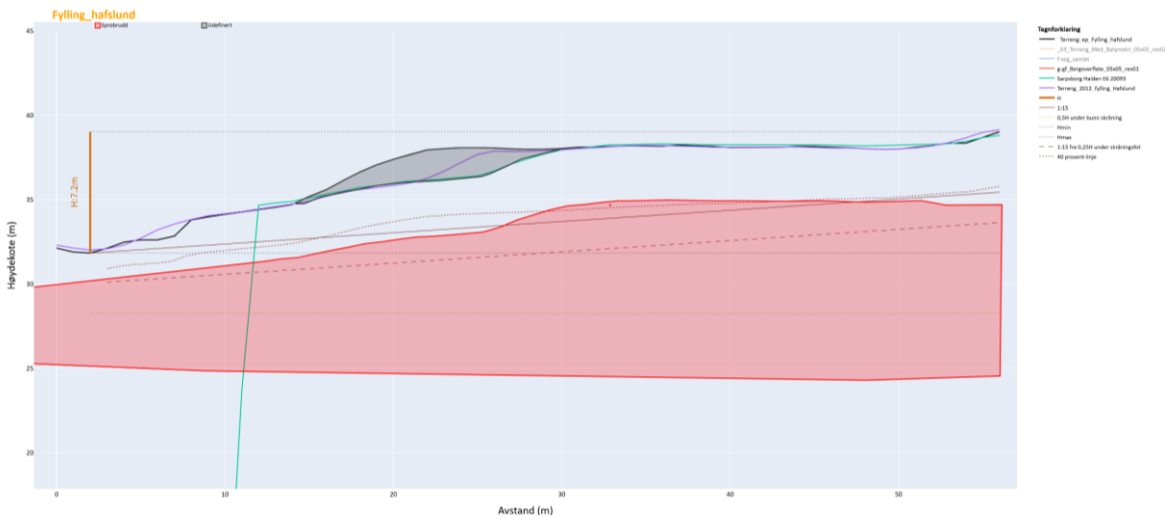
Raster-analyser gjør det mulig å sammenligne terrengmodeller og i Figur 14-83 er omrisset av fyllingen til hagedeponiet illustrert i blått. Omrisset er ca. 13,5 m i diameter og viser områder som er større enn 1 m forskjell på terrengmodellene fra år 2009 og år 2023. Stedvis er det opptil 2 m forskjell.



Figur 14-83: Plantegning som viser tidligere fylling/hagedeponi på Hafslund.



Figur 14-84 viser terrengsnitt ved fyllingen, og man kan se forskjellen i terrengmodellene vist med streker i ulike farger. Fyllingen er markert med grått polygon i figuren.

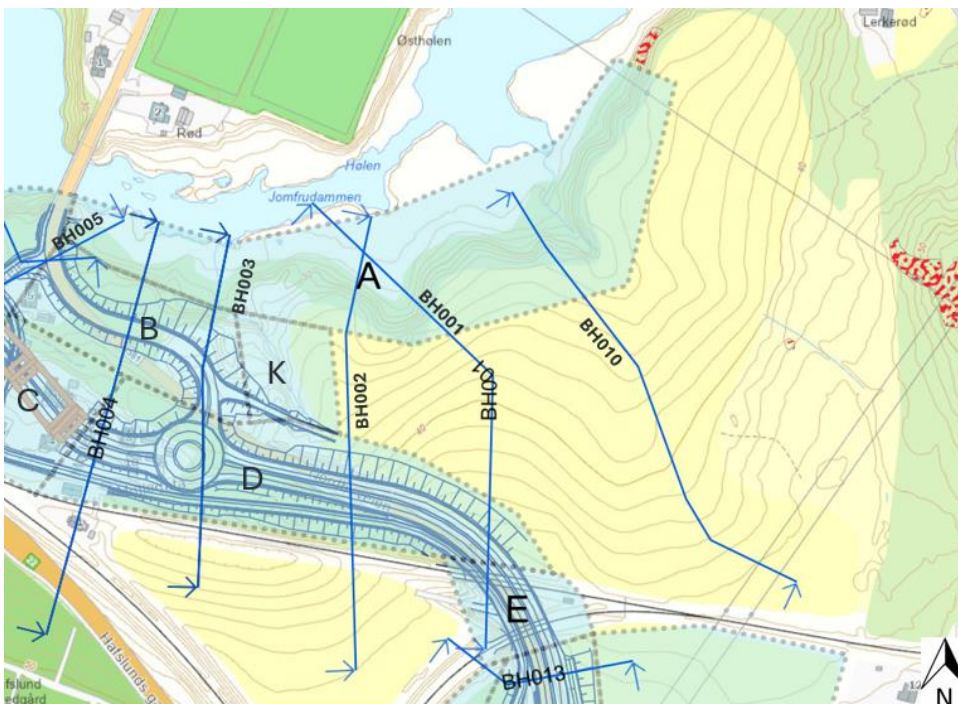


Figur 14-84: Fylling i snitt ned mot ravinen. Fylling markert med grått polygon. Rødt polygon er antatt beliggenhet av sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire. Grønn strek viser terrengmodell fra 2009 som mangler data fra mellom 0-21 m i x-aksen.

Fyllingen har trolig redusert stabiliteten av skråningen ned mot ravinen, og det ble derfor anbefalt å fjerne fyllingen. Dette ble utført høsten/vinteren 2024, og Sarpsborg kommune har mottatt dokumentasjon på at massene er fjernet og området tilbakeført slik det opprinnelig var. Området har visstnok blitt brukt som deponiområde i mange år, noe som understøttes av raster-analysene.

**Beregninger**

Relevante beregningsnitt for området er BH004, BH003, BH002 og BH001 iht. Figur 14-85. I totalspenningsanalysen fra BH003 i dagens situasjon er det beregnet sammensatte glideflater som treffer tiltaket, og som ikke tilfredsstillers absoluttkrav iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.



Figur 14-85: Plantegning som viser beregningsnitt gjennom område D og ned mot Jomfrudammen.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak i område A og B har god effekt på stabiliteten til skrånningen, men i området rundt beregningssnitt BH003 vil det være store laster i forbindelse med etablering av ny rundkjøring. Det vil derfor være behov for ytterligere sikringstiltak ved område D også. Det stilles absoluttkrav til sikkerhet for glideflater som berører tiltaket. Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til nye fyllinger er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet for nye fyllinger er absolutt sikkerhet i beregningssnittene BH001, BH002, BH003 og BH004 iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### **Geotekniske tiltak**

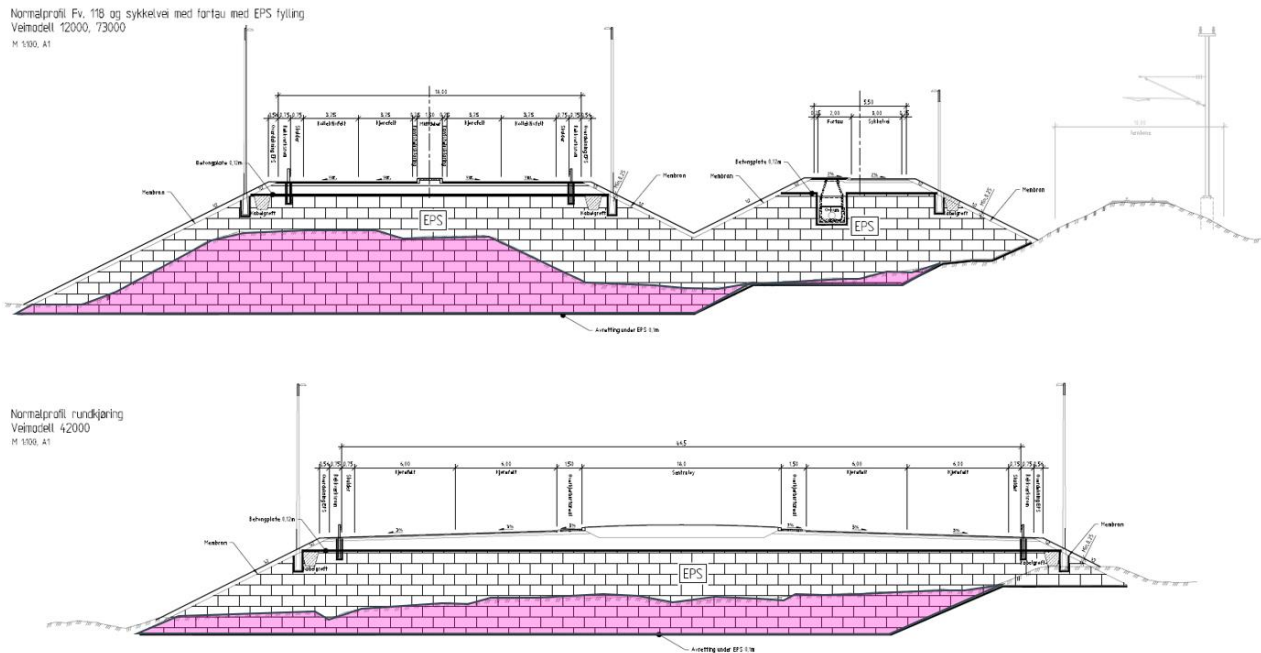
#### Beskrivelse av anbefalt løsning

- **«H-D-001» Avlastning eksisterende Nordbyvei og terreng**

For å unngå grunnforsterkning i de stedlige grunnforholdene og de usikkerhetene og risikoene dette medfører, er det behov for å avlaste eksisterende Nordbyvei og terreng i forkant av etableringen av de lette veifyllingene. På denne måten vil nytt tiltak etableres kompensert, uten at det påføres tilleggslaster på terrenget. Det er utført stabilitetsberegninger i utvalgte snitt som underbygger behovet for avlastning av terrenget. Det er behov for supplerende grunnundersøkelser, men det kan argumenteres for at stedlige løsmasser av leire har fått en viss konsolidering fra eksisterende veifylling (dagens Nordbyvei). Dette bidraget er ikke tatt hensyn til, og må undersøkes nærmere om aktuelt. Avlastning av terrenget utover eksisterende Nordbyvei vurderes å være begrenset til området der rundkjøringen planlegges etablert.



Figur 14-86: Utklipp fra modell som viser tiltaket med avlastning eksisterende Nordbyvei og terreng i område D.



Figur 14-87: Utklipp fra normalprofil for ny fv.118 og ny rundkjøring som viser avlastning (rosa polygon) av eksisterende terreng i forkant av etablering av nye EPS-veifyllinger.

### Tilkomst og utførelse

Det må etableres en anleggsvei for tilkomst til området og eksisterende bebyggelse må fjernes. Eksisterende infrastruktur i bakken må legges om. Eksisterende veier til bebyggelse kan trolig benyttes som anleggsveier. For innledende faseplaner og vurderinger rundt omlegging av vei og trafikk, vises det til anleggsgjennomføringsnotatet [33].

Avlastning av terreng bør utføres forsiktig da det er påvist sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire fra ca. 3 m under terreng, og omrøring av disse massene kan føre til utfordringer ved at massene f.eks. kan bli flytende i omrørt tilstand.

### **Faser og rekkefølger**

Trafikken må legges om før avlastingen av eksisterende Nordbyvei kan utføres, se anleggsgjennomføringsnotat [33]. Eksisterende infrastruktur i bakken må legges om. Ettersom avlastingen av eksisterende veifylling er et sikringstiltak og vil øke stabiliteten til skråningen ned mot Jomfrudammen og sideravinen, bør tiltaket utføres tidlig i anleggsfasen.

Det må utarbeides detaljerte faseplaner.

### **Usikkerhet og risiko**

#### **HD-01 – Område D – Stabilitet eksisterende jernbane**

Området er tett inntil jernbanesporet til Østre-linje og stabiliteten mot Østre-linje må ivaretas, og skal ikke forverres. Arbeider med utgraving/avlastning, etablering av midlertidig veier/anleggsveier/riggområder i anleggsfasen, samt etablering av nye veifyllinger og gang-/ og sykkelveifyllinger i nærheten av jernbane kan medføre uforutsette stans i trafikken.

Planlagt vei ligger stedvis tett inn mot eksisterende jernbane, og det må sikres tilstrekkelig stabilitet inn mot denne i anleggsfasen. Selv om vei og G/S-vei bygges opp av lette masser, vil det stedvis



medføre noe økt last på terrenget. Dette gjelder særlig i hellende sideterreng og der nye veier ligger utenfor eksisterende Nordbyvei, og særlig der nye veier ligger inn mot jernbane eller andre setningsømfintlige konstruksjoner, og masseutskifting i dybden ikke er mulig. Det kan derfor bli behov for armeringsnett i avrettingslaget for bedre lastfordeling. Det er i denne fasen ikke antatt behov for omfattende grunnforsterkning i disse områdene, men det kan ikke utelukkes at det vil avdekkes behov i en detaljprosjektering. Dette vil kunne medføre både en mer tidkrevende og fordyrende sikring.

Stabiliteten mot jernbanen må hele tiden overvåkes og ivaretas, og det kan bli behov for justering av spor etter arbeidene er utført.

Det anbefales tett og god dialog med Bane NOR i det videre arbeidet, og behov for sporbrudd (trafikkfrie perioder) må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen.

#### HD-02 – Område D – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det er usikkerheter knyttet til eksisterende infrastruktur i bakken og evt. behov for omlegging av infrastruktur i forkant av sikringstiltakene. Av eksisterende grunnlag kan det blant annet se ut til å bli behov for omlegging av høyspentkabler i området. Dette vil kunne påvirke anleggsgjennomføringen, og vil da kunne medføre tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

All infrastruktur i bakken må kartlegges i detalj, og det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner som hensyntar anleggsgjennomføringen til ny Sarpsbru.

#### **Anleggsteknikk**

Nordbyveien må legges om i anleggsfasen da planlagt veitrase stedvis overlapper med dagens vei. Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen. Det vises til anleggsgjennomføringsnotatet for innledende faseplaner [33].

#### **Måleprogram og instrumentering**

Det vil også bli behov for måleprogram og instrumentering, samt supplerende grunnundersøkelser.

Det må etableres et måleprogram for å påse at jernbanen ikke påvirkes av anleggsarbeider eller sikringstiltak, da det blant annet er strenge krav til setninger for jernbanen. Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at arbeidene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykkoppbygging osv. i forbindelse med f.eks. belastninger på terreng. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil kunne ha mye å si for hvordan fremdriften blir.

Det anbefales at måleprogrammet bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende veier og jernbaner. Dette blir spesielt aktuelt i område D, hvor det f.eks. skal utføres utgraving/avlastering til dels tett opp mot eksisterende jernbane.

#### **Alternative løsninger**

Alternativ til avlastning av terrenget vil være grunnforsterkning, men dette er vurdert som en mindre gunstig løsning mtp. usikkerhetene og risikoene i de stedlige grunnforholdene. Dette vil også være fordyrende og vil trolig også påvirke fremdriften.



***Videre arbeider***

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

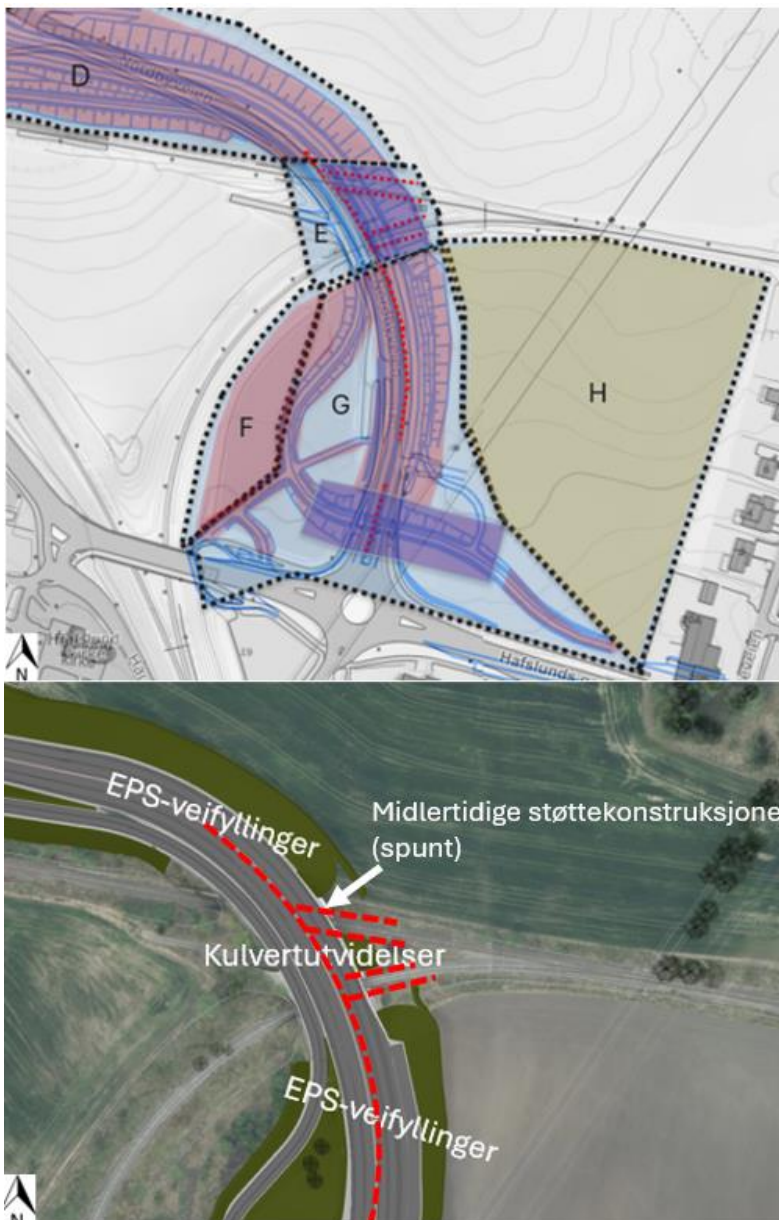
#### 14.4.5 Område E

##### **Innledning**

Område E omfatter området hvor dagens Nordbyvei krysser over jernbanesporene Østre-linje og Hafslundssløyfa, hvor jernbanelinjene går i kulvert under eksisterende vei. Område E grenser mot område D i nordvest, og områdene F, G og H i sør/sørøst. Tiltaket i området inkluderer sikring av eksisterende vei og nye kulvertutvidelser for etablering av ny vei. Vurderinger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig støttekonstruksjoner (spunt), for å oppfylle krav til lokalstabilitet i anleggsfasen.

##### Områdeavgrensning

I Område E omfatter dagens jernbanekulverter for Østre-linje og Hafslundsløyfa, med dagens Nordbyveien på toppen. Det er i området planlagt utvidelse av jernbanekulvertene for å kunne utvide veibanen for ny fv.118.



Figur 14-88: Område E med anbefalte sikringstiltak markert med mørklilla polygon ved eksisterende jernbanekulverter.

### Terrengbeskrivelse

Terrengtet for område E er preget av veifyllinger og jernbanekulvertene. Veifyllingene er inntil 5 m høye ned mot jordet, se Figur 14-89, og ca. 8 meter ned mot jernbanesporet. Veien oppå kulverten ligger på kote + 52 mens jernbanesporet er på kote + 44. Jordet ligger på kote + 46 nærmest veifyllingen. Ettersom veien ligger som en topp, skråner terrenget ned i alle retninger fra veien midt i område E.



Figur 14-89: Veifylling for dagens Nordbyvei inn mot jernbanekulvert ved Hafslundjordet. Bilde tatt mot sørøst.

### Grunnforhold

Eksisterende veifylling består antatt av fyllmasser og sand/grus, men i opprinnelig terrengnivå er det fra eldre digitaliserte grunnundersøkelser påvist sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire kun 2 meter under daværende terrengoverflate på kote ca. +48 ved den sørlige kulverten. Bergoverflaten varierer fra mellom ca. 7 – 9 meter under terreng nedenfor fyllingene basert på nyere utførte sonderinger, mens eldre bergkontrollboringer viser at det sørvest i området er ytterligere 5 meter til berg ( $\approx 15$  m) på kote ca. +33. Prøveserier beskriver jordmassene i området som en blanding av sand, slit og leire. Det forventes bergdybder rundt ca. 15 m i området for jernbanekulvertene.

### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet og utfordringer

I forbindelse med kulvertutvidelsene for ny fv.118 (eksisterende Nordbyvei) over Østre-linje og Hafslundssløyfa (sammenkoblingssporet), vil det bli behov for midlertidige støttekonstruksjoner både mot eksisterende Nordbyvei og mot sporene. Dette på grunn av høydeforskjellene, skråningsutslagene, arbeidene med fundamentering av nye kulverter til frostfri dybde, sikring av eksisterende vei og trafikk, samt for å unngå undergraving av sporene.

#### Eksisterende kulverter

Eksisterende grunnundersøkelser viser en blanding av sand, silt og leire. Det er også påvist kvikkleire og/eller sprøbruddsmaterialer i løsmassene. Det kan være svake lag med kvikkleire og/eller

sprøbruddsmaterialer som kan påvirke aktuelle glideflater og dermed medføre at lokalstabiliteten er dårligere enn antatt. Fundamenteringen av eksisterende jernbanekulverter er også ukjent, men det er nevnt i rapport fra SVV at det er foreslått direktefundamentert [40]. Beregninger utført i denne rapporten er kun basert på effektivspenningsanalyse med sikkerhetsfaktor på 1,33, mens dagens SVV-veinormal N200 krever 1,50 dersom det ikke er sprøbruddoppførsel, og stabiliteten er derfor å anse som for lav. Se vedlegg B i områdestabilitetsrapporten for Hafslund [2].

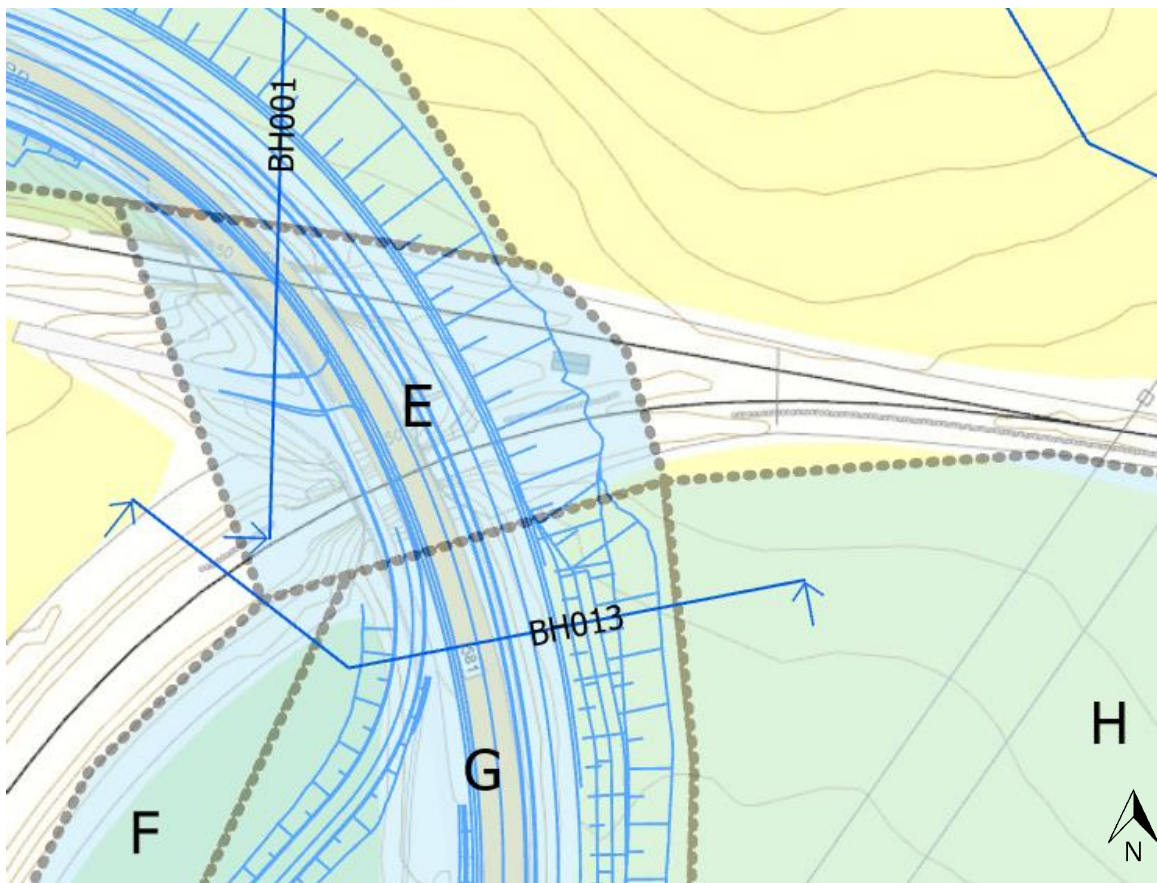
Eksisterende kulverter har vinger som trolig må rives i forbindelse med kulvertutvidelsene.

### *Beregninger*

Det er utført stabilitetsberegninger ved område E, men ikke utført beregninger for sikringstiltakene. BH001 går helt ned fra Jomfrudammen, men inneholder også lokale beregninger for veifyllingen. Utførte stabilitetsberegninger i snitt BH001 er basert på at løsmassene består av friksjonsmaterialer. Beregningssnitt BH013 sør for område E er vurdert for å undersøke stabiliteten ned mot jernbanesporet på Hafslundsløyfa og opp til eksisterende veifylling for dagens Nordbyvei. Denne beregningen indikerer at sikkerheten i dagens situasjon er tilstrekkelig mtp. absoluttkrav, men er basert på begrenset grunnlag for bestemmelse av materialparametere. Beregningene med planlagte veiltak viser at deler av eksisterende veifylling trolig må masseutskiftes med EPS (lette masser) for at sikkerhetskravene skal tilfredsstilles. Dette er nærmere omtalt for område F/G.

Det burde gjøres mer detaljerte stabilitetsberegninger for å se på om det er realistisk å kun regne på materialene som drenert materiale, når eldre grunnundersøkelser indikerer sprøbruddsmaterialer, kvikkleire og leire.

Det er ikke utført beregninger for støttekonstruksjonene i denne fasen.



Figur 14-90: Plantegning som viser relevante beregningssnitt for område E.

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Det er behov for utvidelser av jernbanekulvertene i område E. For arbeider i forbindelse med etablering av disse vil det være behov for geotekniske sikringstiltak. Da disse arbeidene kan påvirke både nærgående jernbane og vei i drift, bør det utføres sikringstiltak som i minst mulig grad påvirker jernbane- og veitrafikken. Det er strenge krav til sikkerhet i forbindelse med arbeider i nærheten av jernbane/vei.

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.

### **Geotekniske tiltak**

De enkelte tiltakene er videre beskrevet og vist skissert på Figur 14-91. Det vises også til kapittel 13.3.1.

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

- **«H-E-001» Grunnforsterkning for kulvertutvidelser**

Det er usikkerheter knyttet til behovet for grunnforsterkning eller ikke i dette området, da grunnundersøkelsene som er utført her varierer i stor grad. Det kan tilsynelatende se ut til at det er mer sandige materialer i området for den nordligste kulvertutvidelsen (K43), mens det for den sydligste kulvertutvidelsen (K44) kan det se ut til at tilstedeværelsen av sprøbruddmaterialer er større. Det presiseres at det er begrenset med nyere grunnundersøkelser i dette området, og det er behov for supplerende grunnundersøkelser (spesielt prøveserier og CPTU). Det er i denne fasen antatt noe behov for grunnforsterkning i forbindelse med kulvertutvidelsene. Det er antatt grunnforsterkning med kalksementstabilisering. Det antas at grunnforsterkningen kan utføres mens det går trafikk på sporet, ettersom støttekonstruksjonene skal ivareta sikkerheten både mot veien og sporene.

- **«H-E-002» Utgraving for kulvertutvidelser**

Det antas behov for å grave ut eksisterende veifylling inn mot støttekonstruksjoner, samt grave ut inn mot støttekonstruksjoner for sporene. Utgravingsdybden varierer derfor noe. Deler av området vil trolig også være grunnforsterket i forkant, og støttekonstruksjonene vil ivareta sikkerheten både mot veien og sporene. Det antas derfor at det kan gå trafikk på sporene mens arbeidene med utgravingen utføres.

Det antas at deler av utgravingen vil være av grunnforsterket materiale som gjør utgravingen mer omfattende og krevende. Etablering av gravepeler med mindre bindemiddel bør vurderes som en mulig løsning.

- **«H-E-003» Bakforankret støttekonstruksjon for kulvertutvidelser**

I forbindelse med etablering av kulvertutvidelsene blir det behov for støttekonstruksjoner langs eksisterende Nordbyvei. Basert på høydeforskjeller og utgravingsdybder blir det behov for å avstive støttekonstruksjonene i flere nivåer, og det antas at store deler av støttekonstruksjonen kan ha bakforankring (utvendige stag).

Det er usikkerheter knyttet til installasjonsmetode, men det antas behov for rammet spunt som enten må til berg, eller som etableres med stylder til berg. Det er ikke regnet på

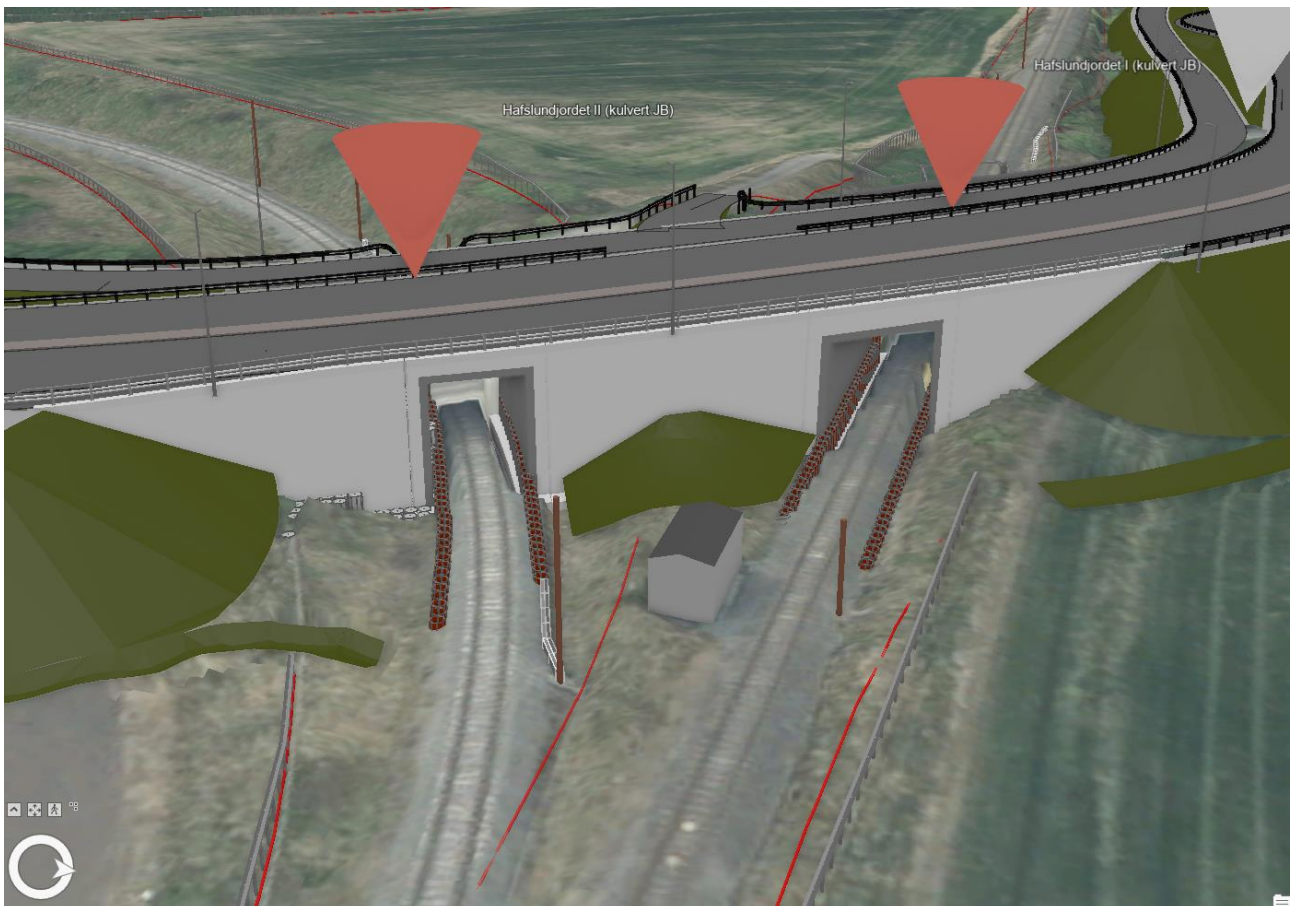


støttekonstruksjonene for kulvertutvidelsene. Det antas behov for en relativt tung spuntkonstruksjon, og arbeidene må trolig utføres i perioder uten trafikk på sporene. I forbindelse med installasjon av spunt vil det også bli mer begrenset fremkommelighet på eksisterende Nordbyvei, som i utgangspunktet er ganske trafikkert.

- **«H-E-004» Støttekonstruksjoner langs spor for kulvertutvidelser**

I forbindelse med etablering av kulvertutvidelsene blir det også behov for støttekonstruksjoner langs eksisterende spor for Østre-linje og Hafslundssløyfa. Basert på høydeforskjeller og utgravingsdybder blir det trolig ikke behov for å avstive støttekonstruksjonene.

Det er usikkerheter knyttet til installasjonsmetode, men det antas behov for rammet spunt til berg. Det forventes grunnere dybder til berg og kortere spuntlengder langs sporene sammenlignet med den bakforankrede støttekonstruksjonen mot veien. Det er ikke regnet på støttekonstruksjonene for kulvertutvidelsene. Arbeidene må trolig utføres i perioder uten trafikk på sporene.



Figur 14-91: Foreslåtte sikringstiltak for arbeider med kulvertutvidelsene. NB: Modell for kulvertutvidelsene er oppdatert i etterkant av utarbeidet modell for geotekniske tiltak. Deler av støttekonstruksjonene i figuren kan utgå.

- **«H-E-005» Peler for kulvertutvidelser**

Kulvertutvidelsene fundamenteres på stålkjernepeler til berg. Det er noe usikkert hvilke arbeider som kan utføres mens det går trafikk på sporene, og det vil trolig bli behov for at deler av arbeidene utføres i perioder uten trafikk på sporene.



### Tilkomst og utførelse

Eksisterende Nordbyvei kan brukes som tilkomstvei for området. I forbindelse med installasjon av spunt vil det også bli mer begrenset fremkommelighet på eksisterende Nordbyvei, som i utgangspunktet er ganske trafikkert. Det antas behov for en relativt tung spuntkonstruksjon, og arbeidene må trolig utføres i perioder uten trafikk på sporene. Det forventes behov for riving av eksisterende vinger for dagens kulverter.

### **Faser og rekkefølger**

Trafikken på eksisterende vei må legges om under anleggsfasen iht. innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33]. Grunnundersøkelser bør utføres for å se an behov for grunnforsterkning. I forkant av sikringsarbeidene må eksisterende infrastruktur i bakken legges om. Installasjon av støttekonstruksjoner og eventuell grunnforsterkning utføres før utgraving for kulvertutvidelsene.

Dersom det bli behov for å utføre arbeider i trafikkfrie perioder på spor (sporbrudd), kan dette trolig samkoordineres med andre arbeider (slik som på Tarris) som også krever trafikkfrie perioder på spor.

### **Usikkerhet og risiko**

#### HE-01 – Område E – Stabilitet eksisterende jernbaner og vei

Området er tett inntil jernbanesporene til Østre-linje og Hafslundssløyfa, samt eksisterende Nordbyvei. Stabilitet mot jernbane og vei må ivaretas og ikke forverres, og deformasjoner må overvåkes. Arbeider med installasjon av støttekonstruksjoner, evt. grunnforsterkning, utgraving, avstivning, pelearbeider, og etablering av nye veifyllinger i nærheten av jernbaner og vei kan medføre uforutsette stans i trafikken. Dette kan ha en del å si for fremdriften og tilleggskostnader.

Stabiliteten mot jernbaner og vei må hele tiden overvåkes og ivaretas, og det kan f.eks. bli behov for justering av sporene etter arbeidene er utført. På grunn av nærhet til spor må arbeidene med peler og støttekonstruksjoner utføres med forsiktighet og sannsynligvis innenfor beskyttelseskjerm mot jernbanen. Det er antatt at arbeidene kan utføres uten togstans, men kan med fordel koordineres og utføres samtidig med andre arbeider som krever togstans.

Det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner. Det anbefales tett og god dialog med Bane NOR i det videre arbeidet, og behov for sporbrudd (trafikkfrie perioder) må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift. Uforutsette sporbrudd må i størst mulig grad unngås.

#### HE-02 – Område E – Arbeider med peler og støttekonstruksjoner

Kulvertutvidelsene skal pelefunderes med borede stålkernepeler til berg, og støttekonstruksjoner skal fortrinnsvis etableres med ramming.

Generelt er det usikkerheter knyttet til dybder til berg og dermed også nødvendige pelelengder og spuntlengder, da flere av de utførte grunnundersøkelsene er avsluttet i løsmasser uten sikker bergpåvisning. For støttekonstruksjonene er det usikkerheter knyttet til grunnforholdene og installasjonsmetode. Dersom de stedlige massene ikke er egnet for rammede spuntløsninger, vil dette kunne medføre behov for borede løsninger med f.eks. rørspunt.

Dette kan medføre en risiko for både økte mengder, kostnader og installasjonstid for pelene og støttekonstruksjonene.



Arbeidene med peler og støttekonstruksjoner kan medføre noe setninger på nærliggende vei, jernbaner, infrastruktur og konstruksjoner, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring, tett kontroll i anleggsfase og mulig justering av sporene etter at arbeidene er utført. I verste fall kan setninger på eksisterende kulverter medføre behov for ytterligere sikringstiltak (f.eks. grunnforsterkning) eller refundamentering av eksisterende kulverter, noe som vil være betraktelig kostnadsdrivende og som vil påvirke fremdriften.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

#### HE-03 – Område E – Grunnforsterkningsteknikker

I forbindelse med sikring og utgraving inn mot støttekonstruksjonene for kulvertutvidelsene, kan det bli behov for å grunnforsterke deler av de stedlige løsmassene.

Det er usikkerheter knyttet til virkningen av f.eks. tradisjonell kalksementstabilisering i område E. Grunnforholdene varierer mye og leiren har lokale forskjeller. Grunnforholdene vurderes som mindre egnet for tradisjonell kalksementstabilisering.

En konsekvens av dette vil være behov for og bruk av fordyrende grunnforsterkningsteknikker som f.eks. wet-mixing eller jetpeler.

Det bør derfor gjøres supplerende innblandingsforsøk og forsøksfelt for å optimalisere innblandingsmengde og -type i området. Det anbefales at det settes i gang arbeider med forsøksfelt, slik at ulike grunnforsterkningsteknikker kan testes.

#### HE-04 – Område E – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det er usikkerheter knyttet til eksisterende infrastruktur i bakken og evt. behov for omlegging av infrastruktur i forkant av sikringstiltakene. Av eksisterende grunnlag kan det blant annet se ut til å bli behov for omlegging av høyspentkabler i området. Dette vil kunne påvirke anleggsgjennomføringen, og vil da kunne medføre tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

All infrastruktur i bakken må kartlegges i detalj, og det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner.

### **Anleggsteknikk**

Se avsnitt 13.3.1 og innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33].

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at arbeidene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging osv. f.eks. i forbindelse med pele- og spuntarbeidene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil kunne ha mye å si for hvordan fremdriften blir.

Det anbefales et måleprogram som i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatter oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende vei og jernbaner.

Instrumentering som inklinometre, poretrykksmålere og setningsbolter bør installeres for kontinuerlig overvåking av stabilitet i skråningen, for støttekonstruksjonene, og for jernbanesporene. Regelmessig



datainnsamling og analyser vil bidra til tidlig identifikasjon av eventuelle deformasjoner og stabilitetsproblemer.

### **Alternative løsninger**

Det er behov for supplerende grunnundersøkelser for å avdekke evt. behov for grunnforsterkning i området. Dersom det kun er mindre lokale lag med sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire, er det trolig ikke behov for grunnforsterkning.

Det kan bli utfordrende å få til bakforankring for støttekonstruksjonen langs Nordbyveien lengst nord for kulvertutvidelse K43, da det kan bli konflikt mellom eksisterende jernbanekulvert og evt. stag til spuntkonstruksjonen. Et alternativ vil da være å ha innvendig avstivning for spuntkonstruksjonen, se avsnitt 13.3.1. Det kan tenkes at det vil være mulig å avstive deler av støttekonstruksjonen med innvendige stivere stemplet ned til en bunnplate, slik at man unngår behov for utvendige stag.

Det kan bli aktuelt med boret rørsputt dersom forholdene tilsier dette, og da vil kostnadene øke og fremdriften forsinkes.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Supplerende grunnundersøkelser vil avdekke behov for evt. grunnforsterkning, samt gi grunnlag for bestemmelse av installasjonsmetode for støttekonstruksjonene.

Dersom det viser seg å være behov for grunnforsterkning, anbefales det å etablere et forsøksfelt så tidlig som mulig.

Det anbefales at det etableres måleprogram med instrumentering.

Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene og fundamentering av kulvertene.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

#### 14.4.6 Område F og G

##### *Innledning*

Område F og G omfatter området mellom dagens Hafslundssløyfe (jernbanelinje), område E i nord, og område H i øst. Områdene strekker seg sørover til dagens rundkjøring ved Hafslund skole. Området omfatter dagens eksisterende Nordbyvei mellom kulvertene i område E og Hafslunds gate. Tiltaket i området inkluderer sikring av nye veifyllinger, nye gang-/ og sykkelveifyllinger, samt sikring av ny G/S-kulvert.

Tiltakene i områdene ligger utenfor influensområdet til kritisk del av skråning nede mot Hafslundssløyfa, og i dagens situasjon er det tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019. For nytt tiltak er det derimot behov for sikringstiltak for å ivareta krav til absolutt sikkerhet iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200. Vurderinger og stabilitetsberegninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlasting/masseutskifting, lette fyllinger, støttekonstruksjoner, grunnforsterkning og peler, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

##### Områdeavgrensning

Område F er avgrenset av jernbanelinjen (Hafslundssløyfa) og planlagt nytt gang-/ og sykkelveisystem. Område G inneholder deler av eksisterende Nordbyvei opp til rundkjøringen ved rv.22 og Hafslundskole.



Figur 14-92: Avgrensning av område F og G med anbefalte sikringstiltak.

##### Terrengbeskrivelse

Område F skråner nedover mot jernbanesporet til Hafslundssløyfa. Høydeforskjeller mellom sporet og det bakenforliggende platået er på mellom ca. 4-7 meter. Platået bak er relativt flatt med terrengkoter mellom +48,5 og +51. I område G heller terrenget nedover mot nord med omtrentlig helning på 1:29 i de bratteste delene.

##### Grunnforhold

Grunnundersøkelser viser et topplag av sand over sandig siltig leire og silt. Det er utført en rekke grunnundersøkelser av eldre dato i forbindelse med etablering av Hafslundssløyfa. Prøveserier fra der sporet ligger i dag påviser kvikkleire fra 7 meter under opprinnelig terreng, som tidligere var i kote +49,2. Dagens spor ligger på kote +45 som vil si at kvikkleiren ligger under 3 m under jernbanesporet. Andre prøveserier viser også lag med sprøbruddsmateriale enda grunnere. SB-2041 er den eneste

prøveserien av nyere opprinnelse mellom jernbanesporet og Nordbyveien opp til rundkjøringen, og denne viser kvikkleire og/eller sprøbruddsmaterialer fra ca. 2 meter under terreng (ved kote +46,9) og ned til berg.

Øst for eksisterende Nordbyvei har det blitt utført grunnundersøkelser i forbindelse med rv.22 Hafslund-Dondern prosjektet [41], og disse indikerer også store mektigheter med antatt sprøbruddsmaterialer og/eller kvikkleire.

Det er lagt stor vekt på resultater fra SB-2041 i vurderingene knyttet til områdene, og vil det derfor være behov for supplerende grunnundersøkelser og prøvetaking i dette området for å få et bedre grunnlag.

### **Problemstillinger**

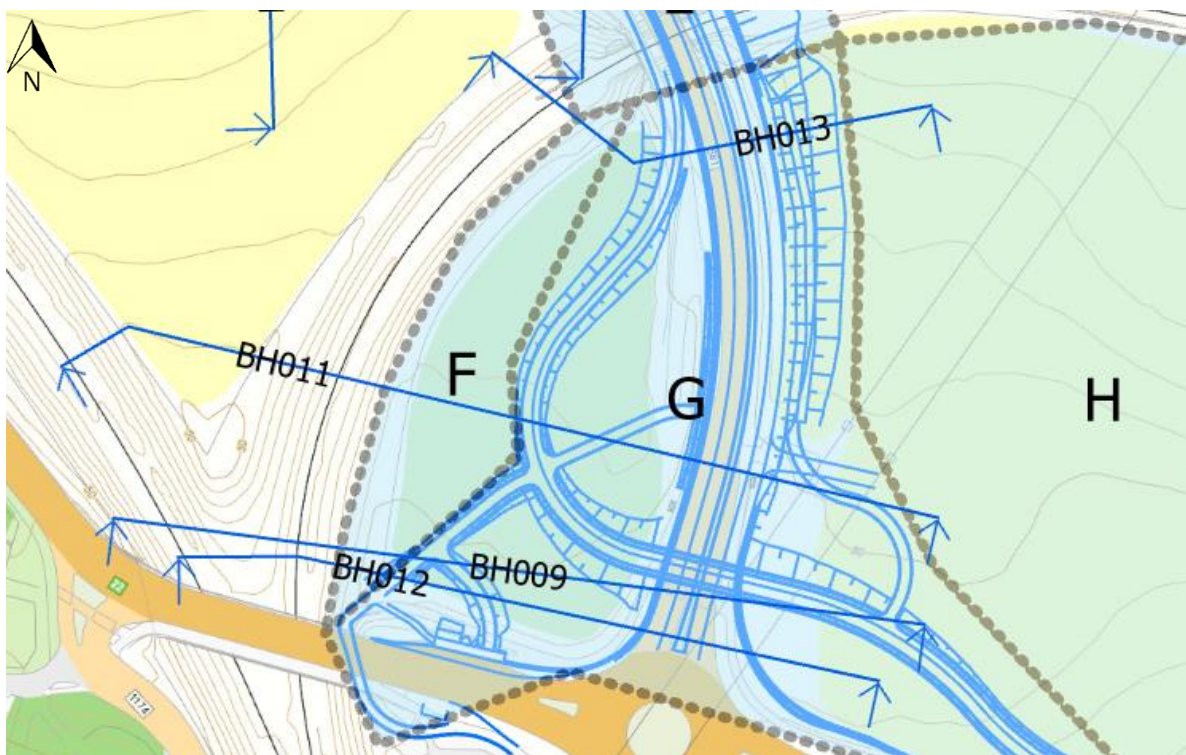
#### Dagens stabilitet

Stabilitetsberegninger utført i område F og G viser at det med foreliggende grunnlag er tilstrekkelig robusthet og langtidsstabilitet i dagens situasjon iht. krav gitt i NVE-veileder 1/2019, samt tilstrekkelig absoluttsikkerhet iht. N200. Det nye tiltaket medfører derimot behov for sikringstiltak.

#### Beregninger

Det er utført stabilitetsberegninger ved områder F og G. Beregningsnitt BH009, BH011, BH012 og BH013 er lagt til grunn for vurdering av stabiliteten langs jernbaneskjæringen ned mot Hafslundssløyfa. I BH009 og BH012 er gang-/sykkelveien planlagt å krysse under dagens Nordbyvei (fremtidig fv.118) i en kulvert. Ny vei og nye gang-/og sykkelveier krever absolutt sikkerhetsfaktor.

Videre nordover fra og med BH011 er planlagt tiltak utenfor influensområdet til skråningen ned mot Hafslundssløyfa, og beregninger viser at robusthetskravet i totalspenningsanalysen og krav til langtidsstabilitet i effektivspenningsanalysen er tilfredsstillt. I dette området har også glideflater som berører tiltaket tilstrekkelig stabilitet.



Figur 14-93: Plantegning som viser aktuelle beregningsnitt i område F og G.



### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak i område F og G er nødvendig i forbindelse med etablering av nye veifyllinger, nye gang-/ og sykkelveifyllinger og etablering av ny G/S-kulvert.

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet for glideflater som berører tiltaket iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

### **Geotekniske tiltak**

#### Beskrivelse av anbefalte løsninger

Det er ulike geotekniske løsninger vurdert og anbefalt for områdene. Anbefalte løsninger er vurdert som de mest hensiktsmessige med tanke på kostnad og gjennomførbarhet. Figur 14-95 og Figur 14-96 illustrerer de foreslåtte sikringstiltakene presentert videre. Det vises også til avsnitt 13.3.2 for mer detaljerte vurderinger rundt ny G/S-kulvert.

- **«H-F-001» Avlastning skråning mot Hafslundssløyfa**  
I forbindelse med etablering av nye G/S-veifyllinger mellom eksisterende Nordbyvei og Hafslundssløyfa, blir det behov for noe avlastning av skråningskanten ned mot sporet i dette delområde. Basert på innledende stabilitetsberegninger vil det bli lokale avlastinger lengst sør og lengst nord der nye G/S-veifyllinger etableres nærmest skråningskant. Lengst nord vil det bli behov å skifte ut deler av eksisterende G/S-vei med lette masser, og nye G/S-veifyllinger etableres med lette masser (EPS).
- **«H-G-001» Masseutskifting for nye veifyllinger over terreng**  
I forbindelse med etablering av nye veifyllinger på utsiden av eksisterende veifylling for Nordbyveien, antas det et behov for å avlaste og masseutskifte topplag av stedlige masser med lette masser, før nye veifyllinger med EPS etableres. Dette må utføres for å redusere pålastning på eksisterende terreng med veiutvidelsen.
- **«H-G-002» Grunnforsterkning for ny G/S-kulvert**  
Det vil bli behov for grunnforsterkning (f.eks. kalksementstabilisering) for utgraving av byggegrop, samt i områdene til skjæringene på hver side av kulverten. Kulverten er antatt fundamentert  $\approx 5,5 - 6,0$  m under terreng, og basert på utførte grunnundersøkelser i området kan det forventes sprøbruddsmaterialer og/eller kvikkleire like under topplaget og helt ned mot berg. Det må grunnforsterkes for graveskråningene inn mot støttekonstruksjonen.  
  
Ny G/S-kulvert er antatt etablert to byggetrinn med en tverrgående spunt midt i kulverten. Det vises til avsnitt 13.3.2. Støttekonstruksjonen må trolig avstives med utvendig avstivning, og disse stagen kan medføre mer krevende utførelse i forbindelse med grunnforsterkning for byggetrinn to. Det er fare for konflikt mellom etablerte stag og kalksementpelene, slik at det trolig blir behov for seksjonsvis utgraving, fjerning av stag og grunnforsterkning parallelt. Alternativt innvendig avstivning.

- **«H-G-003» Bakforankret støttekonstruksjon for etablering av G/S-kulvert**

For å sikre at eksisterende vei holdes åpen under anleggsarbeidene, vil det trolig bli behov for to byggefaser for etablering av G/S-kulverten. Første byggefase bygges i arealet hvor utvidet vei vil ligge, slik at Nordbyveien kan legges over på etablert kulvert før ferdigstillelse i siste byggefase. Det vises til avsnitt 13.3.2 og anleggsgjennomføringsnotatet [33].

Løsningen vil medføre et behov for støttekonstruksjon som forventes å kunne føres ned til berg (alternativt med stylder til berg), grunnet bergdybder like rundt nivåene for 3 x gravedybder. Det antas behov for en tverrgående spunt gjennom kulverten, langs eksisterende Nordbyvei. Grunnet fundamenteringsdybder  $\approx 5,5 - 6,0$  m, blir det behov for avstivning av spuntkonstruksjonen. Det antas at det vil være mulig med en rammet spunt til berg som avstives med opptil to stagrader. Antas en middels tung spunt.

- **«H-G-004» Peler for G/S-kulvert**

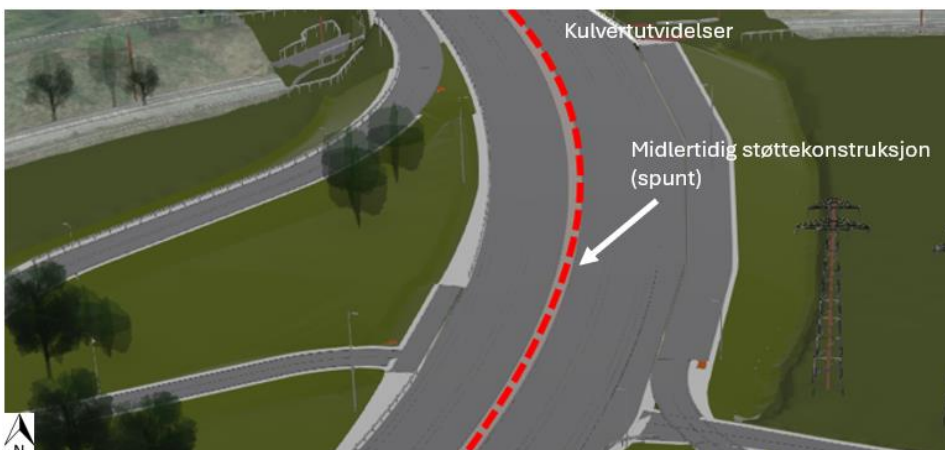
Kulverten fundamenteres på stålkjernerpeler til berg. Dybder til berg er anslått å være ca. 15 m. Det er ikke utført beregninger eller analyser av fundamenteringen av kulverten i denne fasen.

- **«H-G-005» Bakforankret støttekonstruksjon langs eksisterende Nordbyvei**

I forbindelse med etablering av nye veifyllinger for veiutvidelsen blir det behov for støttekonstruksjoner langs eksisterende Nordbyvei. Basert på høydeforskjeller og utgravingsdybder i den nordligste delen blir det behov for å avstive støttekonstruksjonene i 1 – 2 nivåer med utvendige stag. Det antas behov for en lettere spuntkonstruksjon som rammes ned som styltespunt.

- **«H-G-006» Støttekonstruksjon langs eksisterende Nordbyvei**

I forbindelse med etablering av nye veifyllinger for veiutvidelsen blir det behov for støttekonstruksjoner langs eksisterende Nordbyvei. Basert på høydeforskjeller og utgravingsdybder i den sørligste delen blir det trolig behov for en uavstivet/utkraget støttekonstruksjon. Det antas behov for en lettere svevespunt som rammes.



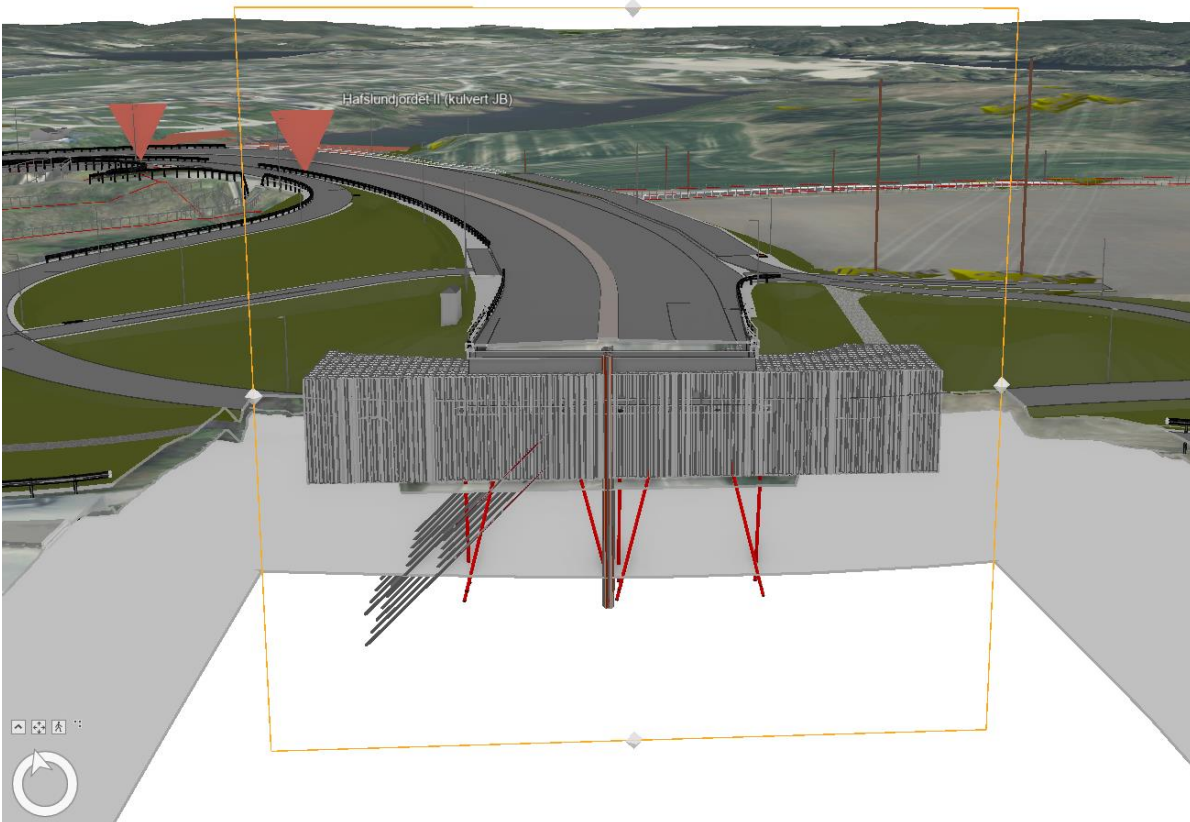
Figur 14-94: Midlertidig støttekonstruksjon («H-G-005»/«H-G-006») langs eksisterende Nordbyvei.

- **«H-G-007» Utgraving for G/S-kulvert**

For etablering av ny G/S-kulvert under eksisterende Nordbyvei, blir det behov for en relativt dyp utgraving opp mot ca. 6,0 m dybde. Det vil bli utgraving av grunnforsterket materiale, som kan gjøre arbeidene mer omfattende og krevende. I tillegg vil utgraving og grunnforsterkning i byggetrinn to møte på mulige konflikter med de installerte stagene for spuntkonstruksjonen.



Figur 14-95: Illustrasjon over planlagt veiltak og ny G/S-kulvert. Grunnforsterkning vist ved kulverten.



Figur 14-96: Oppriss av ny fv.118 med foreslåtte sikringstiltak. Det vises til avsnitt 13.3.2.



### **Faser og rekkefølger**

Det er antatt to byggetrinn for etablering av kulverten, og i forkant av utgravingen skal det både grunnforsterkes og installeres spuntkonstruksjon.

Planlagt avlastning for skråningen ved snitt BH009 og BH012 er et permanent tiltak og utføres i forbindelse med etablering av de nye gang-/sykkelveiene.

Det vises til innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33].

### **Usikkerhet og risiko**

#### HF-01 – Område F – Stabilitet eksisterende jernbane, konstruksjoner og veier

Område F er tett inntil jernbanesporet Hafslundssløyfa, eksisterende kulvertkonstruksjoner i nord, eksisterende Gule-bru i sør, samt eksisterende Nordbyvei i nord og Hafslunds gate i sør. Stabilitet mot jernbane, konstruksjoner og vei må ivaretas og ikke forverres, og deformasjoner må overvåkes. Arbeider med utgraving/avlastning og etablering av nye veifyllinger og gang-/ og sykkelveifyllinger i nærheten av jernbane, konstruksjoner og vei kan medføre uforutsette stans i trafikken. Dette kan ha en del å si for fremdriften og tilleggskostnader.

Stabiliteten mot jernbane, konstruksjoner og vei må hele tiden overvåkes og ivaretas, og det kan f.eks. bli behov for justering av sporene etter arbeidene er utført. Det er antatt at arbeidene kan utføres uten togstans, men kan med fordel koordineres og utføres samtidig med andre arbeider som krever togstans. En avlastning i nord må ivareta lokalstabiliteten til eksisterende Nordbyvei og eksisterende kulvertkonstruksjoner, mens en avlastning i sør må ivareta lokalstabiliteten til eksisterende rv. 22 Hafslunds gate og konstruksjonen Gule-bru.

Det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner. Det anbefales tett og god dialog med Bane NOR i det videre arbeidet, og behov for sporbrudd (trafikkfrie perioder) må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift. Uforutsette sporbrudd må i størst mulig grad unngås.

#### HG-01 – Område G – Stabilitet eksisterende vei

Område G er tett inntil eksisterende Nordbyvei. Stabilitet mot vei må ivaretas og ikke forverres, og deformasjoner må overvåkes. Arbeider med installasjon av støttekonstruksjoner, grunnforsterkning, utgraving, avstivning, pelearbeider, og etablering av nye veifyllinger i nærheten av veien kan medføre uforutsette stans i trafikken. I forbindelse med installasjon av spunt vil det sannsynligvis bli mer begrenset fremkommelighet på eksisterende Nordbyvei, som i utgangspunktet er ganske trafikkert. Alt dette kan ha en del å si for fremdriften og tilleggskostnader.

Stabiliteten mot vei må hele tiden overvåkes og ivaretas. På grunn av nærhet til vei må arbeidene med grunnforsterkning, støttekonstruksjoner og peler utføres med forsiktighet og sannsynligvis innenfor beskyttelseskjerm mot veien. Arbeidene kan med fordel utføres som nattarbeid, for å unngå perioder med stor trafikk på veien.

Det anbefales at det utarbeides detaljerte faseplaner. Eventuelle trafikkfrie perioder på veien må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift. Uforutsette brudd/stans i trafikken må i størst mulig grad unngås.

#### HG-02 – Område G – Arbeider med grunnforsterkning, støttekonstruksjoner og peler

Det skal etableres støttekonstruksjoner langs eksisterende Nordbyvei, samt for bygging av ny G/S-kulvert. Det skal grunnforsterkes for utgraving av ny G/S-kulvert, og ny G/S-kulvert skal



pelefundamenteres med borede ståljernepeler til berg. Støttekonstruksjoner skal fortrinnsvis etableres med ramming.

Generelt er det usikkerheter knyttet til dybder til berg og dermed også nødvendige pelelengder og spuntlengder, da flere av de utførte grunnundersøkelsene er avsluttet i løsmasser uten sikker bergpåvisning. For støttekonstruksjonene er det usikkerheter knyttet til grunnforholdene og installasjonsmetode. Dersom de stedlige massene ikke er egnet for rammede spuntløsninger, vil dette kunne medføre behov for borede løsninger med f.eks. rørspunt.

Dette kan medføre en risiko for både økte mengder, kostnader og installasjonstid for pelene og støttekonstruksjonene.

Arbeidene med grunnforsterkning, peler og støttekonstruksjoner kan medføre noe setninger på nærliggende vei, jernbane, infrastruktur (f.eks. høyspent) og konstruksjoner, og det må forventes behov for skånsom gjennomføring og tett kontroll i anleggsfase. Det er også usikkerheter og potensielle utfordringer knyttet til eksisterende høyspentmaster og høyspentlinjer som kan komme i direktekonflikt med f.eks. grunnforsterkningen for ny G/S-kulvert. I verste fall kan setninger på setningsømfintlige konstruksjoner, infrastruktur etc. medføre behov for ytterligere sikringstiltak, og konflikter knyttet til eksisterende høyspentlinjer medføre andre grunnforsterkningsmetoder og mer krevende utførelse, noe som vil være betraktelig kostnadsdrivende og som vil påvirke fremdriften.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannstandssenking og setninger på konstruksjoner, infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

#### HG-03 – Område G – Grunnforsterkningsteknikker

I forbindelse med sikring og utgraving inn mot støttekonstruksjon for etablering av ny G/S-kulvert, blir det behov for å grunnforsterke de stedlige løsmassene.

Det er usikkerheter knyttet til virkningen av f.eks. tradisjonell kalksementstabilisering i område G. Grunnforholdene varierer mye og leiren har lokale forskjeller. Grunnforholdene vurderes som mindre egnet for tradisjonell kalksementstabilisering, dog noe bedre sammenlignet med tidligere omtalte områder.

En konsekvens av dette vil være behov for og bruk av fordyrende grunnforsterkningsteknikker som f.eks. wet-mixing eller jetpeler. Fordelen med jetpeler er derimot at jetpeleriggen er mindre og bedre egnet under høyspentlinjene.

Det bør derfor gjøres supplerende innblandingsforsøk og forsøksfelt for å optimalisere innblandingsmengde og -type i området. Det anbefales at det settes i gang arbeider med forsøksfelt, slik at ulike grunnforsterkningsteknikker kan testes.

#### HG-04 – Område G – Etablering av ny G/S-kulvert

Det vises til avsnitt 13.3.2. For å sikre at eksisterende Nordbyvei holdes åpen med trafikk under anleggsarbeidene, vil det trolig bli behov for to byggefaser/byggetrinn for etablering av ny G/S-kulvert. Spuntkonstruksjonen for ny G/S-kulvert avstives med utvendige stag suksessivt med utgravingen, og løsmassene grunnforsterkes. Det forventes en relativt dyp utgraving, antatt ca. 6 m i denne fasen.

Det vil bli utgraving av grunnforsterket materiale, som kan gjøre arbeidene mer omfattende og krevende. I tillegg vil utgraving og grunnforsterkning i byggetrinn to møte på mulige konflikter med de



installerte stagene for spuntkonstruksjonen. Det er usikkerheter og risikoer i løsningen, og det må derfor ses på alternative løsninger i det videre arbeidet.

Det er risikoer for senkning av grunnvannstanden i forbindelse med en slik dyp utgraving for ny G/S-kulvert under eksisterende grunnvannsnivå. Grunnvannssenking kan ha til dels store influensområder og kan påvirke nærliggende bygninger og infrastruktur, samt eventuelle kulturlag i bakken.

For håndtering av overvann i ny G/S-kulvert er det foreslått en løsning med overvannstrasé nordover fra G/S-kulvert videre under jernbanen og deretter ut til terreng nede ved ravineskråningen i Jomfrudammen. Denne traséen er foreslått utført med styrt boring.

Det er usikkerheter og risikoer knyttet til styrt boring gjennom grunnforsterket materiale, til dels liten overdekning over berg i deler av traséen, og om bentonitten kan finne egne veier i vannførende lag i grunnen. Det er usikkerheter knyttet til hvilke tiltak det blir behov for, avhengig av om løsningen f.eks. er styrt boring eller rørpresing, eller om man må vurdere andre løsninger som f.eks. pumper, fordrøyningsbasseng eller lignende. Hvilken løsning man kommer frem til vil kunne ha mye å si for kostnader og fremdrift. Det vises til utarbeidet VA-notat [31].

Det anbefales at det i det videre arbeidet utføres detaljerte vurderinger rundt hvilken løsning for overvannshåndtering i ny G/S-kulvert som er gunstigst. I tillegg må det utføres detaljerte vurderinger rundt byggefaser og etablering av ny G/S-kulvert, og alternativsvurderinger bør utføres.

### **Anleggsteknikk**

Rv. 22 Hafslunds gate kan brukes som tilkomst for sikringstiltakene knyttet til område F og G. Det vises til innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33]. Første byggefase bygges i arealet hvor utvidet vei vil ligge, slik at Nordbyveien kan legges over på etablert del av G/S-kulvert før ferdigstillelse av den andre delen av ny G/S-kulvert i siste byggefase/byggetrinn. Det vises til kapittel 13.3.2.

### **Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging osv. f.eks. i forbindelse med pele- og spuntarbeidene. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil kunne ha mye å si for hvordan fremdriften blir.

Det anbefales et måleprogram som i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatter oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende vei og jernbaner.

Instrumentering som inklinometre, poretrykksmålere og setningsbolter bør installeres for kontinuerlig overvåking av stabilitet i skråningen, for støttekonstruksjonene, og for jernbanesporene. Regelmessig datainnsamling og analyser vil bidra til tidlig identifikasjon av eventuelle deformasjoner og stabilitetsproblemer.

### **Alternative løsninger**

Alternativ til avlastning i område F kan være grunnforsterkning, men dette vurderes som mindre gunstig/egnet i denne fasen.

Dersom det viser seg at det ikke er egnede forhold for ramming av spunt, kan det bli behov for f.eks. boret rørsputt som vil være fordyrende. For å unngå potensielle konflikter mellom allerede installerte



stag for støttekonstruksjonen og grunnforsterkning, kan det være et alternativ med innvendig avstivning. Dette må vurderes nærmere.

Det anbefales å se på andre løsninger for etablering av ny G/S-kulvert, blant annet burde det vurderes å legge om hele Nordbyveien og trafikken slik at man får bygget hele kulvertkonstruksjonen i én byggefase med åpen utgraving av grunnforsterket materiale. Det kan bli behov for bruk av jetpeler som kan være fordyrende.

Alternativ overvannshåndtering kan være pumpestasjon ved ny G/S-kulvert.

### ***Videre arbeider***

Det er generelt behov for supplerende grunnundersøkelser i områdene. Se kapittel 20. Det er behov for mer detaljerte vurderinger, blant annet knyttet til setningsvurderinger og lokalstabilitet. Den anbefales forsøksfelt for optimalisering av grunnforsterkningen.

Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene og fundamentering av kulverten. Aktuelle avstivning må vurderes i detalj, for å sikre en mest mulig optimal utførelse.

Det må utføres mer detaljerte vurderinger rundt overvannshåndtering.

Det må utføres mer detaljerte vurderinger rundt grunnvannssenking og mulig influensområder, og om det da må forutsettes vanntett konstruksjon eller ikke. Dette må også avklares med kulturminnemyndighetene.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

#### 14.4.7 Område H

##### *Innledning*

Område H er lokalisert lengst sørøst i prosjektområdet, og er avgrenset av eksisterende boligbebyggelse i øst, jernbanesporene (Østre-linje og Hafslundssløyfa) i nord, eksisterende Nordbyvei i vest, samt eksisterende Hafslunds gate i sør. Det har blitt signalisert at området kan egne seg som mulig riggområde på Hafslund, og det anbefales å se på muligheter for å «arve» riggområder fra Hafslund-Dondern prosjektet (rv.22). Det anbefales at riggområder plasseres mest mulig optimalt med tanke på eksisterende høyspentlinjer og evt. kulturminner/kulturlag i bakken.

Det er ikke utført detaljerte vurderinger rundt behov for sikringstiltak for riggområder i område H, men for framkommelighet kan det bli behov for planlagte og forsterkede anleggsveier. Både lasteplass og lagringsplass må vurderes geoteknisk i det videre arbeidet. Det kan bli behov for avlastning og evt. masseutskifting, samt grunnforsterkning før områder kan belastes. Tyngre belastninger i forbindelse med f.eks. mellomlagringsplasser må vurderes separat i det kommende arbeidet.

##### *Områdeavgrensning*

Det har blitt diskutert behov og ønsker om et riggområde på ca. 10 dekar på Hafslund i område H. Området er naturlig avgrenset mellom Østre-linje i nord, Nordbyveien i vest, rv.22 Hafslunds gate i sør, og bebyggelse i øst. Området benyttes til landbruk, og høyspentlinjer krysser tvers over området. Se Figur 14-97 for aktuelt område.



Figur 14-97: Område H hvor det er foreslått at deler vil kunne være riggområde.

##### *Terrengbeskrivelse*

Terrengtet heller noe nedover i retning nord, men er relativt flatt med gjennomsnittshelning på ca. 1:26. Området ligger på ca. kote +53 helt i sør og ca. kote +45 helt i nord.



Figur 14-98: Bilde tatt mot sørøst og område H hvor prosjektet «Hafslund-Dondern» bruker deler av området. Legg merke til eksisterende høyspentmast og høyspentlinjer Foto: Multiconsult.

### Grunnforhold

Grunnen består av bløt og/eller sensitiv leire, og det kan derfor ikke utelukkes et behov for grunnforsterkning med f.eks. kalksementstabilisering og utlegging av bæredyktige masser for anleggsmaskiner.

Øst for eksisterende Nordbyvei har det blitt utført grunnundersøkelser i forbindelse med rv.22 Hafslund-Dondern prosjektet [41], og disse indikerer også store mektigheter med antatt sprøbruddsmaterialer og/eller kvikkleire.

### **Geotekniske tiltak**

Det er ikke utført noen vurderinger rundt behov for sikringstiltak for riggområder på Hafslund i denne fasen. Det anbefales å se på muligheter for å «arve» riggområder fra Hafslund-Dondern (rv.22) prosjektet [41], da dette kan være kostnadsbesparende. Se Figur 14-99. Det anbefales at riggområder plasseres mest mulig optimalt med tanke på eksisterende høyspentlinjer og evt. kulturminner/kulturlag i bakken, og at man tilstreber å benytte arealene lengst sørøst dersom mulig. I tillegg bør man tilstrebe å unngå de hule eikene med svært stor verdi iht. kapittel 11 og rapport for naturmangfold [26]. På denne måten vil riggområdene plasseres lengst mulig unna skråningene mot eksisterende jernbanelinjer både mot vest og nord. Det er per dags dato tenkt at delområde H skal benyttes som hovedriggområde, iht. notat vedrørende anleggsgjennomføring [33].



Figur 14-99: Riggområde for prosjekt Hafslund – Dondern i lillafarge.

### **Usikkerhet og risiko**

#### **HH-01 – Område H – Eksisterende høyspentmaster og høyspentlinjer**

Område H har begrensninger knyttet til dagens høyspent som går i luftstrek over området. Arbeider ved og under disse krever spesielle tiltak med eget sikkerhetspersonell, og begrensninger knyttet til valg av maskiner og gjennomføring av anleggsarbeidene. Dette kan ha en del å si for både tilleggskostnader og fremdrift.

Riggområder bør ikke plasseres i nærheten av eksisterende høyspent.

#### **HH-02 – Område H – Eksisterende kulturminner og kulturlag i bakken**

Forekomster av kulturminner/kulturlag og arkeologiske funn kan påvirke utførelse av anleggsarbeidene og fremdriften. I noen tilfeller vil krav fra myndighetene påvirke hele anleggsgjennomføringen, for eksempel rekkefølge av arbeidene. Eventuell grunnforsterkning med boring av kalksementpeler, jetpeler eller lignende, kan skade kulturminner. Senking av grunnvannstanden, også midlertidig i anleggsfasen, eller redusert infiltrasjon av overflatevann kan tørke ut kulturlagene.

Det er fremdeles mye usikkerhet omkring hvor det eksisterer kulturminner og/eller kulturlag i bakken, og det vil derfor kunne bli nødvendig med avklarende undersøkelser. Tiltaket kan medføre behov for arkeologiske registreringer, spesielt på arealer hvor det ikke tidligere er søkt etter automatisk fredete kulturminner, eller hvor situasjonen er uavklart. Videre kan det bli behov for dispensasjoner på vilkår om arkeologiske utgravinger. Utgravinger skjer i så fall etter at planen er vedtatt, men før tiltakene kan realiseres.

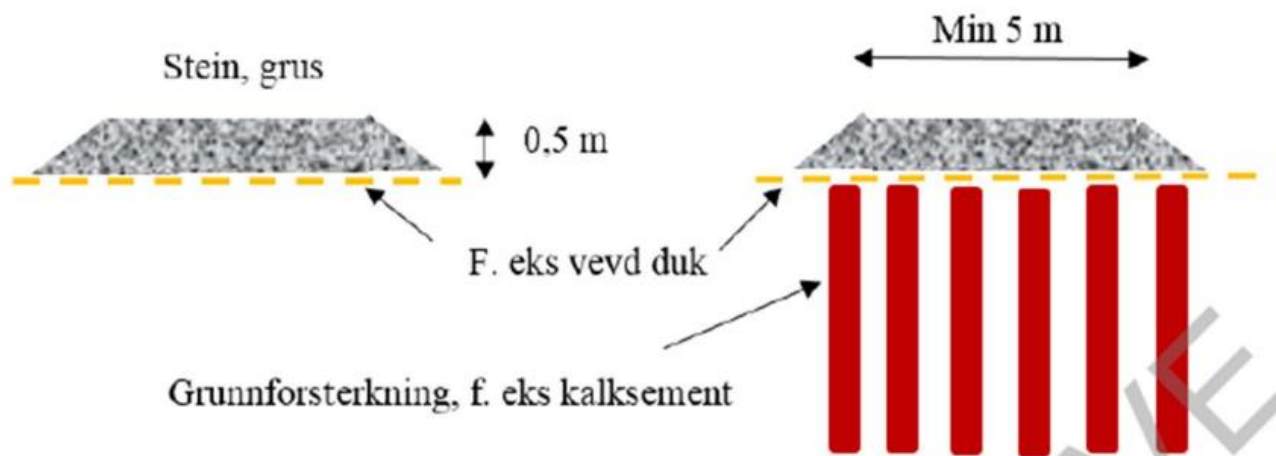
Det anbefales en tett og god dialog med representant fra kulturminnemyndighetene for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift.

#### HH-03 – Område H – Vegetasjon (hule eiker) med svært høy verdi

Det er registrert to forekomster av utvalgt naturtype hule eiker lokalisert i kanten til dyrket jord like i planavgrensningen, ved Holteveien 1 og 2. Det er usikkerheter knyttet til utstrekningen av rotsone til trærne, men det må tilstrebes å bevare disse trærne.

#### **Anleggsteknikk**

For framkommelighet kan det da bli behov for planlagte og forsterkede anleggsveier. Det er viktig at behov for og etablering av anleggsveier og riggområder planlegges sammen med prosjektering av grunnarbeidene. Anleggsaktivitet, slik som veier og lagring av masser og utstyr, må kontrolleres og evt. begrenses. Anleggsveier skal ikke etableres på topp av skjæringer uten at det er gjort en særskilt geoteknisk vurdering. Det anbefales at det legges føringer for hvor det er tillatt å lage anleggsveier og hvor det er tillatt å fylle opp.



Figur 14-100: Eksempler på tiltak for anleggsveier [42].

#### **Videre arbeider**

Både anleggsveier, mellomlagringsplass, lasteplass og lagringsplass må vurderes geoteknisk. Det vil trolig bli behov for avlastning og evt. masseutskifting, eller grunnforsterkning før området kan belastes.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

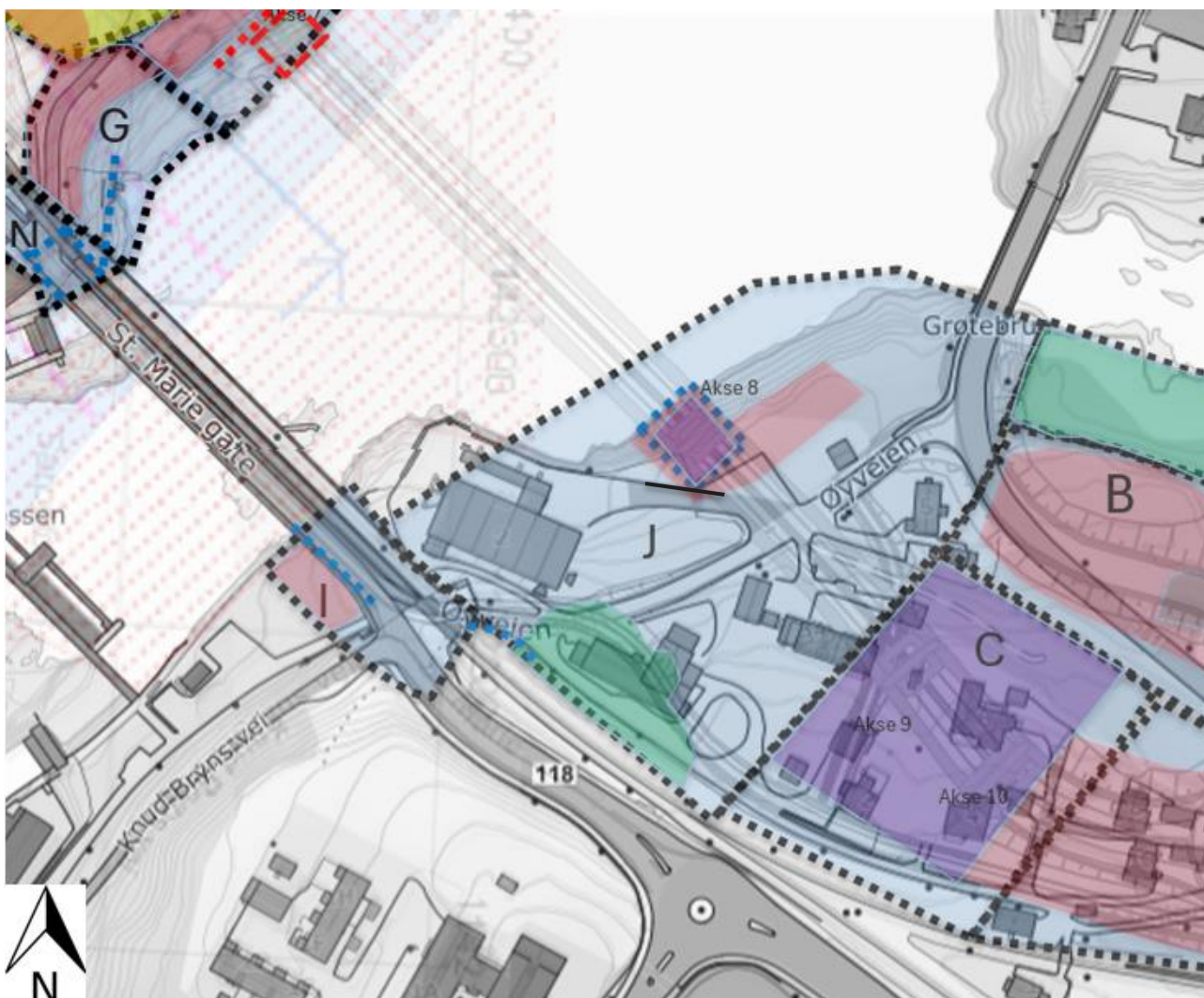
#### 14.4.8 Område I

##### **Innledning**

Område I omfatter området inn mot landkarene for både Sarpsbrua og jernbanebrua, på nordsiden av Knud Bryns vei. Området ligger inntil eksisterende fv.118, dagens gang-/ og sykkelveibru, Sarp1-kraftverk og dagens Østfoldbane. Tiltaket i området inkluderer sikring av nytt landkar for ny gang-/ og sykkelveibru (K20 ny G/S-bru). Vurderinger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak for sikring av landkarsfundamentet, hovedsakelig støttekonstruksjon og avlasting, for å oppfylle krav til lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase.

##### Områdeavgrensning

Område I omfatter det sørlige området der eksisterende Sarpsbru lander på Hafslund. Det grenser mot område J og Sarp1-kraftverket i nordøst, og Sarpsfossen i nordvest. Øyveien og Knut Bryns vei samt en gang-/sykkelvei krysser eksisterende fv. 118 i området.



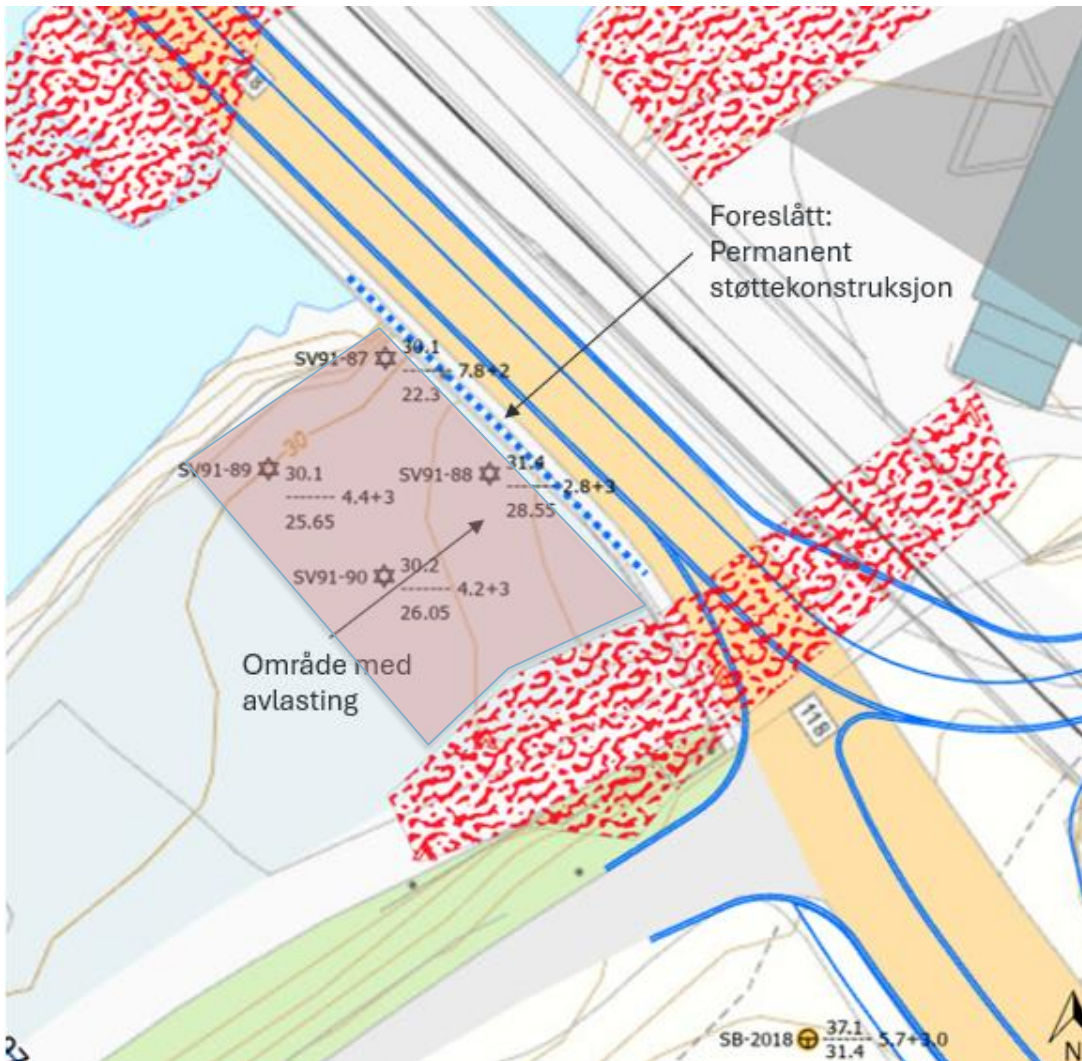
Figur 14-101 Område I – Landkar K20

### Terrengbeskrivelse

Terreng i området varierer i ulike nivåer. Gang-/ sykkelveien går under fv. 118 på kote + 35 - 36 i en kulvert (Sarpsfossen kulvert) på kote ca. + 30. Nærmest Glomma ligger terrenget et par meter høyere. Terreng heller generelt slakt nedover i sørvestlig retning. I retning sør stiger terrenget bratt opp mot Statsminister Torps vei i ca. kote + 48.

### Grunnforhold

Det foreligger lite grunnlag av grunnundersøkelser i område I, men fire bergkontrollboringer fra 1979/80 samt bergblotting ved kulvert for gang-/sykkelvei antyder skrått berg under, med inntil ca. 8 m med løsmasser ut mot Glomma. Se Figur 14-102. Det er utført én totalsondering i SB-2018 og fra den kan det ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire i området.

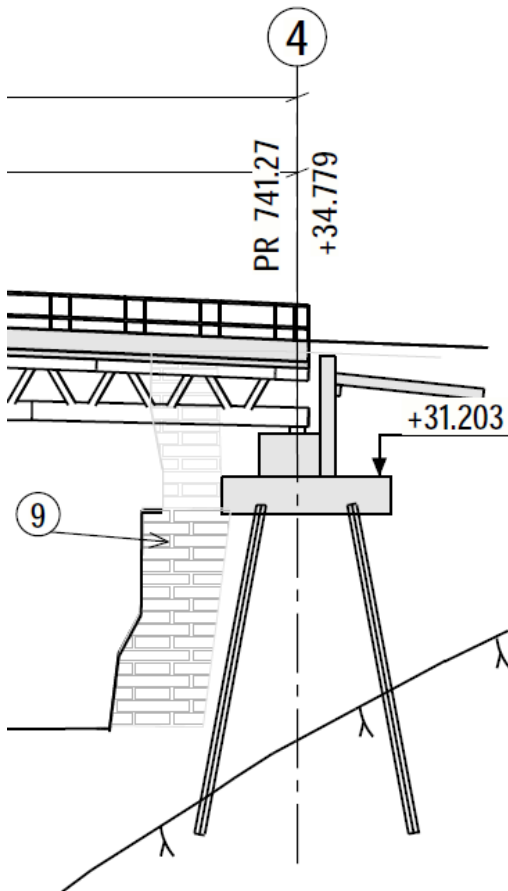


Figur 14-102: Grunnundersøkelser i område I. Berg i dagen vist med rødt. Foreslått sikringstiltak med noe avlastning og permanent støttekonstruksjon.

### **Problemstillinger**

Det er i denne omgang ikke utført egne stabilitetsvurderinger for område I. Det nye lankarfundamentet er planlagt fundamentert på stålkjernepeler bak eksisterende støttemur, iht. Figur 14-103 nedenfor. Det vil være viktig å kontrollere at den eksisterende støttemuren sikrer løsmassene under det nye

fundamentet på en tilfredsstillende måte. I tillegg er det antatt behov for ny permanent støttekonstruksjon i form av spunt for sikring på sørsiden i skråningen ned mot Sarpsfossen.



Figur 14-103: Landkar i akse 4 for ny G/S-bru (K20) som pelefunderes bak eksisterende støttemur.

#### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen. Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningen er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet, iht. SVV-veinormal N200.

#### **Geotekniske tiltak**

##### Beskrivelse av anbefalte løsninger

- **«H-I-001» Støttekonstruksjoner ny G/S-bru**  
Det vil være noe løsmasser under det nye landkarsfundamentet som antas å måtte sikres med for eksempel rørsjunt avstivet i et nivå. Det er begrenset med undersøkelser i området, men fjellkontrollboringer antyder størst løsmassedybde ytterst ved nytt landkar (ca. 8 m). Berget stiger tilsynelatende oppover til berg i dagen oppe ved eksisterende kulvert.



- **«H-I-002» Avlastning foran støttekonstruksjon ny G/S-bru**

Situasjonen for det eksisterende landkaret antas å forbedres i forbindelse med etablering av den nye G/S-brua. Dette begrunnes med at lasten for den nye brua overføres til nytt pelefundament. I tillegg reduseres jordtrykket i forbindelse med høydereduksjon og avlastning av jord.

Tilkomst og utførelse

Tilkomst til området vil være fra Knuts Bryns vei og videre ned langs eksisterende G/S-vei.

**Faser og rekkefølger**

Den nye gang-/ og sykkelveibrua (K20) med sikringstiltak skal etableres etter ny Sarpsbru (K10) er satt i drift. Det vises til innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33] og forprosjektrapporten for ny G/S-bru [29].

**Usikkerhet og risiko**

HI-01 – Område I – Stabilitet eksisterende støttemur

Det er knyttet usikkerhet til tilstand på eksisterende støttemur og om det er behov for ytterligere tiltak i forkant av det nye landkarfundamentet. Dersom tilstanden er dårlig, kan det for eksempel bli behov utskifting av mur eller etablering av støttekonstruksjon til berg (spunt/jetpeler).

HI-02 – Område I – Omfang permanent støttekonstruksjon

Det er store usikkerheter i bergnivået. Det er antatt at det er et varierende bergnivå, med bratte bergpartier. Det anbefales derfor at det utføres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforhold og bergnivå i hele fundamentets fotavtrykk. Det anses først og fremst å være usikkerhet knyttet til omfanget på støttekonstruksjonen, og bruk av lette masser for å sikre tilstrekkelig sikkerhet for permanentfasen. Som følge av usikkerheter i dybder til berg, antatt ujevn bergoverflate, plassbegrensninger og at arbeidene skal foregå i nærheten av jernbanebru med trafikk på sporet, er det vurdert at åpen utgraving og direktefundamentering ikke er en egnet løsning.

**Anleggsteknikk**

Arbeidene skal foregå i nærheten av jernbanebrua. Det er foreløpig ikke vurdert at det er behov for trafikkfri periode på spor for å utføre arbeidene i område I. Hvis det i en senere fase vurderes at det er behov for sporbrudd må det varsles fortløpende.

**Måleprogram og instrumentering**

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at sikringstiltakene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig.

**Alternative løsninger**

Landkaret i akse 4 skal fundamenteres på stålkjernepeler. Det er i denne fasen ikke vurdert andre peleløsninger.

**Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.



Det må utføres beregninger og analyser for støttekonstruksjonene.

Kartlegging av fundamenteringsforhold og infrastruktur i bakken må gjøres.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

#### 14.4.9 Område J

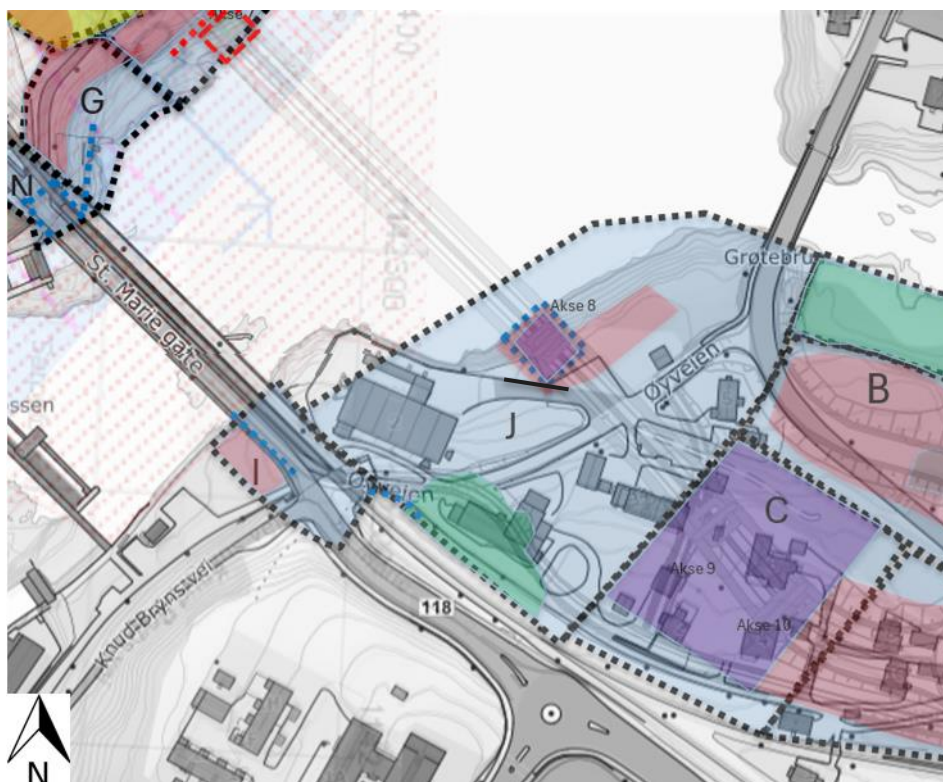
##### *Innledning*

Tiltaket (ny Sarpsbru) i området medfører etablering av nytt pelefundament for brua (akse 8) i egen byggegrøp, hjelpesøyle for bygging av akse 8, og nye gang-/ og sykkelveier. Beregninger viser at det er behov for geotekniske sikringstiltak, hovedsakelig avlasting, støttestøtting og støttestruksjoner, for å oppfylle krav til områdestabilitet og lokalstabilitet i både anleggsfase og permanentfase. Det vises til forprosjektrapport for ny Sarpsbru [28].

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

##### *Områdeavgrensning*

Område J består av skråningen ned mot Glomma hvor Hafslund Kraft har sitt eksisterende Sarp1-kraftverk, og hvor det tidligere var planlagt nytt Sarp2-kraftverk. Området er avgrenset av Grøte-bru i nordøst og jernbanen i sørvest. I sørøst er det avgrenset av område C. I område J kommer akse 8 for ny Sarpsbru, samt nye gang- og sykkelveier.



Figur 14-104: Område J – Ny Sarpsbru må nå må utføre geotekniske sikringstiltak i området.

##### *Terrengbeskrivelse*

Terrengtet heller bratt ned mot Glomma nærmest elven og batymetri viser at også elvebunnen skråner videre nedover. Det er ca. 13 m høydeforskjell i den bratteste delen av skråningen inkludert elvebunn. Elvebunnen starter i ca. kote +19 fra utførte grunnundersøkelser, og terrenget stiger opp til ca. kote +40 lengst sørvest mot eksisterende jernbane.



### Grunnforhold

Det er stor variasjon i grunnforholdene i området. Ytterst mot Glomma er det et lag på ca. 3-5 meter med fyllmasser. Under fyllmassene er det i sørvest ved akse 8-plasseringen påvist kvikkleire, mens i nordøst er leiren fastere. Ute i Glomma er det boret mellom 2-38 m i løsmasser, og det er også her påvist sprøbruddsmaterialer og kvikkleire nedenfor plasseringen til akse 8. Totalsondringer indikerer at sprøbruddsmaterialer og/eller kvikkleire kan strekke seg noe videre utover i Glomma. Lengst nordøst ute i Glomma indikerer grunnundersøkelsene noe fastere leire med større innslag av sand, grus og stein. Grunnforholdene i kraftverksområdet består i stor grad av en lite plastisk sandig, siltig leire med høyt siltinnhold og varierende innhold av grus og skjellfragmenter. Materialet har lavt vanninnhold og høy tyngdetetthet, og er i store deler av området definert som sprøbruddsmateriale og/eller kvikkleire. Bakover mot sørøst på land i område J og hele veien opp mot eksisterende jernbane er det store mektigheter med kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale. Dybder til berg varierer fra ca. 9 m inn mot eksisterende Sarp1-kraftverk, til ca. 57 m i grensen mot område C i sørøst.

### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet

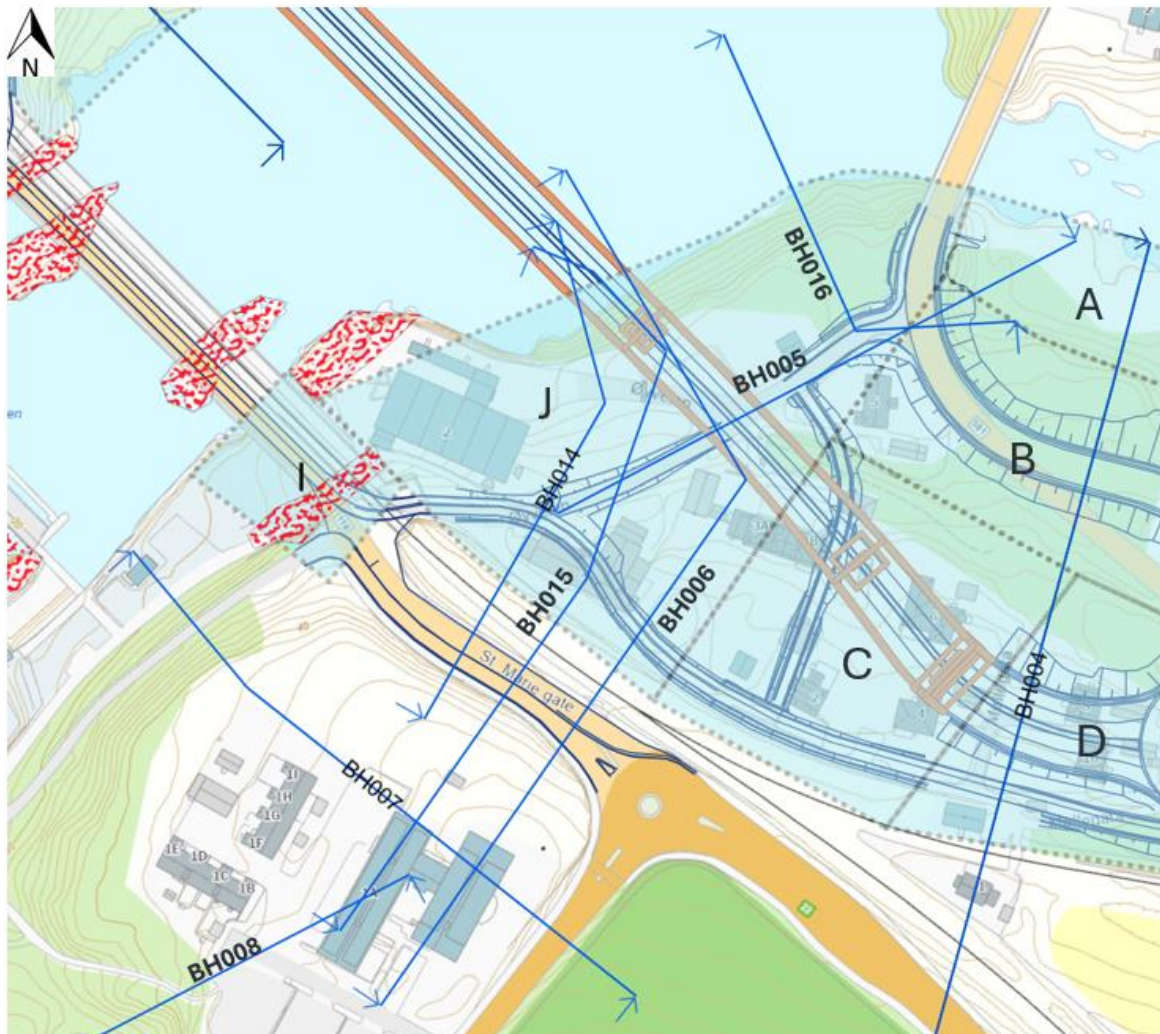
Dagens stabilitet ytterst mot Glomma er ikke kritisk, men planlagt Sarpsbru kommer med akse 8 i skråningen ned mot Glomma og krav til absoluttsikkerhet er ikke ivaretatt. For skråningen/ jernbanefyllingen oppe ved eksisterende jernbane hvor nye gang-/ og sykkelveier er planlagt, viser stabilitetsberegninger lav beregnet sikkerhet i dagens situasjon, og at det er behov for sikringstiltak. For område J viser beregninger for dagens situasjon at det ikke er tilstrekkelig stabilitet iht. krav til absolutt sikkerhet gitt i NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200. Krav til sikkerhet varierer innenfor område J, avhengig av om skråningen er innenfor eller utenfor influensområdet til tiltaket ny Sarpsbru.

#### Grensesnitt Sarp1-kraftverk

Det skal tas hensyn til eksisterende Sarp1-kraftverk som har arealkrav knyttet til vedlikeholdsrutiner for kraftverket ned mot Glomma på Hafslundsiden. Det skal sikres adkomst til Sarp1-kraftverket for drift og vedlikehold, både i anleggs- og driftsfase.

#### Beregninger

Tiltaket ny Sarpsbru og nye gang-/ og sykkelveier har influens på skråningene i område J. Beregningssnitt BH006, BH005, BH014, BH015 og BH016 er relevante for område J iht. Figur 14-105. Det er utført beregninger med planlagt tiltak i alle disse beregningssnittene for å dokumentere behov for nødvendige sikringstiltak både lokalt oppe ved jernbanen, lokalt nede ved skråningskanten mot Glomma, og globalt. Beregningene viser at det er behov for støttefylling oppe ved eksisterende jernbane, samt avlastning av terreng nede ved skråningskanten mot Glomma, både for byggegropen til akse 8, men også for sikring av områdestabilitet. I tillegg vil det trolig bli behov for en spuntkonstruksjon på innsiden av eksisterende landkarvinge for eksisterende jernbanebru, på bakgrunn av usikkerheter knyttet til tilstand på denne og fundamentering. Det er vurdert at akse 8 vil kunne medføre en forverring i endelig fase, blant annet grunnet de store horisontallastene som pelene må ta opp. Det stilles derfor krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. NVE-veileder 1/2019 for glideflater som berører akse 8, og krav om absolutt sikkerhetsfaktor iht. N200 for glideflater som berører nye gang-/ og sykkelveier.



Figur 14-105: Plantegning som viser aktuelle beregningssnitt for område J.

Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Det er behov for sikringstiltak i område J, og det stilles absoluttkrav (iht. NVE-veileder 1/2019 og N200) til alle glideflater som berører tiltaket ny Sarpsbru og nye gang- og sykkelveier, ettersom skråningene er i influensområdet til ny bru og nye G/S-veier.

Sikringstiltak er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet både i permanent- og anleggsfasen.

Dette inkluderer tiltak for å:

- Anleggsfase: Ivareta midlertidig stabilitet og sikkerhet under arbeidet, inkludert håndtering av poretrykk og belastninger under arbeidet.
- Permanentfase: Sikre at stabiliteten til skråningene er tilstrekkelig ivaretatt. Krav til sikkerhet er absolutt sikkerhet iht. NVE-veileder 1/2019 og SVV-veinormal N200.

Byggegrop

Akse 8 befinner seg i område J, og er planlagt pelefundamentert til berg. På bakgrunn av dybder til fundamentnivå blir det behov for geotekniske sikringstiltak for å sikre byggegropa. Midlertidig hjelpesøyle mellom akse 8 og 9 etableres på stålkjernepeler, og det er ikke behov for ytterligere geotekniske tiltak.

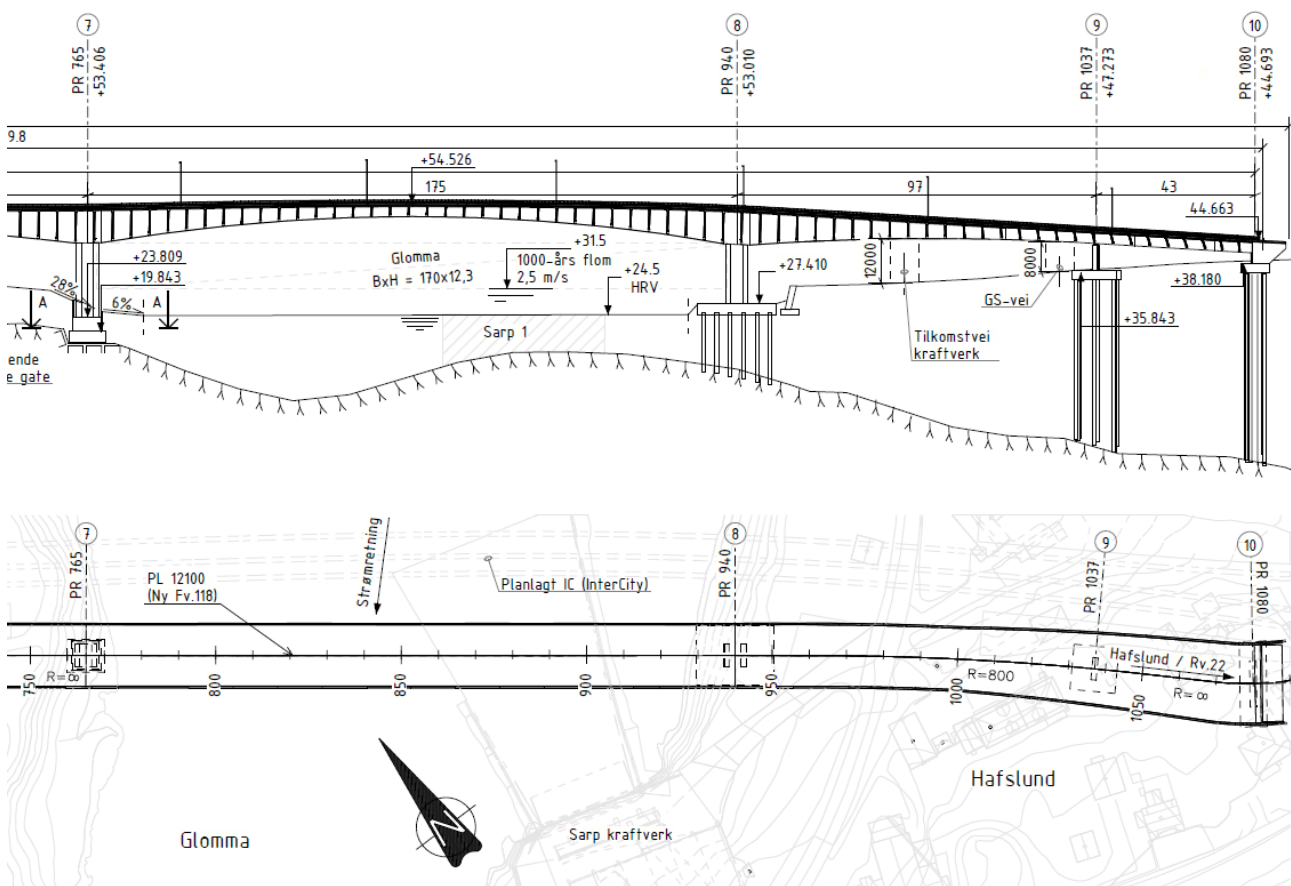
### Gang-/ og sykkelvei

Det skal etableres en ny gang-/ og sykkelvei gjennom området. Gang-/sykkelveien etableres på støttefyllingen oppe ved eksisterende jernbane. Ny gang-/ og sykkelvei er vurdert som et CC3-tiltak, da det også er registrert kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale i området i, og det stilles derfor krav om sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,60$ . Det understrekes at grunnlaget er noe tynnere i dette området, og der hvor supplerende grunnundersøkelser ikke påviser sprøbruddsmaterialer og eller/kvikkleire, kan det vurderes å plassere ny gang-/og sykkelvei i CC2 med krav om sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,50$ .

### **Geotekniske tiltak**

Valgt bruløsning for ny Sarpsbru har behov for byggegrop for etablering av akse 8, iht. Figur 14-106.

Akse 8 og hjelpesøyle mellom akse 8 og 9 fundamenteres på peler til berg. Akse 8 etableres i tørr byggegrop iht. Figur 14-107 og Figur 14-109.



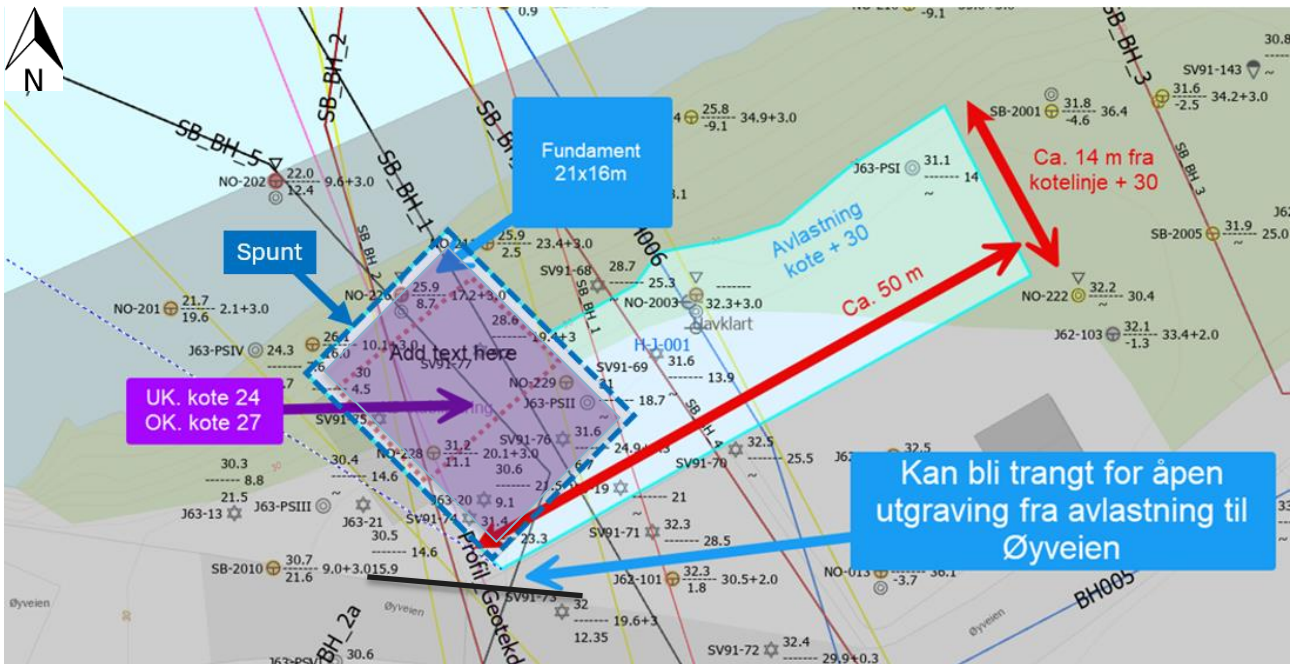
Figur 14-106: Utklipp fra oversiktstegning for ny Sarpsbru, datert 25.02.2026 [28].

### Beskrivelse av anbefalte løsninger

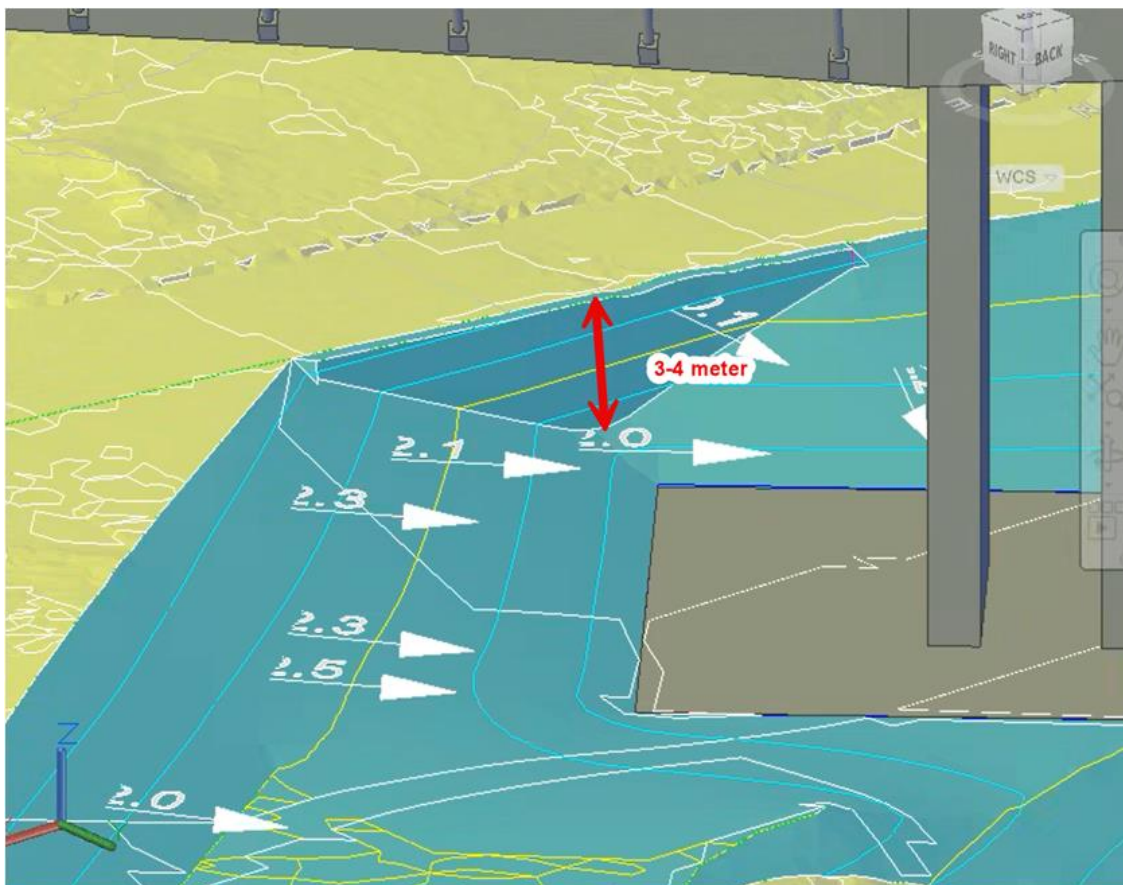
- «H-J-001» **Avlastning skråningskant akse 8:** Skråningen ned mot Glomma like oppstrøms Sarpsfossen har ikke tilfredsstillende sikkerhet for permanentfasen. Det er derfor nødvendig med en avlastning i toppen av skråningen ned til ca. kote +30, med en bredde på ca. 14 m, i en utstrekning på ca. 50 m langs skråningskanten. Se Figur 14-107. Avlastningen vil sikre tilfredsstillende stabilitet for fundamentet og skråningen i permanentfasen. Samt at det vil sørge for at man ikke har forverring i anleggsfasen da det blant annet skal benyttes rigg for spunt- og gravearbeider, grunnforsterkning og pelearbeider etc. rundt akse 8.



- «H-J-002» Støttemur mot Øyveien: På grunn av plassforholdene i forbindelse med avlasting av terrenget, blir det behov for en permanent støttemur mot Øyveien i det sørvestlige hjørnet av byggegropen til akse 8. Se Figur 14-108. Støttemuren er ca. 800 m<sup>2</sup>.



Figur 14-107: Avlastning skråningskant og utgravingsdybder for akse 8. Figuren viser ikke graveskråninger og støttemur mot eksisterende vei, kun nødvendige avlastingsdybder.



Figur 14-108: Det blir behov for mur langs Øyveien for å få til terrenget rundt fundamentet. Muren blir mellom 3 - 4 m på det høyeste.

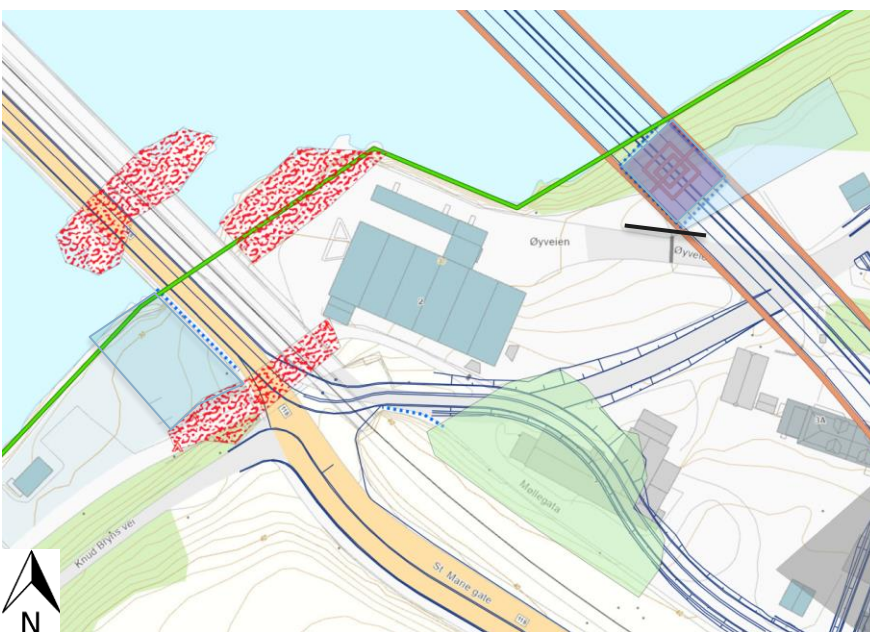


Det blir også behov for riving/sanering av bygget i Øyveien 1, slik at det blir plass til det geotekniske sikringstiltaket med støttefylling.

- **«H-J-007» Støttefylling ved jernbanen:** For å ivareta absoluttkrav til sikkerhet for ny gang- og sykkelvei, samt for sikring av eksisterende jernbane, blir det behov for en støttefylling av steinmasser (kvalitetsfylling) inn mot eksisterende jernbanefylling. Støttefyllingen omfatter ca. 900 m<sup>3</sup>, og ligger i ca. kote +40 lengst sørøst og ca. kote +38,5 lengst nordvest. Denne vil ha utstrekning fra avslutningen til eksisterende landkarsvinge i nordvest, til litt forbi Øyveien 1 i sørøst hvor jernbanefyllingen blir mindre og beregningsmessig stabilitet bedre. Støttefyllingen tilpasses eksisterende terreng. Ny gang- og sykkelvei etableres på selve støttefyllingen (se Figur 14-111), og vil i varierende grad bestå av steinmaterialer og lette masser. Sikringstiltaket vil ikke begrense mulighetene for fremtidig jernbanedrift.



Figur 14-110: Støttefylling og støttekonstruksjon ved jernbanefylling og brulandkar.



Figur 14-111: Ny gang- og sykkelvei etableres på støttefyllingen, og bygges opp i varierende grad av steinmaterialer og lette masser.

- **«H-J-008» Støttekonstruksjon bak eksisterende landkarsvinge jernbanebru:** Det er usikkerheter knyttet til eksisterende landkarsvinge for jernbanebrua, hvilken tilstand denne har, samt hvordan den er fundamentert. Gamle tegninger og tidligere grunnundersøkelser i området indikerer at det er trolig er ca. 3 – 5 m dybder til berg. For å ivareta krav til sikkerhet for eksisterende jernbane, vil det trolig bli behov for en støttekonstruksjon for å sikre eksisterende landkarsvinge iht. Figur 14-112. I det videre arbeidet må det utføres detaljert kartlegging og tilstandsvurdering av landkarsvingen, og det anbefales å utføre prøvegraving for å kartlegge fundamenteringen. Det anbefales et tett samarbeid med Bane NOR for å finne optimale løsninger for sikringstiltaket. Sikringstiltaket anses ikke å begrense mulighetene for fremtidig jernbanedrift.



Figur 14-112: Mulig behov for støttekonstruksjon bak eksisterende landkarsvinge for jernbanebrua.

#### Tilkomst og utførelse

Det må etableres en anleggsvei for tilkomst til området og eksisterende bebyggelse må fjernes. Eksisterende veier til bebyggelse kan trolig benyttes som anleggsveier. For innledende faseplaner og vurderinger rundt omlegging av vei og trafikk, vises det til anleggsgjennomføringsnotatet [33].

#### **Faser og rekkefølger**

Det må legges opp til en fremgangsmåte der stabiliteten ivaretas i alle faser. Alle geotekniske sikringstiltak må planlegges grundig. Det legges opp til en fremgangsmåte der stabiliteten hele tiden forbedres i forhold til dagens situasjon.

I akse 8 må avlastning av skråningskant være ferdig før arbeidene med byggegrop og akse 8 kan utføres. Deretter må støttekonstruksjonene etableres før grunnforsterkningen. Avstivning av støttekonstruksjonene etableres suksessivt med utgravingen. Av hensyn til tilgjengelig plass og rigg-/arbeidsrom kan det bli nødvendig å utføre boring og installasjon av før videre utgraving av byggegropen.



Pelene for hjelpesøyle i område J og akse 9 i område C, settes før støttekonstruksjonene til akse 8 for å unngå ev. kollisjon med skråstag fra byggegropen. Byggegroppen må prosjekteres slik at man unngår kollisjon mellom stag og peler. Ved ev. utilsiktet kollisjon vil det ha liten påvirkning på stålkjernepelene og stålrørspelene, og stag må settes med en annen vinkel. Det vises til forprosjektrapporten for ny Sarpsbru [28].

Oppe ved jernbanen i område J må eksisterende infrastruktur i bakken legges om, og eksisterende bygg i Øyveien 1 rives/saneres i forkant av etablering av støttefylling inn mot jernbanefyllingen og støttekonstruksjon bak landkarsvinge. Disse arbeidene må utføres på en måte hvor det sørges for at stabiliteten ikke blir forverret i noen faser av arbeidene. Det kan derfor bli behov for seksjonsvis utførelse hvor det suksessivt tilbakefylles steinmaterialer parallelt med riving/sanering. Dersom det er kjeller under bygget, kan det være en mulighet å la den bli værende, men fylle den igjen, for å unngå en dyp utgraving. Dette er detaljer det må arbeides videre med. Arbeidene med omlegging av infrastruktur og sikringstiltak (støttekonstruksjon og støttefylling) mot jernbanen må trolig utføres i perioder uten trafikk på sporet (sporbrudd). Disse arbeidene kan med fordel samkoordineres med andre arbeider på Tarris/Hafslund som også har behov for trafikkfri periode på sporet.

Det må utarbeides detaljerte faseplaner.

### **Usikkerhet og risiko**

#### HJ-01 – Område J – Stabilitet mot jernbane og arbeider i trafikkfrie perioder på spor

Etablering av støttekonstruksjon og støttefylling inn mot eksisterende jernbane (Østfoldbanen) er arbeider som kan kreve at det ikke er trafikk på sporet. Dette fordi det skal utføres arbeider tett inn mot spor/fra spor, og fordi det ikke kan utelukkes at det i midlertidig fase (uten trafikk på spor) kan bli noe deformasjon/setning på eksisterende spor som må utbedres. Utlegging av støttefylling kan også medføre oppbygging av poretrykk og da også en midlertidig reduksjon av stabilitet. Det må forventes behov for skånsom gjennomføring, med forsiktig utlegging, trinnvis og med gjerde mot spor. I tillegg streng kontroll og oppfølging. Det er usikkerheter knyttet til hvor lang en eventuell trafikkfri periode på sporet må bli, spesielt mtp. etablering av støttekonstruksjon. Dette kan ha konsekvenser mtp. kostnader og fremdrift.

Det anbefales at man går i gang med utarbeidelse av detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen i det videre arbeidet. Det anbefales tett og god dialog med Bane NOR, og behov for sporbrudd (trafikkfrie perioder) må koordineres og planlegges så tidlig som mulig for å unngå forsinkelser, tilleggskostnader og påvirket fremdrift. Det anbefales at det etableres måleprogram med instrumentering. Stabiliteten mot jernbanen må hele tiden overvåkes og ivaretas, og det kan bli behov for justering av spor etter arbeidene er utført.

#### HJ-02 – Område J – Eksisterende infrastruktur i bakken

Det ligger eksisterende infrastruktur i bakken både i området hvor det skal avlastes og oppe ved eksisterende jernbane som kan havne i konflikt med de nødvendige sikringstiltakene. Denne infrastrukturen må kartlegges og fjernes eller legges om. Det er usikkert om deler av disse arbeidene krever at det ikke er trafikk på sporet. Dette kan medføre tilleggskostnader og vil kunne påvirke fremdriften.

Det anbefales at man går i gang med kartlegging og planlegging for omlegging av eksisterende infrastruktur i bakken, og at det utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen i det videre arbeidet.

### HJ-03 – Område J – Omfang sikringstiltak

Det bemerkes at det er noe begrenset og varierende grunnundersøkelser i dette området, f.eks. rundt eksisterende landkar og landkarvinge for jernbanen. Tilstand og fundamentering for landkaret og tilhørende landkarvinge er usikkert. Det er derfor noe usikkert hvilket omfang en evt. støttekonstruksjon vil ha, og hva behovet er.

### HJ-04 – Område J – Grunnforsterkningsteknikker

I forbindelse med sikring og utgraving av byggegrop for fundament i akse 8, er det behov for å grunnforsterke de stedlige løsmassene.

Det er usikkerheter knyttet til virkningen av f.eks. tradisjonell kalksementstabilisering i område J. Grunnforholdene vurderes som mindre egnet for tradisjonell kalksementstabilisering. En konsekvens av dette vil være behov for og bruk av fordyrende grunnforsterkningsteknikker som f.eks. wet-mixing.

Det bør derfor gjøres supplerende innblandingsforsøk og forsøksfelt for å optimalisere innblandingsmengde og -type i området. Det anbefales at det settes i gang arbeider med forsøksfelt, slik at ulike grunnforsterkningsteknikker kan testes.

### HJ-05 – Område J – Arbeider med peler og støttekonstruksjoner

Akse 8 og hjelpesøyle skal pelefunderes med borede peler til berg, og støttekonstruksjoner skal fortrinnsvis etableres med boring (rørspunt). Generelt er det usikkerheter knyttet til dybder til berg og skrått berg, og dermed også nødvendige pelengder, spuntlengder og staglengder. Dette kan medføre en risiko for økte mengder, kostnader og installasjonstid for pelene og støttekonstruksjonene.

Stedvis bratt og ujevn bergoverflate medfører risiko for skrens/utglidning i forbindelse med boring stålrør. Skrens kan gi uønsket avvik i pelens posisjon/helning, redusert kvalitet på innboring i berg og i verste fall påvirke stabiliteten lokalt i anleggsfasen. I tillegg kan spesielt steil bergoverflate (>45 grader) medføre behov for ekstra innboringslengde i berg. Det vil være behov for et grundig undersøkelsesprogram for å oppnå tilstrekkelig grunnlag for vurdering av dette.

Boring gjennom og punktering av vannførende lag/lag med artesisk trykk (overtrykk), kan medføre grunnvannsstandssenkning og setninger på infrastruktur og bygg i et relativt stort område. Det må prosjekteres løsninger for tetting ved behov. Samtidig må vannstand/poretrykk overvåkes gjennom anleggsfasen og en periode etter.

### **Anleggsteknikk**

Det vises til innledende faseplaner i anleggsgjennomføringsnotatet [33]. Det må utarbeides detaljerte faseplaner for anleggsgjennomføringen.

Det kan bli behov for bruk av langgraver med lang arm for å unngå for store belastninger på skråningskantene.

### **Måleprogram og instrumentering**

Det vil bli behov for måleprogram og instrumentering, samt supplerende grunnundersøkelser.

Måleprogrammet er en kritisk del av prosjektet og skal sikre at arbeidene og stabiliteten overvåkes kontinuerlig. Det må være installert instrumentering og måleprogram i forkant av anleggsarbeidene, og det kreves tett oppfølging av poretrykksoppbygging osv. i forbindelse med pele- og spuntarbeidene, utlegging av støttefylling osv. En økning i poretrykk vil kunne medføre en midlertidig reduksjon av stabilitet og sikkerhet inntil poretrykket dissiperer og utjevnes. Dette vil kunne ha mye å si for hvordan fremdriften blir.



Det anbefales et måleprogram for overvåkning av bevegelser i grunnen i, og i nærheten av, skråningene både mot Jomfrudammen og mot Glomma oppstrøms Sarpsfossen. Et slikt program bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende infrastruktur, veier og jernbaner. Dette blir spesielt aktuelt i område J tett opp mot eksisterende jernbane og vei.

Det understrekes at gevinstene med et evt. forsøksfelt vil kunne være store i dette området.

### **Alternative løsninger**

Opprinnelig var det forutsatt at Sarp2-prosjektet skulle sikre områdestabiliteten i område J, mens nå er det alternativet med egne sikringstiltak for ny Sarpsbru som gjelder. Alternative løsninger nå dreier seg mer om detaljer knyttet til f.eks. skråpeler vs. vertikalpeler med forankringsplate for opptak av horisontalkrefter fra brua, støttefylling vs. støttekonstruksjon oppe ved eksisterende jernbanefylling, og tradisjonell kalksementstabilisering vs. wet-mixing for å gjøre massene gravbare for uttak av byggegrop.

### **Videre arbeider**

Som grunnlag for videre prosjektering/optimalisering av sikringstiltaket anbefales det å utføre supplerende grunnundersøkelser. Det er behov for omfattende program ved fundamentlokasjonene, og da spesielt i akse 8. Se kapittel 20. Det anbefales at det er etablert måleprogram med instrumentering.

Det anbefales forsøksfelt med ulike grunnforsterkningsteknikker.

Det anbefales mer detaljerte vurderinger rundt behovet for erosjonssikring i skråningen ned mot Glomma, og dette må vurderes opp mot eventuell pågående bunnsenkning som også må kartlegges og overvåkes.

Tilstand og fundamentering for landkaret og tilhørende landkarvinge for jernbanebrua må kartlegges i det videre arbeidet.

Det presiseres at dette er vurderinger gjort i forbindelse med detaljreguleringsplanfasen, og at det må forventes at det under detaljprosjekteringsfasen vil kunne komme endringer i utformingen av sikringstiltakene.

Faseplaner for utførelse av sikringstiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres.

#### 14.4.10 Område K

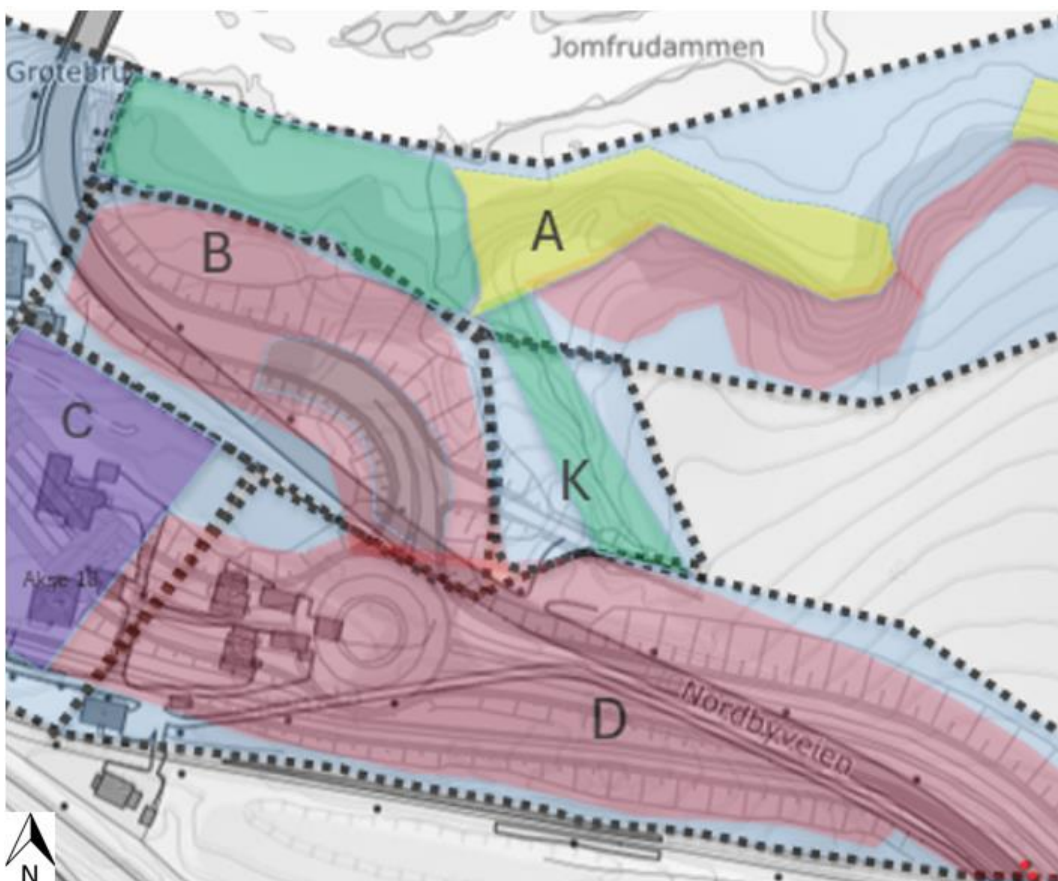
##### **Innledning**

Område K omfatter sideravinen/lokal grøfttrasé på nordsiden av dagens Nordbyvei, og grenser til dagens landbruksavkjørsel til Hafslundjordet. Området bærer preg av å tidligere hatt funksjon som jordbruksdrenering, med flere gamle rester av rør og antydninger til litt erosjon. Det ledes vann i grøfta den dag i dag.

Det er lav beregningsmessig stabilitet i beregningssnittene øst og vest for ravinen/grøfttraséen i dagens situasjon. Det pågår «litt» erosjon i ravinen ifølge befaringsnotatet fra sommeren 2024 [22], og erosjonen kan på sikt bidra til at stabiliteten stadig svekkes. Det vurderes å være behov for lokale tiltak i område K for dagens situasjon, mens for det nye tiltaket må erosjonssikring vurderes. Det vises til utarbeidet notat fra hydrolog [39].

##### Områdeavgrensning

Område K befinner seg øst for område B, sør for område A og nord for område D. Området er definert grunnet ravinen/lokal grøfttrasé som går fra område D og ned til Jomfrudammen. Området blir liggende tett inntil ny Nordbyvei. Se Figur 14-113.



Figur 14-113: Område K mellom andre områder. Ravinen/lokal grøfttrasé kan ses under det grønne polygonet.

### Terrengbeskrivelse

Terrengtet er preget av en ravine/lokal grøfttrasé, trolig dannet av overvann som har samlet seg på og mellom jordet og veifyllingen. Det er indikasjoner på at det tidligere har vært etablert noe lokal jordbruksdrenering her, med mye rester etter rør og dypere hull. Både terrenget og ravinen/grøfta heller jevnt nedover mot skråningen i område A, der den blir brattere før den når Jomfrudammen. I Figur 14-114 er ravinen/grøfta avbildet mot nord.



Figur 14-114: Bilde av ravinen mot nord tatt våren 2023 opp mot eksisterende veifylling for Nordbyveien. Foto: Multiconsult.

### Grunnforhold

Det eksisterer ingen grunnundersøkelser innen områdeavgrensningen, men de nærmeste sonderingene og prøveseriene i områdene rundt viser store variasjoner i lagdeling, og både antyder og påviser kvikkleire og/eller sprøbruddsmateriale i flere dybder. På hver side av ravinen i område K, samt sør for ravinen, er det boret ca. 42 – 43 m under terreng for å treffe berg.

### **Problemstillinger**

#### Dagens stabilitet og utfordringer

Det er lav beregningsmessig stabilitet i beregningssnittene øst og vest for ravinen/grøfta i dagens situasjon. Det pågår «litt» erosjon i ravinen/grøfta ifølge befaringsnotatet fra sommeren 2024 [22]. Erosjonen kan på sikt bidra til at stabiliteten stadig svekkes.



### Beregninger

Det er utført stabilitetsberegninger for områdene like øst og vest for ravinen/grøfta i beregningssnitt BH002 og BH003. Se avsnitt om «Problemstillinger» i Område A i avsnitt 14.3.1 for beskrivelser om beregningssnittene.

### Erosjon

Det er utført befaringsobservasjoner for å kartlegge erosjon i område K. Denne erosjonen ble kartlagt som «litt erosjon», med følgende begrunnelse og vurdering: «Det er lite eller ingen naturlig erosjonssikring. Observert erosjon er begrenset slik at det ikke har blitt utløst skred eller overflateutglidninger. Deler av grøften ligger delvis i rør, men bærer preg av å tidligere være etablert som jordbruksdrenering eller lignende. Topografien er «humpete», og det er indikasjoner på lokale kollapser stedvis».

### Behov for tiltak, utfordringer og krav til sikkerhet

Iht. utredning tilpasset detaljreguleringsplaner er det iht. NVE-veileder 1/2019 krav om at erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges for tiltakskategorien (tiltakskategori K4) som er satt for ny Sarpsbru.

Basert på befaringsobservasjoner er behov for tiltak mot erosjon generelt noe begrenset for eksisterende terreng, og det er trolig tilstrekkelig med kun lokale tiltak ved de mest utsatte områdene (skader i/ved lokale rør og jordbruksdrenering på Hafslund), slik som område K. Dette gjelder eksisterende terreng, slik at for nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket. Det vises til hydrolognotatet for vurderinger rundt erosjonssikring [39].

### **Erosjonssikring**

Det vises til notat utarbeidet av hydrolog for vurderinger rundt erosjonssikring [39].

### **Usikkerhet og risiko**

#### HK-01 – Område K – Erosjon

Det understrekes at det er en lokal grøft/sideravine i tilknytning gamle vannledninger og rør som viser litt erosjon. Det er usikkerheter knyttet til hvordan evt. erosjonspotensialet endres over tid, samt hvilken påvirkning ny Sarpsbru med tilhørende veisystemer vil ha på grøfta/sideravinen.

Evt. erosjon vil kreve sikringstiltak som kan medføre tilleggs kostnader. Dersom erosjon ikke blir godt nok ivarettatt, kan det få konsekvenser slik som utglidninger og ras.

For nye tiltak som plasseres i nærhet av, eller i elv/bekk/vassdrag, må erosjonssikring vurderes for selve tiltaket.

### **Videre arbeider**

Erosjon er ikke vurdert i detalj, da dette ikke er vanlig i denne fasen, men det ligger an til at det kan bli nytt krav i TEK17. Nye støttefyllinger er vurdert ift. erosjon. Erosjonssikring må vurderes nærmere i neste fase i samarbeid med øvrige fagområder.





## 16 Anleggsgjennomføring og fremdrift

Det er ikke utarbeidet detaljerte faseplaner i denne fasen. Det er i områdestabilitetsrapportene [1], [2] gitt en anbefalt rekkefølge (punktvis) for de stabilitetsforbedrende tiltakene for å hele tiden kunne oppnå en forbedring av stabiliteten, både på Tarris og på Hafslund. Det er svært viktig å sørge for tilstrekkelig sikkerhet i alle faser frem mot ferdig anlegg. Det vil være nødvendig å utføre arbeidene i ulike faser med tett byggeplassoppfølging.

Det er utarbeidet eget innledende anleggsgjennomføringsnotat [33], hvor hovedtrekkene fra tiltakene blir omtalt mht. rekkefølge utførelse og delvis med avhengigheter, samt et tilleggsnotat med forslag til anleggsgjennomføring nede på Borregaard [34].

I senere prosjekteringsfaser må tiltakene grupperes i tiltak som kan gjøres i forberedende arbeider, arbeider som kan gjøres uten stans i togtrafikken, og arbeider/tiltak som kan medføre behov for stans i togtrafikken. Nærmere avklaringer er avhengig av ytterligere detaljering og avklaringer med Bane NOR. Forsøksfelt og etablering av måleprogram med instrumentering vil kunne gi nyttig informasjon rundt hvilke arbeider som må utføres uten trafikk på spor.

Det blir viktig å avklare entreprisestrategi, og samarbeidsavtaler for å minimere risiko. Spesielt med hensyn til eksterne aktører som kan forsinke, eller påføres forsinkelse av prosjektets arbeider. Det anbefales både på Tarris og Hafslund å dele arbeidene inn i en eller flere forberedende entrepriser. Fasene for anleggsgjennomføring må sees i sin helhet, hvor noen arbeider kan utføres samtidig på tvers av områder og faser.

Prosjektet har en svært høy risiko i anleggsgjennomføringen. De største usikkerhetsfaktorene er geotekniske tiltak knyttet til områdestabilitet, og eventuelle endringer/bevegelser i løsmasser og hvilken påvirkning dette kan ha mot f.eks. Bane NOR og området for øvrig. Poretrykksutvikling og deformasjoner, med risiko for redusert fremdrift, togbrudd og/eller andre fordyrende og fremdriftskonsekvenser kan bli resultatet. Konesjonstillatelser, avtaler osv. kan få konsekvenser for fremdriften, og av andre påvirkninger vil også vannføring i Glomma kunne påvirke tidspunkt for geotekniske arbeider i og i nærheten av Glomma.

Av mere typiske avhengigheter og påvirkninger på anleggsgjennomføringen er også omlegging og krav til drift av VA-nett, strømforsyning og signalkabler. Videre vil og rushtid for veitrafikk og kollektivtrafikk påvirke trafikantene og anleggstrafikken/ anleggsarbeidene.

### 16.1 Faseplaner/avhengigheter Tarris og Borregaard

For mer detaljert beskrivelse og vurderinger rundt innledende faseplaner og avhengigheter, vises det til utarbeidet områdestabilitetsrapport Tarris 10245026-RIG-RAP-005 [1] og Multiconsult-notat for anleggsgjennomføring [33]. Dette er også omhandlet under kapitlene vedrørende geotekniske tiltak for de enkelte delområdene. I tillegg vises det til tilleggsnotatet for forslag til anleggsgjennomføring for sikringstiltakene nede på Borregaard [34].

Avhengigheter og forutsetninger er ytterligere utdypet i Anslagsrapport våren 2025 [4].

### 16.2 Faseplaner/avhengigheter Hafslund

For mer detaljert beskrivelse og vurderinger rundt innledende faseplaner og avhengigheter, vises det til utarbeidet områdestabilitetsrapport Hafslund 10245026-RIG-RAP-006 [2] og Multiconsult-notat for anleggsgjennomføring [33]. Dette er også omhandlet under kapitlene vedrørende geotekniske tiltak for de enkelte delområdene.



Avhengigheter og forutsetninger er ytterligere utdypet i Anslagsrapport våren 2025 [4].

### 16.3 Togstans (trafikkfri periode)

Det er behov for trafikkfrie perioder på sporet (sporbrudd) i forbindelse med de geotekniske sikringstiltakene og i forbindelse med bruarbeidene (pelearbeider nært spor og bruarbeider over spor). Behov for planlagte stans av jernbanetraffikk er omtalt i notat for kostnadsestimat med usikkerhetsanalyse [3]. Uforutsett driftsstans er drøftet i avsnitt 21.6.

Avhengigheter og forutsetninger er ytterligere utdypet i Anslagsrapporten våren 2025 [4].

## 17 Reguleringsbestemmelser

Følgende reguleringsbestemmelser er foreslått:

- 1) *Kvikkleire og sprøbruddmateriale (jfr. Pbl § 12-7, ledd nr.12)*
  - a) Det er registrert kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale i forbindelse med grunnundersøkelser knyttet til veianlegget. Slike masser kan finnes utenfor hensynssonene også i andre deler av planområdet, og enhver utbygger plikter å dokumentere tilstrekkelig stabilitet ved ev. anleggsarbeider eller byggeprosjekt.
  - b) Ved planlegging av tiltak innenfor influensområdet til veianlegget som kan påvirke stabiliteten for bruene over Sarpsfossen, skal det sendes geoteknisk dokumentasjon for arbeidene til Østfold fylkeskommune til godkjenning før det kan gis byggetillatelse.
- 2) *Geotekniske forhold (jfr. Pbl § 12-7, ledd nr. 12)*
  - a) Grunnarbeider, slik som sikringstiltak, terrenginngrep (fylling, graving) og fundamenteringsarbeider, skal dokumenteres og detaljprosjekteres i samråd med geoteknisk sakkyndig. Det skal gjennomføres uavhengig kvalitetssikring (utvidet kontroll) av de geotekniske vurderingene. Områdestabiliserende tiltak skal gjennomføres før oppstart av øvrige byggearbeider.
  - b) Ved søknad om tiltak skal det dokumenteres at område- og lokalstabilitet er tilfredsstillende ivaretatt i anleggs- og driftsfase. Sikkerhet mot skred skal ivaretas for alle faser av utbyggingen. Stabilitet skal ikke forverres i byggeprosessen, og det skal dokumenteres at arbeidene kan utføres på en skredsikker måte.

## 18 Rekkefølgebestemmelser

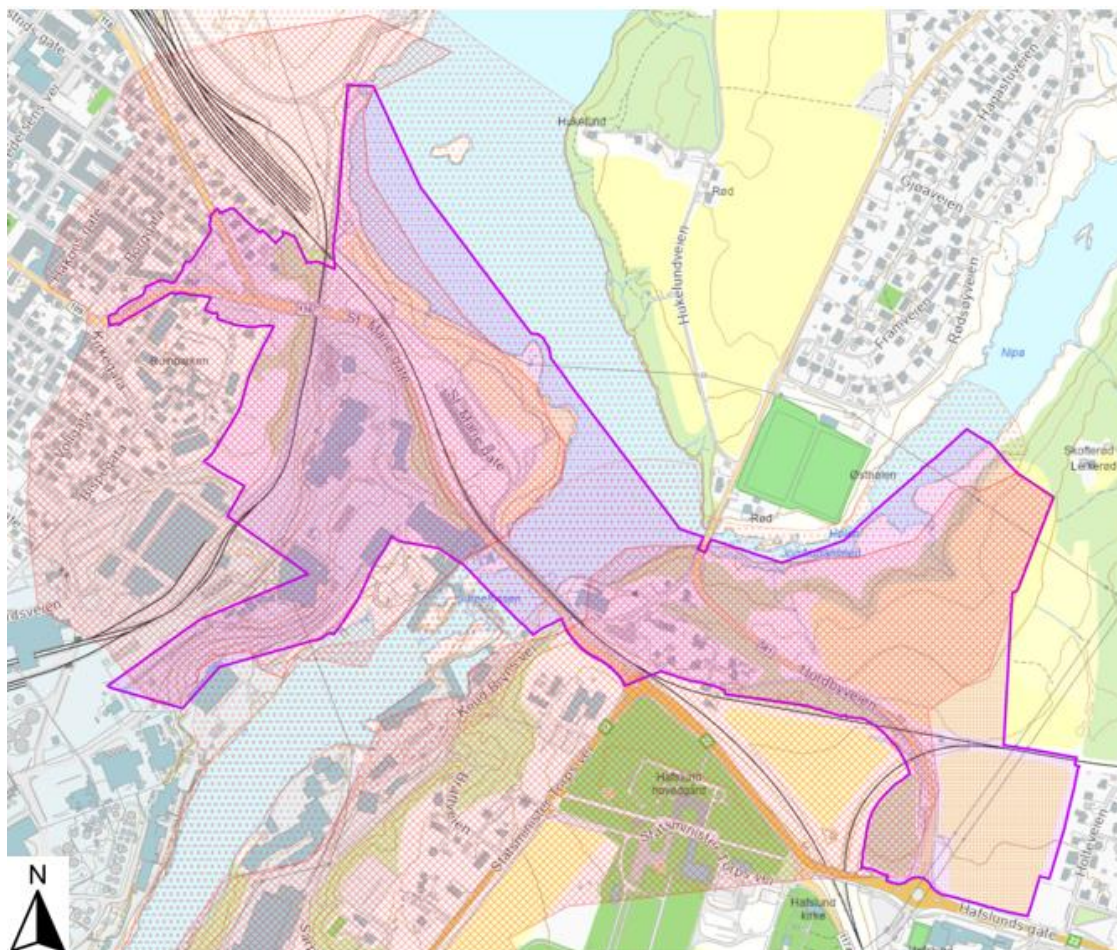
Følgende rekkefølgebestemmelser er foreslått:

- 1) *Geotekniske tiltak – måleprogram*

Det skal etableres et måleprogram for overvåking av bevegelser i grunnen i, og i nærheten av skråningene på Tarris og Hafslund. Programmet skal i tillegg til å måle bevegelser i grunnen, omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur som bruer og jernbane. Målingene skal overvåke pågående bevegelse, danne grunnlag for videre vurderinger og prosjektering av tiltak, og gi nødvendig grunnlag for kontroll i byggefasen. Programmet skal etableres minimum ett år før anleggsstart.

## 19 Plangrense

Utfordringer knyttet til områdestabilitet har gjort det nødvendig å utvide planområdet slik at det også inkluderer deler av skråninger som er utenfor influensområdet til tiltaket. For Tarris vil det si at deler av Ruinparken, deler av industriområdet til Borregaard (inkludert arealer bak vannverket), hele Tarris og arealer ute i Glomma nord for Tarris må inngå i planen. På Hafslund inkluderer planforslaget skråningene ned mot Jomfrudammen.



Figur 19-1: Utklipp av plangrensen (datert 05.06.2025), og løсне- og utløpsområder for kvikkleireskred.

## 20 Supplerende grunnundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser og kvalitet på grunnundersøkelser er en usikkerhet som går igjen i mange sammenhenger. Planområdet er stort, og selv om det er gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med arbeider i detaljreguleringsplanfasen og i tidligere prosjekter, er det fortsatt generelt stor avstand mellom borpunkt, og få undersøkelser av god kvalitet. De kompliserte grunnforholdene gjør det utfordrende å gjennomføre gode grunnundersøkelser, både i felt og på laboratoriet.

Grunnforholdene og omfanget av arbeider som skal utføres, gjør at det ikke kan utelukkes at det vil være behov for flere runder med supplerende grunnundersøkelser, slik at man kan redusere denne risikoen til et så akseptabelt nivå som mulig.

Supplerende grunnundersøkelser gir et bedre grunnlag som reduserer usikkerhet knyttet til tiltaksvurderingene. For prosjektrisikoen gir supplerende og gode undersøkelser en lavere sannsynlighet for «feil» og endringer underveis, og således en redusert risiko. Risiko for uønskede



hendelser blir ikke direkte redusert med supplerende undersøkelser, men økt omfang undersøkelser kan på den andre siden redusere sannsynlighet for at uforutsette forhold inntreffer underveis. Altså reduseres sannsynlighet for en uønsket hendelse. Bedre grunnlag gir bedre estimering av sannsynlighet for hendelse (sikkerhetsfaktor) og treffer bedre på utforming av tiltak. Ved bestemmelse av jordparametere vil en grundig kartlegging av lagenes egenskaper i de fleste tilfeller kunne gi en mer økonomisk prosjektering, sammenlignet med når man baserer seg på (konservative) erfaringsverdier. På den andre siden vil uforsiktig bruk av data fra grunnundersøkelsene kunne føre til svært alvorlige konsekvenser.

Risiko og manglende kunnskap rundt grunnforhold er en gjenganger i prosjekter, og kan være en medvirkende årsak til at store bygge- og anleggsprosjekter får økonomiske overskridelser når det viser seg at grunnforholdene ikke var helt som forutsatt. Grunnforhold og grunnvannstand er blant de største usikkerhetene i forutsetninger på teknisk side. Dette innvirker på omfang av stabiliserende tiltak, samt dimensjonering og fundamentering av konstruksjoner.

Foreløpige utførte stabilitetsberegninger viser behov for supplerende grunnundersøkelser på Tarris, Borregaard og Hafslund.

Omfanget av grunnundersøkelser som foreligger nå er tilpasset de geotekniske vurderingene som utføres i forbindelse med utarbeidelse av detaljreguleringsplan. Det påpekes at det vil være behov for et omfattende program av supplerende undersøkelser i forbindelse med neste fase av prosjektet.

Nedenfor presenteres de forskjellige områdene/delene av Tarris, Borregaard og Hafslund hvor det er behov for supplerende grunnundersøkelser. Det presiseres at omfanget som presenteres her ikke kan benyttes alene som en bestilling av supplerende grunnundersøkelser, og at omfanget vil endres i det videre arbeidet. Forslaget nedenfor viser kun hvor det pr. nå er ansett å være behov, og et estimat av omfanget av grunnundersøkelser. Det presiseres også at det i tillegg er et stort behov for poretrykksmålinger i alle delområdene. Det anbefales at det gjøres grundigere vurderinger av behov for hver konstruksjon og for hvert delområde før det planlegges, og utføres supplerende grunnundersøkelser.

De supplerende grunnundersøkelse skal blant annet utfylle flere formål:

- Gi grunnlag for mer detaljerte vurderinger og beregninger i forbindelse med detaljprosjekteringen.
- Gi grunnlag for optimalisering av de stabiliserende tiltakene i detaljprosjekteringen.
- Gi grunnlag for en mer nøyaktig evaluering og utstrekning av faresonen. Supplerende grunnundersøkelser kan potensielt endre utstrekningen av sonen, samt faregradsklassifiseringen.
- Gi grunnlag for beskrivelse av utførelse. Et eksempel på dette er for støttefyllingen i Glomma der det skal legges en støttefylling på at et antatt bløtt og løst lagret topplag. Et omfattende program med supplerende grunnundersøkelser vil kunne gjøre det mulig å beskrive/vurdere en mest mulig optimal utførelse.
- Fundamenteringsforhold i hver akse for ny Sarpsbru.

*Merknad: I forbindelse med et eventuelt måleprogram forventes det behov for ytterligere supplerende grunnundersøkelser, utover det som er beskrevet her.*

*Det kan forekomme flere formål som gir behov for ytterligere supplerende grunnundersøkelser, utover det som er listet opp ovenfor.*

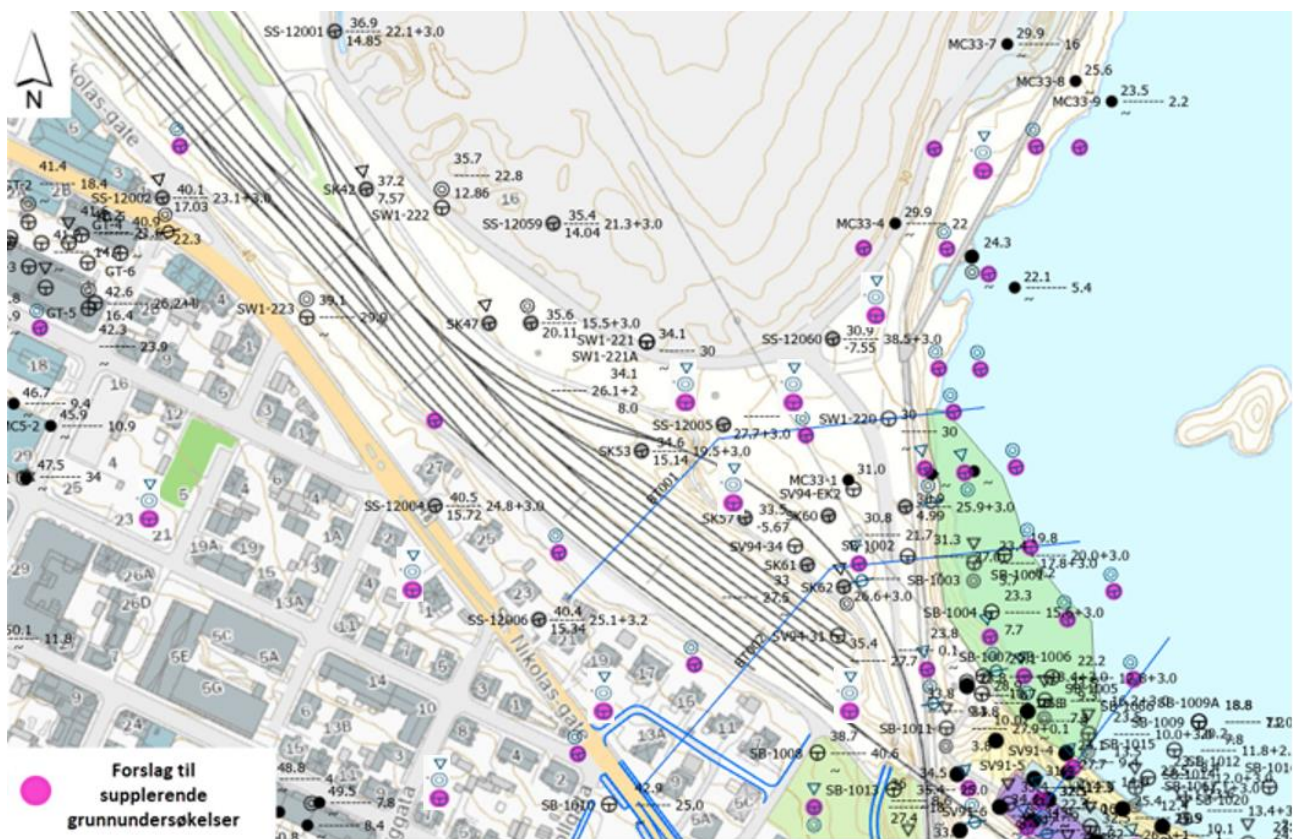
*Enkelte steder kan det se ut som det allerede eksisterer mye grunnlag. Dette fordi det er utført en rekke eldre borer med begrenset informasjon og verdi, og i flere tilfeller kan ikke grunnundersøkelsene benyttes i videre prosjektering og vurderinger.*

*På bakgrunn av de lagdelte og kompliserte grunnforholdene i området, anbefales det at det utføres poretrykksmålinger i flere dybdeintervaller i hver aktuell lokalitet.*

*Det påpekes at det er ansvarlig for detaljprosjekteringen som må vurdere behovet for undersøkelser, og at det kan komme vesentlige endringer i omfang i forhold til det som er presentert nedenfor.*

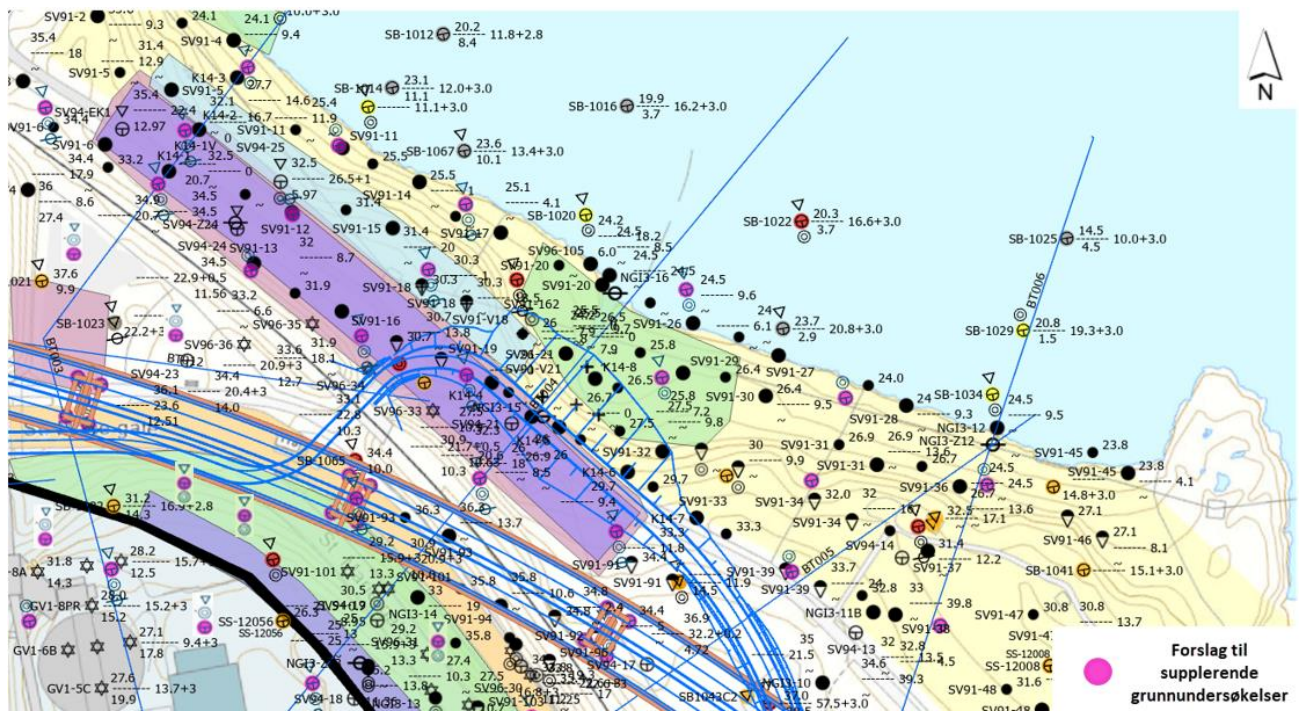
### Tarris og Borregaard

I området ved, og nord for, Olavsvollen er det vurdert at det er behov for supplerende grunnundersøkelser både på land og ute i Glomma. Det er spesielt behov nært skråningskanten på land. Grunnundersøkelser burde utføres så nærme Olavsvollen som mulig, på begge sider av vollen, slik at sikringstiltak utenfor selve vollen kan optimaliseres. Det er også vurdert at det er behov for supplerende grunnundersøkelser rundt hensettingssporene til Sarpsborg-stasjon og videre inn mot Sarpsborg-sentrum. Grunnet begrenset grunnlag er det gjort konservative vurderinger i tolkningen av lagdelingen inn mot, og i, Sarpsborg-sentrum. Figur 20-1 viser et utkast med antatt behov for supplerende grunnundersøkelser i det nevnte området.



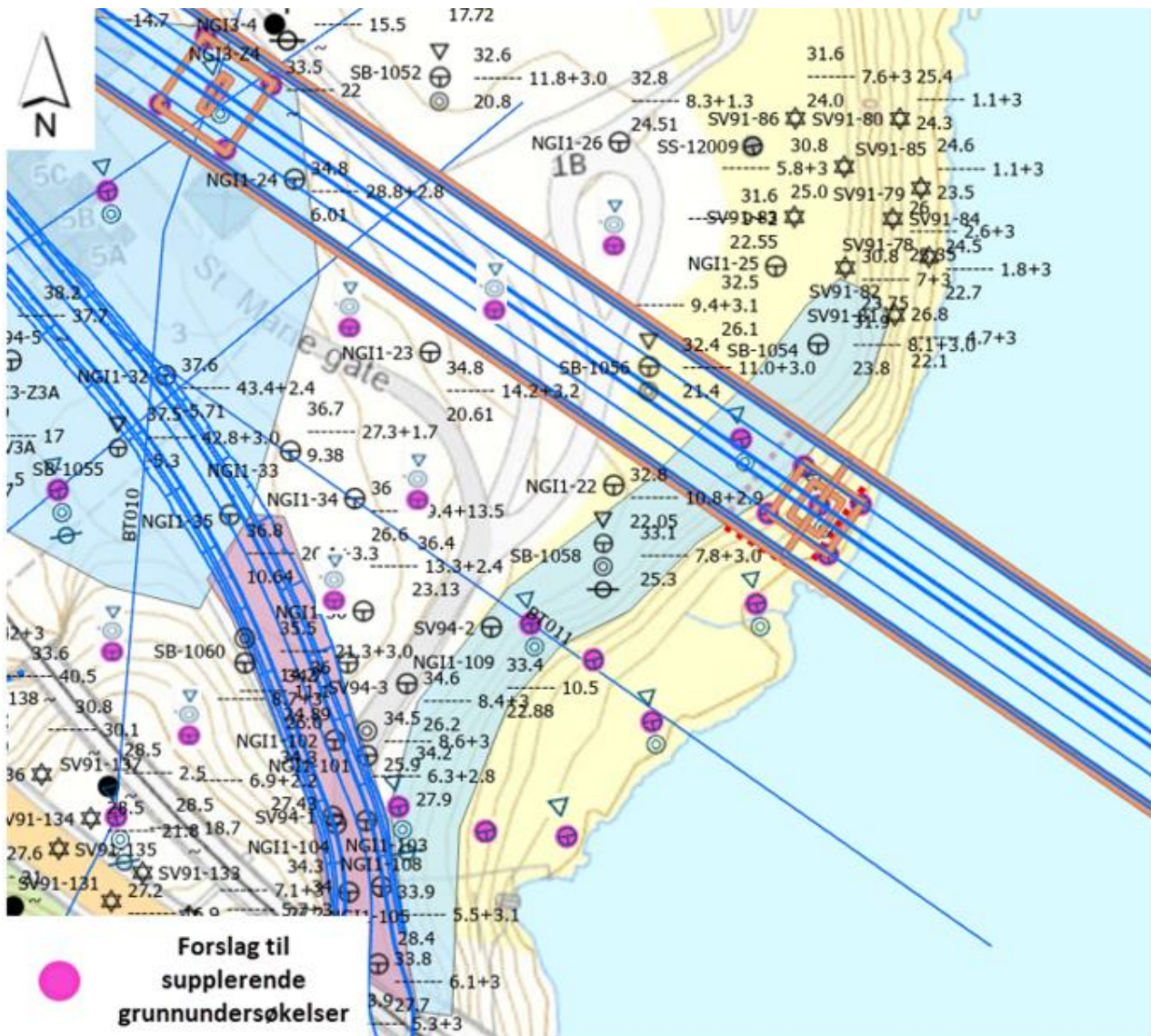
Figur 20-1: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser i området rundt og nord for Olavsvollen, samt rundt hensettingssporene og inn mot Sarpsborg-sentrum.

Langs skråningskanten på Tarris og ut mot Glomma er det vurdert at det er behov for supplerende grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser bør utføres i områdene hvor det skal installeres jetpeler. Dette er et sikringstiltak som er meget kostbart og krevende, og supplerende grunnundersøkelser vurderes derfor som nødvendig for å optimalisere sikringstiltaket. Det anbefales også å utføre ytterligere grunnundersøkelser i og ovenfor Glomma i forbindelse med støttefyllingen som skal legges i antatt tidligere tømmerrenne. Figur 20-2 viser et utkast med antatt behov for supplerende grunnundersøkelser i det nevnte området. I tillegg til disse punktene er det behov for supplerende grunnundersøkelser i og under eksisterende jernbanefylling.



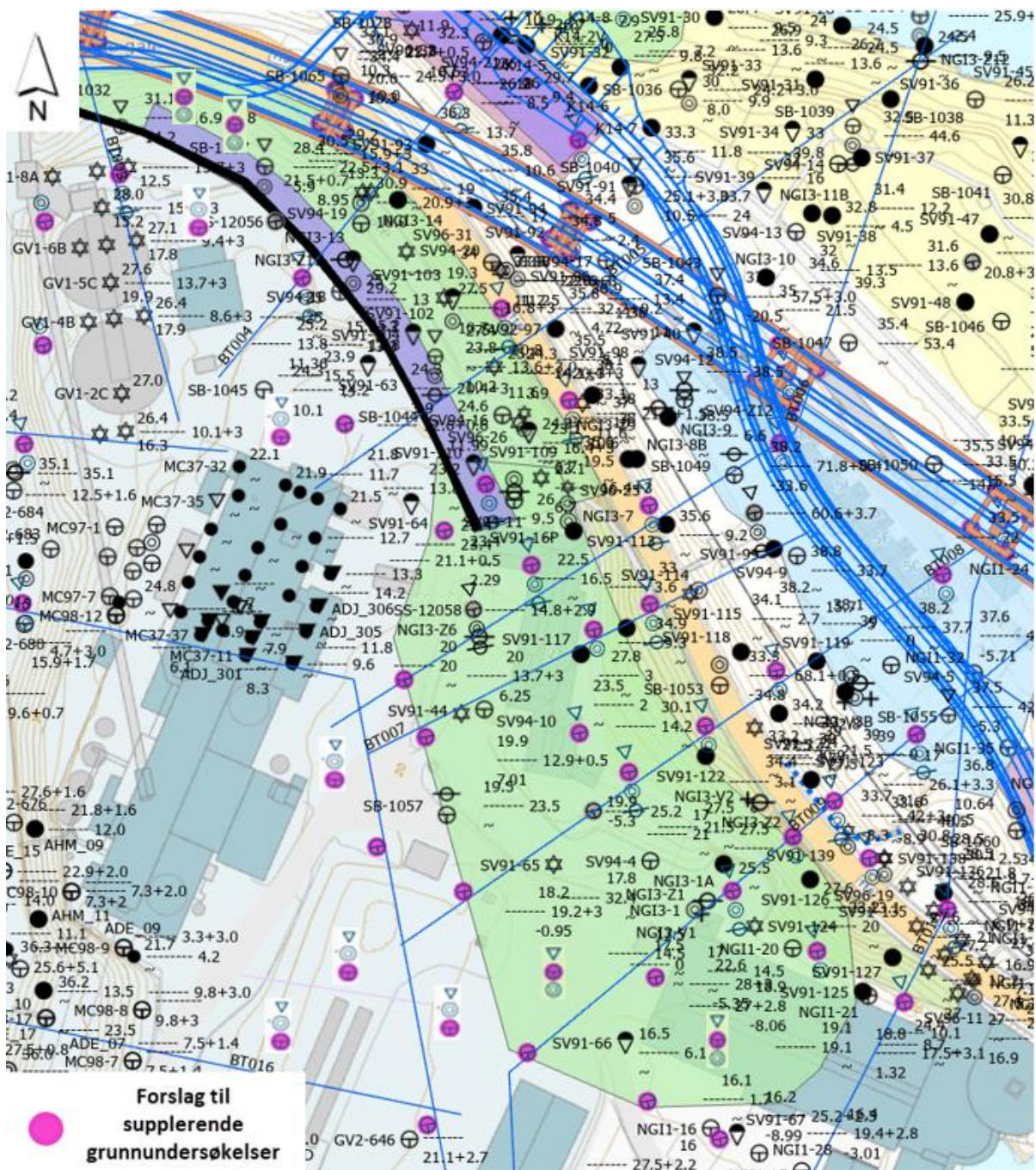
Figur 20-2: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser i området rundt skråningen fra Tarris nordover og ned mot Glomma.

Ned mot Glomma rett oppstrøms Sarpsfossen, mellom ny Sarpsbru (K10) og ny gang- og sykkelveibru (K20) er det stort behov for supplerende grunnundersøkelser. Dette gjelder spesielt i selve skråningen ned mot Glomma, men også i det flate terrengpartiet helt nede ved Glommas bredd. Det er også behov og ønskelig med grunnundersøkelser ute i selve Glomma, men grunnet vannføring og vannhastigheter er det usikkert om dette er gjennomførbart. Figur 20-3 viser et utkast med antatt behov for supplerende grunnundersøkelser i det nevnte området.



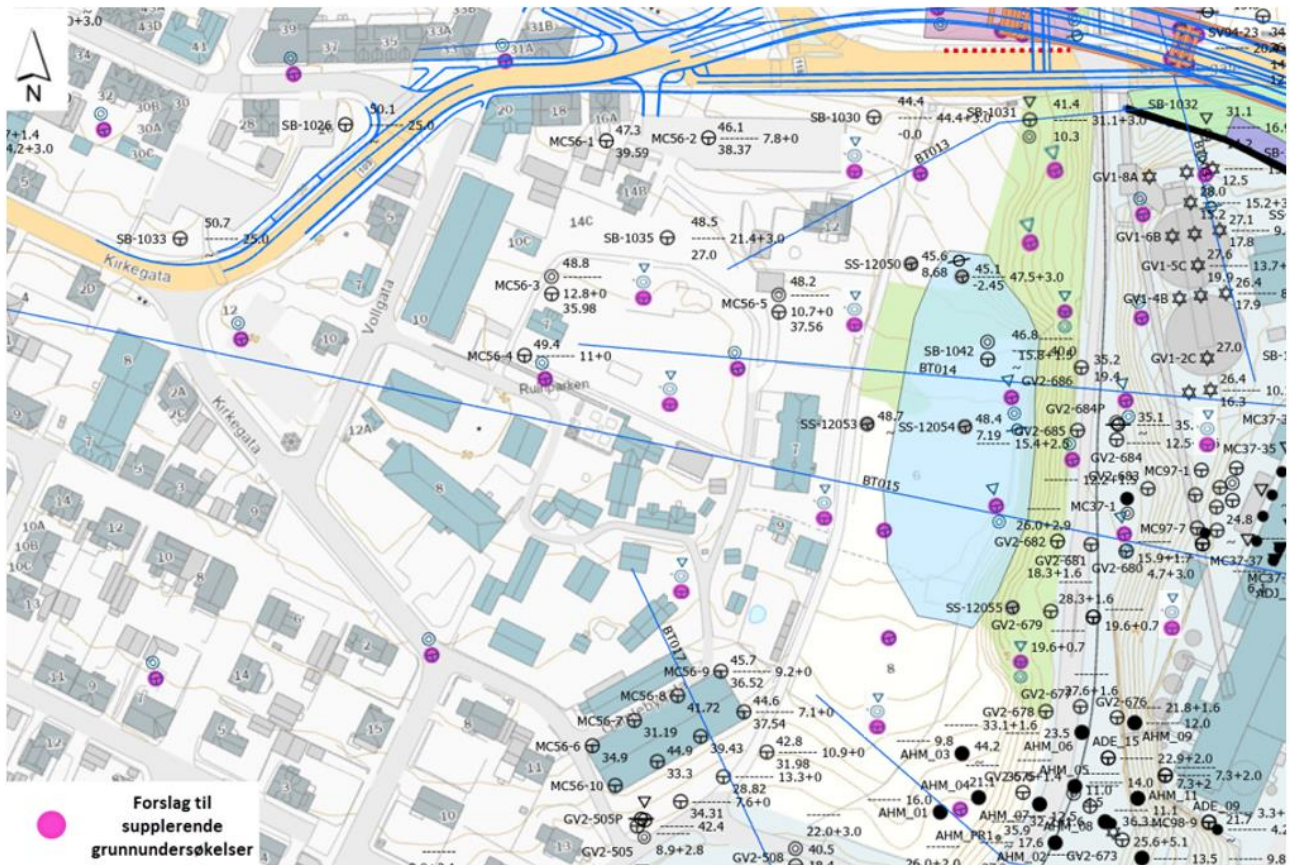
Figur 20-3: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser i området rett oppstrøms Sarpsfossen, mellom ny Sarpsbru (K10) og ny gang-/ og sykkelveibru (K20).

Ned mot Borregaard fra Tarris er det et omfattende behov for supplerende grunnundersøkelser. Det er anbefalt relativt arealkrevende og kostbare sikringstiltak nede på Borregaard for å sikre områdestabiliteten. Sikringstiltakene er vurdert basert på et omfang av grunnundersøkelser tilpasset detaljreguleringsplanen. De anbefalte sikringstiltakene anses som maksimalt mhp. arealbehov inne på Borregaard. Det vurderes som sannsynlig at omfanget av sikringstiltakene kan reduseres basert på supplerende grunnundersøkelser. Supplerende grunnundersøkelser kan også føre til at andre sikringstiltak enn de som er anbefalt i denne fasen, vurderes som mer hensiktsmessige i en senere fase. Figur 20-4 viser et utkast med antatt behov for supplerende grunnundersøkelser i det nevnte området. I tillegg til disse punktene er det behov for supplerende grunnundersøkelser i og under eksisterende jernbanefylling.



Figur 20-4: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser i området fra Tarris og skråningen ned mot, og ut på, Borregaard sitt industriområde.

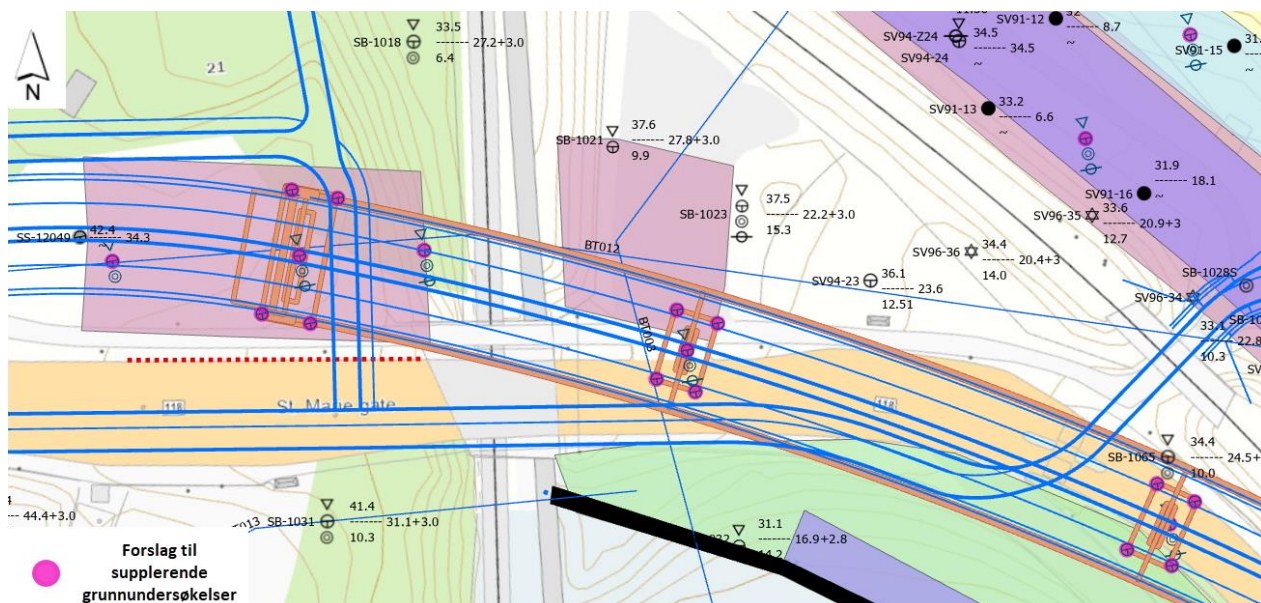
Fra Borregaard er det også behov for supplerende grunnundersøkelser mot vest, opp mot Ruinparken, Borgarsyssel museum og videre innover mot Sarpsborg-sentrum. Supplerende grunnundersøkelser i skråningen og ved skråningstopp vil gi grunnlag for mer detaljerte vurderinger av nødvendig sikringstiltak for skråningene utenfor influensområdet til tiltaket ny Sarpsbru. Supplerende grunnundersøkelser inn mot, og rundt Sarpsborg-sentrum, kan gi grunnlag for å endre utstrekningen til faresonen. Grunnet begrenset grunnlag er det gjort til dels konservative vurderinger i tolkningen av lagdelingen inn mot, og i, Sarpsborg-sentrum. Figur 20-5 viser et utkast med antatt behov for supplerende grunnundersøkelser i det nevnte området.



Figur 20-5: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser fra Borregaard sitt industriområde og vestover gjennom Ruinparken og opp mot, og inn i, Sarpsborg-sentrum.

Det er også vurdert at det er behov supplerende grunnundersøkelser ved hver brukse for ny Sarpsbru. Dette omfatter som et minimum én sonderinger i hvert hjørne av fundamentene, samt én i midten (totalt 5 stk. borpunkt pr. akse/fundament). Figur 20-6 viser antatt behov for supplerende grunnundersøkelser i hver brukse for ny Sarpsbru, eksemplifisert med brukser 1, 2 og 3. Det må også vurderes om det er behov for undersøkelser av bergkvaliteten i fundamentpunktene. Dette er spesielt viktig i områder med mistanke om svakhetssoner i berg.

For etablering av ny gang- og sykkelvebru i akse 1 og 4 må det også påregnes supplerende grunnundersøkelser.



Figur 20-6: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge fundamenteringsforhold lokalt i akse 1, akse 2 og akse 3.

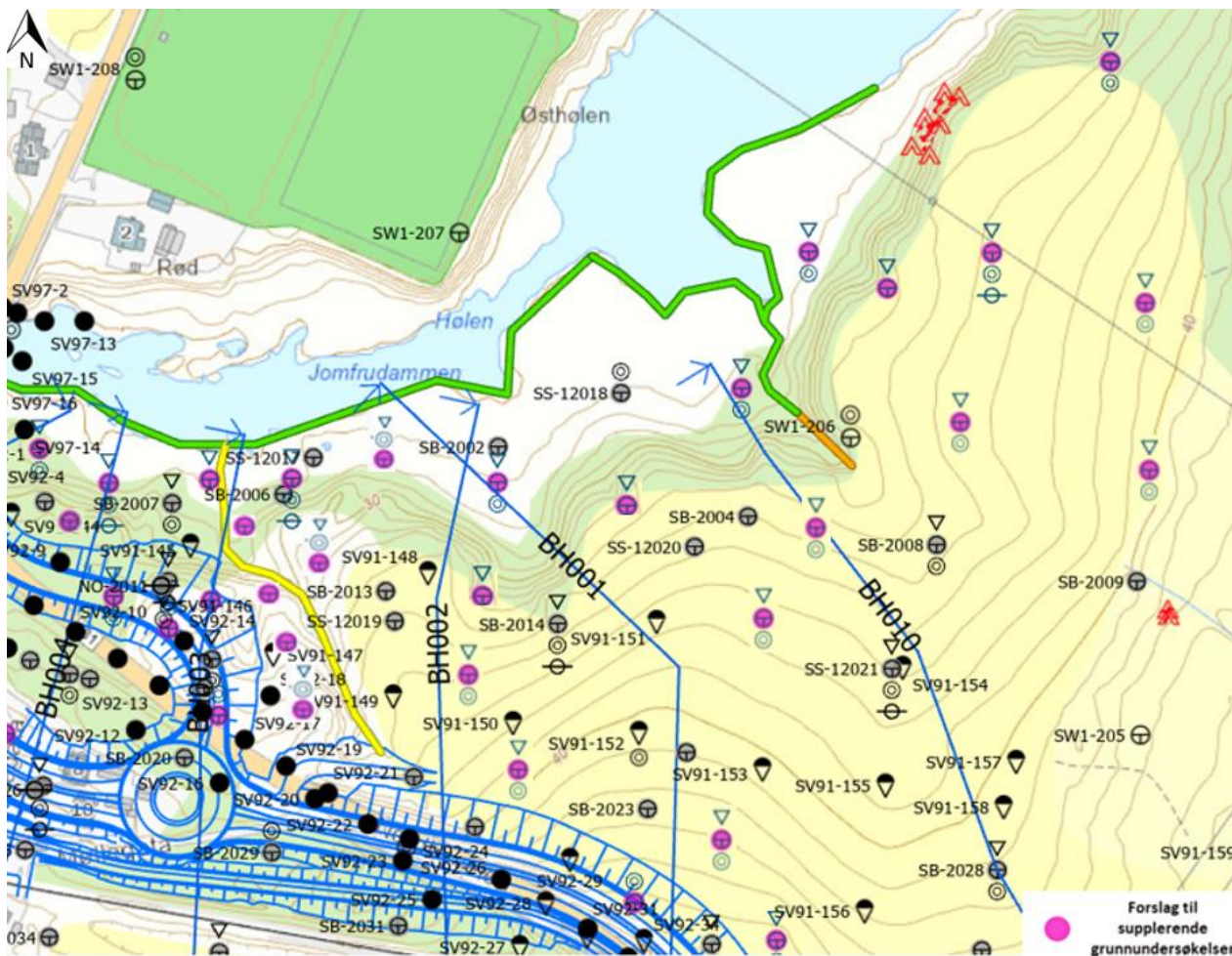
### Hafslund

På Hafslund vil det være behov for supplerende grunnundersøkelser i område A, spesielt i bunn av skråningen og i selve skråningen. Lengst nordøst i dette området finnes det ingen grunnundersøkelser, og det må derfor også utføres grunnundersøkelser på topp av skråningen. Grunnundersøkelsene vil kunne ha mye å si for omfang av sikringstiltak langs elveskråningen ned mot Jomfrudammen/Nipa, og vil kunne være med på å avgrense evt. sideveis utbredelse av evt. skred/utglidning i faresonen. Det må påregnes behov for måleprogram og instrumentering av skråningen ned mot Jomfrudammen/Nipa.

I forkant av etableringen av støttefyllingen i område A er det behov for supplerende grunnundersøkelser, og det må påregnes behov for måleprogram og instrumentering i forbindelse med arbeidene her også.

I område B er det understreket at grunnlaget av eksisterende grunnundersøkelser er svært begrenset, spesielt i bunn av skråningen ned mot Jomfrudammen, og det må påregnes behov for supplerende grunnundersøkelser i tillegg til måleprogram og instrumentering. Foreløpig omfang supplerende grunnundersøkelser i område A og B er vist i Figur 20-7 nedenfor.

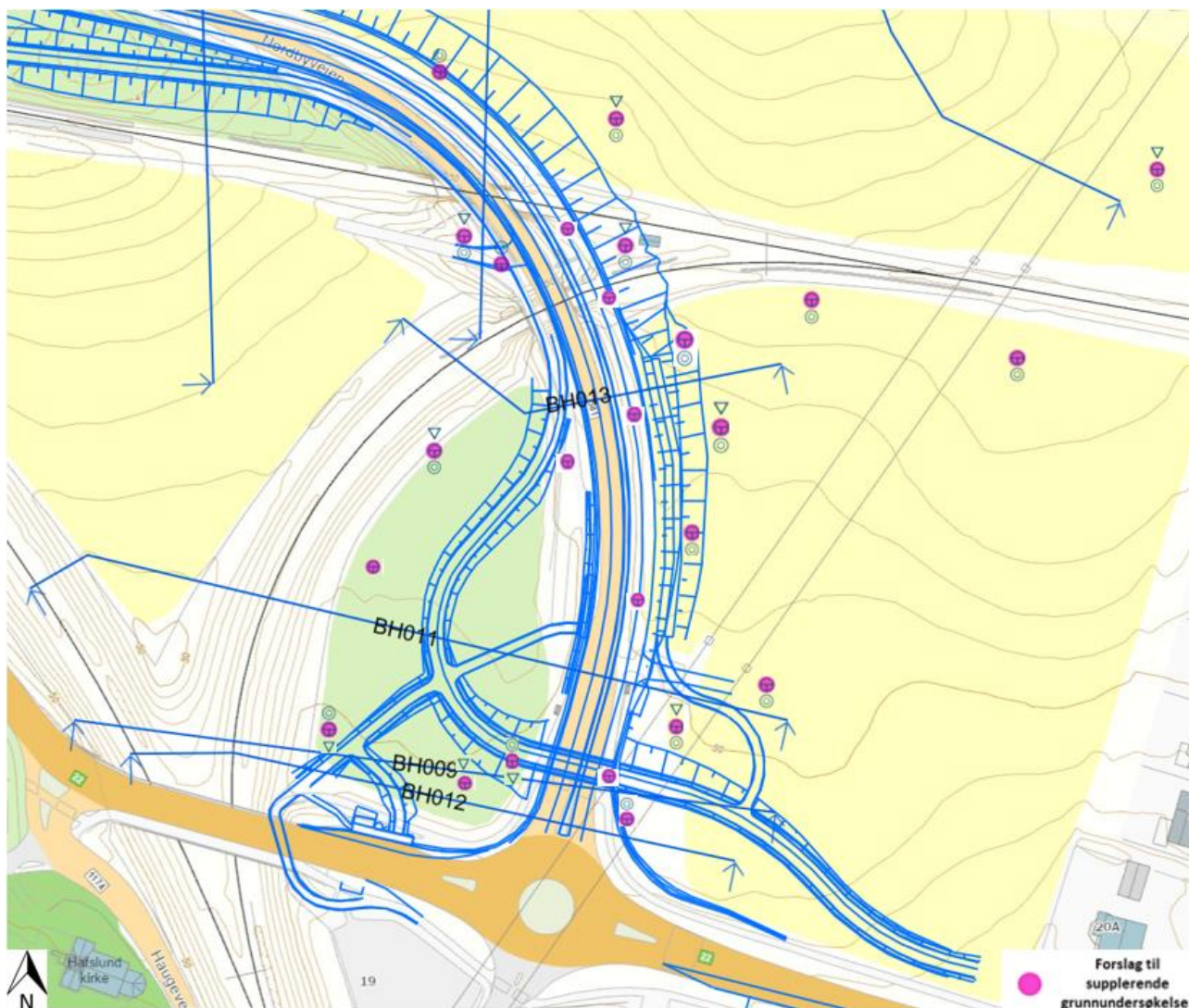
Vurderinger i område C tilsier at dette området kan være et ideelt område for forsøksfelt for å komme frem til de beste løsningene og sikringstiltakene. Det er behov og mulighet for måleprogram og instrumentering, samt supplerende grunnundersøkelser.



Figur 20-7: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser i området rundt Jomfrudammen/Nipa.

I forbindelse med etablering av nye G/S-veifyllinger mellom eksisterende Nordbyvei og Hafslundssløyfa i område F og G, blir det behov for noe avlastning av skråningskanten ned mot sporet. Grunnlaget er begrenset i dette området, og det kan argumenteres for at stedlige løsmasser av leire stedvis har fått en viss konsolidering fra eksisterende veifylling, men dette bidraget er ikke tatt hensyn til i utførte beregninger. Lengst sør i område F må en evt. avlastning i området ivareta lokalstabiliteten til både eksisterende rv. 22 i sør og Nordbyveien mot øst. Tilgjengelige grunnundersøkelser (prøveserie ved SB-2041) viser kvikkleire og/eller sprøbruddsmaterialer i område G, men grunnlaget er begrenset.

Det er derfor behov for supplerende grunnundersøkelser både i område F og G, mens i område E er det vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser relatert til blant annet kulvertutvidelsene (K43 og K44). Se Figur 20-8. Det er behov for mer detaljerte vurderinger i neste fase. Det må også påregnes behov for supplerende grunnundersøkelser lokalt for støttekonstruksjonene og konstruksjonene i dette området.

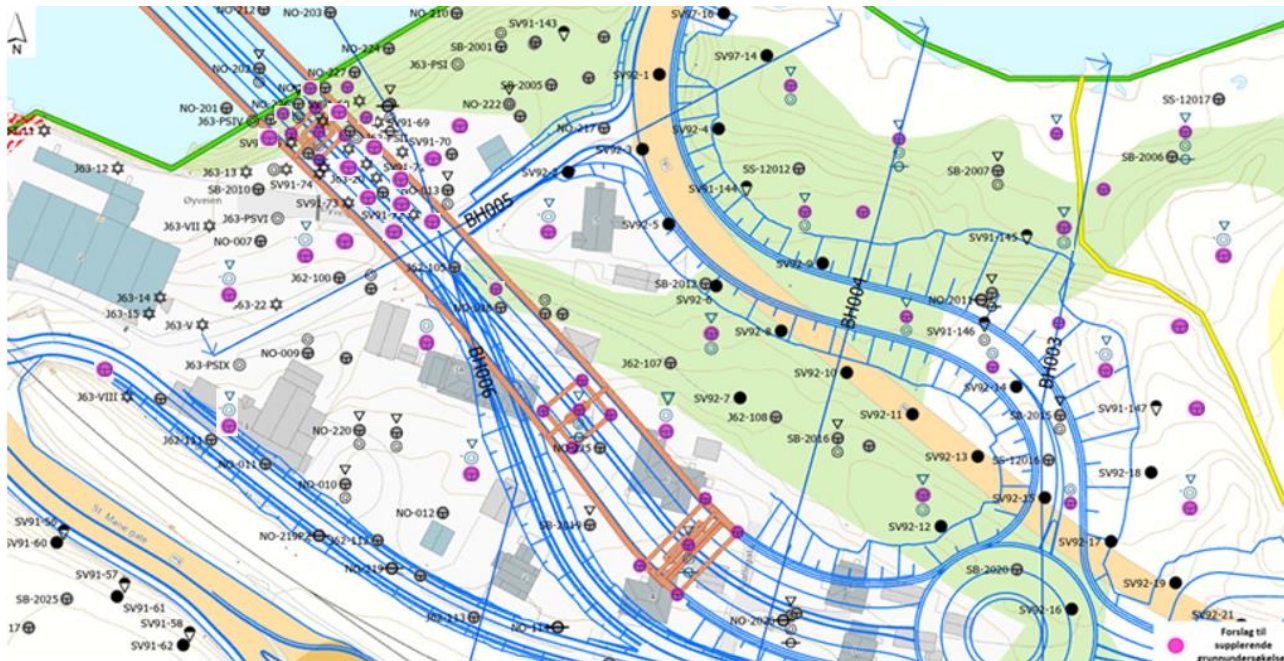


Figur 20-8: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser i området rundt kulvertutvidelsene, nye veifyllinger, nye G/S-veisystemer og ny G/S-kulvert lengst sørøst på Hafslund.

I neste fase av prosjektet vil det også være behov for supplerende grunnundersøkelser i hver akse til ny Sarpsbru. Dette omfatter én sonderinger i hvert hjørne av fundamentene, samt én i midten (totalt 5 stk. borpunkt pr. akse/fundament). Dette er vist i Figur 20-9 nedenfor. Det må også vurderes om det er behov for undersøkelser av bergkvaliteten i fundamentpunktene. Dette er spesielt viktig i områder med mistanke om svakhetssoner i berg.

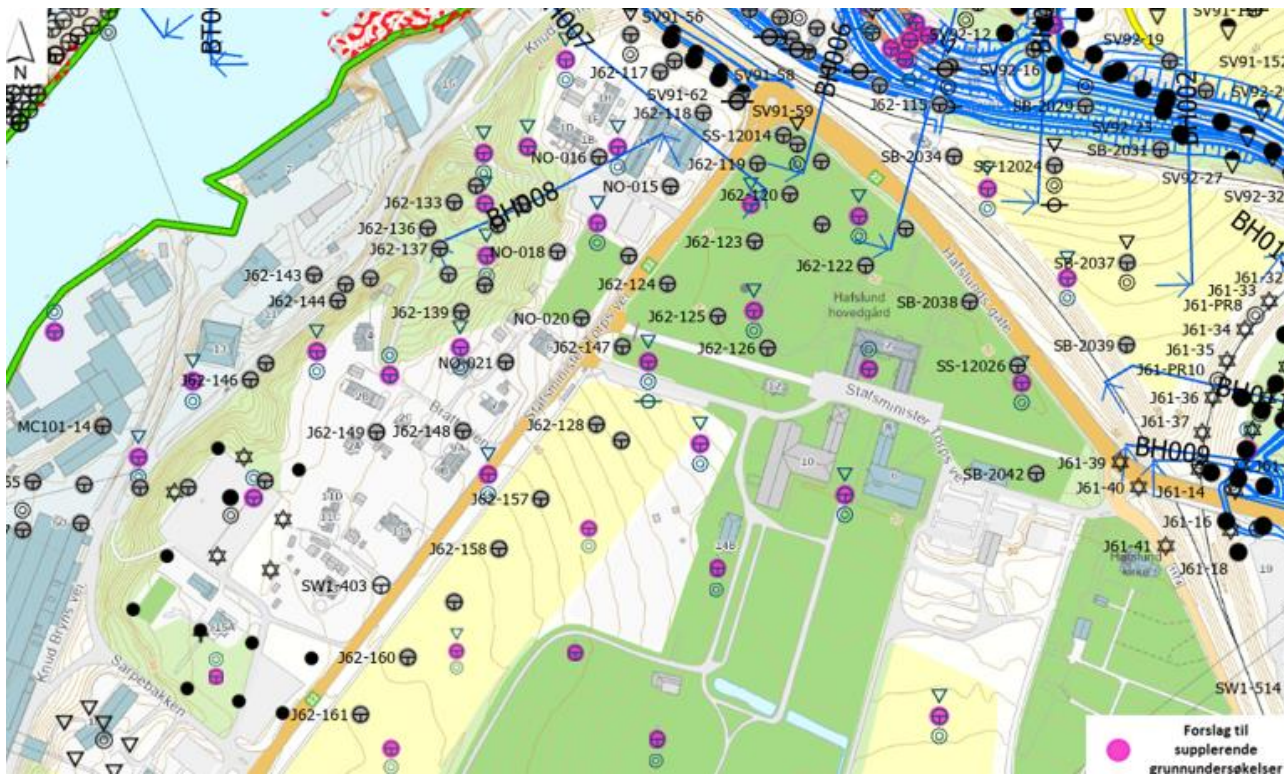
For etablering av ny gang-/ og sykkelveibru i akse 1 og 4 må det også påregnes supplerende grunnundersøkelser.

For område J er det også behov for supplerende grunnundersøkelser på bakgrunn av skrinleggingen av Sarp2-prosjektet. Det anbefales grunnundersøkelser oppe ved eksisterende jernbane, i området hvor det planlegges sikringstiltak som støttefylling og støttekonstruksjon, samt i mellompartiet ned mot skråningen ved Glomma. I tillegg er det behov for et omfattende grunnundersøkelsesprogram ved fundamentlokasjonene, spesielt i akse 8. Programmet bør også inneholde seismikkundersøkelser, da det er viktig å få god oversikt over bergforløpet i fundamentlokasjonene og for hjelpesøylen.



Figur 20-9: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge fundamenteringsforhold for planlagt Sarpsbru. Det er behov for omfattende program ved akse 8 og hjulpetårnet. Det bemerkes at gang- og sykkelveien inn mot jernbanen er endret noe.

Lengst sørvest på Hafslund er det også et stort behov for supplerende grunnundersøkelser. I dette området er store deler av eksisterende grunnlag hovedsakelig bergkontrollboringer som er utført i forbindelse med kraftverkene. Det er derfor behov for både prøveserier og CPTU-sonderinger for å fremskaffe et bedre grunnlag for beregninger av blant annet stabilitet. I tillegg vil supplerende grunnundersøkelser i dette området være avgjørende for mer detaljerte vurderinger knyttet til utstrekningen til faresonen, samt selve faresoneevalueringen. Se Figur 20-10.



Figur 20-10: Foreløpige anbefalte supplerende grunnundersøkelser sørvest på Hafslund.



## 20.1 Feltforsøk grunnforsterkning

Det skal utføres en omfattende mengde grunnforsterkning i prosjektområdet. Det er en del usikkerheter knyttet til dette. Dette går blant annet på gjennomførbarhet, styrkeøkning, stivhet, poretrykksrespons i nærliggende områder, osv. For å redusere usikkerheten før anleggsfasen og for å gi bedre grunnlag til detaljprosjekteringsfasen anbefales det å utføre feltforsøk av relevante grunnforsterkningsteknikker. Feltforsøk vil kunne gi data om blant hvilken styrke/stivhet som oppnås i materialene, klarer man å oppnå tilstrekkelig kontakt mellom jetpeler og berg, hvordan responderer nærliggende løsmasser på grunnforsterkningen, hvordan blir poretrykksresponsen osv. Utførte grunnundersøkelser viser svært varierende grunnforhold over hele prosjektområde, og det anbefales derfor at det utføres feltforsøk i områder som anses som mest mulig representative.

## 20.2 Prøvefyllinger

Det skal etableres stedvis meget store og høye støttefyllinger, både på land og i Glomma/Jomfrudammen. Det anbefales at det i forkant av disse sikringstiltakene etableres prøvefyllinger, slik at man kan måle f.eks. poretrykksrespons som følge av den økte belastningen og setningsforløp i fyllingene. For fyllingene som skal utføres i vann er det også knyttet usikkerheter til om det er mulig å etablere fyllingene på de bløte massene i Glomma. Hvis det viser seg at det stedlige massene ikke har tilstrekkelig styrke, kan det være fare for massefortrengning. Det vil potensielt kunne medføre en betydelig økning i nødvendig volum av steinmasser, og kan ha negativ innvirkning på skråningsstabiliteten. Prøvefyllinger vil kunne gi nyttig informasjon rundt behov for konsolidering/liggetid, samt hvor store raster som kan etableres om gangen, og dermed si noe om potensiell fremdrift.

Det anbefales derfor at prøvefyllinger etableres så tidlig som mulig, slik at denne informasjonen foreligger i løpet av detaljprosjekteringsfasen.



## 21 Usikkerheter og risikoer

### 21.1 Overordnet

Det er i hovedsak to risikoer som enda er beheftet med store usikkerheter, som gitt under. Kunnskap om grunnforholdene (grunnundersøkelser) er premisgivende for valg av løsning, og grunnundersøkelser sammen med videre detaljering er nøkkelen til å behandle disse usikkerhetene og risikoene videre.

- 1) Risiko for gjennomførbarhet av tiltakene i seg selv, spesielt jetpeling i nærhet av skråninger med lav initiell stabilitet, og støttefylling ute i Glomma. En betydelig andel av tiltakene er vurdert å være på grensen til gjennomførbare, og totaleffekten av tiltakene kan heller ikke konkluderes tilstrekkelig før det foreligger omfattende mer grunnforholdsdata, forsøksfelt, måleprogram og beregninger.
- 2) Risiko for svært alvorlige hendelser i forbindelse med nødvendige geotekniske tiltak. Grunnarbeidene er komplekse og med behov for utstrakt faseplanlegging i områder med et sammensatt spekter av grunnforholdsrisikoer. Det ligger usikkerhet blant annet i påvirkning av områdestabilitet og tilstøtende infrastruktur i drift i anleggsfase.

Det er liten tvil om at konsekvensene (samfunnsrisiko, fremdriftsrisiko, kostnadsrisiko) av uforutsette hendelser potensielt vil kunne være enorme, og det kan ikke på nåværende tidspunkt utelukkes at det i videre vurderinger avdekkes forhold som vil påvirke risikobildet i betydelig grad. Tiltaket omhandler ny fv.118 som er en hovedtrafikkåre gjennom Sarpsborg. ÅDT ligger i overkant av ca. 22 000, og omkjøringsmulighetene er svært begrenset. De økonomiske, sosiale og miljømessige konsekvensene, samt fare for tap av menneskeliv ved et evt. grunnbrudd/ras i tiltaksområdet vurderes derfor som meget alvorlig.

Planlegging av anleggsdrift er særlig viktig ved gjennomføring av sikringstiltak i områder med sprøbruddmaterialer og/eller kvikkleire der det er dårlig stabilitet. Det må vies spesiell oppmerksomhet til, og utvises stor aktsomhet ved utførelse av f.eks. anleggsveier, riggområder, midlertidige massedeponier og kompensasjonsgraving. Sikkerhet mot skred skal ivaretas i alle faser av anleggsarbeidet. Arbeider må planlegges slik at det hele tiden oppnås en uendret eller forbedret stabilitet i forhold til utgangspunktet. Dette vil medføre behov for utarbeidelse av detaljerte faseplaner.

### 21.2 Delområdene

Det vises til vurderinger rundt usikkerheter og risikoer i de respektive kapitlene (14.3 og 14.4) for de ulike delområdene i dette fagnotatet.

I tillegg vises det til Vedlegg B for tabelloversikt over de ulike usikkerhetene og risikoene.

### 21.3 Grunnforhold, grunnundersøkelser og måleprogram

Risiko og manglende kunnskap rundt grunnforhold er en gjenganger i prosjekter, og kan være en medvirkende årsak til at store bygge- og anleggsprosjekter får økonomiske overskridelser når det viser seg at grunnforholdene ikke var helt som forutsatt. Grunnforhold og grunnvannstand er blant de største usikkerhetene i forutsetninger på teknisk side. Dette innvirker på omfang av sikringstiltak, samt dimensjonering og fundamentering av konstruksjoner. Grunnundersøkelser bør ansees som det sentrale verktøyet for å redusere grunnforholdsrisikoen (som alltid vil være til stede i større eller



mindre grad) og for å sikre en trygg og økonomisk prosjektering. Uforsiktig bruk av data fra grunnundersøkelsene vil kunne føre til svært alvorlige konsekvenser.

Omfanget av utførte grunnundersøkelser og kvalitet på grunnundersøkelser påvirker nøyaktigheten i de vurderingene som er gjort i denne planfasen og i videre prosjektering. Planområdet er stort, og selv om det er gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med detaljreguleringsplanen og i tidligere prosjekter, er det fortsatt generelt stor avstand mellom borpunkt, og begrenset omfang med undersøkelser av god kvalitet. De kompliserte grunnforholdene gjør det svært utfordrende å gjennomføre gode grunnundersøkelser, både i felt og på laboratoriet. Nivået på undersøkelser påvirker nøyaktigheten i de geotekniske vurderingene, blant annet med tanke på vurdering av sikringsmetode, utstrekning/omfang og gjennomføring. Risikobildet for de ulike tiltakene er beskrevet i avsnitt 14.3 og 14.4.

Et eksempel på hvordan nivået på grunnundersøkelser har påvirket vurderingene er at flere av beregningssnittene på Tarris er benyttet typiske SHANSEP-parametere som ble justert slik at sikkerhetsfaktoren ikke er lavere enn ca. 1,0 for skråningen. Dette anses å være en konservativ tilnærming, og detaljerte grunnundersøkelser vil kunne gi gunstigere resultater. Det påpekes likevel at det teoretisk fortsatt er mulig at grunnundersøkelser kan avdekke enda lavere styrkeprofiler.

Det bemerkes at både GOM og bergmodell er basert på tolkninger, antagelser og forenklinger, og gjenspeiler ikke virkeligheten. Utgangspunktet er en grov framstilling basert på mer eller mindre usikre data i relativt få punkter. For bergmodellen er det utarbeidet en usikkerhetsmodell som illustrerer hvor presise eller usikre de ulike dybdene er. Nøyaktighetsnivået påvirker blant annet vurdering av tiltak som strekker seg ned til berg, slik som mengder av peler, jetpeler og spunt. I tillegg kan stabilitetsberegninger med glideflater nært berg bli påvirket av bergforløpet. Supplerende grunnundersøkelser vil gi grunnlag for en mer nøyaktig bergmodell. Dette er spesielt viktig i områder hvor man vet at dette har stor betydning. For eksempel i bruakser med antatt bratt bergforløp kan det bli behov for omfattende antall og dype sonderinger. Det vil også være behov for å vurdere bergkvalitet i områder med antatt dårlig berg. Det kan i den sammenheng bli behov for opptak av kjerneprøver eller lignende. Dette kan være utfordrende der berg ligger dypt.

Det er et stort behov for kunnskap om grunnforhold og pågående prosesser i kritiske områder i skråningene på Tarris, Borregaard og Hafslund, og dette har stor betydning for planlegging og prosjektering av ny Sarpsbru, men også generelt for alle tiltak i prosjektområdet. Det er rapportert om skader på eksisterende bruer som kan ha sammenheng med og påvirke stabilitetsforholdene i skråningen. Det anbefales på det sterkeste at det settes i gang et måleprogram for overvåking av bevegelser i grunnen i, og i nærheten av, skråningene på Tarris, Borregaard og Hafslund. Et slikt program bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende bruer og jernbane. Dette bør utføres for å kunne overvåke antatt pågående bevegelser, innhenting av informasjon som grunnlag for prosjektering av nytt tiltak, og for å gi grunnlag for vurdering av og kontroll i byggefasen. Det bør også gjøres en vurdering av hvordan måleprogrammet kan inkluderes i en handlings-/beredskapsplan for området. Det bør tas høyde for at måleprogrammet og oppmålingsresultatene i tilstrekkelig grad blir fulgt opp og rapportert. Det bør således være tilgjengelig faglig kompetanse som fortløpende kan følge dette opp. Det anbefales et tett samarbeid rundt dette med alle aktørene i området, spesielt Borregaard som er gjenstand for storulykkerisiko.

Mulig fremtidig bunnsenkning/erosjonsutvikling ute i Glomma er ikke konkret vurdert i detaljreguleringsplanfasen og behandles som en usikkerhet (ROS). Bunnsenkning i Glomma vurderes som en identifisert risikofaktor med forpliktende krav til kontroll.



For videre prosjektering er det viktig å få opp nivået på grunnlaget for å kunne øke nøyaktigheten på vurderingen og redusere risikoen til et akseptabelt nivå før igangsetting.

Det er utfordrende å trekke noen konklusjoner vedrørende effektene av kalksementstabilisering fra laboratorieresultatene, og det er derfor stor sannsynlighet for at det vil bli behov for feltforsøk for å vurdere gjennomførbarheten for ulike grunnforsterkningsteknikker (deriblant jetpeler).

I anleggsfasen vil et bredt grunnlag undersøkelser være med på å redusere risiko for å treffe på uforutsette grunnforhold og således redusere risiko for uønskede hendelser.

Grunnforholdene og omfanget av arbeider som skal utføres, gjør at det sannsynligvis vil være behov for flere runder med supplerende grunnundersøkelser.

#### 21.4 Jetpeling og støttefylling

Da innledende beregninger viser at flere skråninger står med lav stabilitet, er det nødvendig med tiltak for å øke sikkerhetsfaktoren. På grunn av de kompliserte grunnforholdene, og stedvis nødvendighet med kontakt mot berg og dypere peler, er jetpeling vurdert som mer aktuelt enn kalksementstabilisering. For jetpeling trengs det fortsatt å ha god kontroll på at det oppnås tilstrekkelig god kontakt med berg, og det bør trolig påregnes stikkontroller med kjerneboringer av overgangen. Det er også en betydelig risiko for at utførelsen av selve jetpelingen kan ha en midlertidig negativ konsekvens på skråningsstabiliteten. Det er derfor vurdert som nødvendig å gjøre andre stabiliserendetiltak i forkant av installasjonen av jetpelene.

Avlastning og støttefylling er mest aktuelle tiltak før installasjon av jetpeler. Generelt er det bare avlastning som er et tiltak uten potensielle negative effekter. En støttefylling vil medføre deformasjoner i og rundt tiltaket, og størrelse og hastigheten på disse deformasjonene kan være kritiske. Pågående deformasjoner kan også bli akselerert ved installasjon av jetpeler. Hvis støttefyllingen medfører belastning over prekonsolideringsspenningen i leira, vil det også kunne medføre betydelig krepsetninger som vil pågå over lang tid. Det største faremomentet ved deformasjoner i en skråning med lav stabilitet er om det kan medføre «strain-softening» i leira. Dette vil potensielt medføre en betydelig reduksjon i sikkerhetsfaktor og fare for brudd. Generelt er dette effekter som er veldig utfordrende å beregne, da det både er komplisert numerisk og få eller ingen kommersielle tilgjengelige materialmodeller som kan håndtere disse effekten samlet. Vanlig praksis er derfor å ha tilstrekkelig høy sikkerhetsfaktor før installasjon og påse at deformasjonene ikke medfører tøyninger i leira som kan gi softening. Det påpekes også at det er spesielt vanskelig å estimere deformasjoner ved jetpeleinstallasjon og man trenger derfor ha tilstrekkelig robusthet i skråningen før installasjon. Man trenger følgelig også spesiell god kontroll på deformasjonene ved de øvrige tiltakene (avlastning/støttefylling). Det er viktig å komme i gang med et måleprogram for overvåking av deformasjoner så tidlig som mulig som grunnlag for prosjektering av støttefyllinger og jetpeling.

Jetpeling vil også kunne medføre oppbygging av poretrykk i grunnen og midlertidig redusert sikkerhet mot utglidning. Det vil derfor være viktig å følge opp jobben tett med overvåking av poretrykk og bevegelser m.m. Jobben må planlegges grundig for å sørge for tilstrekkelig sikkerhet i alle faser, og det kan bli behov for tiltak, som oppbygging av midlertidige støttefyllinger og flytting av jetpelerigg fra område til område flere ganger. Det kan ta relativt lang tid før poretrykket har jevnet seg ut, og det er en viss fare for at poretrykksoppbygging kan bli langvarig. Oppstår det ukontrollerte deformasjoner ved jetpelingen kan man ende opp i en situasjon hvor eneste sikre mottiltak er avlastning på toppen av skråningen der jernbanen ligger i dag, med en masseutskifting av eksisterende jernbanefylling med f.eks. EPS.

Det er usikkerhet knyttet til mengde jetpeler, og dette er sterkt avhengig av stabilitetsforhold og behov for tiltak. Det vil kunne bli store endringer i senere faser. I forbindelse med jetpelingen er det behov for bedre grunnlag i form av supplerende grunnundersøkelser og forsøksfelt.

Oppsummert anses jetpeling som en mulig løsning, men krever spesiell god kontroll på både skråningsstabilitet og forventede deformasjoner ved utførelsen av andre sikringstiltak. Grunnet at selve installasjonen av jetpelene kan ha negativ påvirkning på skråningsstabiliteten. Det er derfor kritisk at tilstrekkelig grunnundersøkelser er utført for å bestemme både deformasjons- og styrkeegenskaper. Deformasjoner og installasjonseffekter for jetpelingen er vanskelig å estimere, og man trenger derfor også tett anleggsoppfølging og instrumentering. I tillegg vil det være nødvendig med kontroll av oppnådd kontakt mot berg, og det bør påregnes kjerneboringer for å kontrollere dette.

Det vil være krevende å prosjektere løsninger helt uten risiko. Det må legges opp til at det i prosjekteringen defineres klart hva som skal kontrolleres og hvilke grenseverdier som gjelder, samt når arbeidet evt. må stanses. Da bør det være avklart på forhånd hva som er konsekvensene og mulig vei videre. For eksempel; lengre stans i arbeidene medfører behov for lengre bruddperiode/sporbrudd (trafikkfri periode på spor). Det må da planlegges med flere perioder uten trafikk på spor. Mens «worst case» vil f.eks. medføre behov for avlastning av terreng (masseutskifte eksisterende jernbanefylling med EPS) som nevnt ovenfor.

## **21.5 Naboforhold og nærliggende infrastruktur**

Skade på nærliggende infrastruktur utgjør også en stor risiko. Dette omfatter blant annet: jernbanefyllinger, eksisterende veibruer, eksisterende jernbanebryer, høyspentkabler i luften, kabler og annen infrastruktur i bakken, samt kraftverkene. Stabilitet for dagens jernbanefylling er for dårlig i dagens situasjon. Ethvert tiltak inntil spor vil kunne forverre stabiliteten, og da risikerer man at stabilitet for eksisterende bane må forbedres iht. teknisk regelverk fra Bane NOR [43]. Det er derfor usikkerheter i geotekniske tiltak sin påvirkning på eksisterende bane. Det er også usikkerheter i eksisterende veibruer sin påvirkning på eksisterende bane. Det kan ikke utelukkes at eksisterende veibruer har en viss stabiliserende effekt for jernbanefyllingen i dagens situasjon.

Gjenværende brukstid for dagens eksisterende bryer er kort, hvor levetiden er i ferd med å renne ut, og det er usikkerheter tilknyttet utformingen/fundamenteringen av eksisterende konstruksjoner som det skal utføres arbeider tett inntil. Det vil være en risiko for at det kan oppstå skade på infrastruktur over og i bakken, enten direkte gjennom velting av maskiner, grunnforsterkning, installasjon av støttekonstruksjoner og peler, avgravde ledninger, eller indirekte som ved f.eks. setningsskader som følge av geotekniske tiltak. Det er usikkerheter knyttet til utførte vedlikeholdsarbeider for eksisterende veibruer, og det er risikoer for at eksisterende veibruer kan bli nedklassifisert i løpet av anleggsperioden. Stenging av eksisterende bryer/veier kompliserer anleggsfasen, med utfordrende adkomst til deler av området. På vestsiden av Sarpsfossen ligger Borregaards industriområde, samt øvre og nedre Borregaard kraftverk, mens Sarp-1 og Hafslund-kraftverk ligger på østsiden. Spesielt inntaket til Sarp1-kraftverket ligger nærme den planlagte traseen til den nye brukryssingen.

Det vil være risikoer og usikkerheter tilknyttet mulig konflikt mellom de geotekniske tiltakene for ny Sarpsbru, opp mot de geotekniske tiltakene for fremtidig InterCity-utbygging. Ny Sarpsbru er tilpasset InterCity og Østre-linje i tråd med angitte traséer for Midt-7, men samtidig må behovet for geotekniske tiltak opprettholdes for å sikre og ivareta tilstrekkelig sikkerhet for det nye tiltaket med ny Sarpsbru. Fremtidig InterCity-utbygging må videre ta hensyn til de permanente sikringstiltakene for ny veibru, spesielt tiltakene som omhandler områdesikring og permanente støttekonstruksjoner og støttefyllinger. Ettersom InterCity-utbyggingen og omkringliggende veisystem ikke planlegges under



ett, er det risikoer og usikkerheter for at fremtidig jernbaneutbygging må benytte seg av løsninger og tiltak som ikke påvirker den nye veibrua som nå skal bygges.

Det er knyttet usikkerheter til sikringstiltakene inne på Borregaard sitt fabrikkområde. Det anbefales et tett samarbeid med Borregaard, slik at sikringstiltakene kan tilpasses Borregaard sine behov og krav. Sikringstiltakene nede på Borregaard må i en senere fase optimaliseres og bør tilpasses Borregaard sine plassbehov, i den grad det er mulig samtidig som sikringstiltakene oppfyller krav til stabilitet/sikkerhet mot områdeskred. Det er særst viktig at det tas hensyn til nødvendig sikkerhet/HMS, beredskap, drift og vedlikehold inne på Borregaard. I tillegg blir det trolig behov for omlegging og sikring av eksisterende infrastruktur i bakken, samt tilkomst og tilrigging nede på Borregaard. Det er knyttet store usikkerheter til grunnlagsdata for infrastruktur i bakken nede på Borregaard, da disse ikke er helt komplett og kun gir en pekepinn på omfanget.

## 21.6 Fremdrift

Tidsaspektet er særdeles viktig, det må derfor påses at det ikke oppstår noe uforutsett som setter en stopper for fremdriften. Det må påses at alle nødvendig tillatelser er på plass, at alle naboforhold er avklart, samt at kulturminner og ev. truede arter er kartlagt og avdekket. Tiltakshaver har ansvar for grunnen i sitt byggeprosjekt. Det må avklares i kontraktsgrunnlaget hvordan entreprenøren skal godtgjøres for eventuell ventetid eller andre ulemper, dersom det oppstår uventet stopp i arbeidet på grunn av at det f.eks. påtreffes kulturminner som ikke er forutsett. Det må også vurderes om arbeidet kan planlegges slik at entreprenøren kan arbeide med andre oppgaver, eller på andre arealer enn der det eventuelt oppstår restriksjoner som følge av uventede funn. Dersom kulturminnemyndigheten vurderer det som nødvendig å utføre arkeologisk utgraving til større dybder, må det utføres separat geoteknisk prosjektering for den arkeologiske utgravingen. Da må det etableres en dialog mellom kulturminnemyndighetene og geotekniker.

Kostnadene for eventuelle forsinkelser og behov for flere sporbrudd (trafikkfrie perioder på spor), anses som en av de største usikkerhetene og risikoene, og man vil risikere at disse kostnadene kan bli betydelige. Det er usikkerheter i hva som tillates av planlagte sporbrudd og varighet av disse for å rekke alle forutsatte arbeider. Det vil være risiko for setninger/deformasjoner på spor som kan medføre midlertidig driftsstans på spor, som følger av alle anleggsarbeidene (uforutsett driftsstans). Det er også risikoer for at eksisterende spor må pakkes opp hyppigere under anleggsperioden, og det er viktig å følge opp anleggsarbeidene med måleprogram av blant annet setninger/deformasjoner og poretrykksvariasjoner. Det vil således være risikoer for at eksisterende bane må stenges på kort tid, og det er usikkerheter i hvor langvarig f.eks. poretrykksoppbygginger kan bli. Det er helt kritisk med arbeider i sporbrudd (planlagt driftsstans), og det er en stor risiko for at det vil ha store konsekvenser å ikke rekke planlagte arbeider i trafikkfrie perioder. For eksempel er det stor usikkerhet til jetpelingen i området inntil jernbanefyllingen mot Glomma, og i området nede på Borregaard. Dersom det av en eller annen grunn ikke oppnås ønsket effekt, kan dette ha store konsekvenser for fremdriften. I verste fall må videre arbeider utsettes til neste mulige trafikkfrie periode. Det bør derfor vurderes og planlegges med ekstra kapasitet/tilgjengelighet på sporbrudd. For eksempel dersom jetpelingen tar lengre tid enn estimert.

Det er knyttet usikkerheter til hvor omfattende konsesjonssøknadene for støttefyllingene i Glomma og Jomfrudammen blir, og hvor langvarig konsesjonsbehandlingen fra NVE kan bli. I tillegg er det usikkerheter knyttet til behov for liggetid/konsolideringstid, og hvor langvarig utleggingen og etableringen av støttefyllingene blir. Det skal legges ut store mengder masser i områder hvor det i utgangspunktet er dårlig stabilitet. Feil ved utførelse kan få meget store konsekvenser og potensielt utløse store skred.



Tiden det tar å utføre en arkeologisk undersøkelse/utgraving kan ha konsekvenser for oppstart av grunnarbeider og resten av byggeprosjektet. God planlegging av gjennomføringen er derfor viktig for økonomien og forutsigbarheten i resten av prosjektet.

Tiden det tar å utføre en arkeologisk utgraving må tas med i vurderingen av hvor lang tid byggegroper kan stå åpen. En byggegrop påvirker normalt omgivelsene rundt seg, og faren for å påføre setningsskader på tilstøtende arealer øker med tiden som en byggegrop må stå åpen. Det samme gjelder faren for å tørke ut kulturlag og senke grunnvannsnivået i området. Tiden må legges inn i den geotekniske vurderingen og i planleggingen av avbøtende tiltak som infiltrasjonsbrønner eller annen tilførsel av vann.

De anbefalte sikringstiltakene berører områder hvor eksisterende vegetasjon har stor verdi, blant annet områdene nede ved Jomfrudammen på Hafslund og oppe i Ruinparken på Tarris. Det er usikkerheter om de foreslåtte sikringstiltakene er søknadspliktige, og dette må avklares så tidlig som mulig.

Generelt presiseres det at det er store risikoer for forsinket fremdrift i slike store samferdselsprosjekter. Arbeidene skal utføres i flere faser, der den ene fasen er helt avhengig av den forrige for å kunne gjennomføres med den nødvendige sikkerheten.

## 22 Videre arbeid og viktige momenter

Det er fortsatt behov for omfattende videre arbeider med de geotekniske problemstillingene. Grunnforholdene er en viktig premiss i kostnader og løsningsvalg. Økt omfang grunnundersøkelser gir redusert usikkerhet. Mangelfullt grunnlag og undersøkelser som utføres sent i planprosessen vil kunne føre til mindre optimale løsningsvalg eller medføre unødvendige utfordringer under anleggsperioden, som videre vil kunne føre til kostnadsoverskridelser og/eller forsinkelser i prosjektet.

Kravene til hvordan fare for kvikkleireskred kan oppfylles, er nærmere beskrevet i NVE-veileder 1/2019. Sikringstiltak må prosjekteres og dokumenteres. Nødvendige sikringstiltak må gjennomføres før selve brua påbegynnes. Ansvarlig prosjekterende for fagområde geoteknikk skal utarbeide plan for gjennomføringen som ivaretar dette. Planen skal omfatte nødvendige faseplaner og rekkefølgeplaner med ev. spesiell arbeidsbeskrivelse. For prosjektering av geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3 er det krav om obligatorisk uavhengig kontroll iht. SAK10.

Det forventes å være behov for et svært omfattende program med supplerende grunnundersøkelser både innenfor og utenfor influensområdet til tiltaket. Dette vil gi grunnlag for mer nøyaktig definisjon av faresonens utstrekning og klassifisering, samt danne grunnlag for optimal detaljprosjektering mm. I tillegg anbefales det å planlegge for forsøksfelt både på Tarris og Hafslund for å dokumentere effekt og gjennomførbarhet av både prøvefyllinger og grunnforsterkningsteknikker. Det må derfor gjøres en vurdering av egnede områder for dette. Grunnet de svært komplekse grunnforholdene er det ikke mulig å utføre feltforsøk som gjør at alle risikoer kan avskrives. Det er også sannsynlig at det må utføres stabiliserende tiltak før feltforsøkene da de vil kunne føre til en midlertidig reduksjon av stabiliteten, både pga. poretrykksoppbygning, men også da arbeidet utføres av svært tunge maskiner. Det vil således være hensiktsmessig å drøfte problemstillinger, utfordringer og muligheter/løsninger med representanter fra utførende entreprenør med erfaringer rundt grunnforsterkning. Det anbefales å innhente erfaringer fra Moss-prosjektet.

Det anbefales på det sterkeste at det settes i gang et måleprogram for overvåking av bevegelser i grunnen i, og i nærheten av, skråningene på Tarris, Borregaard og Hafslund. Et slikt program bør i tillegg til å måle bevegelser i grunnen også omfatte oppmåling på kritisk infrastruktur slik som eksisterende bruer og jernbane. Dette bør utføres for å kunne overvåke antatt pågående bevegelser, innhenting av informasjon som grunnlag for prosjektering av nytt tiltak, og for å gi grunnlag for vurdering av og kontroll i byggefasen. Stabiliteten i skråningene er i sterk grad påvirket av poretrykksforhold, og dette gjelder både for dagens situasjon og for byggefasen. Etablering av tilstrekkelig mengde poretrykksmålere i god tid før byggestart vil gi informasjon om forholdene slik de er i dag, fange opp variasjoner i årstid, nedbør og i flomsituasjoner. Dette er viktig informasjon for vurdering av stabilitet i dagens situasjon, påvirkning i anleggsfase og behov/omfang tiltak. I tillegg vil det kunne benyttes til overvåking av stabilitet i kritiske perioder i dagens situasjon, slik som perioder med høy vannstand og/eller store nedbørmengder.

Måling av poretrykk, deformasjoner og setninger bør igangsettes så tidlig som mulig, og helst et års tid før anleggsarbeidene starter, for å kunne utføre tilstandskontroll og deformasjonsoppfølging av aktuelle bygg og konstruksjoner i tilstrekkelig omfang. Denne oppfølgingen bør komme på plass så tidlig at det er mulig å dokumentere eventuelle pågående endringer i «upåvirket» tilstand, dvs. før selve tiltaket (ny Sarpsbru) har mulighet til å influere omgivelsene. Denne kartleggingen vil kunne synliggjøre spesielle krav som det må tas hensyn til under prosjektering og utførelse. Formålet med et måleprogram er å sikre tilstrekkelig god overvåking innfor et område til at avbøtende tiltak kan iverksettes til rett tid for å forhindre skader og ulemper for tredjepart. Måleprogrammet skal også sikre at den konstruksjonen man bygger, oppfører seg slik det er forutsatt ved prosjekteringen. Det bør også



gjøres en vurdering av hvordan måleprogrammet kan inkluderes i en handlings-/beredskapsplan for området. Det anbefales et tett samarbeid med andre interessenter i området, spesielt Borregaard, Sarpsborg kommune, Bane NOR og Hafslund Kraft.

For problemstillingen knyttet til bunnsenkning/erosjon i Glomma, anbefales det for neste fase å innhente oppdatert vassdragsgeometri (bunnskanning/profiler), vurderinger av dimensjonerende bunnivå/erosjonsnivå i Glomma, stabilitetsanalyser og dimensjonering av valgt sikringstiltak med oppdatert kjennskap til bunnsenkning/erosjon. Erosjonssikring i selve vassdraget er trolig ikke realistisk. I tillegg anbefales det program for overvåkning/inspeksjon og terskler for tiltak (hvilke tiltak som kan være aktuelle), før arbeidet som grunnlag for prosjektering, under arbeidene, og etter ferdigstillelse. Det anbefales å ta opp bunnsenkning som en identifisert risikofaktor med forpliktende krav til kontroll.

**Grensesnitt NVE:** Arbeidene med evt. konsesjonssøknader for støttefyllinger/tiltak i vassdrag både i Glomma og evt. i Jomfrudammen må igangsettes så tidlig som mulig. Tiltak i vassdraget faller inn under «Vassdrag- og grunnvannstiltak» iht. NVE-veileder 1/2021 [44], som blant annet omhandler fysiske inngrep i eller nær vannstrengen, og slike tiltak kan være konsesjonspliktige. Med inngrep i vassdrag menes alle fysiske tiltak/inngrep som kan påvirke vannføring, vannstrøm, vannstand etc.

Et kriterium for at tiltak både i og utenfor vassdrag er konsesjonspliktig, er at tiltaket kan påvirke allmenne interesser i selve vassdraget. Eksempler kan være fiskens frie gang, alminnelig vannforsyning, allmenn ferdsel, biologisk mangfold, friluftsliv, hensyn til flom og skred, kulturminner, landskapsverdier, verna vassdrag, hydrologiske målestasjoner osv. Vannressursloven er den generelle loven om vassdrag og grunnvann, og man må forholde seg til bestemmelsene i denne og tilhørende forskrifter. Vassdragstiltak skal planlegges og gjennomføres slik at de er til minst mulig skade og ulempe for allmenne og private interesser. Vassdragstiltaket skal også tilfredsstille alle krav som det er rimelig å stille mot fare for mennesker, miljø eller eiendom. Man må ta hensyn til de naturlige prosessene og den verdien vassdraget har for miljøet og andre allmenne interesser.

Vassdragstiltak som kan være til nevneverdig skade eller ulempe for allmenne interesser i vassdraget, må ha konsesjon. Dersom det ikke er sikkert om tiltaket trenger konsesjon, kan tiltakshaver be NVE vurdere konsesjonsplikt jfr. Vannressursloven §8 og §45. Dette vil gi en avklaring om videre saksbehandling skal foregå etter vannressursloven, eller plan- og bygningsloven. Det bemerkes at konsesjonen faller bort hvis ikke arbeidet er satt i gang senest tre år etter at den ble gitt. Når det blir gitt en tillatelse (konsesjon) til et vassdrags- eller grunnvannstiltak er dette en rammetillatelse til etablering. Den danner grunnlag for detaljplanlegging av tiltaket. I vilkårene som knyttes til tillatelsen er det derfor tatt inn at utbygger må utarbeide detaljerte planer som NVE skal godkjenne. Disse planene skal beskrive alle synlige anleggsdeler og terrenginngrep slik at det er mulig å se og forstå hvordan arbeidene er tenkt gjennomført, og hvordan det ferdige tiltaket er planlagt å se ut. Dersom detaljplanen legger opp til løsninger som er vesentlig forskjellig fra det som var grunnlag for konsesjonsbehandlingen, kan det bli krevd en planendringssøknad for selve konsesjonen, og dermed ny konsesjonsbehandling med høringsrunde, og ny konsesjon fra NVE. Dette kan ha mye å si for fremdriften.

**Grensesnitt Borregaard:** Det presiseres at arealene som reguleres er å anse som maksimale av hva prosjektet ny Sarpsbru behøver, og arealer som ikke benyttes til prosjektet anbefales å tilbakeføres til Borregaard. Det må ses på muligheter for å utarbeide avtaler som sikrer fremdrift i planarbeidet, og samtidig ivaretar behovene til Borregaard og ny Sarpsbru. Når de geotekniske sikringstiltakene er utført, er sikkerheten i hele prosjektområdet hevet betraktelig og opptil nivå som tilfredsstillende dagens krav. Med andre ord vil prosjektet med ny Sarpsbru sikre områdestabiliteten ned mot deler av



Borregaard sin virksomhet, blant annet et svært viktig område i nord med f.eks. tømmerinntak og kokeri.

Det er utarbeidet et eget tilleggsnotat med forslag til mulig anleggsgjennomføring inne på Borregaard [34]. Det påpekes at gjennomføring av tiltakene ikke er endelig avklart.

**Grensesnitt Bane NOR:** For å bygge ny Sarpsbru er det behov for stans av jernbanetraffic både i forbindelse med geotekniske sikringstiltak, men også i forbindelse med bruarbeidene. I forkant av de geotekniske sikringstiltakene må det etableres et måleprogram for overvåkning av dagens situasjon, som grunnlag for videre prosjektering, og som grunnlag til oppfølging i byggefase og driftsfase. De geotekniske sikringstiltakene er med på å sikre stabiliteten for dagens eksisterende jernbane, og det anbefales derfor å gå i dialog med Bane NOR for å få de med på etableringen av måleprogrammet. Ny Sarpsbru skal ivareta hensynet til eksisterende jernbanes drift og sikkerhet både i anleggsfasen og i driftsfasen. Store deler av arbeidene med sikringstiltakene er innenfor 30 m fra spor, og må søkes om iht. §10 i Jernbaneloven [45]. Løsningen for ny Sarpsbru og nærhet til spor må godkjennes gjennom teknologi og regelverk hos Bane NOR. Behov for sporbruddsperioder (perioder uten trafikk på spor) må meldes inn så snart som mulig når behovet er avdekket. Det anbefales tett dialog med sporbruddskoordinator i Bane NOR, og det anbefales å gå i dialog med Bane NOR for å få oversendt data rundt pågående setninger/deformasjoner på eksisterende jernbanelinjer, og data for hvor hyppig sporet pakkes opp i området. Historiske data kan gi stor nytteverdi.

**Grensesnitt Sarpsborg kommune:** Det er allerede opprettet dialog med kommunen i forbindelse med etablering av måleprogram, og hvordan dette kan implementeres i handlings- og beredskapsplaner til kommunen. Det anbefales et tett samarbeid med Sarpsborg kommune gjennom hele prosjektet.

**Viktige momenter:** I detalj- og utførelsesfasen vil det være nødvendig å vurdere lokalstabilitet i sammenheng med evt. utgravings- og/eller fyllingsarbeider, samt bæreevne for maskiner/kraner ol. Stabilitet ifm. eventuell jetpeling/kalksementstabilisering eller boring/ramming av peler/spunt må også vurderes.

Det forutsettes at stabilitet ivaretas på tilsvarende måte i ev. fremtidige prosjekter/inngrep i nærområdet, med spesielt hensyn til registrerte områder for kvikkleire og/eller sprøbruddmateriale.

Detaljerte faseplaner for utførelse av tiltak som dokumenterer tilfredsstillende sikkerhet i alle anleggsfaser må utarbeides på neste plannivå, når valg og utforming av endelig tiltak skal detaljprosjekteres. God planlegging og kontroll i alle faser av prosjektet er helt avgjørende for å kunne bygge ny Sarpsbru på en trygg måte. Det gjenstår også en rekke avklaringer mot blant annet Bane NOR og Borregaard mtp. anleggsgjennomføringen.

Tiltakene i foreliggende fagnotat er basert på begrenset grunnlag tilpasset detaljreguleringsfase, og med fokus på å dokumentere gjennomførbarhet og regulere tilstrekkelig areal for å kunne oppnå tilstrekkelig stabilitet. I senere faser, med ytterligere grunnlag, må det forventes endringer på utforming av sikringstiltakene.

## 23 Konklusjon

Fagnotatet konkluderer med at prosjektet og detaljreguleringsplanen for ny Sarpsbru er teknisk gjennomførbart med tanke på geotekniske problemstillinger, og at det er foreslått regulert tilstrekkelige arealer for nødvendige tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet til å kunne bygge ny Sarpsbru. Det er også utarbeidet reguleringsbestemmelser som skal inngå i detaljreguleringsplanen. Nivået er tilpasset detaljreguleringsplanfase, og baserer seg på et grunnlag tilpasset fasen. Det presiseres likevel at det er behov for omfattende videre arbeider med de geotekniske problemstillingene, og at det fremdeles er store usikkerheter og risikoer knyttet til prosjektet ny Sarpsbru.

Det er utført flere runder med grunnundersøkelser i forbindelse med arbeidene med detaljreguleringsplanen, og disse er dokumentert i egne grunnundersøkelsesrapporter. Det er også utarbeidet en grunnobservasjonsmodell (GOM) for visualisering av lagdeling og bergnivåer, inklusiv et eget følgenotat. Det er utført digitalisering av tidligere utførte grunnundersøkelser, og disse er også benyttet som grunnlag for vurderingene. Der det er knyttet usikkerheter til grunnforhold eller andre forhold, er det i hovedsak utført antatt konservative antakelser. For stabilitetsberegningene er det gjort nødvendige forenklinger i vurderingen av materialparametere. Gitt problemstillingenes konsekvens og usikkerhet er dette gjort mot konservativ side. Dette er i henhold til standardenes krav og anbefalinger.

Reell fare for områdeskred er avklart i henhold til kravene i plan- og bygningsloven §4-3. Kravene i pbl. §28-1 og §29-5, byggteknisk forskrift TEK17 kap. 7 og NVE-veileder 1/2019 er lagt til grunn for utredningen av skredfare i detaljreguleringsplanen. Sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred jf. TEK17 med veiledning, skal gjennomføres før igangsettelse av øvrige utbyggingsarbeider. Det anbefales at foreliggende geoteknisk fagnotat, samt områdestabilitetsrapportene 10245026-RIG-RAP-005 og 10245026-RIG-RAP-006, skal følges opp i detaljprosjektering og utførelse. Sikkerhet mot skred skal ivaretas for alle faser av utbyggingen. Reguleringsbestemmelser angitt i kapittel 17 i foreliggende fagnotat skal ivaretas.

For dokumentasjon av tilstrekkelig sikkerhet er det utført stabilitetsanalyser som viser at kravet til sikkerhet er oppfylt, dog med behov for til dels omfattende sikringstiltak. Stabilitetsanalysene dokumenterer både langtidsstabilitet og korttidsstabilitet iht. gjeldende regelverk.

Det er utført beregninger for å estimere behov for geotekniske tiltak, men det er ikke utført detaljprosjektering i denne planfasen. Omfang av tiltak og detaljprosjektering av disse, må utføres i senere planfaser. Vurderingene som er gjort er basert på foreliggende grunnlag og foreslått utforming av tiltaket ny Sarpsbru. Det påpekes at det likevel må forventes vesentlige endringer på utforming av tiltak og anvendt metodikk i videre prosjektering. For tiltak av mindre kritisk karakter er det lagt vekt på kvalitative vurderinger fremfor detaljerte beregninger. Det gjelder for eksempel vurdering av setninger ved bruk av lette fyllmasser, behov for spunt osv. Denne tilnærmingen er valgt da disse tiltakene anses å ha relativt lav risiko, og det ikke er identifisert forhold som tilsier behov for omfattende geotekniske beregninger. Det anses å være et stort behov for ytterligere grunnlag for å kunne prosjektere løsninger – blant annet i form av grunnundersøkelser, forsøksfelt og måleprogram.

Det er svært komplekse problemstillinger og mange berørte aktører i og nært tiltakene. Det vil være helt sentralt med tett samarbeid med andre interessenter i området, spesielt Borregaard, Hafslund Kraft, Sarpsborg kommune og Bane NOR mm.

Dette fagnotatet er kontrollert og godkjent gjennom uavhengig kvalitetssikring utført av Asplan Viak AS.



## 24 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, «Fv.118 Ny Sarpsbru - Områdestabilitet Tarris», Områdestabilitetsrapport 10245026-RIG-RAP-005, feb. 2026.
- [2] Multiconsult Norge AS, «Fv. 118 Ny Sarpsbru - Områdestabilitet Hafslund», Områdestabilitetsrapport 10245026-RIG-RAP-006, feb. 2026.
- [3] Multiconsult Norge AS, «Kostnadsestimat med usikkerhetsanalyse», 10245026-RIK-NOT-003, feb. 2025.
- [4] Østfold fylkeskommune, «Kostnadsoverslag etter Anslagmetoden», Reguleringsplan, mar. 2025.
- [5] Norconsult, «Brukstid Sarpebruene», Notat 5145827, Dok.nr.: 15, mai 2018.
- [6] 2G COWI Multiconsult, «InterCity-prosjektet Østfoldbanen. Dobbeltspor Rolvsøy-Klavestad. Felles plan veg og bane i Sarpsborg. Teknisk hovedplan», Bane NOR, Teknisk hovedplan ICP-16-A-25237, jun. 2019.
- [7] Multiconsult Norge AS, «Fv.118 Ny Sarpsbru - Prosjekteringsforutsetninger geoteknikk», Prosjekteringsforutsetninger 10245026-RIG-RAP-003, des. 2023.
- [8] Statens vegvesen, *N400 Bruprosjektering*. 2023.
- [9] Multiconsult Norge AS, «10245026-01 Detaljreguleringsplan for fv. 118 Ny Sarpsbru i Sarpsborg kommune - Overordnet design basis», 10245026-TVF-NOT-002, des. 2024.
- [10] Statens vegvesen, *N200 Vegbygging*. 2022.
- [11] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.», Veileder 1/2019, 2020.
- [12] MD (Miljøverndepartementet), *LOV 2008-06-27 nr 71 - Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven / PBL)*. 2008. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- [13] KR D (kommunal- og regionaldepartementet), *FOR 2017-07-07 nr 1164 - Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift/TEK17)*. 2017. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>
- [14] T. Klemsdal, «Borregaardrasen, natten mellom den 14. og 15. februar 1702», Universitetet i Oslo, Institutt for Geofag, Avdeling for Geografi, 2003.
- [15] «NGU kvartærgeologisk kart». [Online]. Tilgjengelig på: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [16] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase.», NGU. [Online]. Tilgjengelig på: <https://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- [17] NVE, «Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 'Kartkatalog'.» [Online]. Tilgjengelig på: <https://kartkatalog.nve.no/#kart>
- [18] Multiconsult Norge AS, «Flomfarevurdering», 10245026-01-RIVass-RAP-001, apr. 2026.
- [19] Multiconsult Norge AS, «Fv.118 Ny Sarpsbru - Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser - del 1/2: Tarris», Geoteknisk datarapport - Grunnundersøkelser 10245026-RIG-RAP-001, sep. 2024.
- [20] Multiconsult Norge AS, «Fv.118 Ny Sarpsbru - Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser - del 2/2: Hafslund», Geoteknisk datarapport - Grunnundersøkelser 10245026-RIG-RAP-002\_01, nov. 2023.



- [21] Multiconsult Norge AS, «Fv.118 Ny Sarpsbru - Materialparameterrapport», Materialparameterrapport 10245026-RIG-RAP-004, feb. 2026.
- [22] Multiconsult Norge AS, «Befaringsnotat - Erosjon», Befaringsnotat 10245026-RIG-NOT-005, aug. 2024.
- [23] Multiconsult Norge AS, «Grunnobservasjonsmodell (GOM) følgenotat», Følgenotat GOM 10245026-RIG-NOT-004, nov. 2024.
- [24] Statens vegvesen, *N-V220 Geoteknikk i vegbygging*. 2023.
- [25] Multiconsult Norge AS, «Premissnotat landskap», 10245026-LARK-NOT-001, mai 2025.
- [26] Multiconsult Norge AS, «Naturmangfold - Beskrivelse av naturverdier etter supplerende kartlegging», 10245026-01-RIM-RAP-004, apr. 2026.
- [27] NGI, «Tarrisveien, vurdering av fare for vanngjennomstrømning ved flom», Geoteknisk vurderingsrapport 950041-1, jan. 1996.
- [28] Multiconsult Norge AS, «Forprosjektrapport - Ny Sarpsfossen vegbru K10», 10245026-RIB-NOT-001, apr. 2026.
- [29] Multiconsult Norge AS, «Forprosjektrapport - Ny Sarpsfossen GS-bru K20», 10245026-RIB-NOT-002, mar. 2025.
- [30] Multiconsult Norge AS, «Måleprogram og overvåkning», 10245026-RIG-NOT-003, mar. 2024.
- [31] Multiconsult Norge AS, «Premissnotat VAO», 10245026-01-RIVA-NOT-001, apr. 2026.
- [32] Multiconsult Norge AS, «Premissnotat vei og trafikk», 10245026-VEG-NOT-002, mar. 2025.
- [33] Multiconsult Norge AS, «Anleggsgjennomføring», 10245026-01-TVF-NOT-001, apr. 2026.
- [34] Multiconsult Norge AS, «Anleggsgjennomføring tiltak på Borregaard», 10245026-TVF-NOT-014, feb. 2026.
- [35] Multiconsult Norge AS, «Miljøgeologisk grunnundersøkelse - datarapport», Datarapport 10245026-03-RIGm-RAP-001, aug. 2023.
- [36] Multiconsult Norge AS, «Matjordplan», Matjordplan 10245026-01-RIM-RAP-001, apr. 2026.
- [37] Multiconsult Norge AS, «Ytre miljø-plan», YM-Plan 10245026-01-RIM-RAP-002, apr. 2026.
- [38] GeoPhysix, «Refraksjonsseismiske undersøkelser. IC Østfoldbanen, Kryssing Glomma oppstrøms Sarpsfossen.», Bane NOR, Datarapport - Seismikk 18001, aug. 2018.
- [39] Multiconsult Norge AS, «Hydrologiske/hydrauliske vurderinger Ny Sarpsbru», 10245026-01-RIVass-RAP-001, apr. 2025.
- [40] «FV B 581 ØYVEGEN (NY VEG TIL HAFSLUNDØY)», Statens vegvesen, B255A, okt. 1975.
- [41] Statens Vegvesen, «Geoteknisk datarapport Rv. 22 Hafslund - Dondern», B11926-GEOT-1, sep. 2024.
- [42] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), *Byggegruppveiledningen 2019*. Norsk Geoteknisk Forening (NGF), 2019.
- [43] Jernbaneverket, «Jernbaneverkets tekniske regelverk», Nettutgave (<https://trv.banenor.no/wiki/Forside>). [Online]. Tilgjengelig på: <https://trv.banenor.no/wiki/Forside>
- [44] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder til vannressursloven og NVEs behandling av vassdrags- og grunnvannstiltak», 1/2021, mar. 2021.



[45] Lovdata, «Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven)». Samferdselsdepartementet, 1. oktober 2024. [Online]. Tilgjengelig på: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1993-06-11-100/KAPITTEL\\_5#KAPITTEL\\_5](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1993-06-11-100/KAPITTEL_5#KAPITTEL_5)

# Vedlegg A

## Peleberegninger

### Innhold

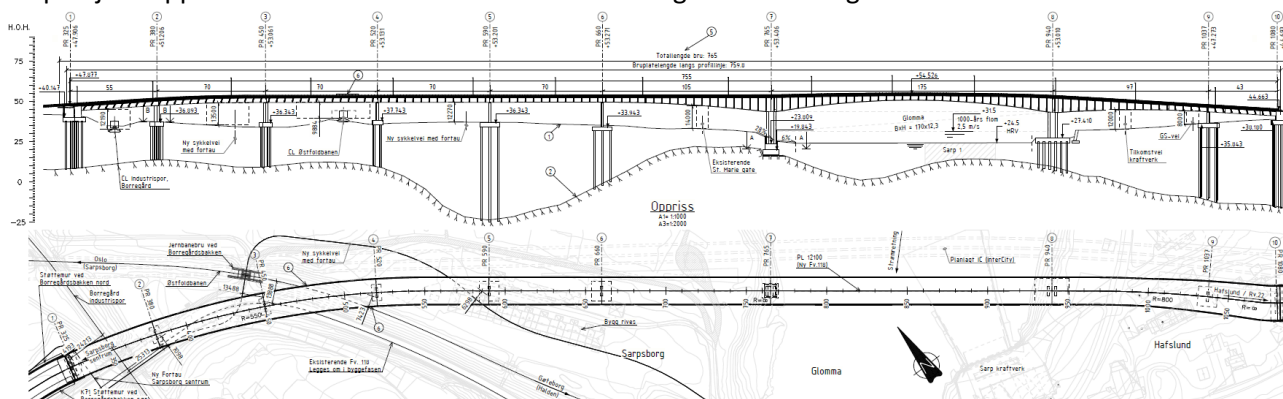
<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Terreng- og grunnforhold – Jordmodell</b> .....	<b>3</b>
2.1	Akse 1 og 2.....	3
2.2	Akse 3 og 4.....	5
2.3	Akse 5 og 6.....	8
2.4	Akse 7.....	13
2.5	Akse 8.....	15
2.6	Akse 9 og 10.....	20
<b>3</b>	<b>Peleberegninger</b> .....	<b>23</b>
3.1	Reduksjonsfaktor ( $f_a$ ).....	24
3.2	Akse 3.....	24
3.2.1	Pelegruppen.....	24
3.2.2	Fundamentlaster – Akse 3.....	25
3.2.3	Resultater – Akse 3.....	25
3.3	Akse 5.....	27
3.3.1	Pelegruppen.....	27
3.3.2	Fundamentlaster – Akse 5.....	28
3.3.3	Resultater – Akse 5.....	28
3.4	Akse 8.....	30
3.4.1	Pelegruppen.....	30
3.4.2	Fundamentlaster – Akse 8.....	31
3.4.3	Resultater – Akse 8.....	31

## 1 Innledning

Vedlegget omhandler beregninger utført for pelegrupper. GeoSuite versjon 24.0.13.0 er benyttet for beregninger av peler.

I samarbeid med RIB er det vurdert å utføre beregninger av utvalgte pelegrupper. Beregningene er utført for blant annet å få tilstrekkelig kontroll på peleantall, peledimensjon, fundamentstørrelse og fundamentnivå. Det er i denne omgang vurdert tilstrekkelig å utføre beregninger for pelegruppene i akse 3, 5 og 8. Dette anses å gi tilstrekkelig grunnlag for vurderinger for resterende fundamentakser i denne fasen av prosjektet. Figur 1-1 viser plan og oppriss av ny Sarpsbru (K10) med aksenummerering.

Direktefundamentering på berg er omhandlet av RIB, ref. 10245026-RIB-NOT-001. Det bemerkes at forprosjektrapporten til RIB revideres i etterkant av det geotekniske fagnotatet.



Figur 1-1: Plan og oppriss fra oversiktstegning ny Sarpsbru (K10).

Akse 1 og akse 10 er landkarakser – RIB har utført vurdering av pelegruppene og kommet frem til en pelegruppe med henholdsvis 6 stk. Ø813 og 8 stk. Ø813 borede stålørspeler til berg.

I akse 2, 3 og 4 fundamenteres brua på 6 stk. Ø1016 stålørspeler. Det er funnet tilstrekkelig å utføre beregning for pelegruppen i akse 3. Dette begrunnes med at det er relativt like laster, og samme krav til reduksjonsfaktor ( $f_a$ ).

Fundament i akse 5, 6 og 9 settes på 8 stk. Ø1016 stålørspeler. Det er funnet tilstrekkelig å utføre beregning for pelegruppen i akse 5. Lastene i gruppen er vurdert av RIB og det er funnet tilstrekkelig å utføre beregninger i én av aksene for denne fasen. Grunnforholdene varierer en del mellom de ulike aksene, men det anses likevel tilstrekkelig å utføre beregning for én av aksene i denne omgang. Det påpekes at videre prosjektering bør utføres basert på et mer omfattende grunnlag, og at det vil være rom/behov for å gjøre justeringer av pelegruppene.

For fundament i akse 8 er det antatt 14 stk. Ø1220 stålørspeler, på bakgrunn av skinleggingen av Sarp2-prosjektet.

## 2 Terreng- og grunnforhold – Jordmodell

I det etterfølgende er det gitt en beskrivelse av terreng, grunnforhold og jordmodeller i relevante akser. Jordmodellene benyttet i beregningene er beskrevet for akse 3, 5 og 8.

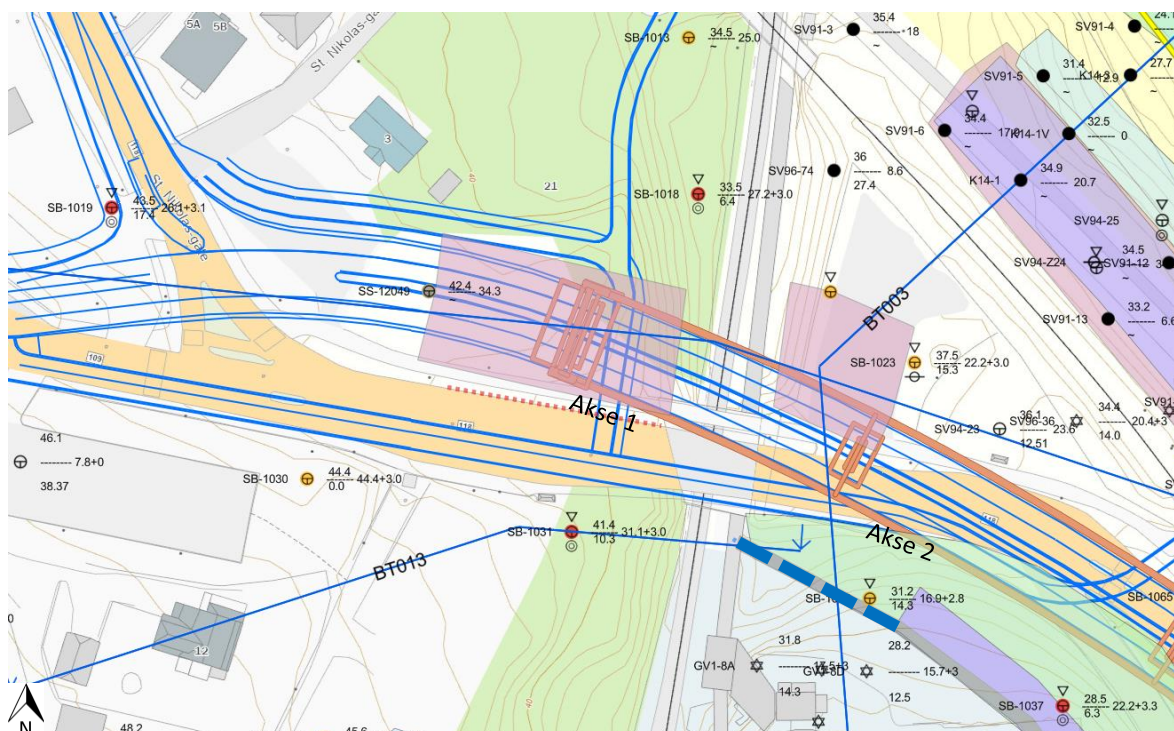
### 2.1 Akse 1 og 2

I akse 1 ligger bruas vestre landkar på topp av skråning som heller ned mot Borregaards industrispor. På sørsiden ligger eksisterende fv.118 i terreng, og mot sørvest ligger eksisterende landkar for bru over industrispor. Det vil være behov for tiltak for å sikre områdestabilitet, byggegrøp og eksisterende fv.118. Før etablering av peler og fundament skal det utføres masseutsifting, samt etableres midlertidig spuntkonstruksjon mot fv. 118.

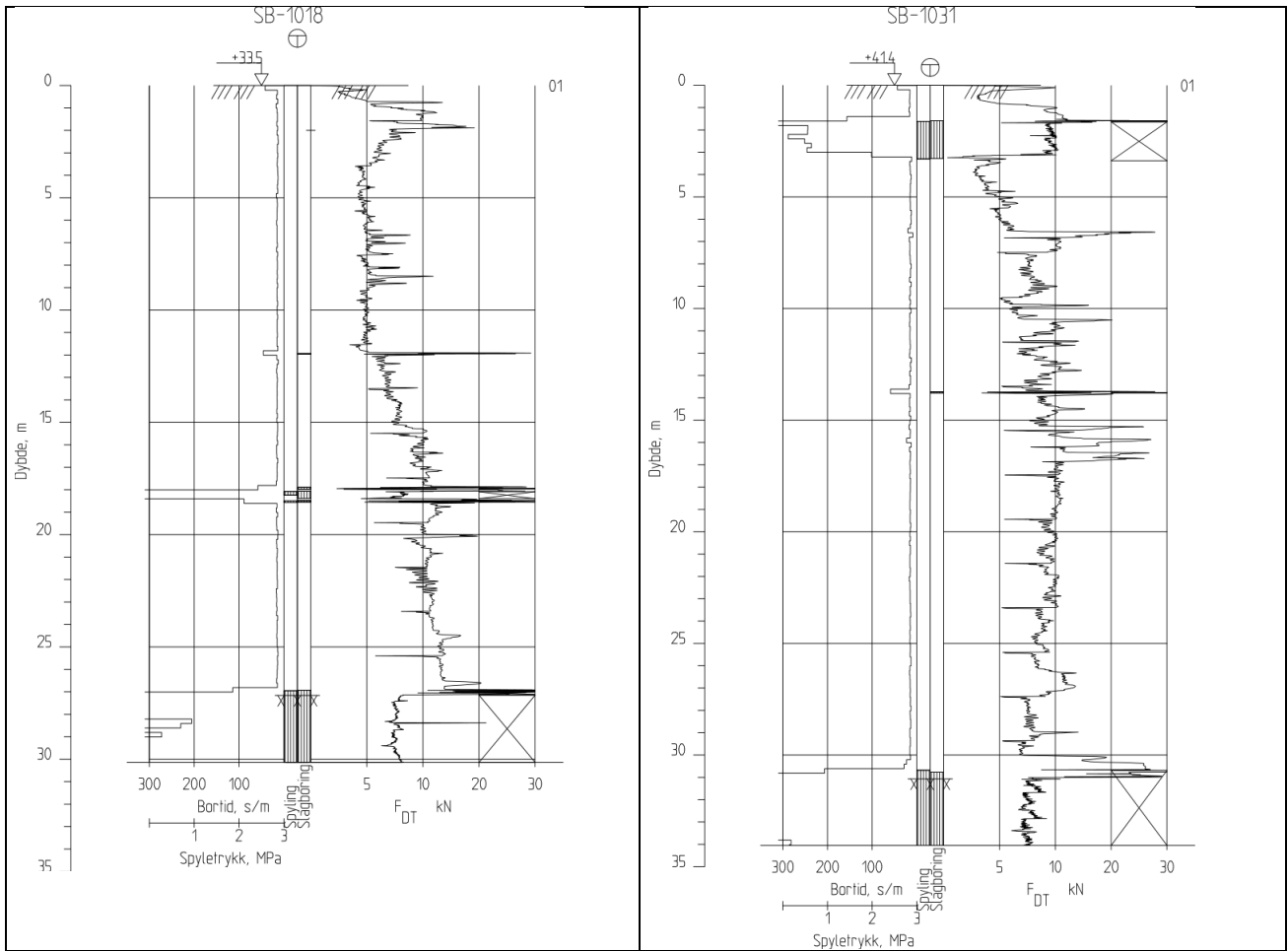
Fundamentet i akse 2 etableres omtrent i nivå med dagens terreng, men ettersom terrenget faller mot industrisporet i vest og mot Borregaard i sør, er det nødvendig med avlasting/masseutsifting av masser for å sikre tilstrekkelig stabilitet, særlig i retning mot industrisporet. I tillegg er det behov for sikringstiltak nede på Borregaards eiendom, samt en midlertidig omlegging av fv. 118 før pelearbeidene kan starte. Det vurderes som mulig å gjennomføre boring av pelene samtidig som det går trafikk på jernbanesporet. Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 23 m. Det kan være skrånende berg i området, men ikke spesielle mistanker om dette pr. nå.

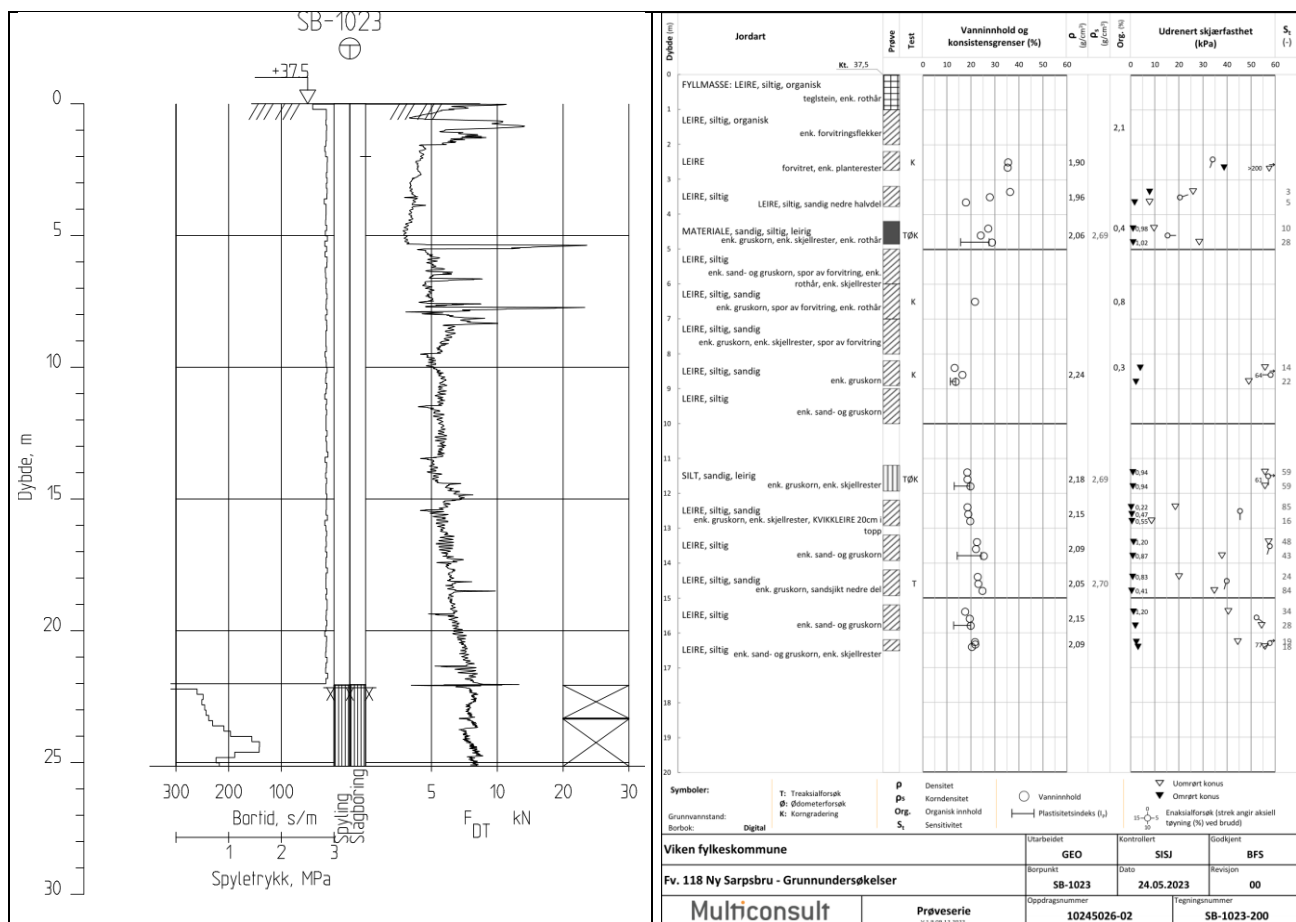
Det foreligger noen boringer i området direkte ved fundamentene, men det foreligger ingen relevante sonderinger i planlagt fundamentplassering, iht. Figur 2-1. Det er antatt en gjennomsnittlig dybde på ca. 32 m til berg i akse 1 og ca. 21 m i akse 2.

Grunnforholdene i akse 1 er relativt like som i akse 3, hvor det er utført beregninger, iht. Figur 2-1. Fundamentet skal etableres i et dypere nivå enn i akse 3 og man fjerner noe av det faste topplaget. Dette antas i denne fasen å ikke påvirke pelegruppen i betydelig grad og det er derfor ikke kjørt egne beregninger i akse 1. Ved behov kan det utføres noe grunnforsterkning i topplag for å øke sidestøtten. Grunnforsterkningen må utføres på en slik måte at det ikke hindrer boring av peler.



Figur 2-1: Akse 1 og 2 – Aktuelle borpunkt og eksempel på sonderingsresultater.





Figur 2-2: Eksempler på sonderinger i akse 1 og 2.

## 2.2 Akse 3 og 4

Fundamentet i akse 3 ligger nedenfor jernbanefyllingen i skråningen mot Borregaard mellom eksisterende G/S-kulvert og nedkjøringen til St. Marie gate 2. Fundamentet blir liggende i dagens fv.118-trasé og det blir derfor nødvendig å legge veien om før fundamenteringsarbeidene kan påbegynnes. Det er relativt lite plass i området og man ønsker i så stor grad som mulig å unngå å påvirke jernbanefyllingen som ligger rett på oversiden. Det er derfor gjort tilpasninger for å unngå at graving inn i eksisterende jernbanefylling. På bakgrunn av dette er det gjort justering av plassering av akse, og fundamentet er tenkt etablert omtrent i nivå med eksisterende terreng, se Figur 2-3.

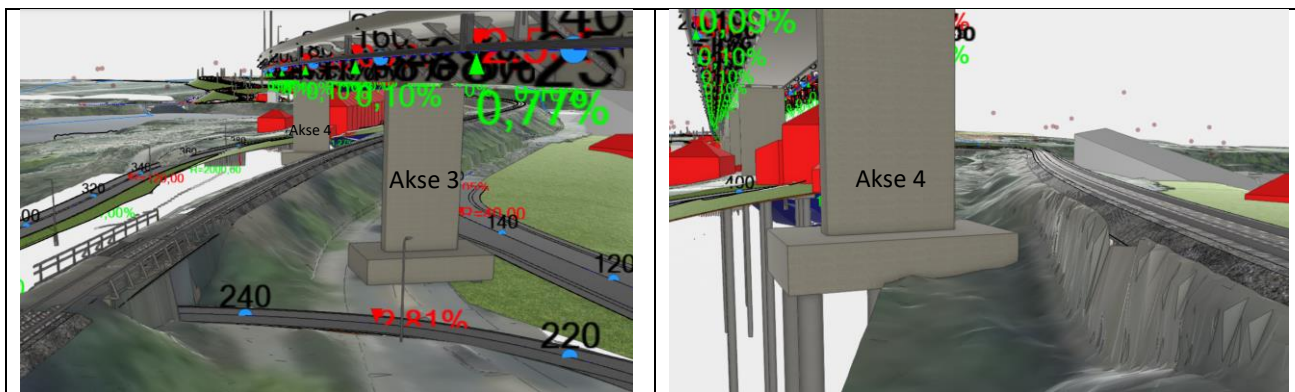
Fundamentet for akse 4 er plassert rett øst for jernbanefyllingen. Plasseringen av akse 3 og 4 er krevende, og det er derfor gjort tilpasninger for å utnytte bruas maksimale spennlengder best mulig. Samtidig er plasseringen forsøkt optimalisert for å minimere påvirkningen på jernbanefyllingen. Også i akse 4 er nivået på fundamentet hevet til omtrent å ligge i dagens terreng. Dette er delvis gjort for å unngå gravearbeider i forbindelse med fundamenteringen, se Figur 2-3.

Det foreligger et borpunkt i området direkte ved fundamentet i akse 3 (SB-1065) og noen i nærliggende område, ref. Figur 2-4. Det er antatt en gjennomsnittlig dybde på ca. 24 m til berg i akse 3 og ca. 33 m i akse 4.

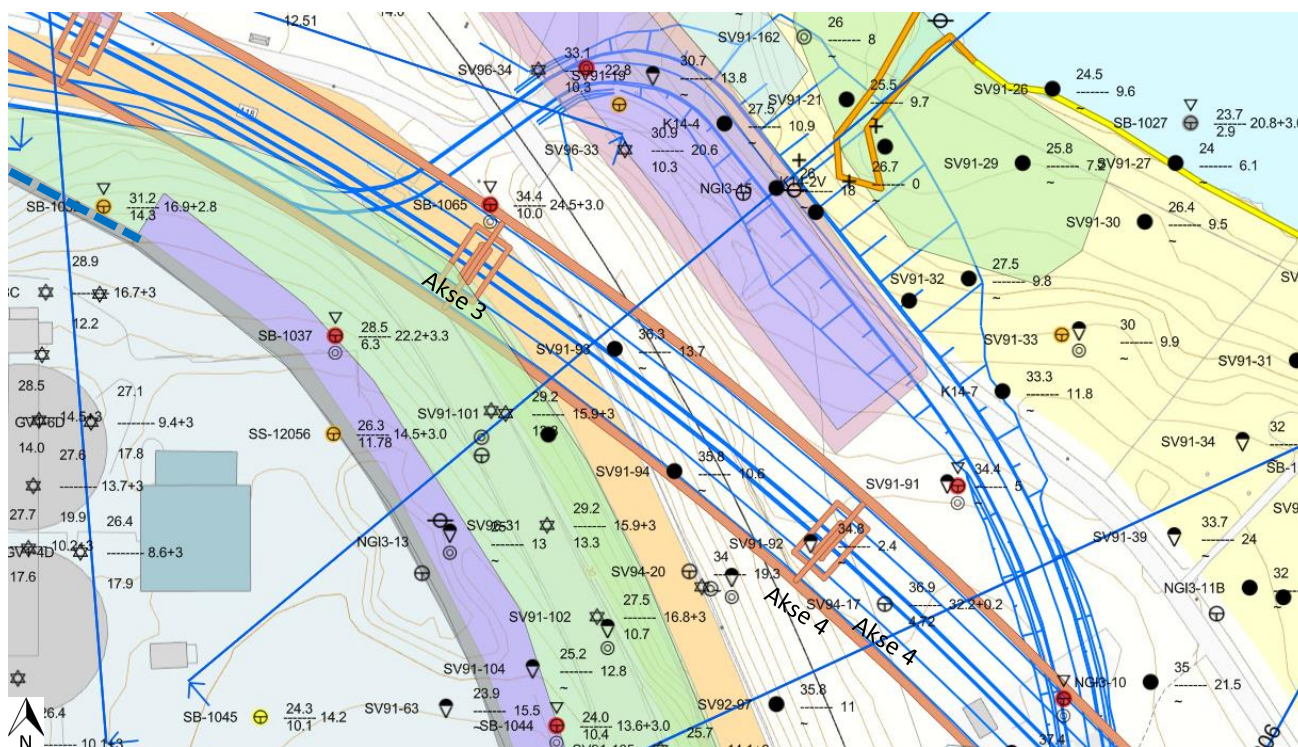
Før etablering av peler og fundament skal det gjennomføres områdesikringstiltak både mot Borregaard og mot Glomma. Det må vurderes om pelene nærmest jernbanefyllingen bør installeres i en periode uten trafikk på sporet. Dette vil redusere belastningen på sporet, minimere risikoen for uønskede hendelser mellom togtrafikk og anleggsaktivitet, samt gi bedre kontroll dersom det skulle oppstå uforutsette

situasjoner under boring. Eksempler på slike hendelser kan være oppbygging av poretrykk, deformasjoner som følge av utvasking av jordmasser, eller utblåsing. Det må derfor planlegges for risikoreduserende tiltak, som bruk av egnet boremetode, tett oppfølging i byggefase, og etablering av et tilpasset måleprogram.

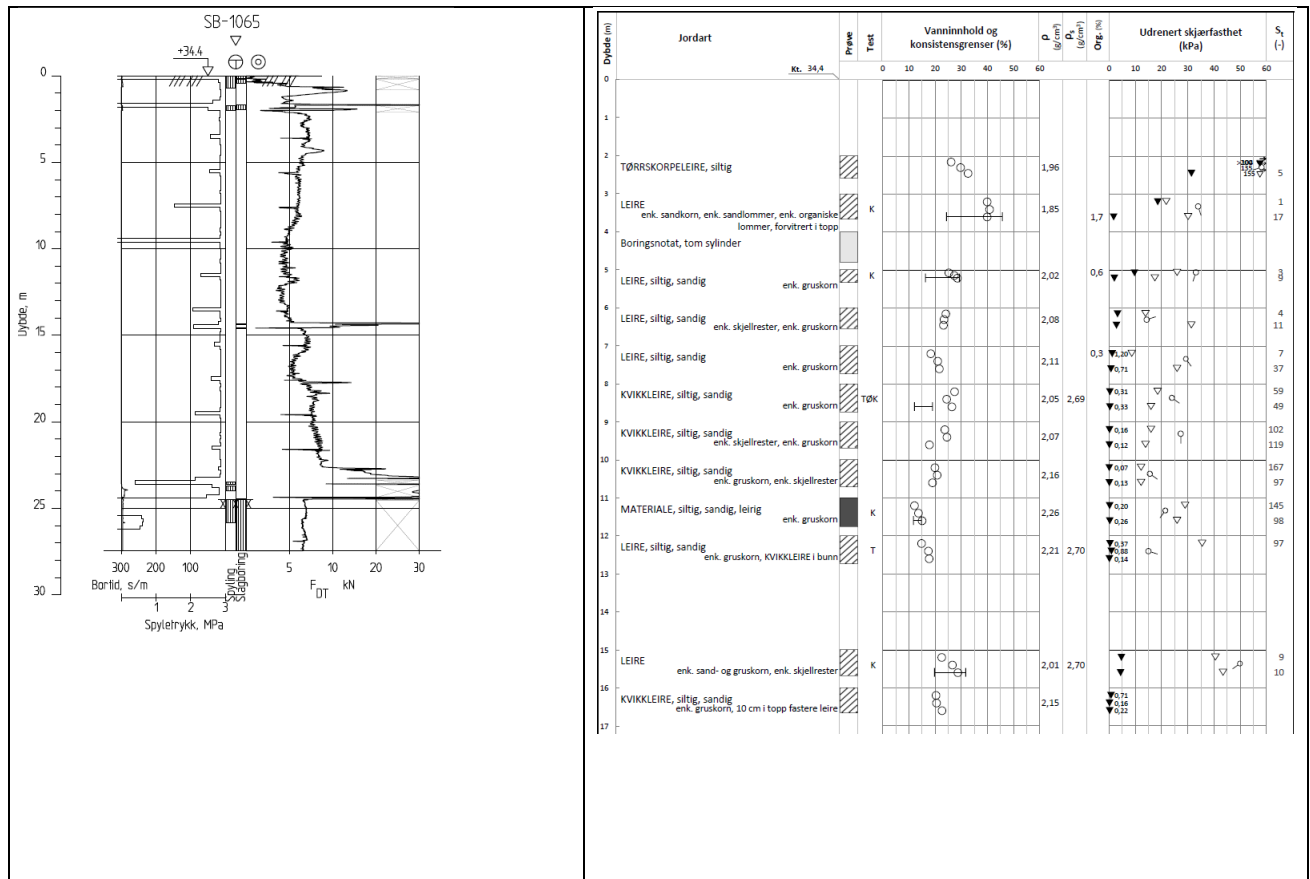
Basert på foreliggende grunnlag er det etablert en jordmodell for å utføre peleberegninger i GeoSuite Piles. I Figur 2-5 er den forenklete jordmodellen angitt med farger sammen med sonderingsresultater og tolkede styrkeprofiler. Det antas et 2,5 m tykt lag med toppmasser over et lag med middels fast materiale med en mektighet på ca. 10 m. Videre antas lag med fast leire med økende skjærstyrke i dybden. Løsmassene har i stor grad sprøbruddsegenskaper. Figur 2-6 viser data for jordmodellen som er benyttet i GeoSuite Piles.



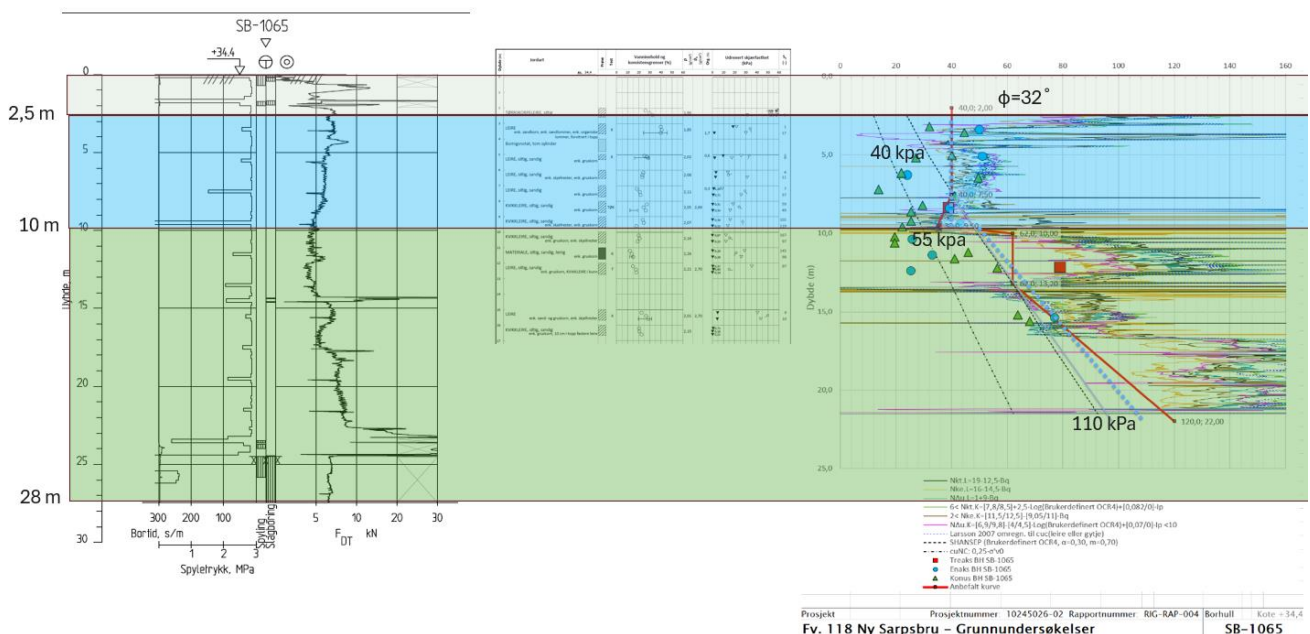
Figur 2-3: Akse 3 og 4 – Plassering av fundament ved jernbanefylling.



Figur 2-4: Akse 3 og 4 - Aktuelle borpunkt og eksempel på sonderingsresultater.



Figur 2-5: Akse 3 – Aktuelle borpunkt og eksempel på sonderingsresultater.



Figur 2-6: Jordmodell: Grå-topplag. Blå-Sandig, siltig, leirig materiale. Grønn-Leire.

Placement	Depth [m]	Soil weight, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Undrained shear strength [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle, $\Phi$ [degrees]	Strain, $\epsilon_{50}$ [%]	API-J [-]	Factor, $t_{res}/t_{max}$ [-]	CPT tip resistance, $q_c$ [MPa]	Relative density, $D_r$ [-]
<b>← Name: Topplag</b>									
Top of layer	0,00	21,00	N/A	32,00	N/A	N/A	0,700	1,00	0,50
Bottom of layer	2,50	21,00	N/A	32,00	N/A	N/A	0,700	1,00	0,50
<b>← Name: sandig, siltig, leirig materiale</b>									
Top of layer	2,50	21,00	40,00	32,00	0,0200	0,500	0,700	1,00	0,50
Bottom of layer	10,00	21,00	40,00	32,00	0,0200	0,500	0,700	1,00	0,50
<b>← Name: leire</b>									
Top of layer	10,00	21,00	55,00	N/A	0,0200	0,500	0,700	N/A	N/A
Bottom of layer	28,00	21,00	110,00	N/A	0,0200	0,500	0,700	N/A	N/A

Figur 2-7: Akse 3 – Jordmodell i GeoSuite Piles.

### 2.3 Akse 5 og 6

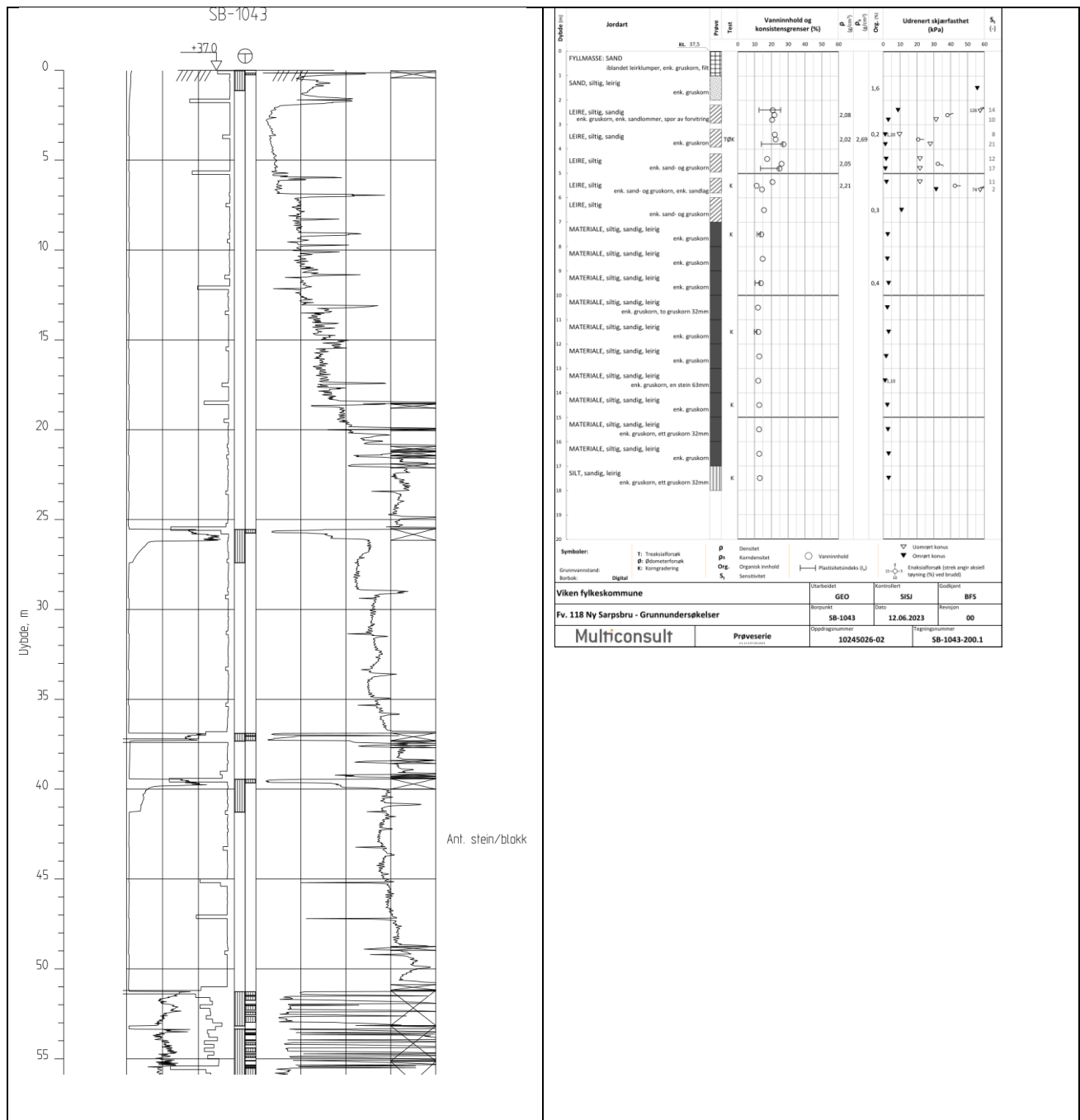
Fundament i akse 5 og 6 etableres i et område hvor det er utført noe avlasting, og ellers er det ikke ansett behov for ytterligere tiltak.

Det foreligger ingen relevante borpunkt i området direkte ved fundamentet i akse 5, men det er noen borpunkt i nærliggende område, ref. Figur 2-8. Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 67 m og ca. 44 m for henholdsvis akse 5 og akse 6. Det er med stor sannsynlighet bratte bergpartier i området. Det vil også være noe usikkerhet knyttet til overgang til godt berg. I pelegruppeberegningene er det antatt en varierende dybde til berg fra 50 m – 70 m for å fange opp evt. effekter for lastfordeling og forskyvning ved påføring av last.

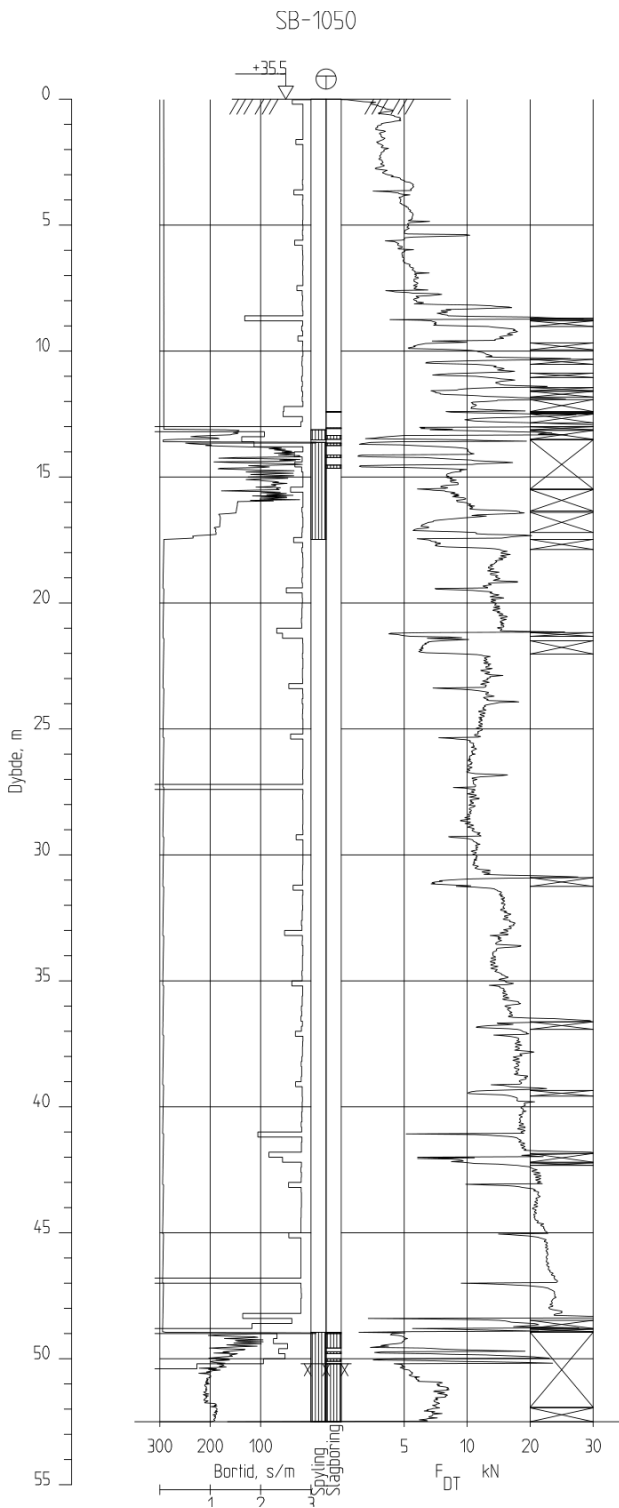
Basert på foreliggende grunnlag er det etablert en jordmodell for å utføre peleberegninger i GeoSuite Piles. Resultater fra borer utført i SB-1043 er vektlagt ved etablering av jordmodellen. Totalsondering og prøveserie fra SB-1043 er vist på Figur 2-9. Tolking av udrenert skjærfasthet er gjengitt på Figur 2-11. I Figur 2-12 er jordmodell benyttet i GeoSuite Piles-beregningene. Det antas et 2,0 m tykt lag med toppmasser over et lag med leire med økende skjærstyrke fra 25 kPa i toppen av laget i 2,0 m dybde, jevnt stigende til 305 kPa i 70 m dybde ved berg.

I akse 5 og 6 viser grunnundersøkelsene store dybder til berg, samt skrått berg. Her kan det bli behov for å vurdere kombinert «pel i pel»-løsning, dvs. stålkjerner i stålrørspelene, i en senere fase av prosjektet. Det anbefales å utføre supplerende undersøkelser med tanke på å undersøke dybder til berg, helning på bergoverflaten og bergkvaliteten.

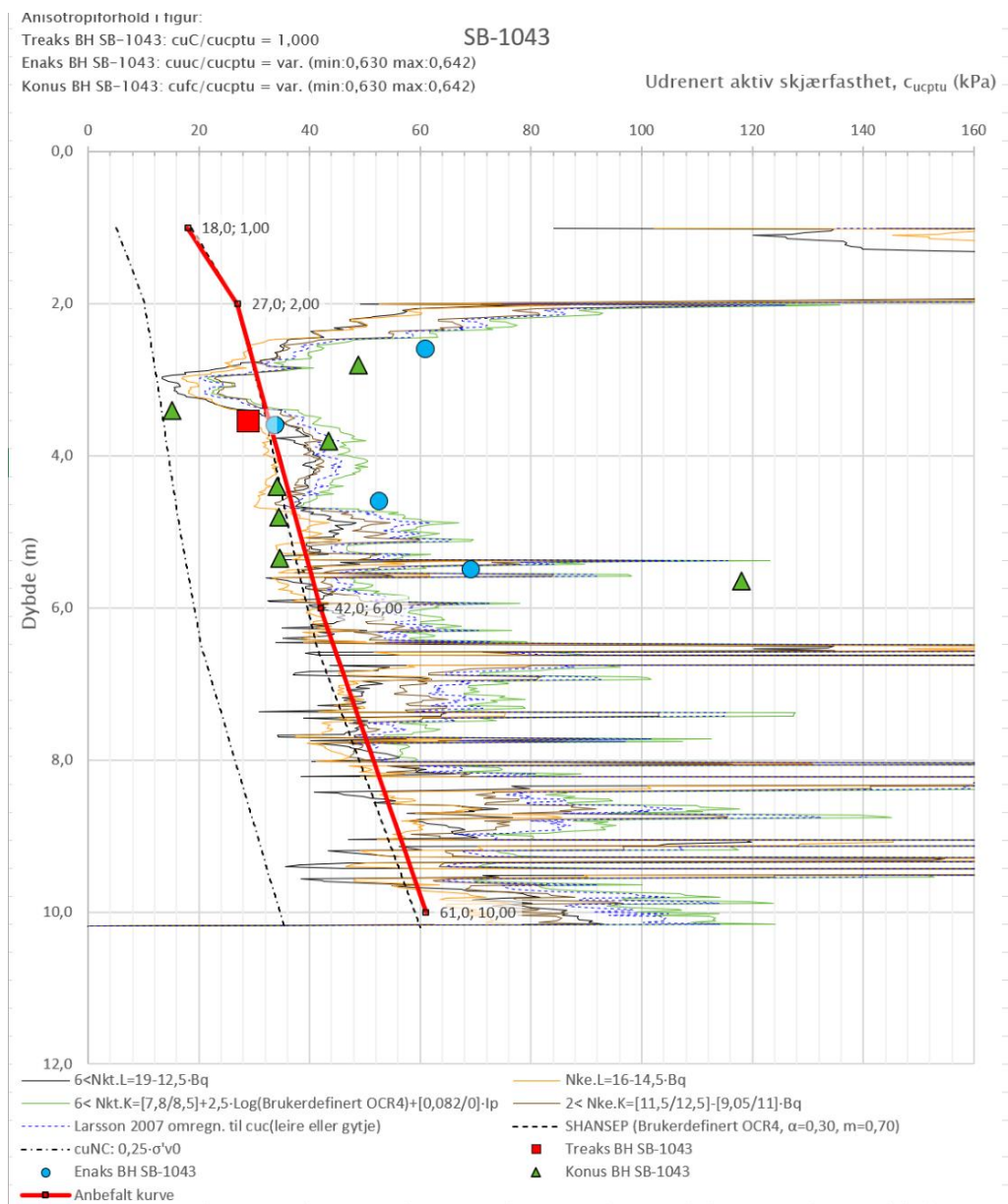




Figur 2-9: SB-1043 – Totalsondering og prøveserie.



Figur 2-10: Totalsondering SB-1050.



Prosjekt	Prosjektnummer: 10245026-02 Rapportnummer: RIG-RAP-004		Borhull	Kote +37
<b>Fv. 118 Ny Sarpsbru – Grunnundersøkelser</b>			<b>SB-1043</b>	
Innhold			Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			<b>4962</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	OYA	KILW	EDO	<b>1</b>
Utførende	Dato sondering	Revisjon	00	RIG-TEG-SB-1043-500.7
Multiconsult	13.03.2023	Rev. dato	15.12.2023	

Figur 2-11: Boring SB-1043 – Tolkning av udrenert skjærstyrke.

Placement	Depth [m]	Soil weight, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Undrained shear strength [kN/m <sup>2</sup> ]	Friction angle, $\phi$ [degrees]	Strain, $\epsilon_{50}$ [%]	API-J [-]	Factor, $t_{res}/t_{max}$ [-]	CPT tip resistance, $q_c$ [MPa]	Relative density, $D_r$ [-]
<b>Names: Topplag</b>									
Top of layer	0,00	21,00	N/A	32,00	N/A	N/A	0,700	1,00	0,50
Bottom of layer	2,00	21,00	N/A	32,00	N/A	N/A	0,700	1,00	0,50
<b>Names: leire</b>									
Top of layer	2,00	21,00	25,00	N/A	0,0200	0,500	0,700	N/A	N/A
Bottom of layer	70,00	21,00	305,00	N/A	0,0200	0,500	0,700	N/A	N/A

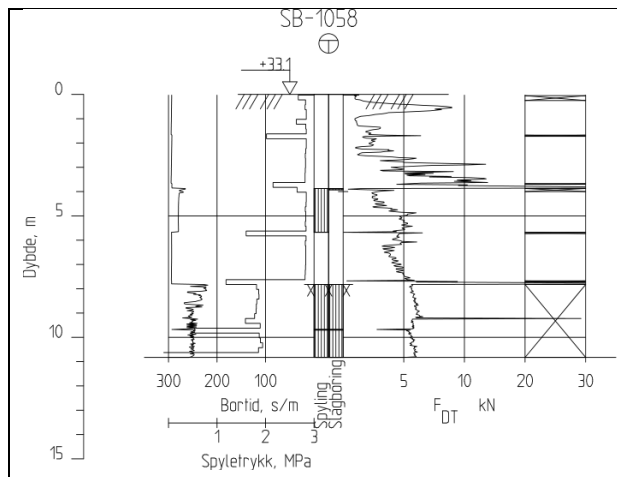
Figur 2-12: Akse 5 – Jordmodell i GeoSuite Piles.

## 2.4 Akse 7

I akse 7 står søylen for frittframbygg-delen av brua, som fundamenteres på berg i utgravd byggegrop. For vurdering av direktefundamentering på berg vises det til RIB sin forprosjektrapport (10245026-RIB-NOT-001). Det bemerkes at forprosjektrapporten revideres i etterkant av det geotekniske fagnotatet.



Figur 2-13: Akse 7 og 8 – Aktuelle borpunkt og eksempel på sonderingsresultater.

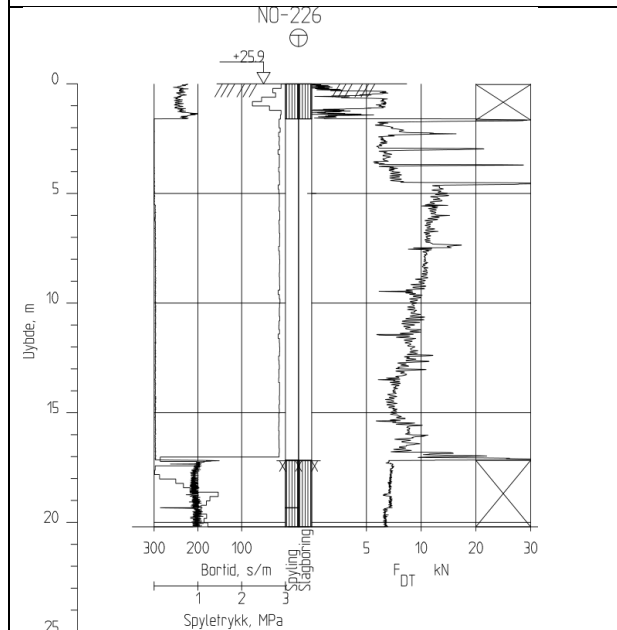


Dybde	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)			Udrenert skjærfasthet (kPa)		S <sub>v</sub> (-)
				w	L <sub>p</sub>	L <sub>c</sub>	q <sub>u</sub>	c <sub>u</sub>	
0	ORG. MATR., SAND, siltig enk. gruskorn, enk. rothå								
1	FYLLMASSE: SAND, grusig, siltig, organisk teglstein, glasskår			4.4					
2	FYLLMASSE: sandig, siltig, grusig porselen, teglstein, spor av organisk	K							
3	FYLLMASSE: SAND, siltig, leirig teglstein, spor av organisk, glasskår, enk. gruskorn								
4	TØRRSKORPESILT, sandig, leirig	K		2.16					4
5	LEIRE, siltig forvitret, enk. sand- og gruskorn	T		2.13	2.69	0.4			3
6	LEIRE, siltig, sandig			2.11	2.70				5
7	enk. gruskorn	TOK							11

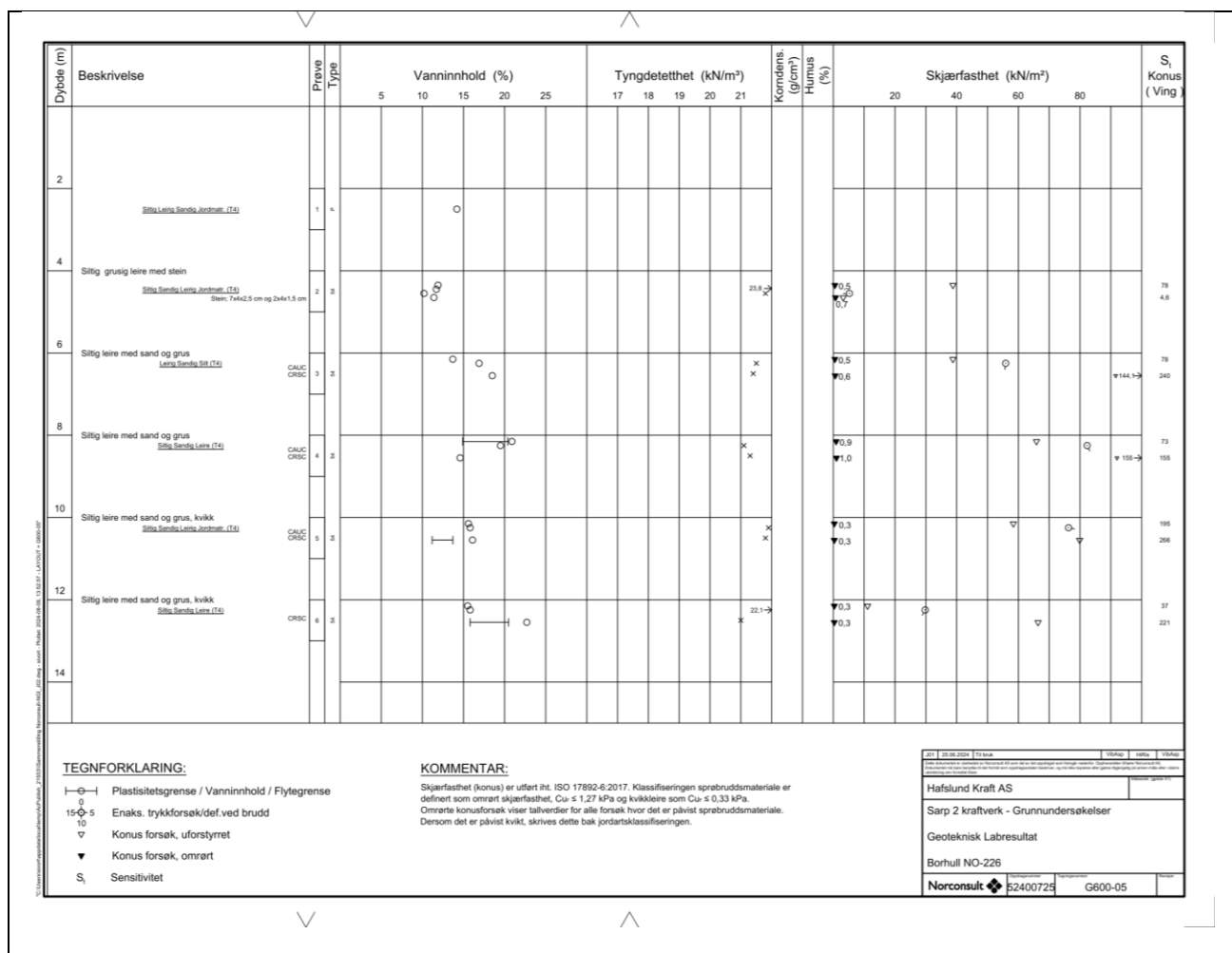
**Symboler:**  
 T: Treksialforsøk      p: Densitet  
 Ø: Ødømforsøk      p<sub>h</sub>: Kornensitet  
 K: Korrosjonering      Org: Organisk innhold  
 S<sub>v</sub>: Sensitivitet  
 Vanninnhold: ○  
 Plastisitetindeks (I<sub>p</sub>): —  
 Urennert konsus: ▼  
 Omsvært konsus: ▽  
 Enkvaliforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd): —

Viken fylkeskommune	SISJ	ANNM	BFS
Fv. 118 Ny Sarpsbru - Grunnundersøkelser	Borupunkt	Dato	Revisjon
	SB-1058	11.05.2023	00

**Multiconsult**      Prøveserie: 10245026-02      Fagningsnummer: SB-1058-200



**Multiconsult**      Prøveserie: 10245026-02      Fagningsnummer: SB-1058-200



Figur 2-14: Eksempler på sonderingsresultater og prøveserier i akse 7 og 8.

### 2.5 Akse 8

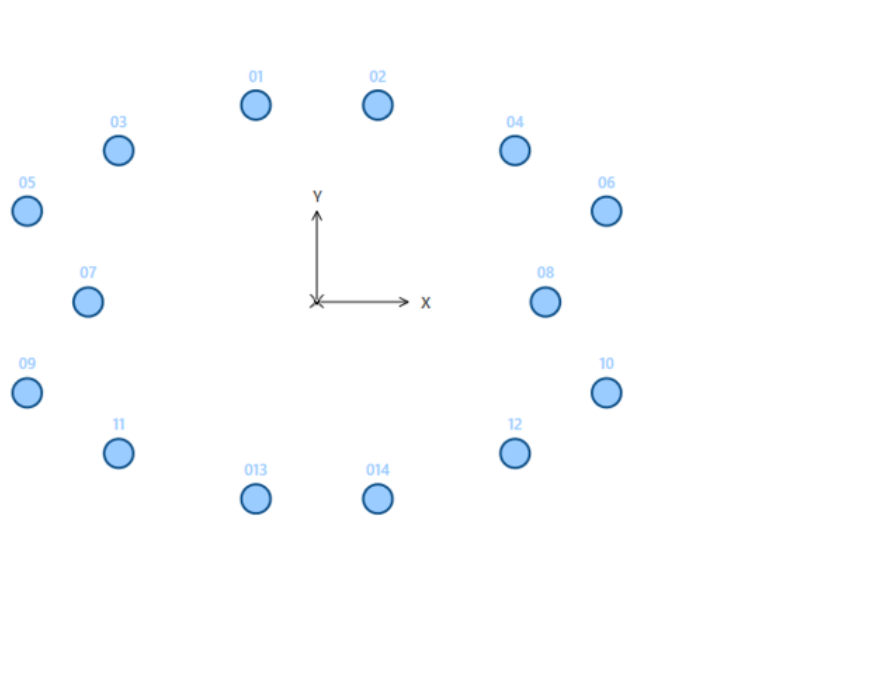
Fundamentet i akse 8 havner på nordsiden av Øyveien og blir liggende delvis i skråningen ned mot Glomma. Nivået på terrenget varierer og ligger på ca. kt +26 til +32 i fundamentlokasjonen. Underkant fundament er lagt på nivå kt +24 og er hovedsakelig bestemt ut fra behov for tilstrekkelig lengde på brusøyla og nødvendig fundamenttykkelse.

Som tiltak for å sikre områdestabiliteten er det antatt behov for å senke terrenget i området rundt akse 8. Nivå ved fundament er kt +27 og nivå på avlastet sone er kt +30. På grunn av varierende nivå på terreng rundt fundament vil det være noe jordrykk som må tas opp av fundamentet.

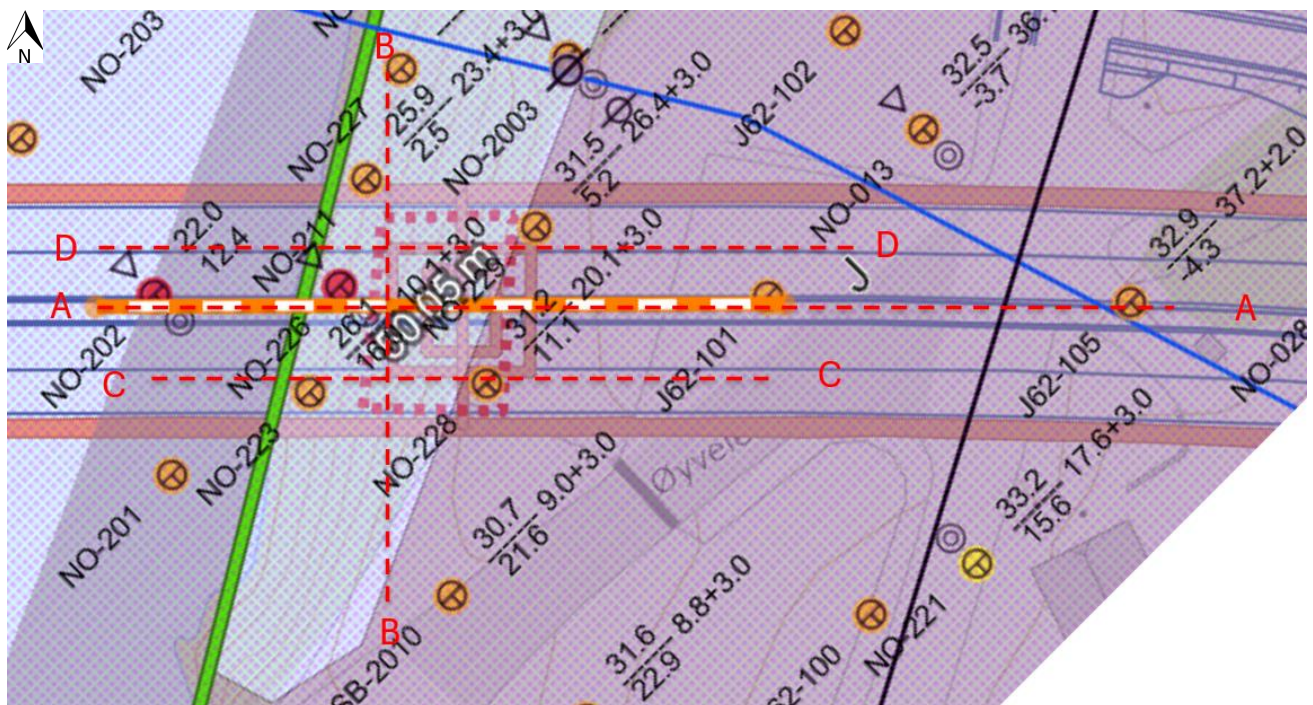
På grunn av behov for tilstrekkelig søylelengde skal det ikke fylles opp over fundamentet. Søylene skal være frie.

Det foreligger et relativt godt grunnlag for vurdering av pelefundamenteringen, men som følge av svært varierende bergnivåer vil det likevel være usikkerheter i vurdering av bergforløpet/pelelengder. For vurdering av pelelengder og pelegruppens konfigurasjon er relevante tilgjengelige sonderinger benyttet for opptegning av snitt med vurdert bergforløp. Se snitt A til D i Figur 2-15 til Figur 2-20. Bergnivået er vurdert å variere fra ca. 5 m i nordvestre hjørne til 22 m i sørøst. Pelene skal minimum bores +2,0 m inn i godt berg. Ytterligere innboring kan bli nødvendig ved dårlig berg og/eller bratt bergforløp. Det er behov for et omfattende grunnundersøkelserprogram i fundamentlokasjonen, og i tillegg anbefales det seismikkundersøkelser for å få god oversikt over bergforløpet.

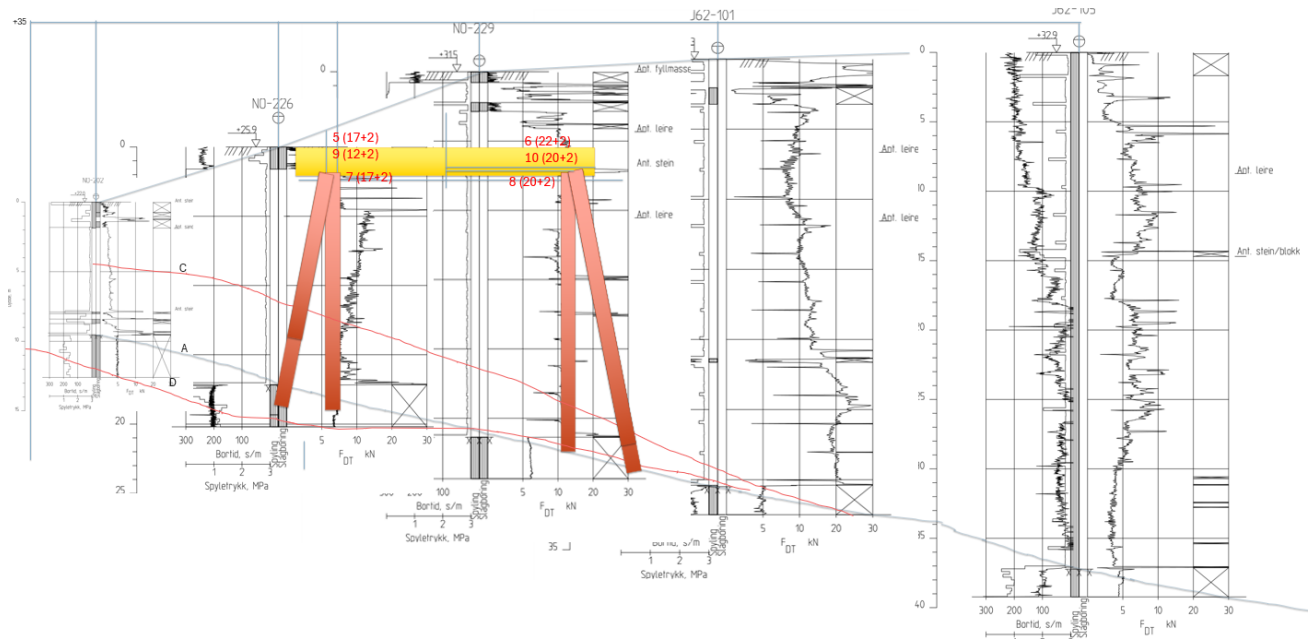
Basert på foreliggende grunnlag er det etablert en jordmodell for å utføre peleberegninger i GeoSuite Piles. Resultater fra borerer utført i SB-2003 er vektlagt ved etablering av jordmodellen. Totalsondering og prøveserie fra SB-2003 er vist i Figur 2-21. Benyttet styrkeprofil er vist med grønn stiplet-linje på figuren. I Figur 2-22: er jordmodell benyttet i GeoSuite Piles-beregningene. I området er det generelt et lag med fyllmasser over original grunn bestående av sandig/siltig/leirig materiale med sprøbruddsegenskaper. Det er antatt en skjærstyrke på 50 kPa i toppen, jevnt stigende til 150 kPa i 29 m dybde.



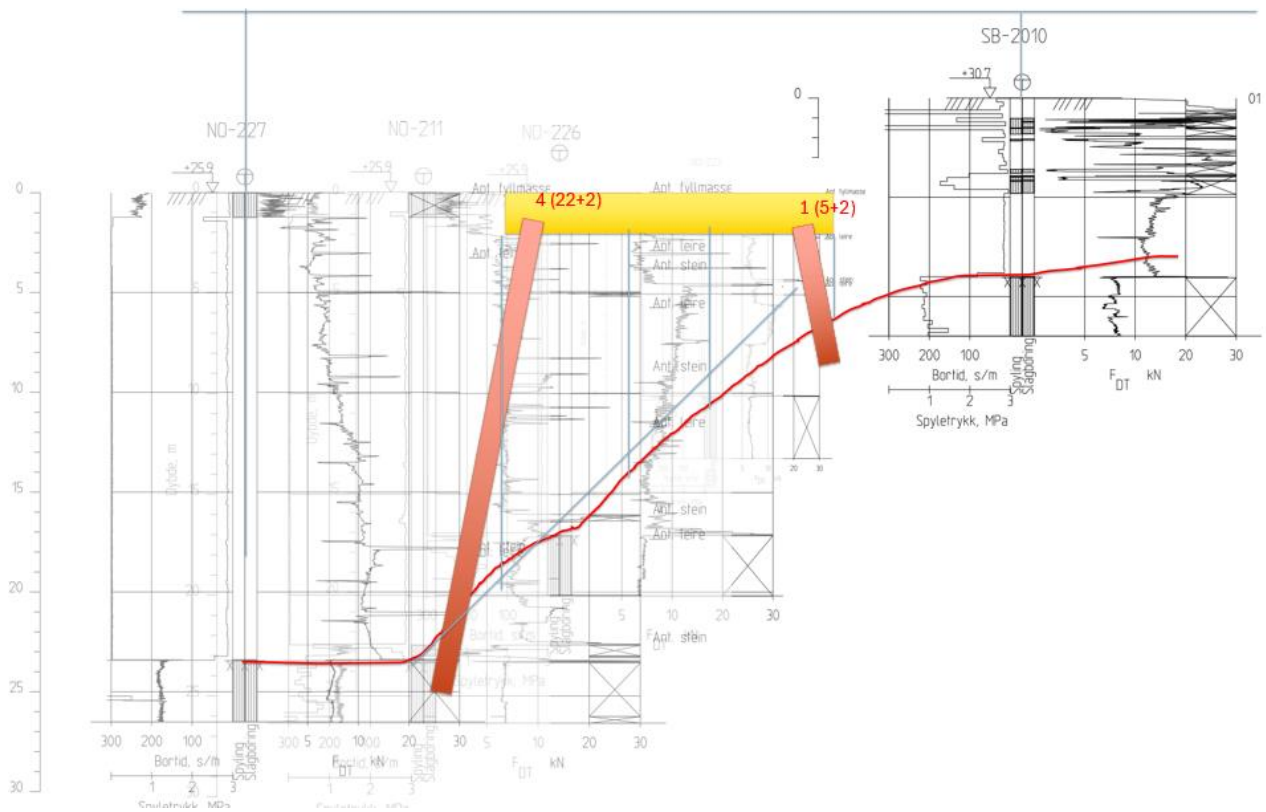
Figur 2-15: Pelekonfigurasjon i akse 8 – 14 stk. Ø1220 peler.



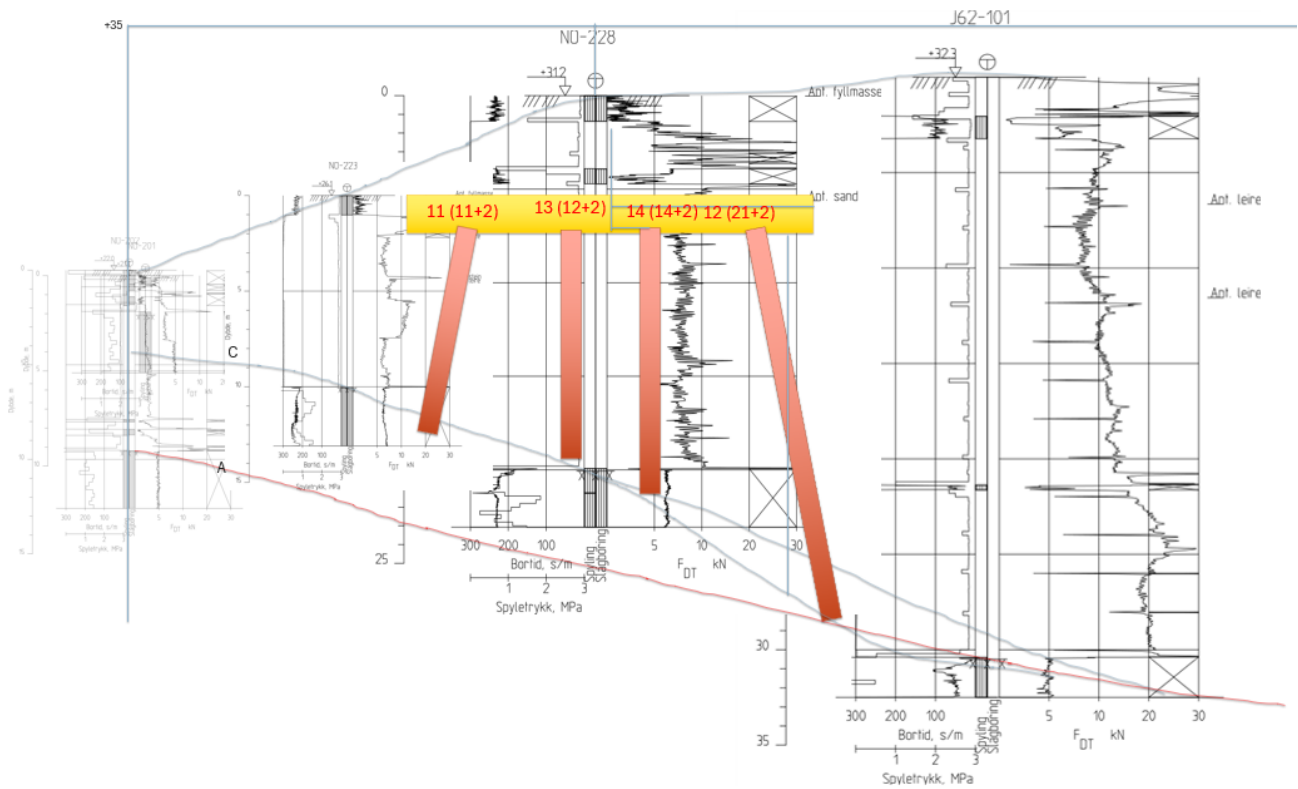
Figur 2-16: Plantegning med omtrentlig fundamentplassering i akse 8, angivelse av snitt og borpunkter.



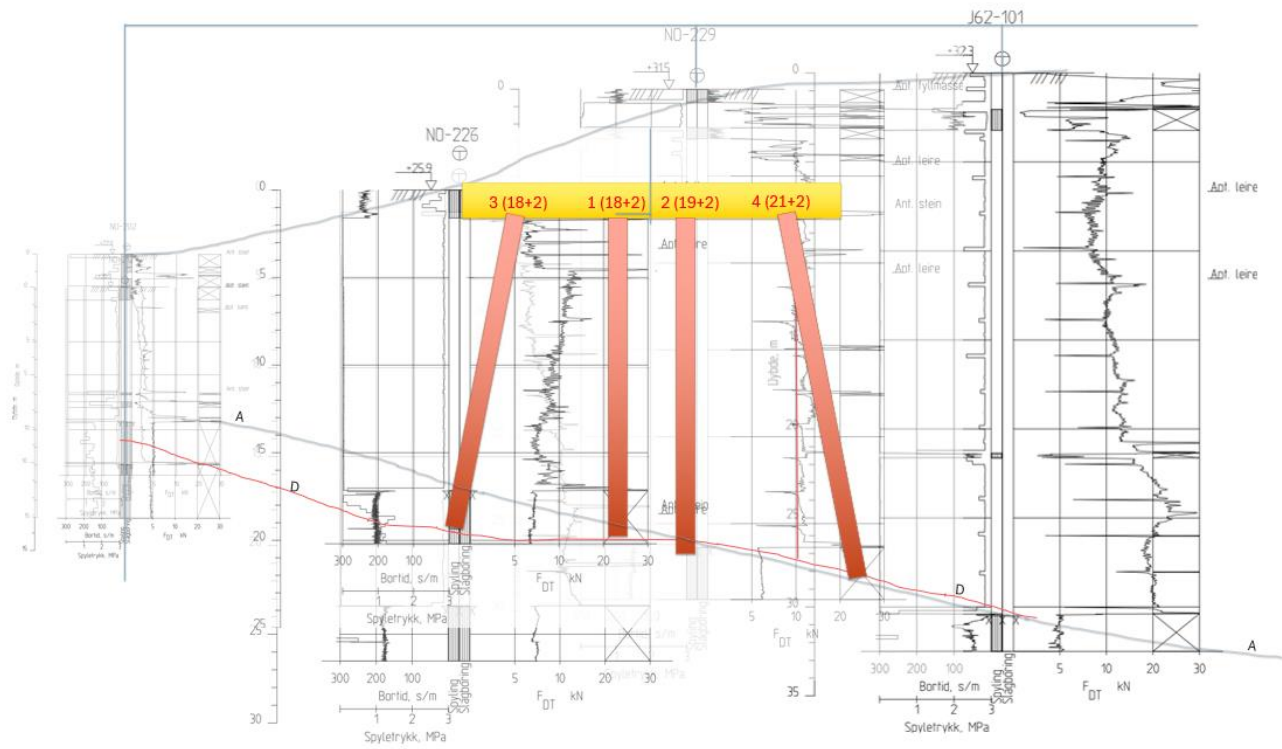
Figur 2-17: Snitt A-A.



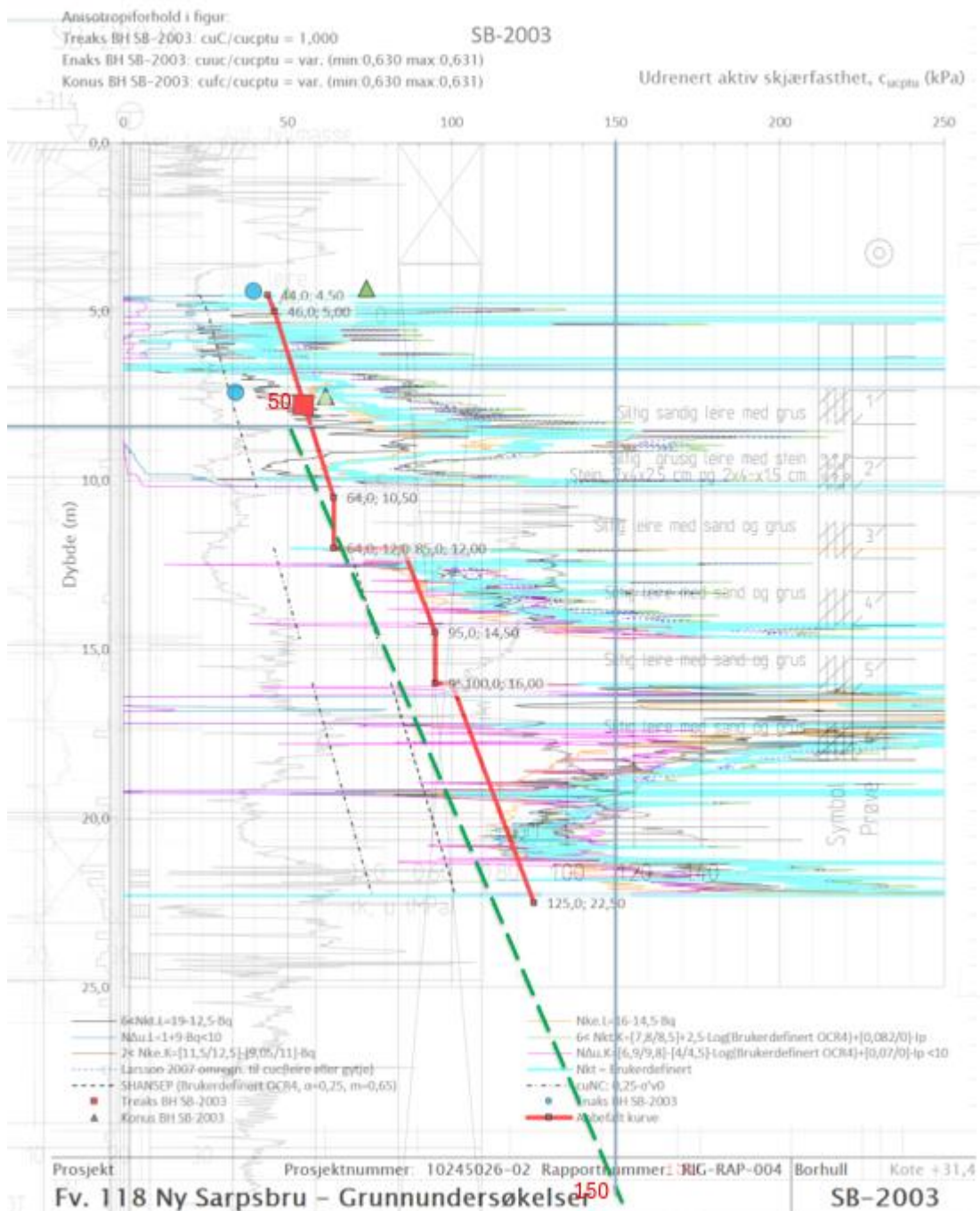
Figur 2-18: Snitt B-B.



Figur 2-19: Snitt C-C.



Figur 2-20: Snitt D-D.



Figur 2-21: Jordmodell basert på borpunkt SB-2003.

Name: sandig, siltig, leirig materiale						
Top of layer	0,00	21,00	50,00	0,0200	0,500	0,700
Bottom of layer	29,00	21,00	150,00	0,0200	0,500	0,700

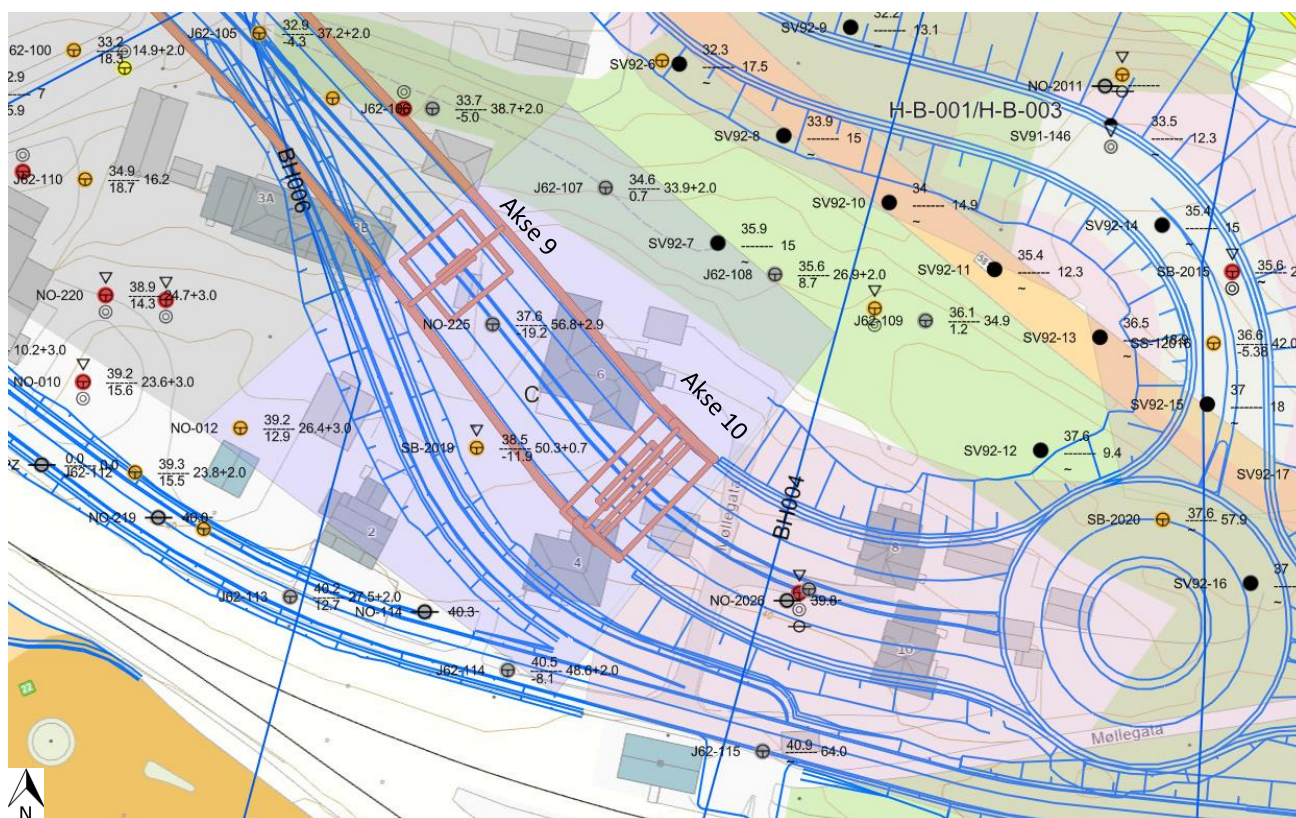
Figur 2-22: Akse 8 - Jordmodell i GeoSuite Piles.

## 2.6 Akse 9 og 10

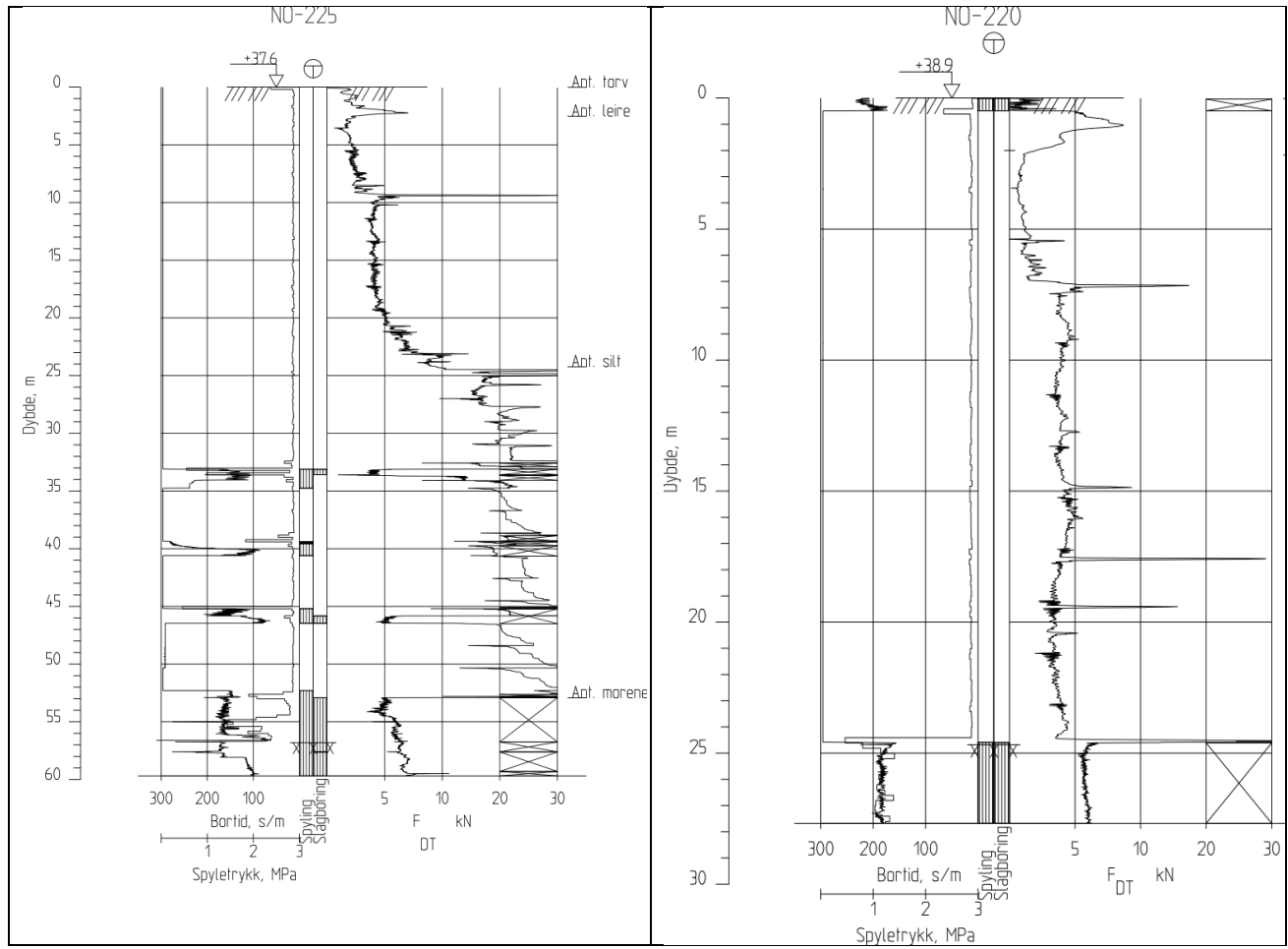
Fundament i akse 9 og landkar i akse 10 ligger på topp av skråning ned mot kraftverket/Glomma. Det er antatt noe behov for grunnforsterkning for sikring av byggegrøper rundt fundamentene.

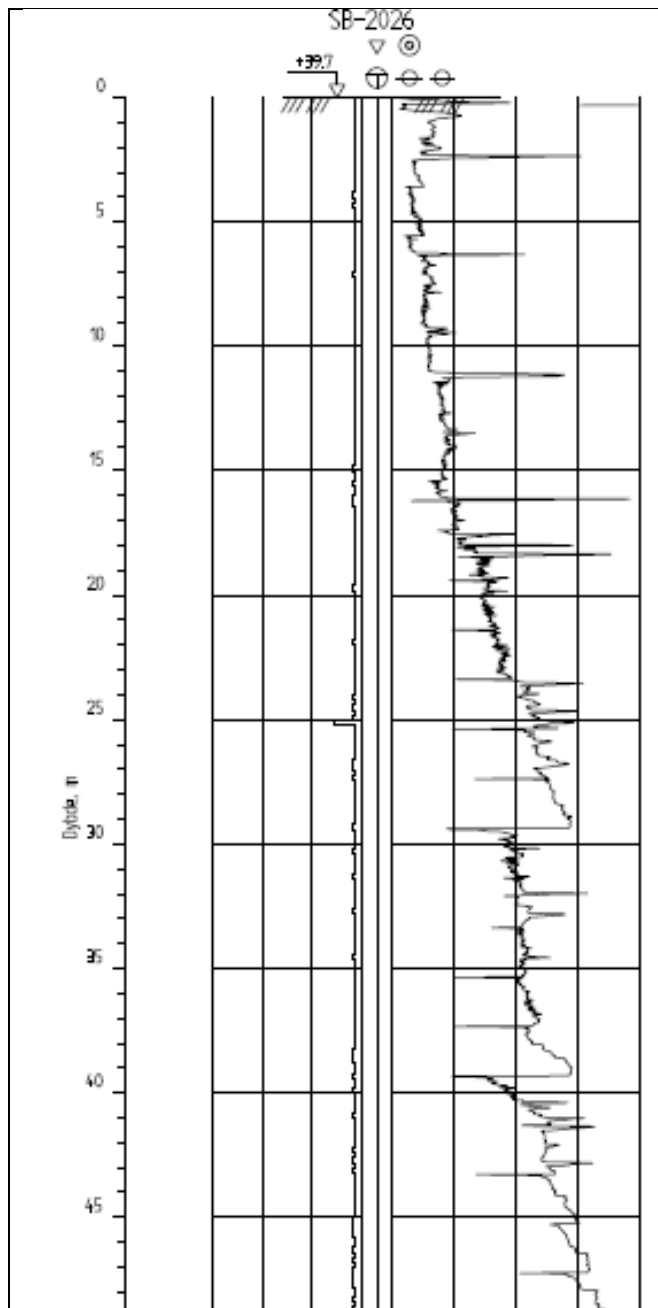
Det er utført noen borpunkt i nærheten av fundamentplasseringene, men ingen i selve fotavtrykket, iht. Figur 2-23. Det er behov for et omfattende grunnundersøkelserprogram i fundamentlokasjonene.

Det er antatt en gjennomsnittlig pelelengde på ca. 46 m og ca. 60 m for henholdsvis akse 9 og akse 10. Det er med stor sannsynlighet bratte bergpartier i området. Det vil også være noe usikkerhet knyttet til overgang til godt berg.



Figur 2-23: Akse 9 og 10 – Aktuelle borpunkt og eksempel på sonderingsresultater.





Dybde (m)	Jordart	Prøve test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)		p (kN/m²)	q <sub>s</sub> (kN/m²)	q <sub>u</sub> (kN/m²)	Udrenet skjærfasthet (kPa)	s <sub>v</sub> (cm)
			w	pl					
0	FYLLMASSE, sandig, siltig, leirig								
1	SAND								
2	SAND, siltig, leirig								
3	LEIRE, siltig, sandig				1,96			7	
4	MATERIALE, sandig, siltig, leirig				2,02	2,60	0,5	15	
5	SAND, siltig, leirig							15	
6	MATERIALE, sandig, siltig, leirig						0,3		

Symboler:  
 T: Trekkstyrke  
 Ø: Øsometerforløp  
 K: Kompresjon  
 Borete: Digital

p: Densitet  
 p<sub>s</sub>: Kompresert  
 Omg: Organisk innhold  
 S<sub>v</sub>: Seveløst

○: Vanninnhold  
 —: Plastitetssindex (I<sub>p</sub>)

▽: Urennet kons.  
 ▽: Urennet kons.  
 □: Skjærfasthet (jords. angir skulet lagtykk. (%) ved bunn)

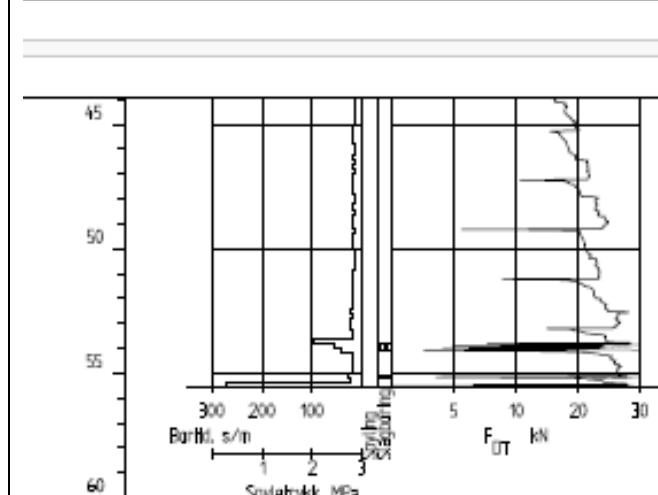
Viken fylkeskommune	Utarbeidet	ANNM	SISJ	BFS
Fv. 118 Ny Sarpsbru - Grunnundersøkelser	Borpunkt	SB-2026	Dato	17.03.2023
	Side	00	Revisjon	

Multiconsult	Prøveserie	10245026-02	Regningnummer	SB-2026-200
--------------	------------	-------------	---------------	-------------

**iconsult**  
i.multiconsult.no

Viken fylkeskommune  
Fv. 118 Ny Sarpsbru - Grunnundersøkelser  
Totalundersøinger

Utarbeidet av: JDB  
10245026-02





og håndberegner pelekraftene. Dette gir en god oversikt og blir en god kvalitetskontroll av tilsvarende beregninger av pelekraftene som utføres av Geoteknikk i neste trinn.

- Konstruksjon sender over krefter fra globalmodellen og pelekonfigurasjon til Geoteknikk som beregner pelekraftene i GeoSuite Piles.
- Konstruksjon legger inn pelekraftene i ConDim for å sjekke kapasiteten. Geoteknikk sender over fa-faktor som skal brukes i den aktuelle aksen. Denne ivaretas i ConDim ved at materialfaktoren for betongen økes.

### 3.1 Reduksjonsfaktor ( $f_a$ )

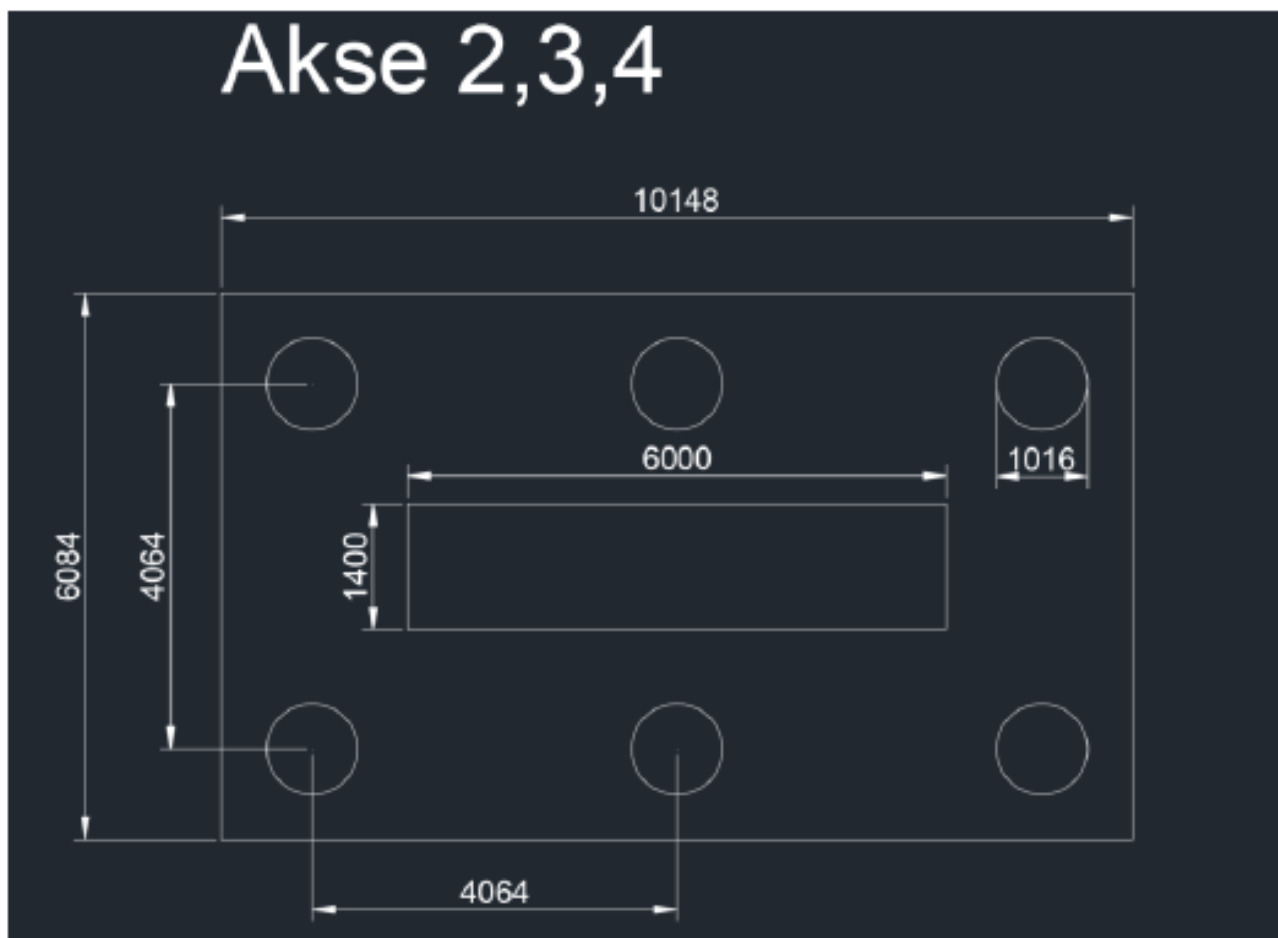
For å bestemme pelens installerte kapasitet skal dimensjonerende kapasitet multipliseres med en reduksjonsfaktor ( $f_a$ ). For akse 3 og 8 er reduksjonsfaktoren,  $f_a$ , satt til 0,75. Dette tilsvarer midlere forhold som har betydning for pelearbeidet.

For akse 5 er reduksjonsfaktoren,  $f_a$ , satt til 0,60. Dette tilsvarer ugunstige forhold for pelearbeidet. Det vises til peleveiledningen 2019.

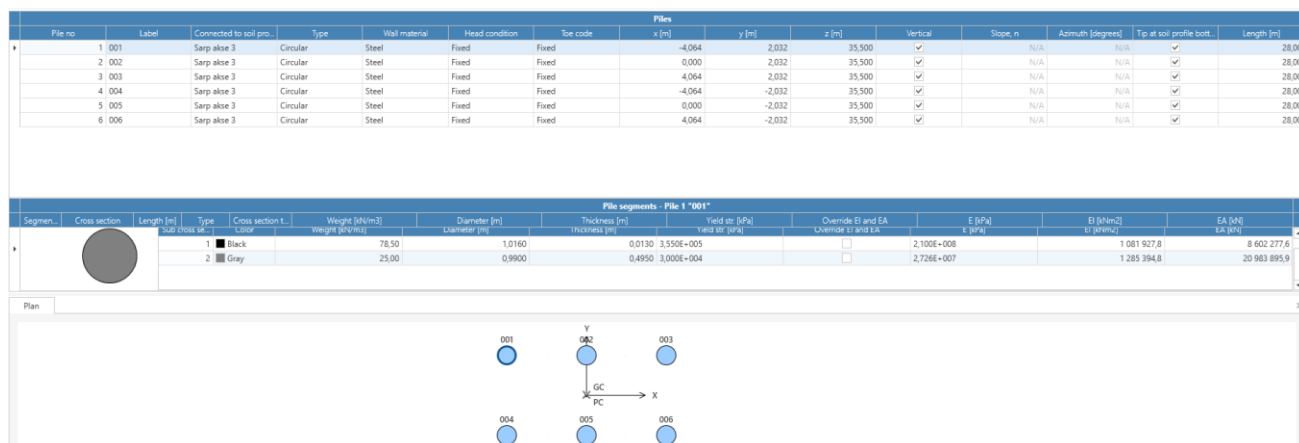
### 3.2 Akse 3

#### 3.2.1 Pelegruppen

Pelegruppen består av 6 stk. stålrørspeler  $\varnothing 1016$ ,  $t=13$  mm. Fundamentstørrelse og pelekonfigurasjon iht. Figur 3-1 og Figur 3-2 nedenfor. Akse 2, 3 og 4 er av RIB vurdert til å ha tilnærmet samme krefter og vil samtidig ha samme krav til  $f_a$ -faktor og senteravstand, og er derfor vurdert å være tilnærmet like i denne fasen.



Figur 3-1: Pelekonfigurasjon i akse 3.



Figur 3-2: Pelekonfigurasjon akse 3 – utklipp fra GeoSuite Piles.

Tabell 3-1 nedenfor:

Tabell 3-1: Materialparametere for stålørspelene.

Materialparametere pelar		
	Stålrør	Mørtel
Tyngdetetthet, $\gamma$	78,5 kN/m <sup>3</sup>	25,0 kN/m <sup>3</sup>
Karakteristisk fasthet $f_s/f_{cp}$	355 MPa	30 MPa
E-modul	210 GPa	27,26 GPa

### 3.2.2 Fundamentlaster – Akse 3

Lasttilfellene benyttet i beregningene er oppgitt av RIB og er ULS-laster i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: ULS-laster i akse 3.

spr\_i\_res : p - spring element NR: 22      spr\_i\_res : m - spring element NR: 26

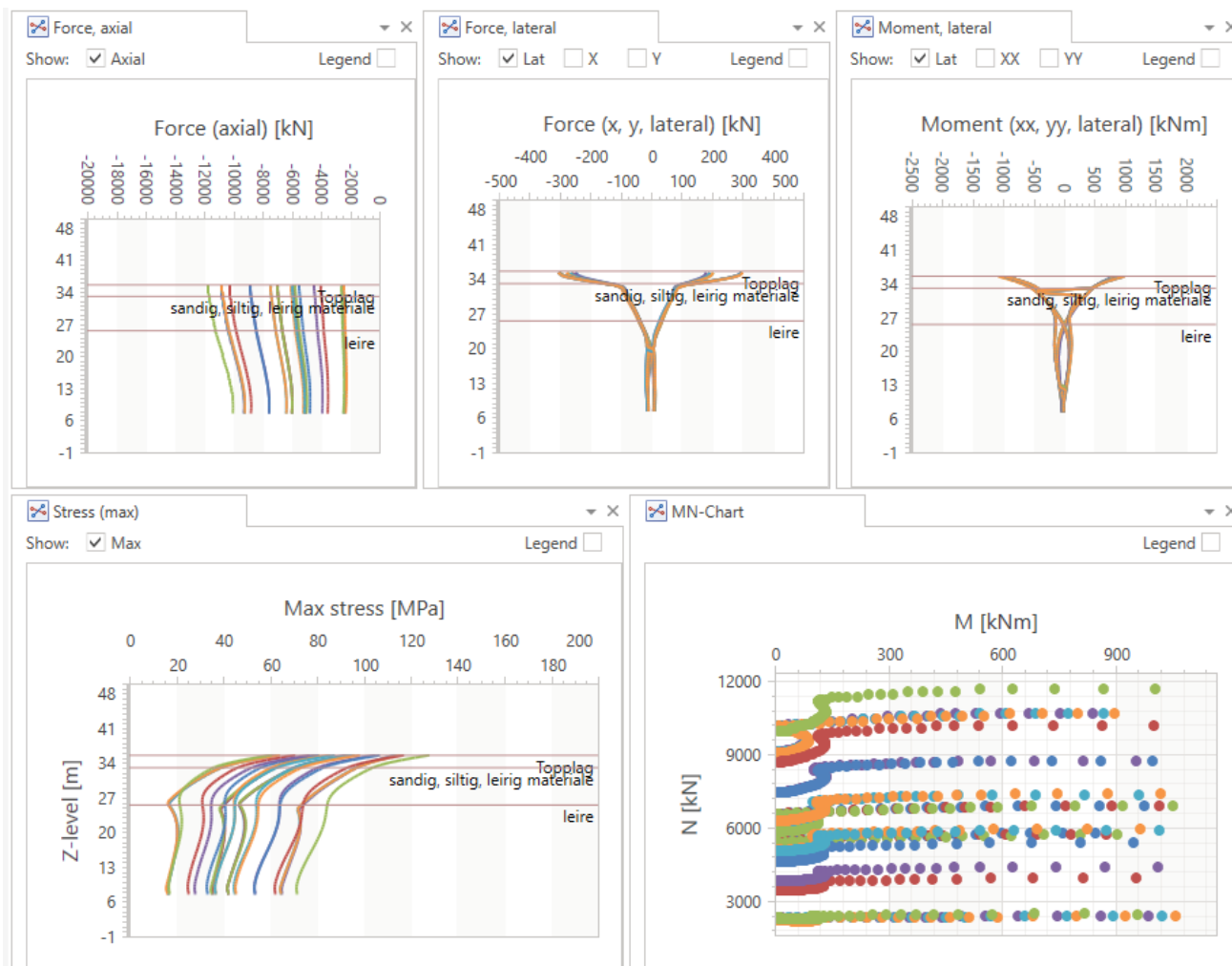
**LC: 2921-2922,2929-2930, Result Sets AX3: Reaksjonskr. UK fund akse 3**

LC	LC-title	PZ [kN]	PY [kN]	PX [kN]	MZ [kNm]	MY [kNm]	MX [kNm]
2921	MAX-PZ RSET ULS 6.10a/b	49420.8	-1160.0	1.7	-321.36	529.84	35209.07
2922	MIN-PZ RSET ULS 6.10a/b	28045.9	1567.0	-2.4	433.87	235.78	-33593.51
2929	MAX-MY RSET ULS 6.10a/b	34057.0	-148.7	1784.3	-112.22	28653.46	22698.70
2930	MIN-MY RSET ULS 6.10a/b	48529.9	260.5	-1784.3	143.51	-29298.67	-28798.59

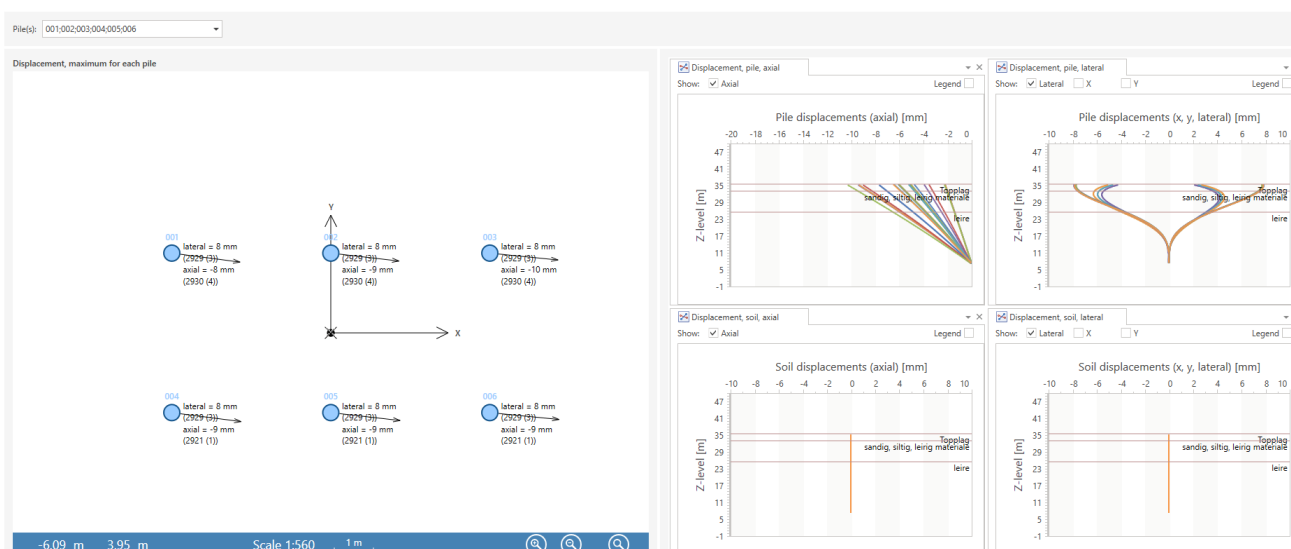
load case      spr\_i\_res : p - spring element NR: 33  
 LC-title Designation of load case      spr\_i\_res : m - spring element NR: 34  
 spr\_i\_res : p - spring element NR: 31      spr\_i\_res : m - spring element NR: 35  
 spr\_i\_res : p - spring element NR: 32      spr\_i\_res : m - spring element NR: 36

### 3.2.3 Resultater – Akse 3

Resultater fra beregningene i akse 3 er vist i Figur 3-3 og Figur 3-4 nedenfor. Maksimal belastning i pel er ca. N=12000kN og M=1000kNm. Kapasitetskontroll er utført av RIB og viser at det er tilstrekkelig kapasitet i pelegruppen. Det er kun utført beregninger i ULS.



Figur 3-3: Beregningsresultat for akse 3 – Laster i pelene – Samtlige peler og lasttilfeller.



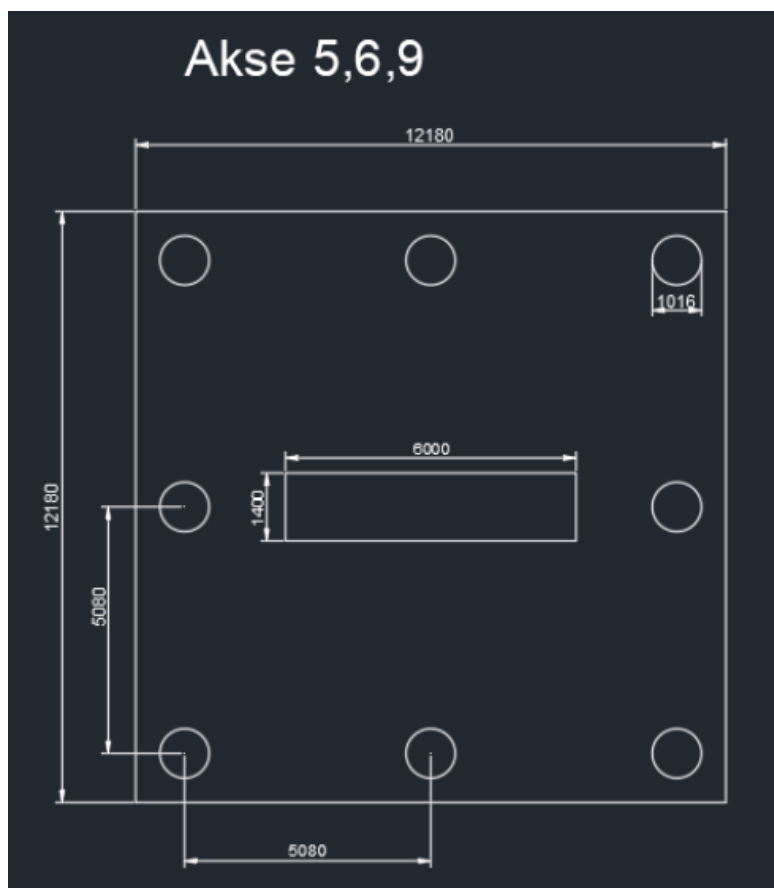
Figur 3-4: Beregningsresultat for akse 3 – Forskyvning – Samtlige peler og lasttilfeller.

### 3.3 Akse 5

#### 3.3.1 Pelegruppen

Pelegruppen består av 8 stk. stålrørspeler  $\varnothing 1016$ ,  $t=13$  mm. Fundamentstørrelse og pelekonfigurasjon iht. Figur 3-5 og Figur 3-6 nedenfor.

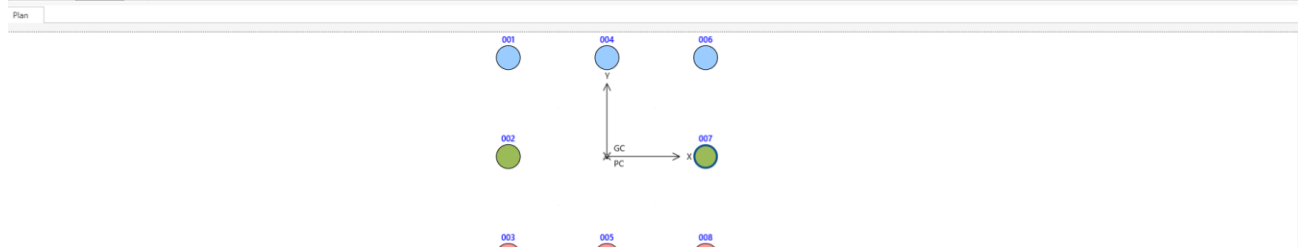
RIB har vurdert at lastbildet er noe ulikt for akse 5 og 6 sammenlignet med akse 9, men utførte overslagsberegninger viser at kreftene i den mest belastede pelen er omtrent den samme. Grunnforholdene, og således jordstøtten, vi kunne påvirke resultatene noe, men det antas å være rom for å gjøre justeringer i alle aksene.



Figur 3-5: Pelekonfigurasjon i akse 5.

File no	Label	Connected to soil (no)	Type	Wall material	Head condition	Tie code	x [m]	y [m]	z [m]	Vertical	Slope, n	Azimuth (degrees)	Tip at soil profile bott.	Length [m]
1 001	Sarp Akse 5 (50m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	-4,064	4,064	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	50,00
2 002	Sarp Akse 5 (60m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	-4,064	0,000	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	60,00
3 003	Sarp akse 5 (70m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	-4,064	-4,064	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	70,00
4 004	Sarp akse 5 (50m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	0,000	4,064	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	50,00
5 005	Sarp akse 5 (70m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	0,000	-4,064	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	70,00
6 006	Sarp Akse 5 (50m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	4,064	4,064	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	50,00
7 007	Sarp Akse 5 (60m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	4,064	0,000	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	60,00
8 008	Sarp akse 5 (70m)		Circular	Steel	Fixed	Fixed	4,064	-4,064	35,500	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	70,00

Segment	Cross section	Length [m]	Type	Cross section I	Weight [kN/m]	Diameter [m]	Thickness [m]	Yield str [kPa]	E [kPa]	Override E and EA	E [kNm <sup>2</sup> ]	EA [kN]
1	1016	60,00	Constant	Composite						<input type="checkbox"/>		
Sub cross se.		Color		Weight [kN/m]	Diameter [m]	Thickness [m]	Yield str [kPa]	E [kPa]	Override E and EA	E [kNm <sup>2</sup> ]	EA [kN]	
		1 Black		78,50	1,0160	0,0130	3,550E+005	2,100E+008	<input type="checkbox"/>	1 081 927,8	8 602 277,6	
		2 Gray		25,00	0,9900	0,4950	3,000E+004	2,726E+007	<input type="checkbox"/>	1 285 394,8	20 983 895,9	



Figur 3-6: Pelekonfigurasjon i akse 5 – utklipp fra GeoSuite Piles.

Materialparametere for stålørspelene er angitt i Tabell 3-3 nedenfor:

Tabell 3-3: Materialparametere for stålørspelene.

Materialparametere pelar		
	Stålrør	Mørtel
Tyngdetetthet, $\gamma$	78,5 kN/m <sup>3</sup>	25,0 kN/m <sup>3</sup>
Karakteristisk fasthet $f_{sk}/f_{cm}$	355 MPa	30 MPa
E-modul	210 GPa	27,26 GPa

### 3.3.2 Fundamentlaster – Akse 5

Lasttilfellene benyttet i beregningene er oppgitt av RIB og er ULS-laster i Tabell 3-4.

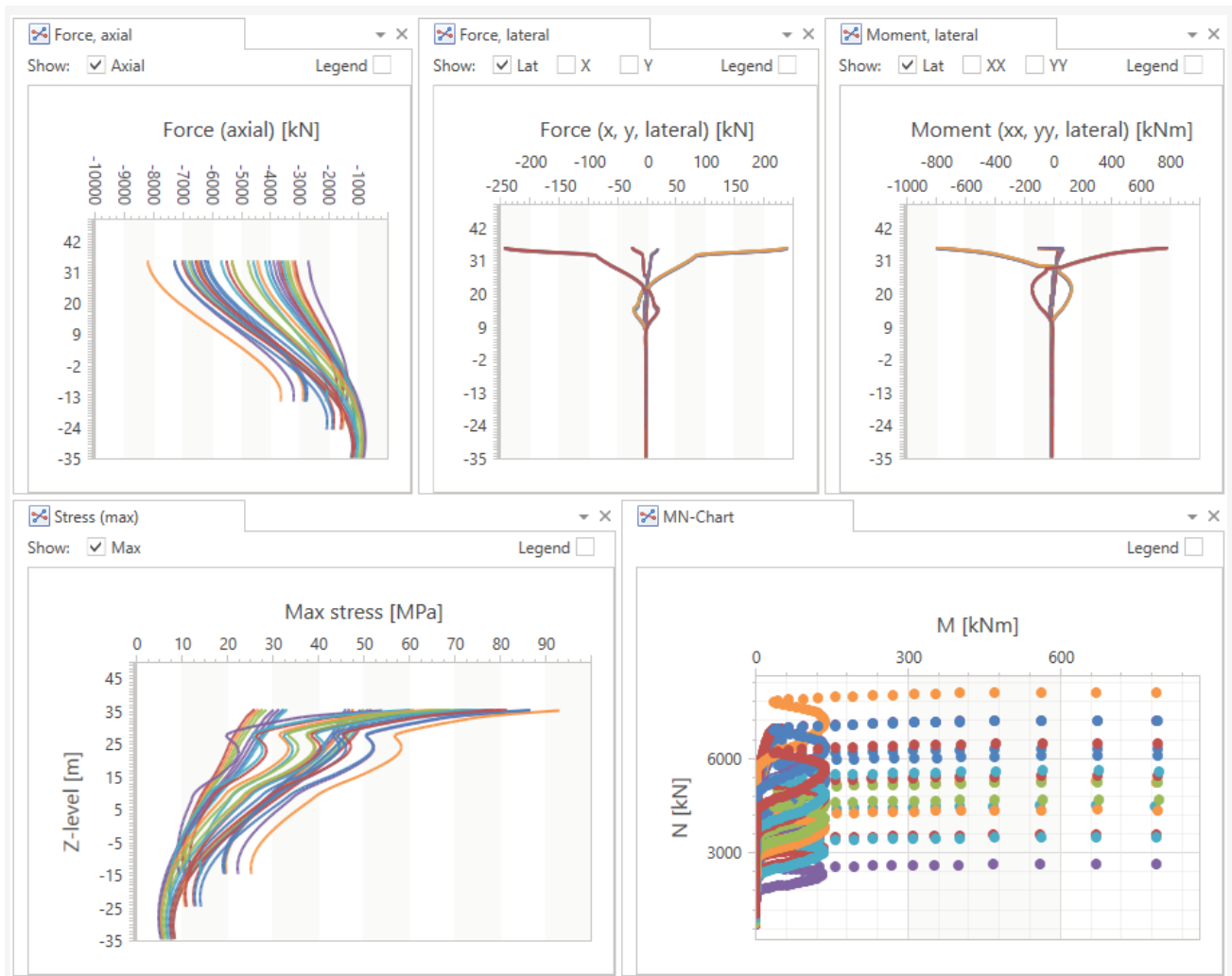
Tabell 3-4: ULS-laster i akse 5.

#### LC: 2921-2922,2929-2930, Result Sets AX5: Reaksjonskr. UK fund akse 5

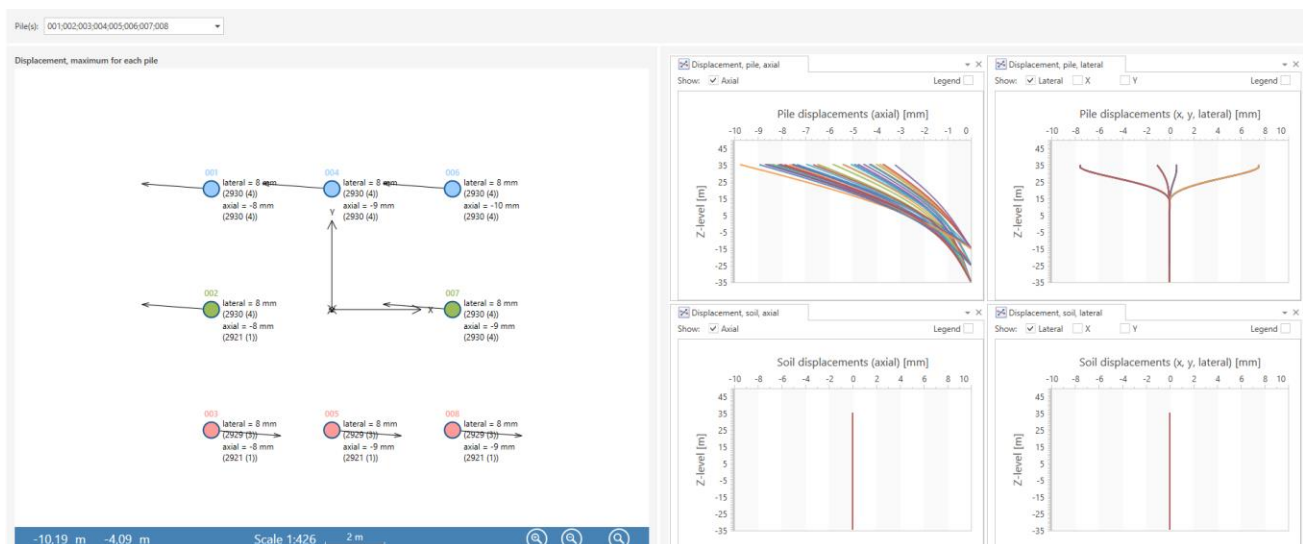
LC	LC-title	PZ [kN]	PY [kN]	PX [kN]	MZ [kNm]	MY [kNm]	MX [kNm]
2921	MAX-PZ RSET ULS 6.10a/b	52542.3	152.0	-114.6	0.13	-3357.42	6544.65
2922	MIN-PZ RSET ULS 6.10a/b	28810.6	-51.2	163.7	-0.04	3528.03	9772.21
2929	MAX-MY RSET ULS 6.10a/b	35314.9	-4.7	1937.1	0.00	27972.47	20932.50
2930	MIN-MY RSET ULS 6.10a/b	51188.7	-39.9	-1937.1	-0.03	-27973.44	-20107.34
load case		spri_res : p - spring element NR: 53					
LC-title Designation of load case		spri_res : m - spring element NR: 54					
spri_res : p - spring element NR: 51		spri_res : m - spring element NR: 55					
spri_res : p - spring element NR: 52		spri_res : m - spring element NR: 56					

### 3.3.3 Resultater – Akse 5

Resultater fra beregningene er vist i Figur 3-7 og Figur 3-8 nedenfor. Maksimal belastning i pel er ca. N=9300kN og M=1250kNm. Kapasitetskontroll er utført av RIB og viser at det er tilstrekkelig kapasitet i pelegruppen. Det er kun utført beregninger i ULS.



Figur 3-7: Beregningsresultat for akse 5 – Laster i pelene – Samtlige peler og lasttilfeller.

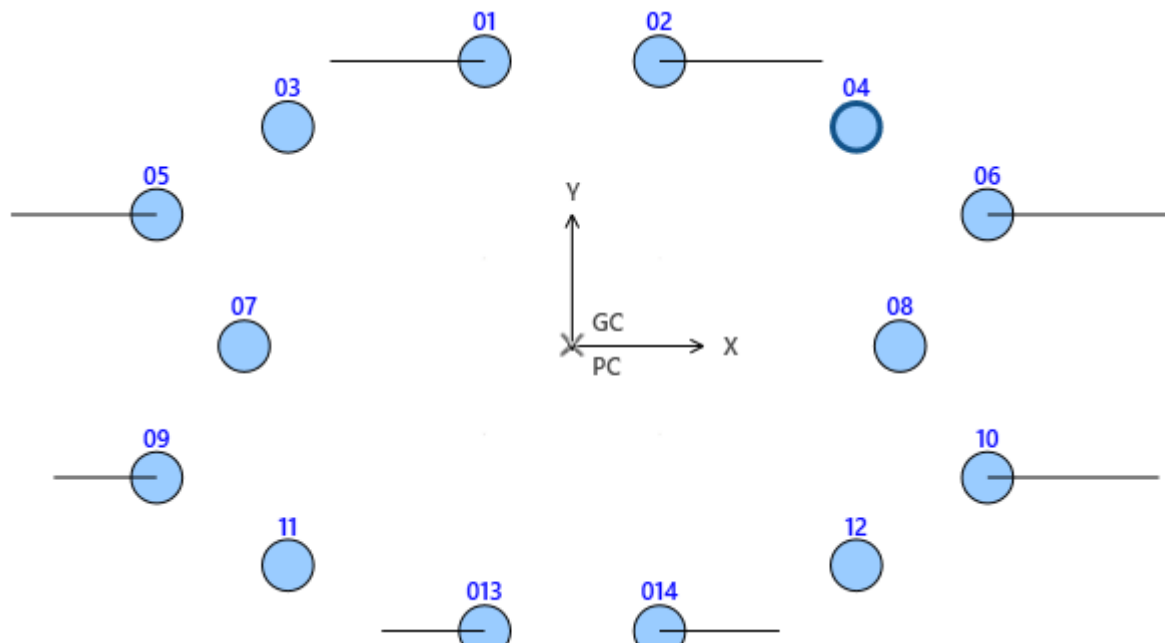


Figur 3-8: Beregningsresultat for akse 5 – Forskyvning – Samtlige peler og lasttilfeller.

### 3.4 Akse 8

#### 3.4.1 Pelegruppen

Pelegruppen består av 14 stk. stålrørspeler  $\varnothing 1220$ ,  $t=20$  mm. Fundamentstørrelse og pelekonfigurasjon iht. Figur 3-9 og Figur 3-10 nedenfor. På grunn av store horisontale laster fra bruoverbygningen er 8 av pelene modellert med helning 5:1.



Figur 3-9: Pelekonfigurasjon i akse 8.

ID	Segment	Type	Material	Support	Support	X [m]	Y [m]	Length [m]	Cap	Tip	Yield str. [kPa]	E [kPa]
1	04	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	6,500	5,000	24,000	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A
2	06	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	9,500	3,000	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	90,00
3	08	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	7,500	0,000	24,000	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A
4	12	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	6,500	-5,000	24,000	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A
5	03	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-6,500	5,000	24,000	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A
6	11	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-6,500	-5,000	24,000	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A
7	02	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	2,000	6,500	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	90,00
8	10	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	9,500	-3,000	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	90,00
9	01	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-2,000	6,500	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	270,00
10	05	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-9,500	3,000	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	270,00
11	07	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-7,500	0,000	24,000	<input checked="" type="checkbox"/>	N/A	N/A
12	09	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-9,500	-3,000	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	270,00
13	013	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	-2,000	-6,500	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	270,00
14	014	Sarp akse 8	Circular	Steel	Fixed	Fixed	2,000	-6,500	24,000	<input type="checkbox"/>	5,00	90,00

Segmen...	Cross section	Length [m]	Type	Cross section t...	Weight [kN/m3]	Diameter [m]	Thickness [m]	Yield str. [kPa]	E [kPa]
			Sub cross se...	Color	Weight [kN/m3]	Diameter [m]	Thickness [m]	Yield str. [kPa]	E [kPa]
			1	Black	78,50	1,2200	0,0200	3,550E+005	2,100E+008
			2	Gray	25,00	1,1800	0,5900	3,000E+004	2,726E+007

Figur 3-10: Pelekonfigurasjon i akse 8 - utklipp fra GeoSuite Piles.

Materialparametere for stålrørspelene er angitt i Tabell 3-5 nedenfor:

Tabell 3-5: Materialparametere for stålrørspelene.

Materialparametere peler		
	Stålrør	Mørtel
Tyngdetetthet, $\gamma$	78,5 kN/m <sup>3</sup>	25,0 kN/m <sup>3</sup>
Karakteristisk fasthet $f_{ck}/f_{cp}$	355 MPa	30 MPa
E-modul	210 GPa	27,26 GPa

### 3.4.2 Fundamentlaster – Akse 8

Lasttilfellene benyttet i beregningene er oppgitt av RIB og er ULS-laster i Tabell 3-6.

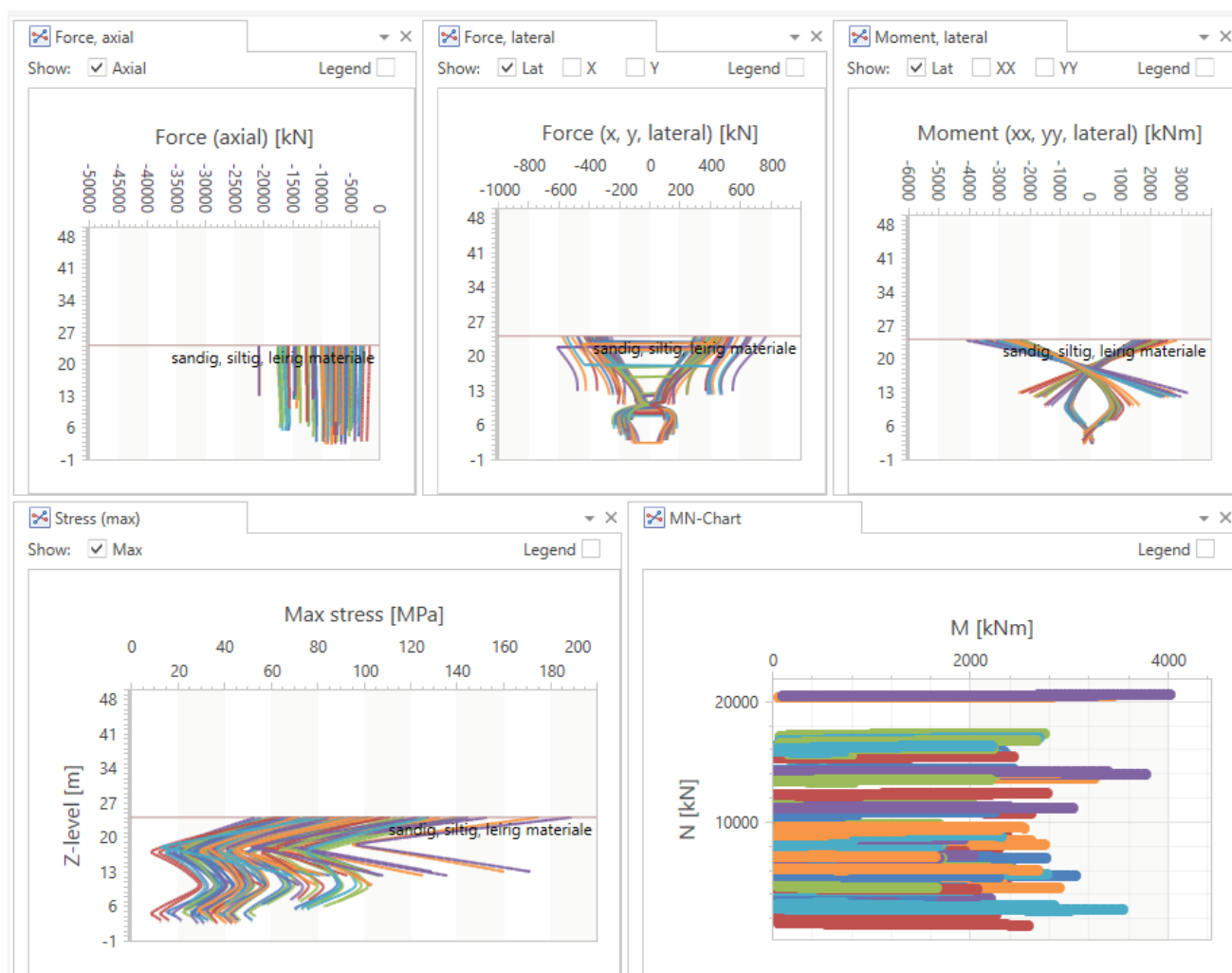
Tabell 3-6: ULS-laster i akse 8.

Output til sofistikert-modell der vi har pelar (modell med kun pelar og fund):  
Legger til vertikallast fra pelar og avrunder tallene

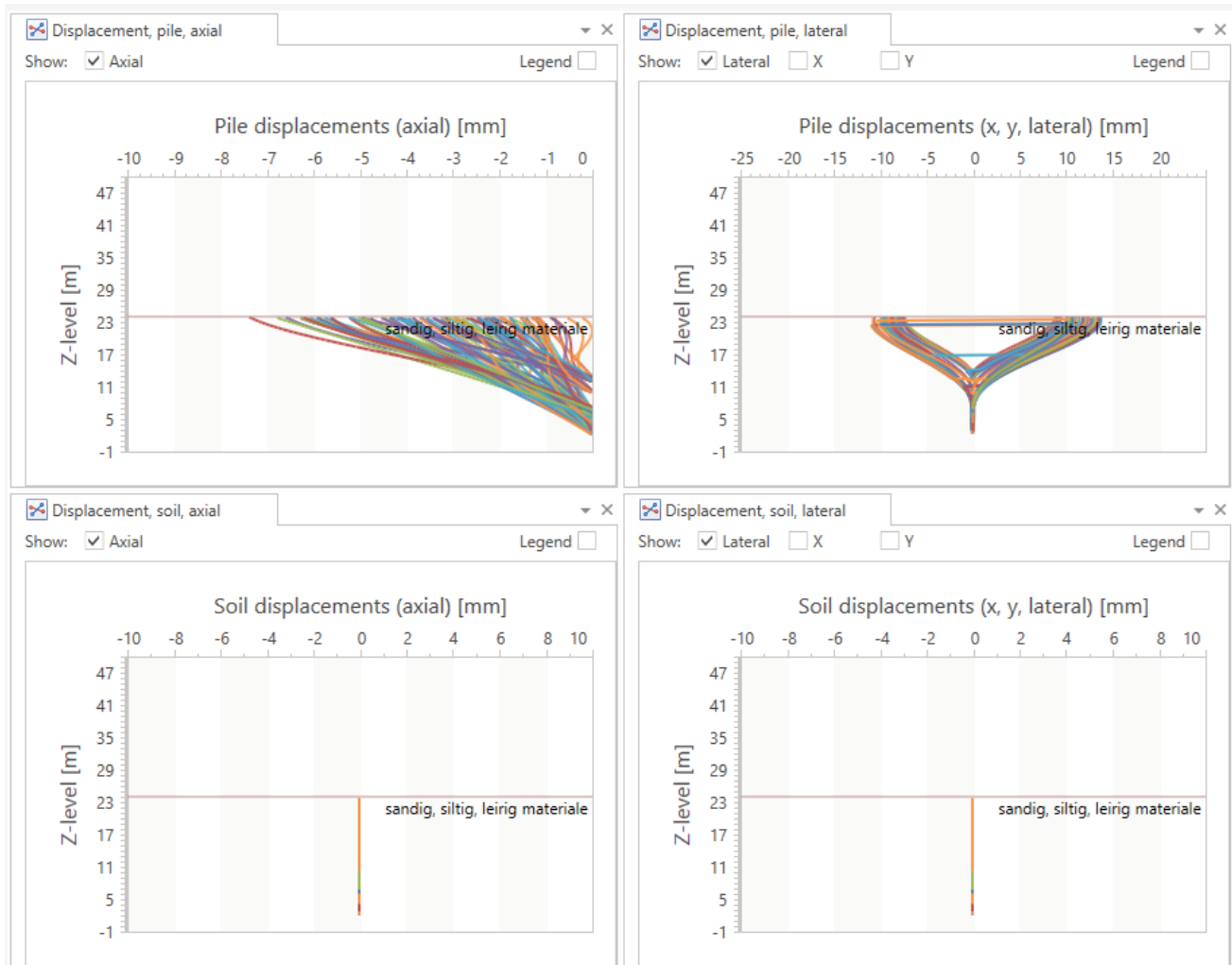
LC	LC-title	PZ [kN]	PY [kN]	PX [kN]	MZ [kNm]	MY [kNm]	MX [kNm]
2921	'MAX-PZ RSET ULS 6.10a/b'	150 280	150	8 560	2 320	328 770	3 940
2922	'MIN-PZ RSET ULS 6.10a/b'	101 300	-30	-8 620	660	-36 910	-31 300
2929	'MAX-MY RSET ULS 6.10a/b'	145 350	-40	9 200	950	420 710	-53 740
2930	'MIN-MY RSET ULS 6.10a/b'	109 770	100	-8 830	2 510	-132 810	9 990
2931	'MAX-MX RSET ULS 6.10a/b'	110 760	-4 450	-4 900	6 760	48 100	134 900
2932	'MIN-MX RSET ULS 6.10a/b'	138 130	4 380	5 190	-3 840	262 230	-174 780

### 3.4.3 Resultater – Akse 8

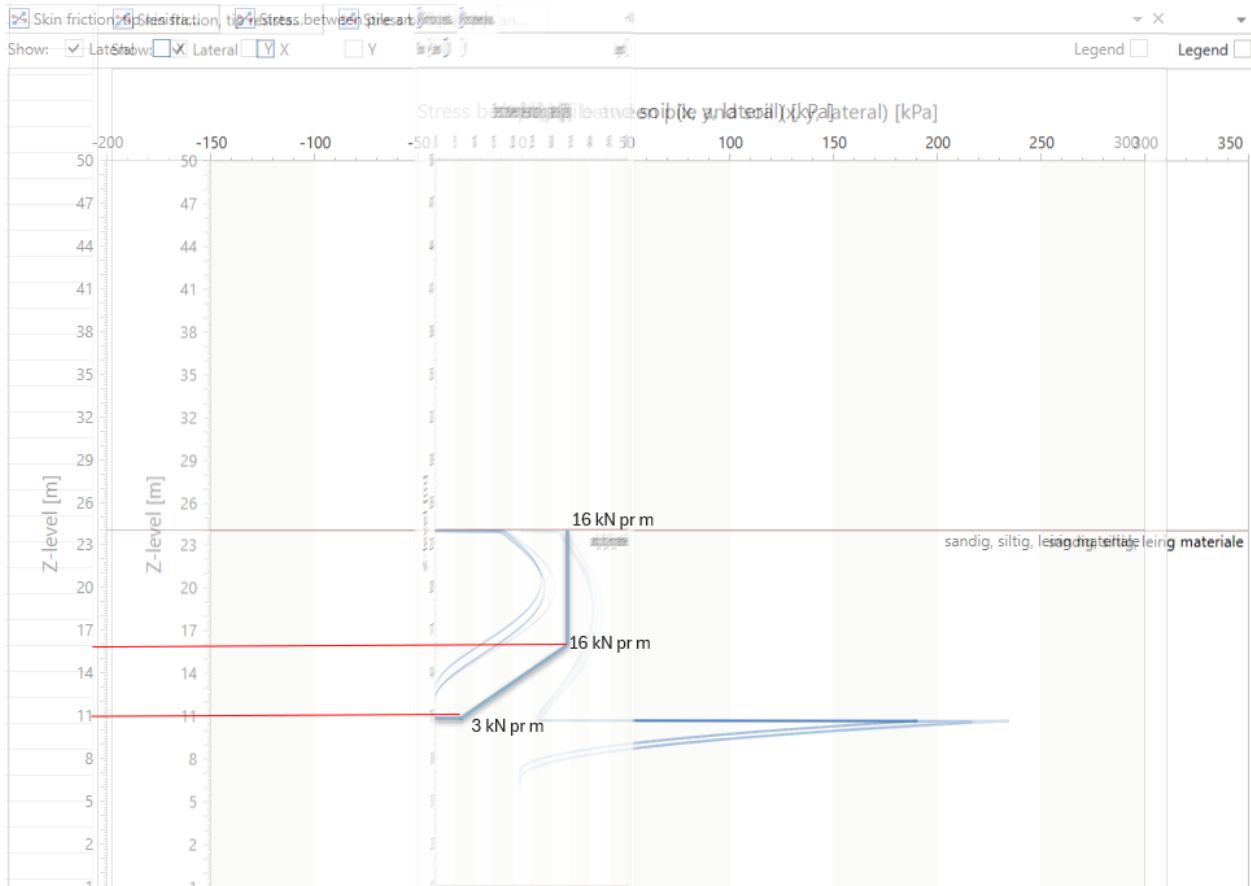
Resultater fra beregningene i akse 8 er vist i Figur 3-11 og Figur 3-12: nedenfor. Maksimal belastning i pel er ca. N=20600kN og M=4050kNm – maksimal lateralforskyvning er ca. 14 mm i denne bruddgrenseberegningen. Basert på resultater fra pelegruppeanalysen er det også gitt innspill til resulterende jordreaksjon som legges inn i stabilitetsberegningene utført for skråningene i området ved akse 8. Se Figur 3-13 og Figur 3-14. Det vises til områdestabilitetsrapporten for Hafslund.



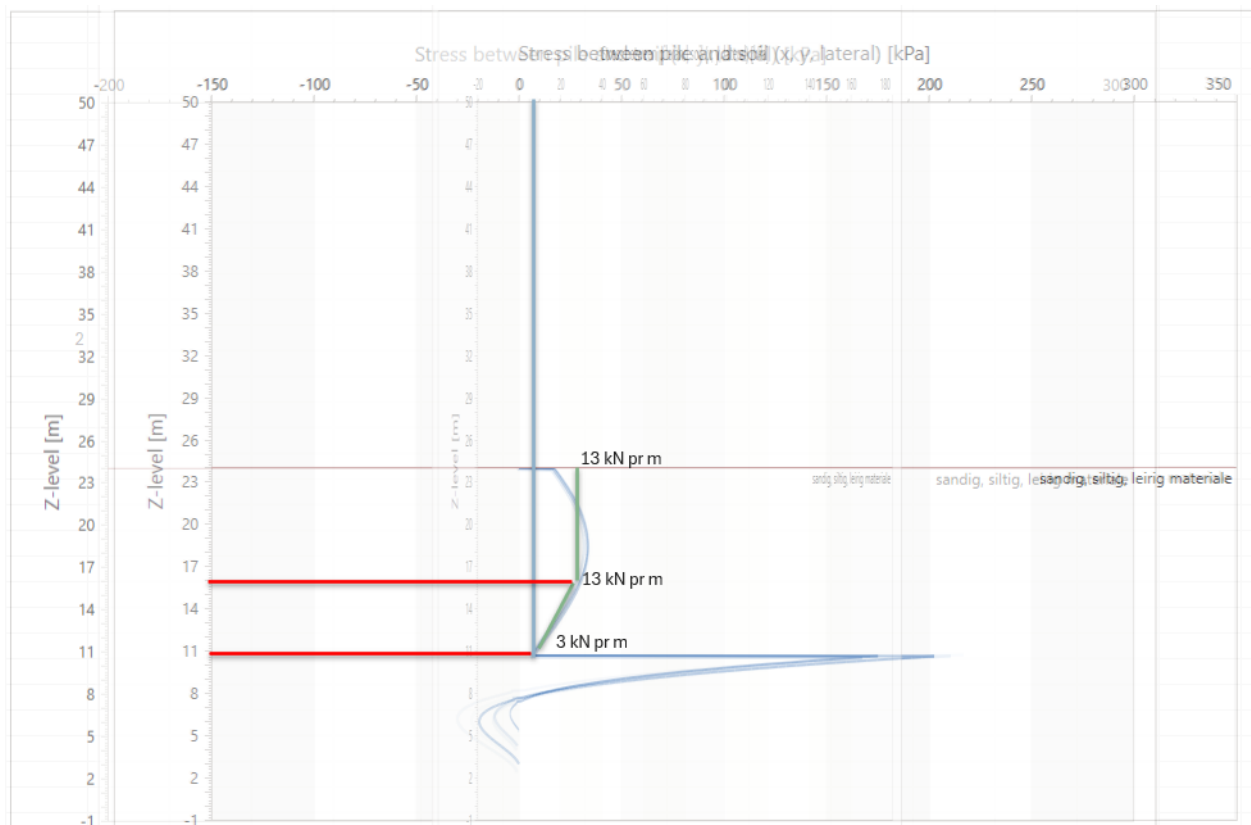
Figur 3-11: Beregningsresultat for akse 8 – Laster i pelene – Samtlige pelar og lasttilfeller.



Figur 3-12: Beregningsresultat for akse 8 – Forskyvning – Samtlige peler og lasttilfeller.



Figur 3-13: Input til stabilitetsanalyser ved akse 8 – Jordreaksjon i dybden [kN/m] – Resultant A.



Figur 3-14: Input til stabilitetsanalyser ved akse 8 – Jordreaksjon i dybden [kN/m] – Resultant B.

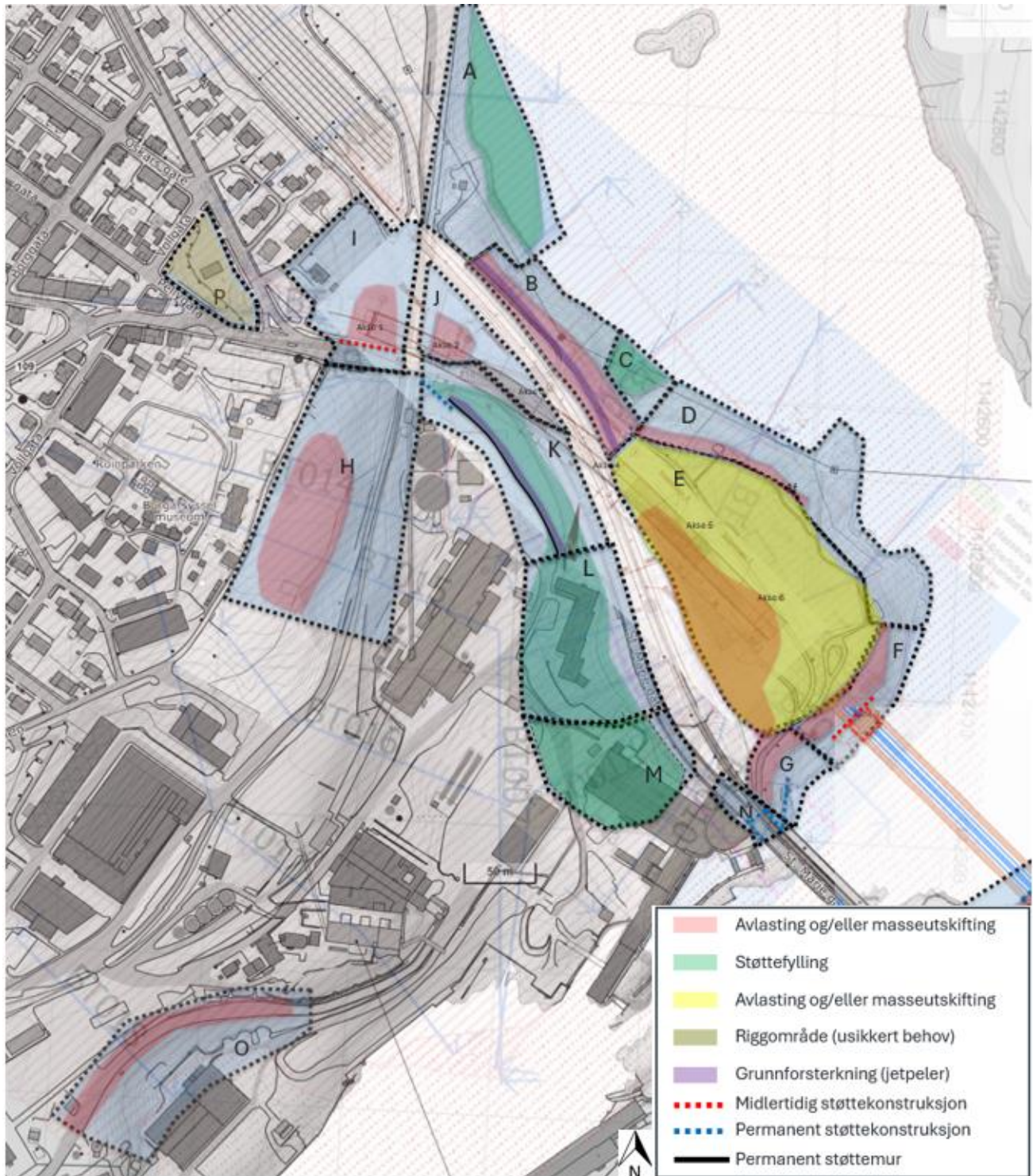
# Vedlegg B

## Usikkerheter og risikoer

### Innhold

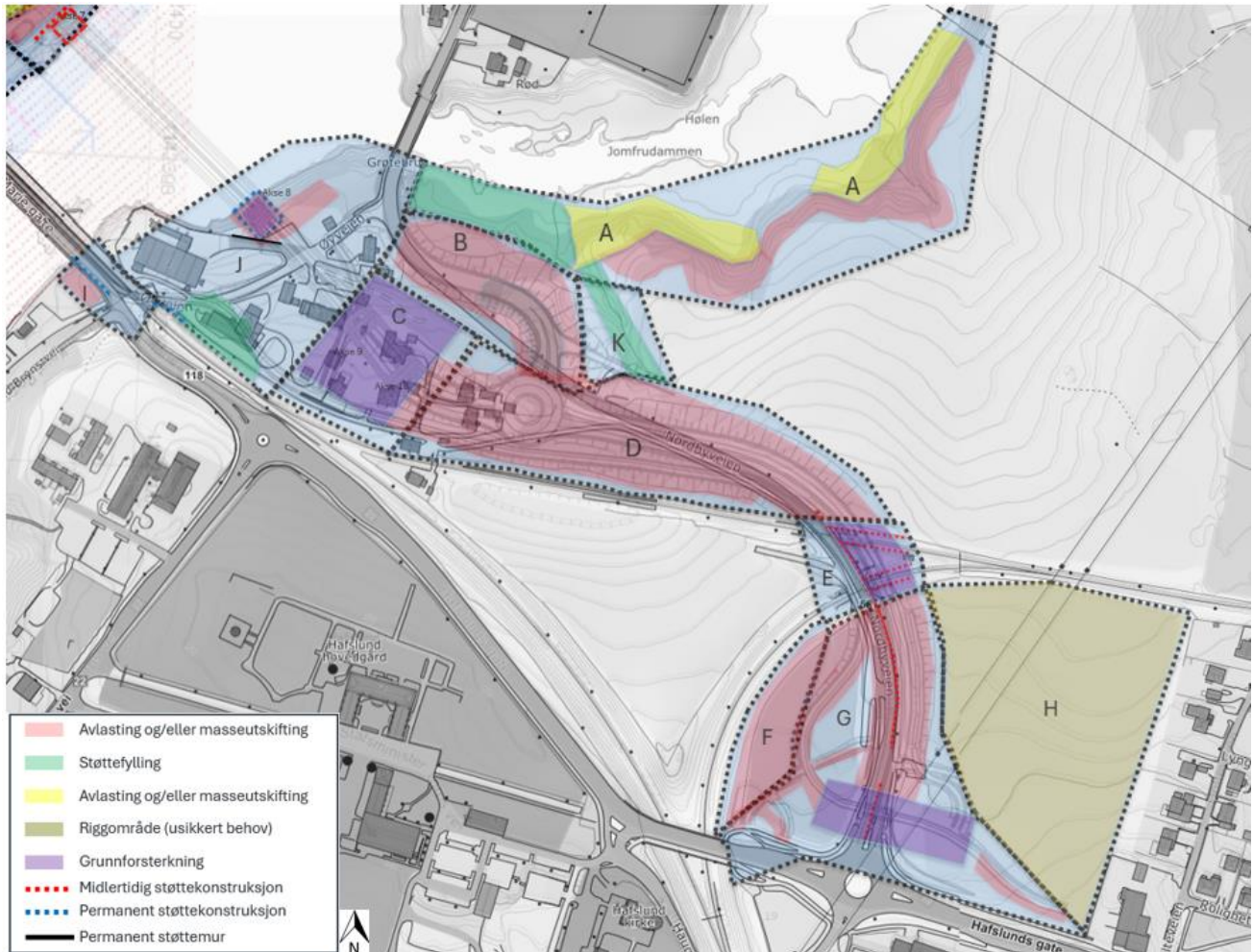
1	Geotekniske tiltak – Tarris og Borregaard .....	2
2	Geotekniske tiltak – Hafslund .....	3
3	Usikkerheter og risikoer – Sammenstillingstabell.....	4

## 1 Geotekniske tiltak – Tarris og Borregaard



Figur 1-1: Geotekniske tiltak - Tarris og Borregaard.

## 2 Geotekniske tiltak – Hafslund



Figur 0-1: Geotekniske tiltak - Hafslund.

### 3 Usikkerheter og risikoer – Sammenstillingstabell

Det er utført geotekniske vurderinger for å dekke detaljreguleringsplanfasen. Dette er ikke å anse som en komplett liste av usikkerheter og risikoer, men de som anses som hovedpunkter. Denne oversikten vil være nyttig for videre ROS-analyse og for oversikt over prosjektrisikoen.

Tabell 3-1: Sammenstillingstabell usikkerheter og risikoer.

TARRIS			
Tag	Delområde	Usikkerhet/risiko	Kommentar
TA-01	A	Konsesjonssøknad for støttefylling i Glomma	
TA-02	A	Utlegging av støttefylling	
TA-03	A	Kulturminner (Olavsvollen)	
TB-01	B	Stabilitet mot jernbane og arbeider i trafikkfrie perioder på spor	
TB-02	B	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TB-03	B	Eksisterende høyspentmast og høyspentlinjer	
TC-01	C	Utlegging av støttefyllingen	
TC-02	C	Erosjon	
TD-01	D	Riggplasser og anleggsveier	
TE-01	E	Stabilitet mot jernbane i forbindelse med avlasting	
TE-02	E	Stabilitet ny gang-/ og sykkelvei	
TE-03	E	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TE-04	E	Pelearbeider i akse 4	
TF-01	F	Omfang sikringstiltak	
TF-02	F	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TG-01	G	Omfang sikringstiltak	
TG-02	G	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TG-03	G	Stabilitet Tarrisveien og behov for flomsikring med spunt	
TG-04	G	Økt belastning på eksisterende bruer	
TG-05	G	Erosjon	
TH-01	H	Omfang sikringstiltak	
TH-02	H	Kulturminner og vegetasjon med stor verdi	
TH-03	H	Sikkerhet eksisterende industrispor og vei Borregaard	
TI-01	I	Stabilitet eksisterende veier og jernbaner	
TI-02	I	Pelearbeider i akse 1	
TI-03	I	Riggområder/kraner for montering av MSS-vogn	
TI-04	I	Kulturminner og kulturlag i bakken	
TJ-01	J	Stabilitet eksisterende veier og jernbaner	
TJ-02	J	Pelearbeider i akse 2 og 3	
TK-01	K	Støttefylling og jetpeling	
TK-02	K	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TL-01	L	Omfang støttefylling og grensesnitt Borregaard	
TL-02	L	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TL-03	L	Utlegging støttefylling	
TL-04	L	Eksisterende veibruer	
TL-05	L	Omfang sikringstiltak	
TM-01	M	Omfang av støttefylling og grensesnitt Borregaard	
TM-02	M	Eksisterende infrastruktur i bakken	
TM-03	M	Utlegging støttefylling	

TM-04	M	Eksisterende veibruer	
TM-05	M	Omfang sikringstiltak	
TN-01	N	Omfang midlertidig støttekonstruksjon	
TN-02	N	Stabilitet eksisterende veibru	
TN-03	N	Stabilitet fundament for jernbanebru	
TO-01	O	Gjennomføring av avlasting – Grensesnitt Borregaard	
TO-02	O	Eksisterende konstruksjoner	
TO-03	O	Eksisterende vei og anbefalt sikringstiltak	
<b>HAFSLUND</b>			
Tag	Delområde	Usikkerhet/risiko	Kommentar
HA-01	A	Omfang sikringstiltak	
HA-02	A	Erosjon	
HA-03	A	Konsesjonssøknad for støttefylling i/ved Jomfrudammen	
HA-04	A	Utlegging av støttefylling i/ved Jomfrudammen	
HA-05	A	Avlasting/terrengarronding og kantvegetasjon	
HB-01	B	Pelearbeider for betongplate under veifylling	
HB-02	B	Lette masser og oppdrift	
HB-03	B	Eksisterende infrastruktur i bakken	
HC-01	C	Pelearbeider for fundament i akse 9 og landkar i akse 10	
HC-02	C	Grunnforsterkningsteknikker	
HC-03	C	Stabilitet eksisterende jernbane	
HC-04	C	Eksisterende infrastruktur i bakken	
HD-01	D	Stabilitet eksisterende jernbane	
HD-02	D	Eksisterende infrastruktur i bakken	
HE-01	E	Stabilitet eksisterende jernbaner og vei	
HE-02	E	Arbeider med peler og støttekonstruksjoner	
HE-03	E	Grunnforsterkningsteknikker	
HE-04	E	Eksisterende infrastruktur i bakken	
HF-01	F	Stabilitet eksisterende jernbane, konstruksjoner og veier	
HG-01	G	Stabilitet eksisterende vei	
HG-02	G	Arbeider med grunnforsterkning, støttekonstruksjoner og peler	
HG-03	G	Grunnforsterkningsteknikker	
HG-04	G	Etablering av ny G/S-kulvert	
HH-01	H	Eksisterende høyspentmaster og høyspentlinjer	
HH-02	H	Eksisterende kulturminner og kulturlag i bakken	
HH-03	H	Vegetasjon (hule eiker) med svært høy verdi	
HI-01	I	Stabilitet eksisterende støttemur	
HI-02	I	Omfang permanent støttekonstruksjon	
HJ-01	J	Stabilitet mot jernbane og arbeider i trafikkfrie perioder på spor	
HJ-02	J	Eksisterende infrastruktur i bakken	
HJ-03	J	Omfang sikringstiltak	
HJ-04	J	Grunnforsterkningsteknikker	
HJ-05	J	Arbeider med peler og støttekonstruksjoner	
HK-01	K	Erosjon	