

Til: Porsgrunn MEK AS
v/ Knut Rugtvedt

Kopi: Jan Erik Slaatta

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 06.01.2025
Dokumentnr.: 115379_rev5
Prosjektnr.: 113133
Utarbeidet av: Stian Tovsen
Kontrollert av: Runar Larsen

Porsgrunn. Porsgrunn MEK, Porselensvegen 50
Geoteknisk notat områdestabilitet

Sammendrag: PORSGRUNN MEK – ØST FOR TØRRDOKK

Porsgrunn MEK AS har engasjert GrunnTeknikk AS til å vurdere områdestabilitet for oppføring av nye boligbygg på Porsgrunn MEK/Porselensvegen 50, gb.nr. 200/3709 og 200/3233, i Porsgrunn kommune. Foreliggende notat gir en vurdering av områdestabilitet i henhold til NVE's veileder 1/2019 [2].

Områdestabiliteten for planlagt tiltak er tilfredsstillende ved å etablere en spuntkonstruksjon til fjell omkring hele tiltaket. Spunten må minimum være permanent langs kaifronten og innenfor kartlagt faresone. Spunten må dimensjoneres for ulykkessituasjoner ved evt. skred på utsiden. Derfor vil det ikke være krav om erosjonssikring utenfor planområdet i Porsgrunnselva, men elvebunnen må kontrolleres på bakgrunn av gitte krav/kotenivåer (som spunten er dimensjonert for).

Det er også mulig å tilfredsstille krav til områdestabilitet ved å legge ut en erosjonssikring/motfylling i Porsgrunnselva. Detaljer for denne løsningen er presentert i tidligere revisjon av dette notat [11]. Hvis denne løsningen benyttes, vil det bli behov for detaljert vurdering av lokalstabilitet langs elvekanten ifb. planlagte tiltak, dimensjonering av erosjonssikringen utført av vassdragsteknisk sakkyndig, samt detaljert vurdering av arbeidsrekkefølge, utleggingsprosedyre og oppfølging av planlagt tiltak.

Endelig sikringstiltak må sees i sammenheng med detaljprosjektering av planlagte kaikonstruksjoner.

Byggeprosjektet er plassert i tiltaksklasse K4 iht. NVE's veileder 1/2019. Dette medfører krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak iht. veilederen.

Detaljer fremgår av notatet. [Revisjon 5 inneholder endringer på bakgrunn av kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring, og er vist med blå farge.](#)

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Planer	4
3	Terreng og grunnforhold	7
3.1	Terreng	7
3.2	Grunnforhold	8
4	Utredning av områdestabilitet	10
4.1	Oppsummering	10
4.2	Gjennomgang av prosedyre iht. NVE's veileder 1/2019	10
4.2.1	Punkt 1 - <i>Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området</i> 13	
4.2.2	Punkt 8 - <i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løснеområde</i>	14
4.2.3	Punkt 10 - <i>Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet</i>	16
4.2.4	Kvalitetssikring	21
4.3	Sikkerhet mot flyteskred	21
4.4	Sikkerhet mot stormflo og flom	21
5	Sluttkommentar	21

Tegninger

<i>Tegningsnr.</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Målestokk / format</i>
118519-1	Plantegning med gr.und. og planer	1:1000 / A3
115022-100_rev1	Profil A	1:350 / A3
115379-1_rev 2	Plantegning avgrensning faresone	1:1000 / A3

Vedlegg

1. Faregradsklassifisering

Referanser

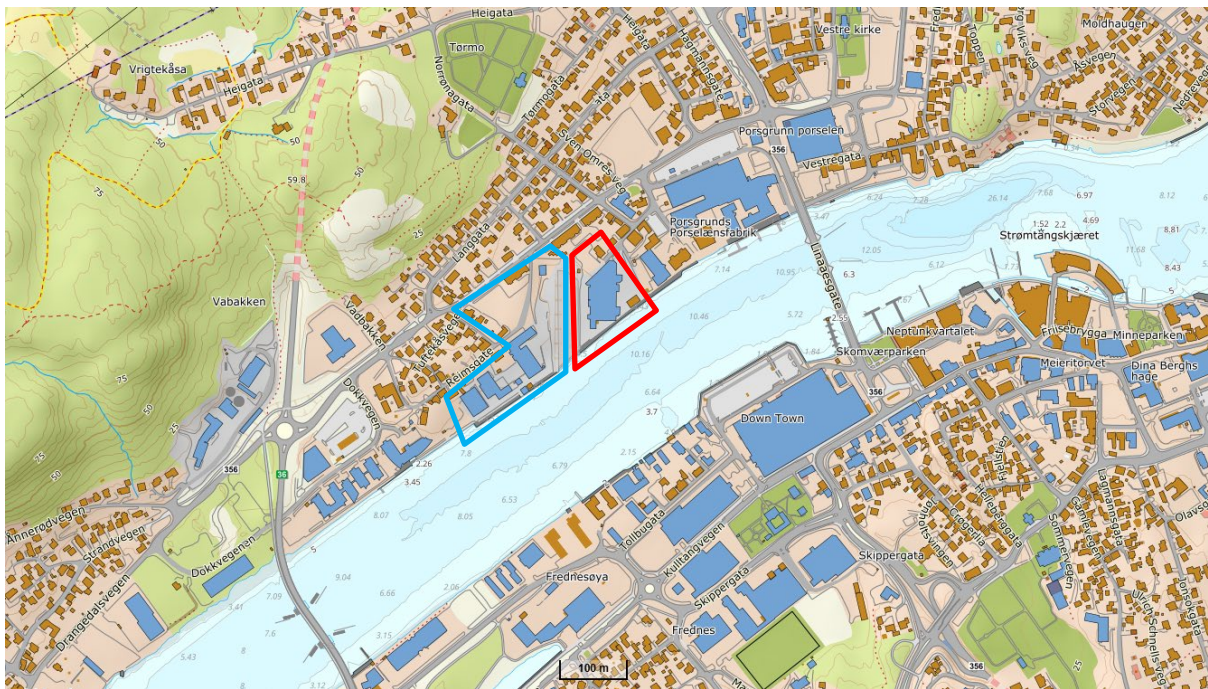
- [1] NVEs retningslinjer 2011_02 «Flom- og skredfare i arealplanar», revidert 22. mai 2014
- [2] NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred
- [3] Plan og bygningsloven (PBL), Byggteknisk forskrift TEK17
- [4] GrunnTeknikk AS, 115895n1_rev1, Områdestabilitet Reimsgate, datert 21.10.2021
- [5] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 115022r1_rev 2, datert 09.06.2021
- [6] Multiconsult AS, fagrapport grunnforurensning 10202261-03-RIGm-RAP-001, datert 06.05.2019

- [7] Multiconsult AS, Datarapport 813728-2 / 1, datert 11.juli 2013
- [8] NGI, Tilleggsrapport grunnundersøkelser for prosjektert ny bru i Porsgrunn, datert 29.september 1953.
- [9] GrunnTeknikk AS, 117062n1_revA, Notat områdestabilitet Porselensfabrikken, datert 26.06.2024
- [10] GrunnTeknikk AS, teknisk beregningshefte 115379tb1_rev 1, datert 05.01.2022
- [11] GrunnTeknikk AS, 115379n1_rev3, geoteknisk notat områdestabilitet, datert 04.02.2024
- [12] GrunnTeknikk AS, teknisk beregningshefte spunt, under utarbeidelse
- [13] NVE's faktaark nr. 4/2020

1 Innledning

Porsgrunn MEK AS har engasjert GrunnTeknikk AS for geoteknisk vurdering av områdestabilitet ifb. planlagt bebyggelse på Porsgrunn MEK. Området er delt opp øst og vest for tørrdokka. Områdestabiliteten for vestre del er presentert i geoteknisk notat [4].

Figuren nedenfor viser utklipp fra norgeskart, med skissering av Porsgrunn MEK med hhv. blå (vest for tørrdokka) og rød (øst for tørrdokka).



Figur 1. Utklipp fra norgeskart.no

Foreliggende notat omfatter området øst for tørrdokka, og gir en vurdering av områdestabiliteten i henhold til NVE veileder 1/2019 [2], og er utarbeidet iht. punktliste 1-11 i kap. 3.2 *Prosedyre for utredning av områdeskredfare*.

Notatet er revidert på bakgrunn av planer i forprosjekt, hvor planlagt tiltak nå skal sikres med en tett spuntkonstruksjon til fjell. [Revisjon 5 inneholder endringer på bakgrunn av kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring av Terraplan, og er vist i blått.](#)

2 Planer

Iht. mottatte planer skal det etableres tett boligbebyggelse fordelt på 7 bygningskropper med inntil ca. 6 etasjer. Byggene skal ha en felles underliggende parkeringskjeller.

Figurene på neste side viser planlagt bebyggelse øst for tørrdokka.

[illegible]

Planlagte bygg skal etableres med overkant dekke på kote +3.1, og fundamenteres på spissbærende peler til fjell (fortrinnsvis stålkjernepeler). *Mot øst planlegges kun en tilpasning av eksisterende parkeringsplasser, som ikke utløser utredning av områdestabilitet.*

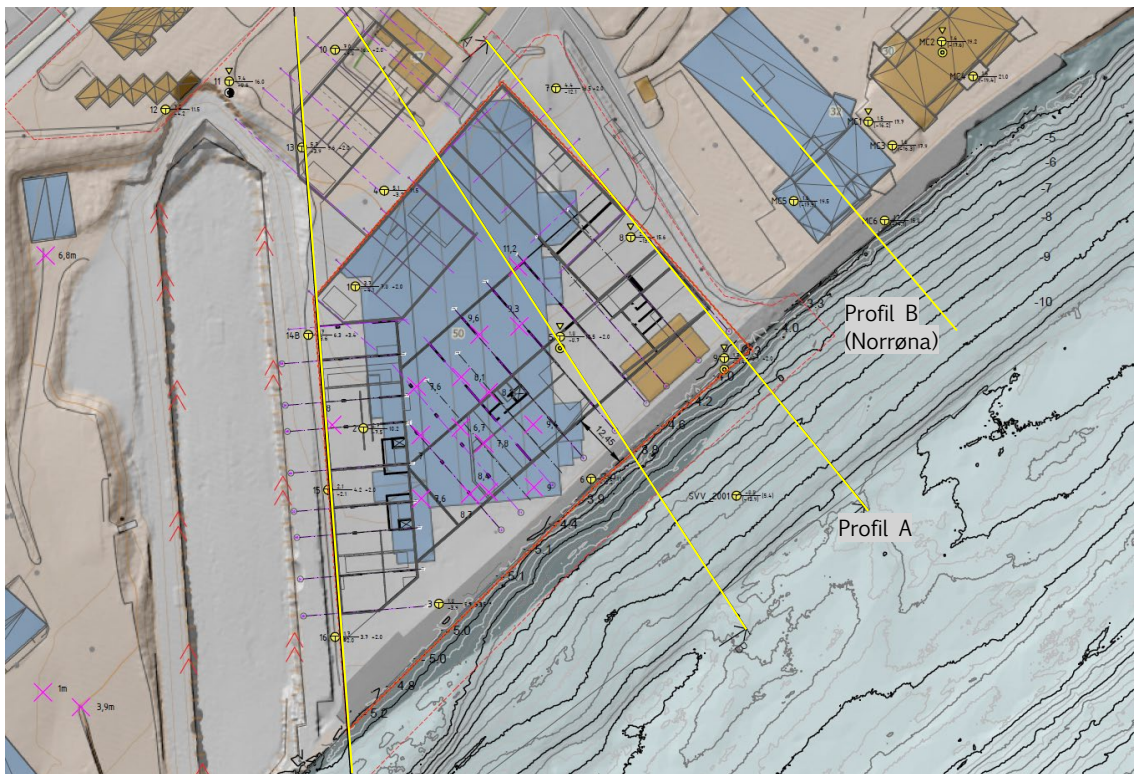
Den tette spunten mot Porsgrunnselva skal etableres som en ny kaikonstruksjon med overkant på kote +2,0. Spunten forankres enten med stag, peler eller til kjelleren i BT1 med et nytt kaidekke på 400 mm.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terreng

En detaljert beskrivelse av terreng og grunnforhold er gitt i geoteknisk datarapport ref. [5].

Figuren nedenfor viser utklipp fra tegning 118519-1, med planer, utførte og omkringliggende grunnundersøkelser, plassering av snitt og dybder i Porsgrunnselva.



Figur 5. Utklipp fra tegning 18519-1

Terreng i planområdet faller slakt fra ca. kote +5,4 i nordvest mot ca. kote +1,7 langs kaifronten i sørøst. I tørrdokka mot vest ligger bunnen på ca. kote -5,5, med blottlagt berg langs begge sidekanter. I forlengelse av tørrdokka stikker det tilsynelatende ut en fjellrygg i Porsgrunnselva.

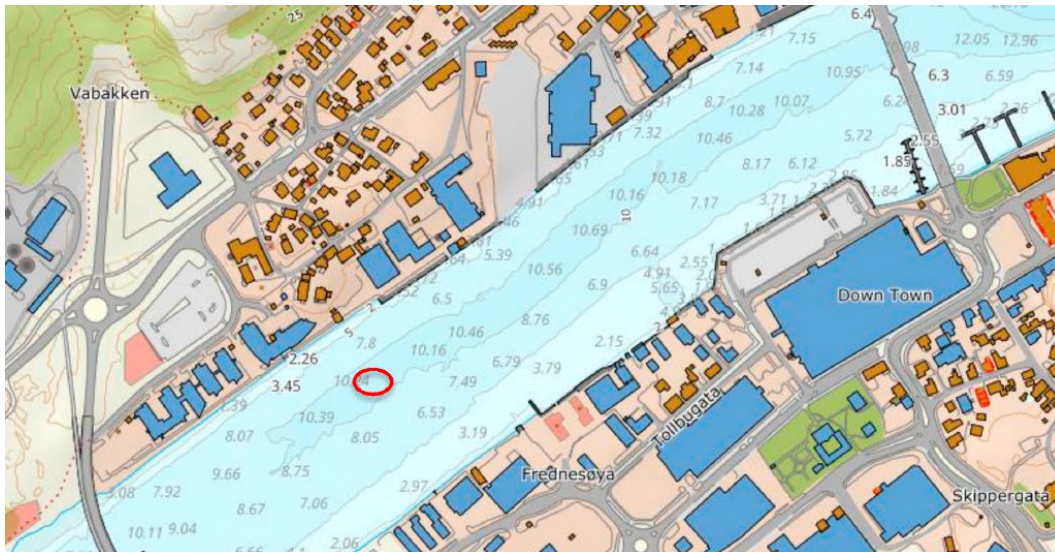
I sørvest mot tørrdokka, samt den vestre delen av Norrøna fabrikk (øst for planområdet), er elvekanten opparbeidet med kaidekke. Langs den østre delen av planområdet er kaifronten etablert som blokkmur med ukjent dybde og størrelse.

Iht. utførte loddinger langs kaifronten er det registrert vanndybder varierende mellom ca. 3 til 5 m. Ut i Porsgrunnselva viser utførte dybdemålinger at elvebunnen faller til bunn marbakke på ca. kote -7, og videre med noe slakere helning til det dypeste på ca. kote -11.

Det er fra tidligere kjent at Porsgrunnselva har en kompensasjonsstrøm, dvs. et skille mellom utstrømmende ferskvann mot Frierfjorden og dypereliggende saltvann med motsatt strømretning (oppstrøms).

Dette skillet ligger ved ca. 5 – 6 m dybde, som er dokumentert like nedstrøms PMV i fagrapport grunnforurensning, som ble utarbeidet av Multiconsult i 2019 [6]. Overgangen vil generelt variere med årstider og nedbørsforhold.

Omtrentlig plassering av strømningsmåler fra 2016 er vist nedenfor med rød sirkel [6].



Figur 6. Utklipp fra figur 13 i ref. [6]. Omtrentlig plassering av strømningsmåler fra 2016

3.2 Grunnforhold

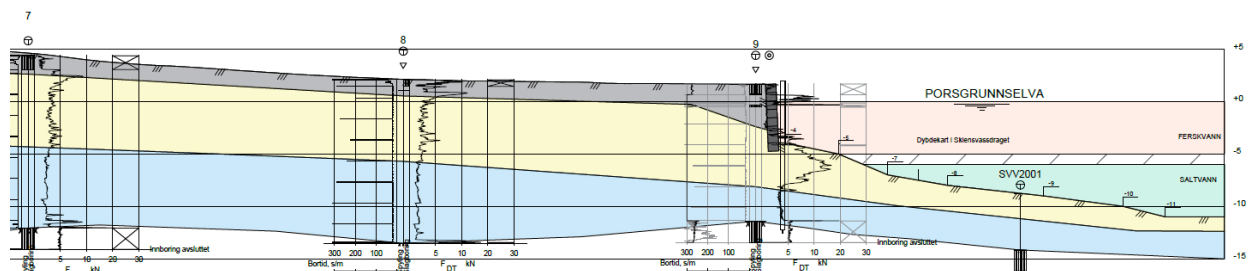
Utførte totalsonderinger i planområdet er ført til dybder varierende mellom 5,7 til 16,5 m, med stopp mot antatt fjell/fast grunn.

Grunnundersøkelsene viser overordnet et topplag av antatt fyllmasser/sand/silt med mektighet inntil ca. 2 m ved kaifronten.

Derunder er det generelt registrert antatt ensgradert siltig finsand til ca. 8 m dybde, med overgang til antatt sandig/leirig silt over antatt fjell.

Massene i laget med leire/silt er meget sensitive $S_t = 30 - 200$, og betegnes som sprøbruddmaterialer.

Figuren nedenfor viser utklipp fra tegning 115022-100_rev1, med skissering av terreng, grunnundersøkelser og antatt lagdeling langs profil A-A (lengst øst).



Figur 7. Utklipp fra tegning 115022-102_Rev 1, med snitt langs profil A

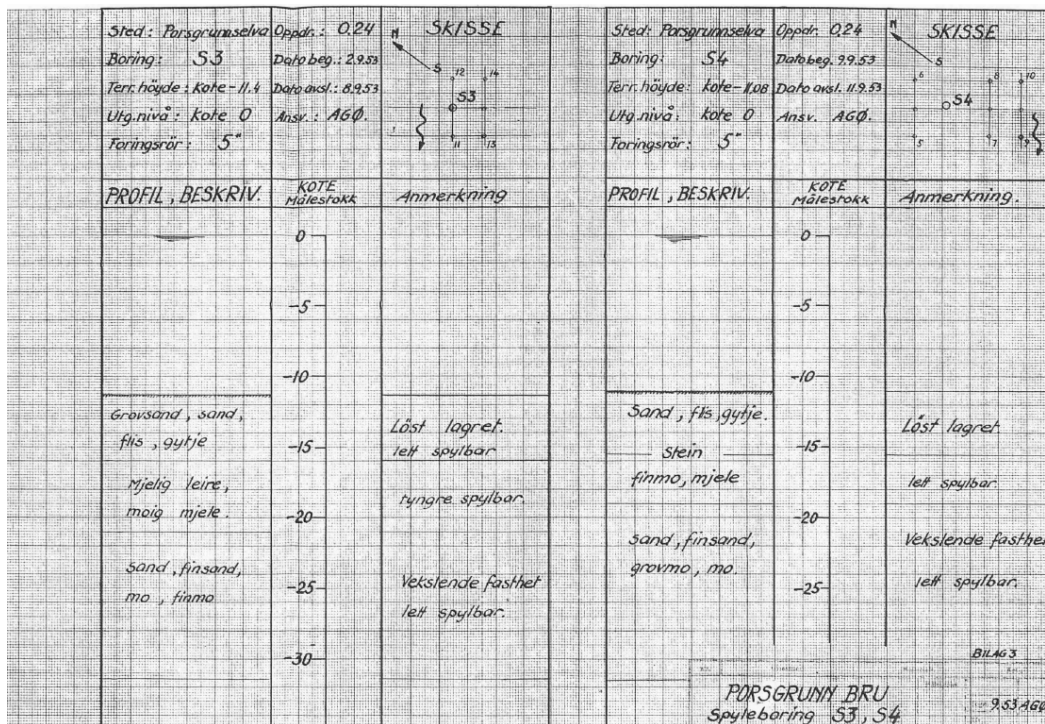
Totalsondering 3 og 6 langs elvekanten i planområdet, indikerer antatt mer sandige masser, og med mindre mektighet enn i borepunkt 9.

Grunnvannstanden er ikke målt, men antas å ligge i nivå med Porsgrunnselva på ca. kote +0 og slakt stigende mot nord.

Grunnundersøkelser utført ved tidligere Norrøna fabrikk ref. [7] viser tilsvarende forhold. Spesielt grunnundersøkelser i borepunkt 9 [5] og MC6 [7], viser at lagdelingen er tilnærmet lik langs kaifronten.

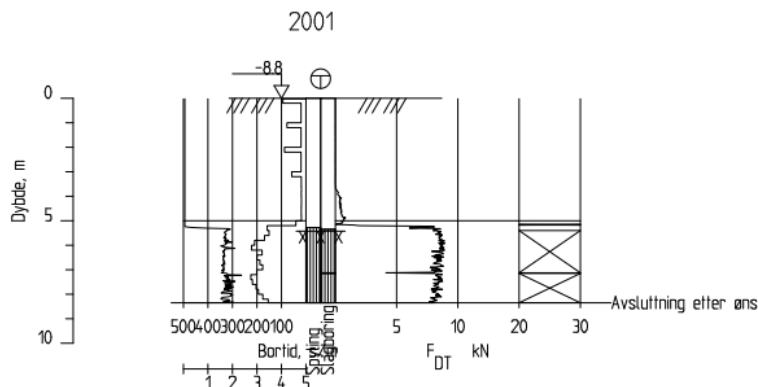
NGI har tidligere utført grunnundersøkelser i 1953 langs Porsgrunnsbrua, like oppstrøms Porsgrunn Porselen [8].

De viser at det øverste laget langs elvebunnen består av løst lagrede sandmasser med stort innhold av sagflis/gytje. Dypere er det registrert masser av silt/finsand med varierende fasthet til avsluttet boring på ca. kote -25 til -30. Figuren nedenfor viser utklipp fra opptatte prøver midt i Porsgrunnselva.



Figur 8. Utklipp fra opptatte prøver midt i Porsgrunnselva [9]

Statens Vegvesen utførte i 2023 grunnundersøkelser i Porsgrunnselva ifb. prosjektet RV.36 Skjelsvikdalen-Skyggestein. Resultater er hentet fra NADAG, deriblant borepunkt 2001 som er plassert like utenfor Porsgrunn MEK (se tegning 118519-1).



Figur 9. Utklipp fra boring 2001 fra Statens Vegvesen. Hentet fra NADAG

Totalsonderingen viser liten bormotstand i antatt leire/silt/gytje, og en dybde til fjell på ca. 5,4 m. Vi kan ikke utelukke sprøbruddmaterialer på elvebunnen basert på denne sonderingen.

4 Utredning av områdestabilitet

4.1 Oppsummering

I dette kapittelet er sikkerhet mot områdeskred (områdestabilitet) vurdert for planlagt tiltak. Områdeskred brukes som et samlebegrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

Områdestabilitet er vurdert iht. NVE's retningslinjer 2/2011 og NVE's veileder 1/2019, ref. [1] og [2]. Vurderingen følger dermed krav til utredning av sikker byggegrunn ift. områdeskredfare (områdestabilitet) i plan- og bygningsloven (PBL) og forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) [3].

Utredningen konkluderer med at planlagt tiltak ligger innenfor en faresone for områdeskred langs Porsgrunnselva. Områdestabiliteten for planlagt tiltak er tilfredsstillende ved ett av følgende tiltak:

- Erosjonssikring/motfylling i Porsgrunnselva som sikrer tilstrekkelig stabilitet, ref. [11].
- Spuntkonstruksjon som hindrer at mulige områdeskred på utsiden av spunten kan berøre nye tiltak. Nye parkeringsplasser må enten plasseres innenfor spunt, eller trekkes på utsiden av kartlagt faresone.

Gjennomgang av prosedyre iht. NVE's veileder er vist i neste kapittel.

4.2 Gjennomgang av prosedyre iht. NVE's veileder 1/2019

I NVEs veileder 1/2019, ref. [2], kap. 3.2 er det angitt prosedyre for identifisering og avgrensning av sprøbrudd/kvikkleireområder. En oppsummering av resultatene presenteres i tabell 1 på neste side, med videre forklaring i etterfølgende underkapitler:

Tabell 1 Oppsummering av utredning områdeskredfare

	Steg	Overskrift i NVE's veileder 1/2019	Vurdering
Del 1: Aktsomhetsområder	1	<i>Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området</i>	Tidligere revisjon av foreliggende notat [11] kartla en faresone for kvikkleireskred i østre del av planområdet. I tillegg er det kartlagt en ny faresone ved Porselensfabrikken lenger øst [9]. Nærmere detaljer fremgår av kapittel 4.2.1. Planområdet ligger derfor innenfor en registrert faresone for kvikkleireskred iht. NVE's temakart for kvikkleirefaresoner.
	2	<i>Avgrens områder med mulig marin leire</i>	Marin leire kan forekomme i og omkring hele planområdet, med unntak av tørrdokken i vest hvor det er registrert blottlagt fjell.
	3	<i>Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred</i>	Planområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde for mulig løseområde fra elvekanten langs Porsgrunnselva. Planområdet ligger også innenfor et aktsomhetsområde for mulig utløpsområde fra områder omkring Tørnmo kirkegård.

	<i>Steg</i>	<i>Overskrift i NVE's veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>
<i>Del 2: Utredning av faresoner</i>	4	<i>Bestem tiltakskategori</i>	Byggeprosjektet plasseres overordnet i tiltakskategori K4.
	5	<i>Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger, samt mulige løsne- og utløpsområder</i>	Planområdet ligger innenfor et mulig løsneområde fra Porsgrunnselva. Grunnundersøkelser fra Norrøna brygge og Statens Vegvesen i Porsgrunnselva er innsamlet.
	6	<i>Befaring</i>	Befaring utført 02.10.2020 og 06.09.2024.
	7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	Det er utført innledende og supplerende grunnundersøkelser innenfor planområdet i november 2020, og april 2021 ref. [5].
	8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder</i>	Avstanden mellom Tørnmo kirkegård i nord og planområdet er ca. 200 m. Et mulig utløpsområde, forårsaket av et løsneområde ved kirkegården vil ikke kunne påvirke planområdet. Dette vurderes på bakgrunn av topografi og geometri på utløpsområde. Langs Porsgrunnselva vurderes rotasjonsskred som aktuell skredmekanisme i profil A og B, siden andelen sprøbruddmaterialer i bakkant av kritisk glideflate er mindre eller lik 40%, ref. flytskjema figur 4.3 i NVE's veileder [2]. I begge profilene medfører skredmekanismen et løsneområde tilsvarende 45 m, med utgangspunkt fra ca. kote -7,2 til -7,5 i Porsgrunnselva (fot kritisk glideflate). Løsneområdet medfører et utløpsområde i Porsgrunnselva med utstrekning tilsvarende 0,5 x løsneområde dvs. ca. 23 m iht. NVE 1/2019 figur 4.10. Kartlagt løsneområde er avgrenset mot utstikkende fjell/masser uten sprøbruddegenskaper i vest, samt 45 m øst for plangrensa hvor videre faresone er kartlagt i geoteknisk notat 117062n1_revA [9].
	9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Klassifisering av kartlagt faresone er presentert i vedlegg 1, og gir følgende: ➤ Faregrad «Lav» ➤ Konsekvensklasse «Alvorlig» ➤ risikoklasse 3. Videre avgrensning av faresonen mot nordøst fremgår av [9].
	10	<i>Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet</i>	Stabilitetsberegninger er vist i kapittel 4.2.3.

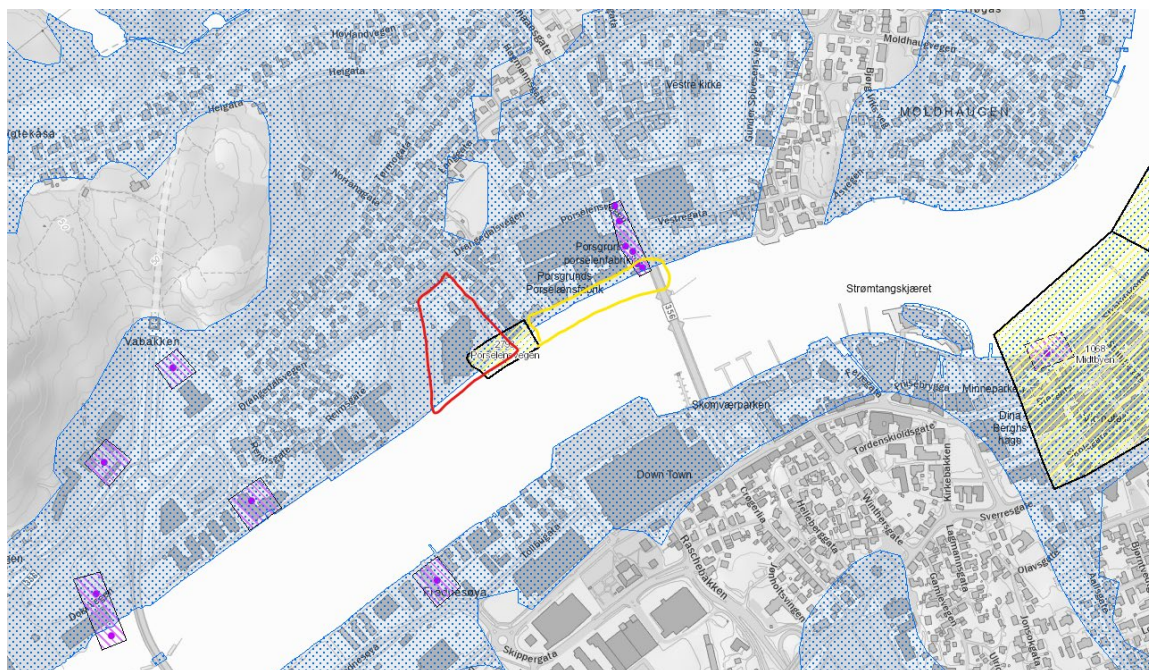
	Steg	Overskrift i NVE's veileder 1/2019	Vurdering
			For dagens situasjon viser stabilitetsberegningene for lav sikkerhet i effektivspenningsanalyse iht. krav i NVE's veileder [2]. <u>Krav tiltakskategori K4:</u> ➤ For tiltak som <u>forverrer</u> stabiliteten, skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. ➤ For tiltak som <u>ikke forverrer</u> stabiliteten, er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i veilederen, som vist nedenfor. ➤ Erosjon som kan utløse skred og ramme tiltaket må forebygges. Det er vurdert 2 alternative løsninger for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet: 1. Erosjonssikring/motfylling i Porsgrunnselva for å tilfredsstillende NVE's minimumskrav til %-vis forbedring og krav til erosjonssikring. Løsningen ble presentert i ref. [11], men er ikke foretrukket sammenlignet med en spuntkonstruksjon omkring planområdet (alternativ 2). Hvis denne løsningen likevel benyttes, viser vi til detaljer i ref. [11]. Det vil da bli behov for detaljert vurdering av lokalstabilitet langs elvekanten ifb. planlagte tiltak, dimensjonering av erosjonssikringen utført av vassdragsteknisk sakkyndig samt detaljert vurdering av arbeidsrekkefølge, utleggingsprosedyre og oppfølging av planlagt tiltak. 2. Etablering av spuntkonstruksjon til fjell, som beskytter planlagte tiltak mot områdeskred. Det er utført beregninger av potensiell fremtidig erosjon foran spunt/kaikonstruksjon (konservativ antakelse), samt for ulykkessituasjon ved evt. skred nordøst for tiltaket. Innledende beregninger viser at en avstivet AZ spunt minimum profil 17-700 har tilstrekkelig kapasitet i en ulykkessituasjon. Spunten må minimum være permanent langs kaifronten og innenfor kartlagt faresone. Det er ikke krav om å forebygge erosjon, siden evt. erosjon på utsiden av spunten ikke kan ramme tiltaket.

	<i>Steg</i>	<i>Overskrift i NVE's veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>
			Endelige løsninger må detaljprosjekteres. Nærmere detaljer fremgår av kapittel 4.2.3.2.
	11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	Kartlagt faresone er meldt inn i NVE Atlas «2793 Porselensvegen». Utførte grunnundersøkelser er meldt inn NADAG.

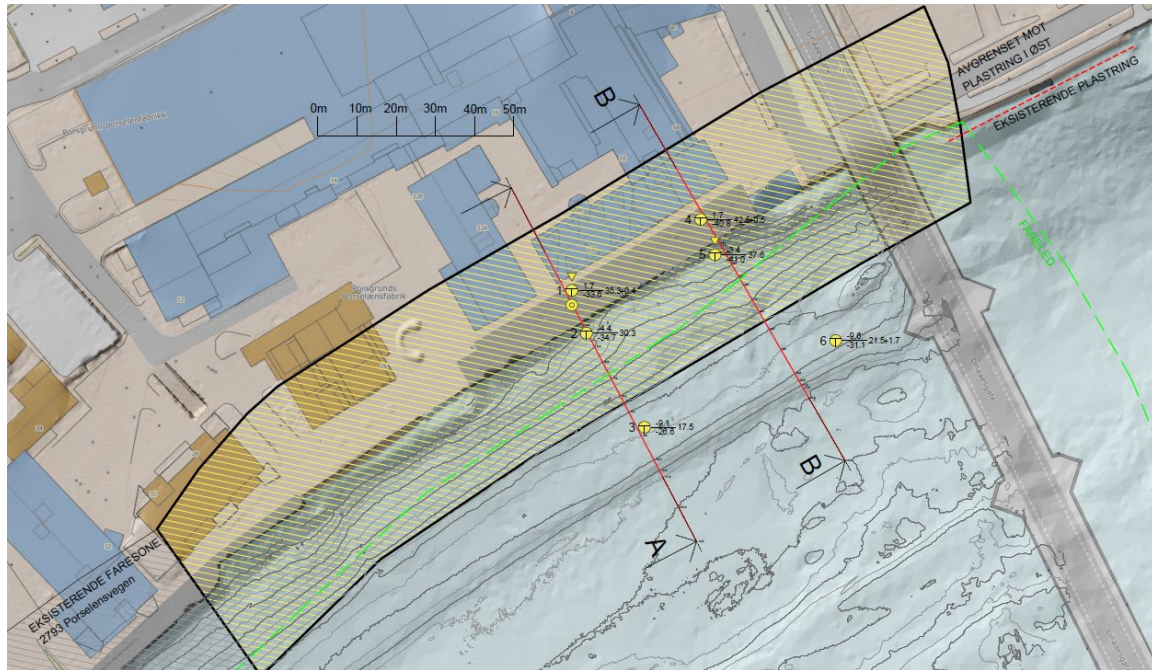
4.2.1 Punkt 1 - *Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området*

Figuren nedenfor viser utklipp fra NVE Atlas med kartlagte faresoner omkring planlagt tiltak. Faresone «2793 Porselensvegen» er allerede registrert som en del av første revisjon av dette notatet.

I tillegg er kartlagt faresone ref. [9] skissert og vist på figuren under dette.



Figur 10. Utklipp fra NVE Atlas med kartlagte faresoner (planområdet innenfor rød markering)

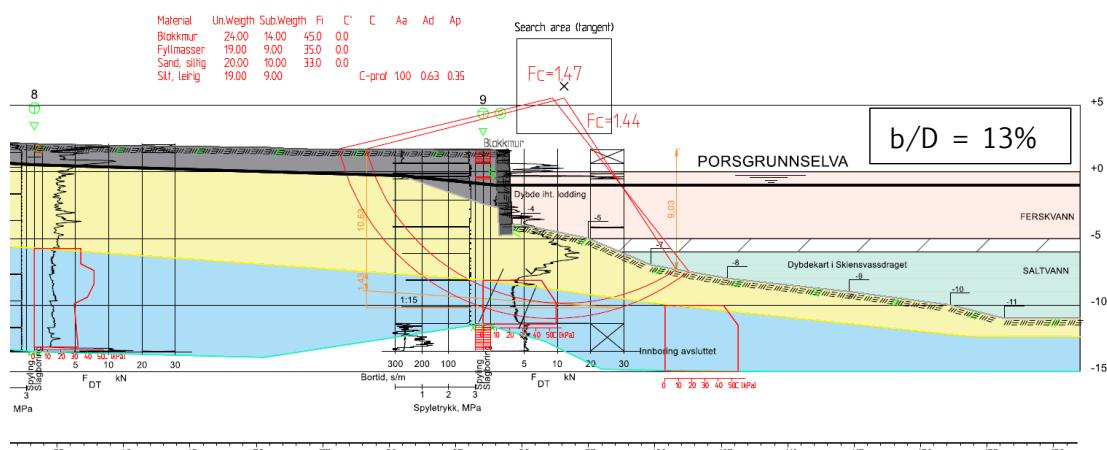


Figur 11. Kartlagt faresone ved Porselensfabrikken, ref. [9]

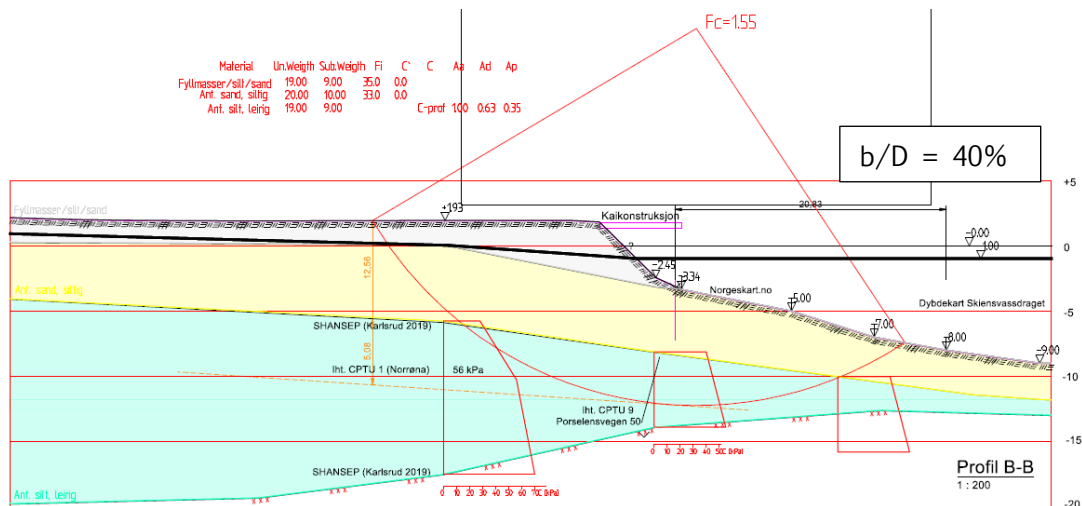
4.2.2 Punkt 8 – Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsneområde

Rotasjonsskred vurderes som aktuell skredmekanisme for profil A og B, siden andelen sprøbruddmaterialer i bakkant av kritisk glideflate er mindre eller lik 40%, ref. flytskjema figur 4.3 i NVE's veileder [2].

Figurene nedenfor viser stabilitetsberegninger utført ved hhv. profil A (Porselensvegen) og Profil B (Norrøna), med dokumentasjon av andel sprøbruddmaterialer over kritisk glideflate.



Figur 12. Stabilitetsberegning profil A, totalspenningsanalyse, for kartlegging av mulig løsneområde



Figur 13. Stabilitetsberegning profil B, totalspenningsanalyse, for kartlegging av mulig løснеområde

I begge profiler medfører et mulig rotasjonsskred et løśnieområde tilsvarende 45 m, med utgangspunkt fra ca. kote -7,2 til -7,5 i Porsgrunnselva (fot kritisk glideflate).

Figuren på neste side viser utklipp av tegning 115379-1_rev2, med avgrensning av kartlagt løøgneområde og utløpsområde markert med gul skravur. Faresonen er avgrenset ved utstrekning av et mulig rotasjonsskred i elvekanten.



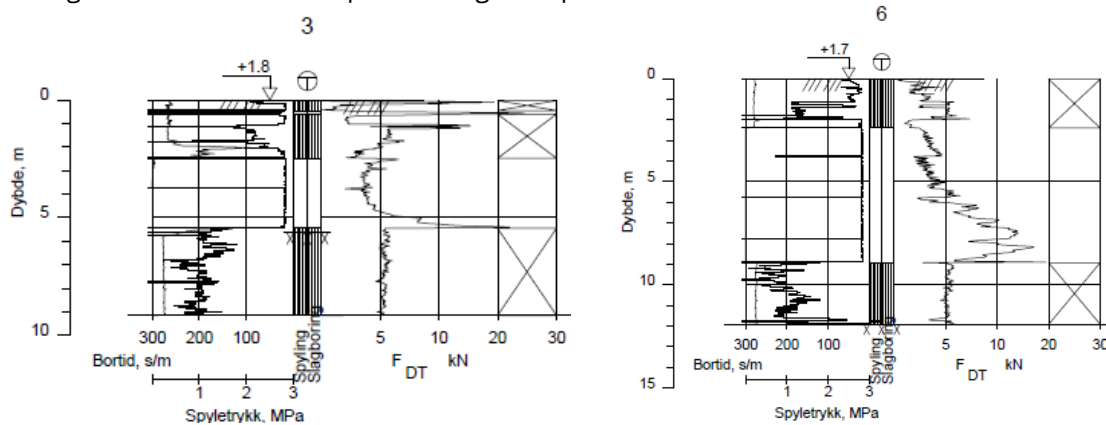
Figur 14. Utklipp fra tegning 115379-1_rev2. Avgrensning løøgneområde fra Porsgrunnselva.

Faresonen videre i retning mot nordøst langs elvekanten er beskrevet i notat ref. [9]. Angitt grense for kartlagt faresone er bestemt ut fra eventuell skredutvikling som kan true aktuelt byggeprosjekt.

Mot sørvest er faresonen avgrenset på bakgrunn av fastere antatt friksjonsmasser i borepunkt 6 og 3, samt oppstikkende fjellflate. Avgrensningen er imidlertid ikke avgjørende ift. sikring av planlagt tiltak (dvs. spunt eller erosjonssikring blir ført helt frem til tørrdokka).

Utklipp fra borepunkt 3 og 6 er vist på figuren nedenfor.

Fra antatt fjell i borepunkt 6 er faresonen trukket 30 m videre mot vest, tilsvarende en helning 1:3 i masser uten sprøbruddegenskaper.

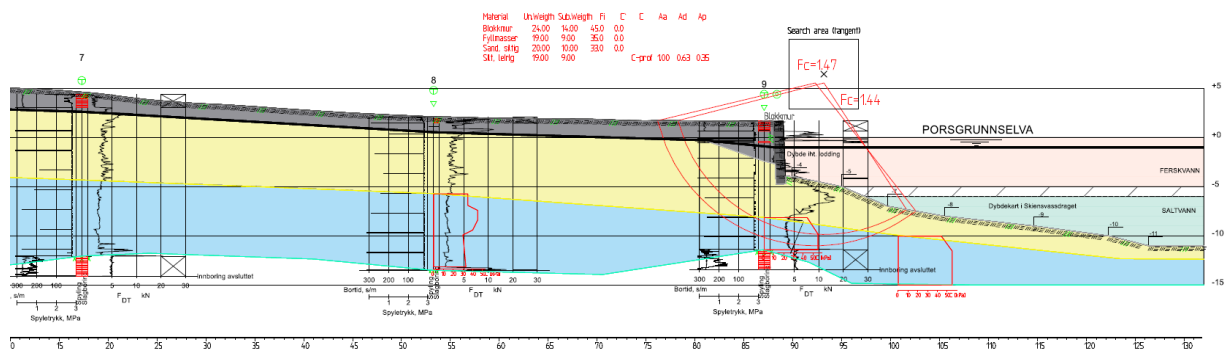


Figur 15. Utklipp fra totalsondering i borepunkt 3 og 6 [2].

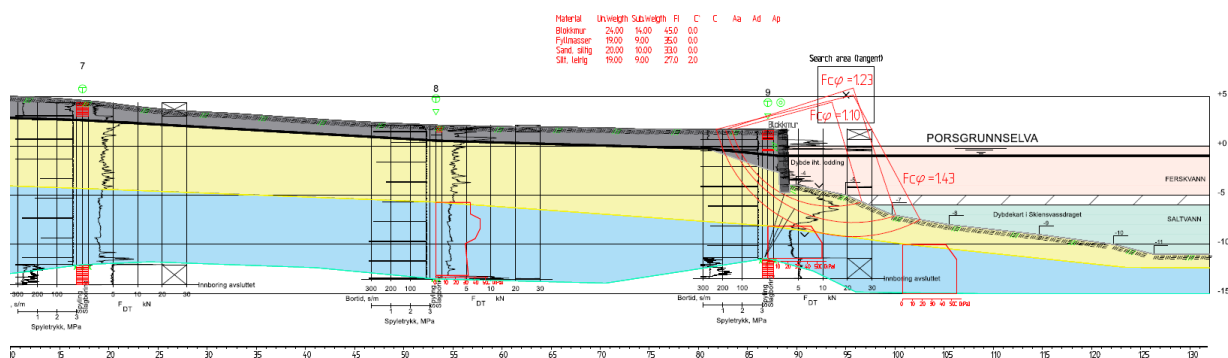
4.2.3 Punkt 10 – Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Detaljerte beregningsresultater er presentert i teknisk beregningshefte 115379tb1_rev1 ref. [10].

Figurene nedenfor viser beregning av stabilitet for dagens situasjon i profil A ved hhv. total- og effektivspenningsanalyse.



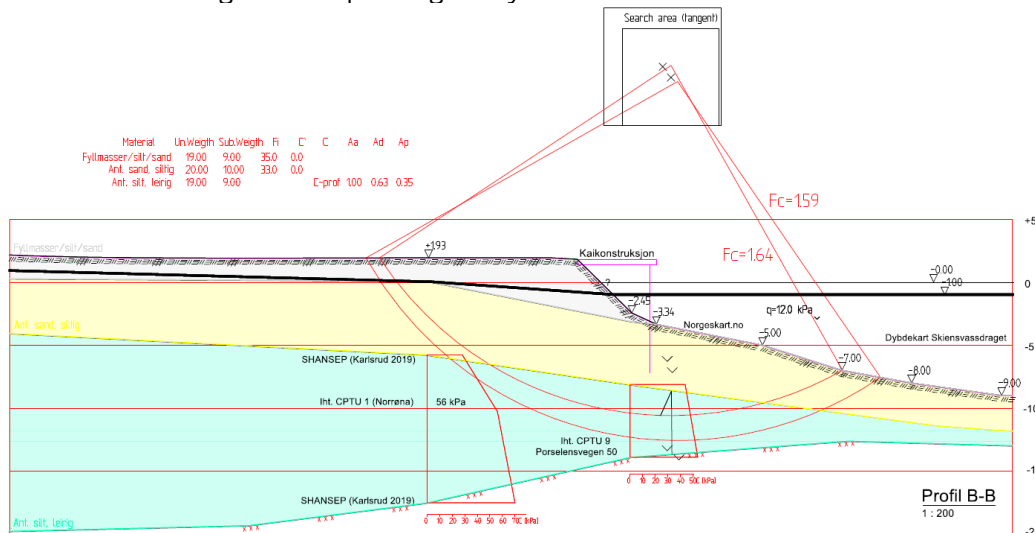
Figur 16. Totalspenningsanalyse for dagens situasjon, profil A_A



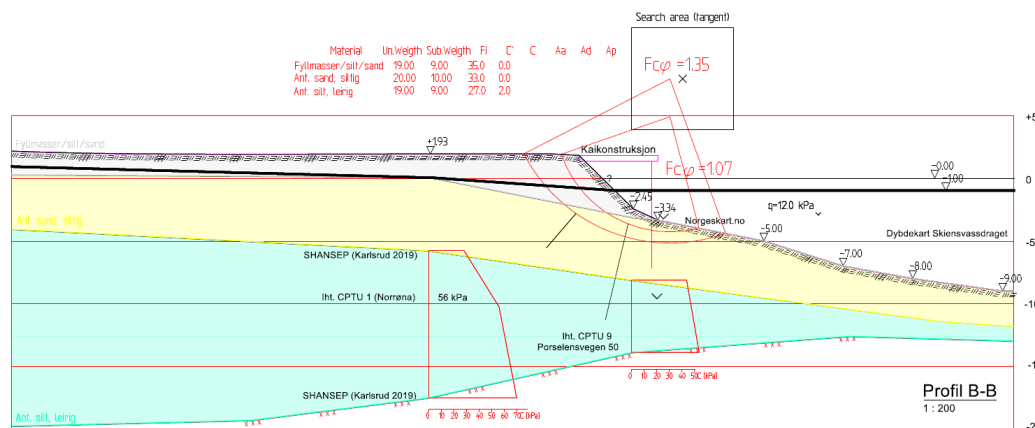
Figur 17. Effektivspenningsanalyse for dagens situasjon, profil A_A

Beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet i totalspenningsanalyse (forutsatt ingen forverring), og for lav sikkerhet i drenert effektivspenningsanalyse. Det vil fremdeles være krav om å hindre erosjon som kan utløse skred og ramme tiltaket.

Figurene nedenfor viser beregningsresultater for dagens situasjon i profil B (Norrøna Brygge) ved hhv. total- og effektivspenningsanalyse.



Figur 18. Totalspenningsanalyse for dagens situasjon, profil B_B



Figur 19. Effektivspenningsanalyse for dagens situasjon, profil B_B

Utførte stabilitetsberegninger ved Norrøna brygge i nordøst viser tilfredsstillende sikkerhet i udrenert situasjon og for lav sikkerhet i drenert effektivspenningsanalyse.

Imidlertid er drenerte glideflater svært grunne (lokale), og de vil trolig ikke berøre masser med sprøbruddegenskaper.

For å hindre at fremtidig erosjon kan forårsake skred som kan true tiltaket, samt bedre sikkerheten i effektivspenningsanalyse, er det nødvendig å utføre sikringstiltak som beskrevet nedenfor (2 alternative løsninger).

4.2.3.1 Erosjonssikring/motfylling (ikke foretrukken)

I tidligere revisjon av dette notatet ref. [11], ble det vurdert behov for en erosjonssikring/motfylling for å øke stabiliteten og hindre erosjon i vassdraget. Notatet har gjennomgått uavhengig kontroll, og løsningen er fremdeles et alternativ i saken.

Tilfredsstillende sikkerhet oppnås med minimum 1 m tykk erosjonssikring langs elvekanten ned til ca. kote -8. Erosjonssikringen legges ut over en lengde på ca. 195 m. Horisontalt areal tilsvarer ca. 3250 kvm.

Løsningen vil gi tilfredsstillende sikkerhet mot områdeskred (minimumskrav ift. %-vis forbedring), men er ikke foretrukken i denne saken på bakgrunn av aktuelle tiltak.

Hvis denne løsningen likevel benyttes, viser vi til detaljer i ref. [11]. Det vil da bli behov for detaljert vurdering av lokalstabilitet langs elvekanten ifb. planlagte tiltak, dimensjonering av erosjonssikringen utført av vassdragsteknisk sakkyndig samt detaljert vurdering av arbeidsrekkefølge, utleggingsprosedyre og oppfølging av planlagt tiltak.

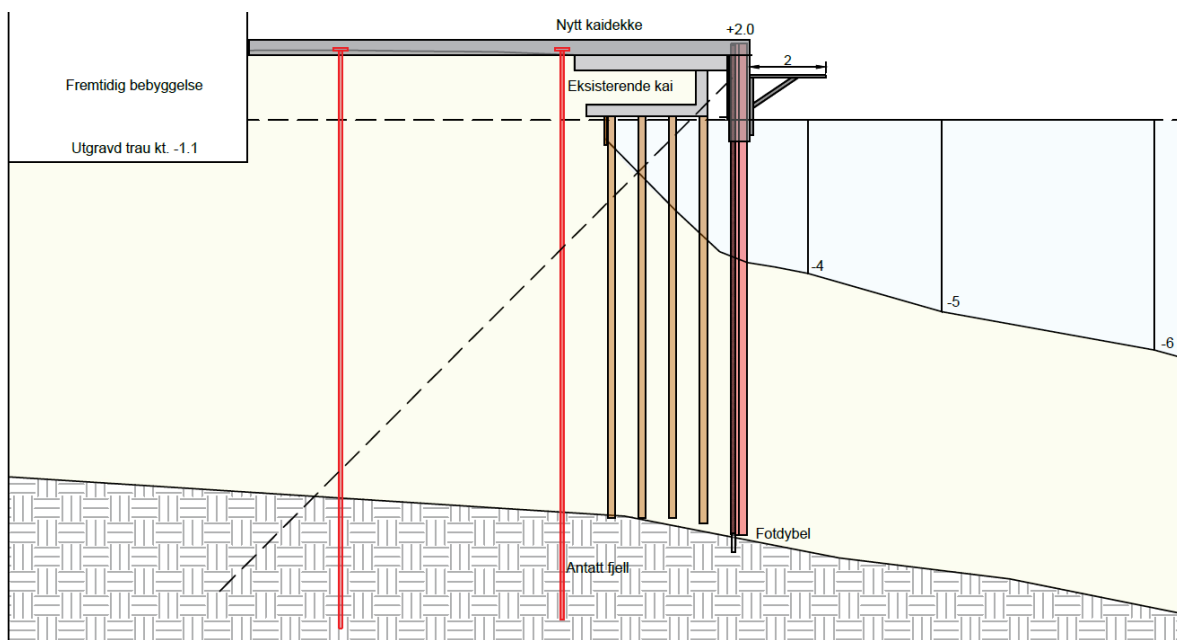
4.2.3.2 Permanent spuntkonstruksjon omkring planlagte tiltak (foretrukken)

Som skissert i kapittel 2 Planer, skal nye tiltak etableres innenfor en tett spuntkonstruksjon til fjell. Spunten må minimum være permanent langs kaifronten og innenfor kartlagt faresone.

Detaljerte beregninger (i forprosjekt) fremgår av teknisk beregningshefte 118519tb1 [12]. Løsningen må detaljprosjekteres.

Kontroll av AZ-spunt som permanent kaikonstruksjon er utført med en potensiell erosjon på 2 m foran spunten. Elvebunnen blir da tilnærmet flat, og det er ikke risiko for utløsning av ras foran spunten.

Skissering av en mulig spuntkonstruksjon er vist nedenfor.

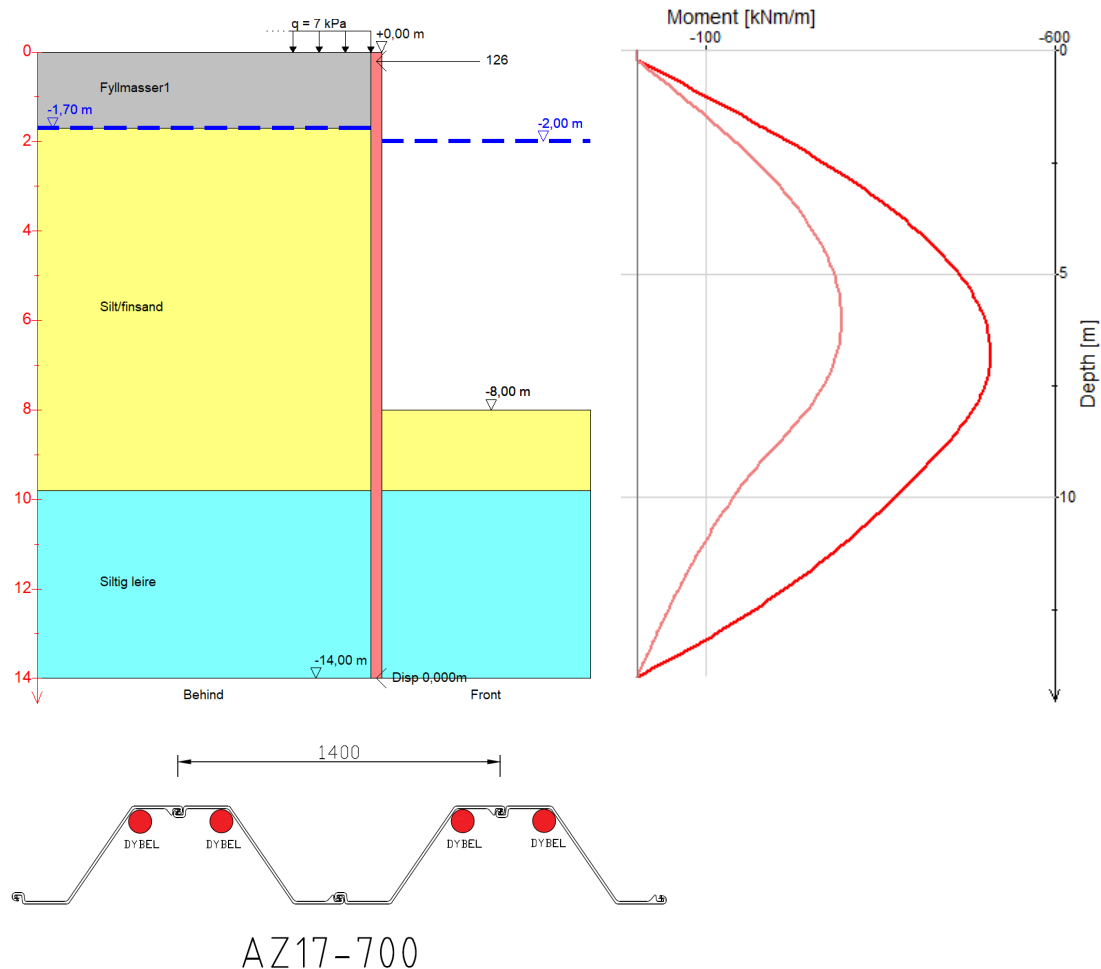


Figur 20. Skissering av planlagt kaikonstruksjon/spunt

Tidligere erfaring og sammenligning av dybdekart fra vassdraget (Blom Maritime AS år 2002 og multistråleskanning 2022) viser lite indikasjon på pågående erosjon i vassdraget.

Erosjonen som spunten dimensjoneres for, må imidlertid kontrolleres ved lodding, spesielt etter storflom. Det kan på et senere tidspunkt bli aktuelt med erosjonssikring/sikringstiltak hvis det dokumenteres større erosjon enn hva som kan aksepteres.

Neste figur viser utklipp fra beregning av spunt som permanent kaikonstruksjon ref. [12] (konservativt forutsatt tilbakefylling mot spunt).



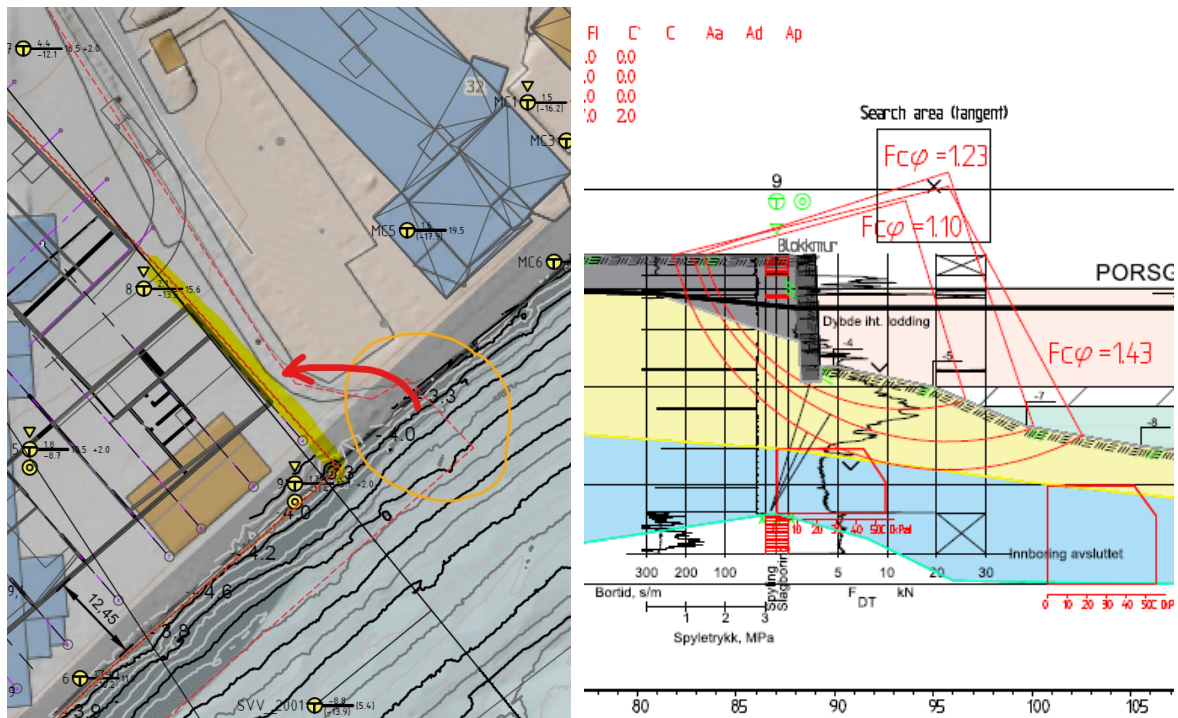
Figur 21. Utklipp fra teknisk beregningshefte [12]. Kontroll av spunt med GeoSuite Excavation

Beregningen viser behov for en spuntvegg med minimum dimensjon AZ 17-700 med motstandsmoment $W_{el} = 1730 \text{ cm}^3/\text{lm}$ vegg. Den permanente spuntveggen må sikres mot korrosjon.

Det kreves horisontalforankring ved topp spunt, med kapasitet på minimum 126 kN/lm. Horisontalforankring sikres fortrinnsvis ved forankring i ny kjellervegg, pelefundamentert kaidekke evt. i kombinasjon med forankring mot tørrdokk i vest/tverrgående spunt i øst.

Spunten forankres mot fjell med 2 stk. fotbolter $\varnothing 90 \text{ cc} 1,4 \text{ m}$. Disse har tilstrekkelig kapasitet ved 150 mm glippe mellom fjell/spunt, og korrosjonstap over en dimensjonerende levetid på 50 år.

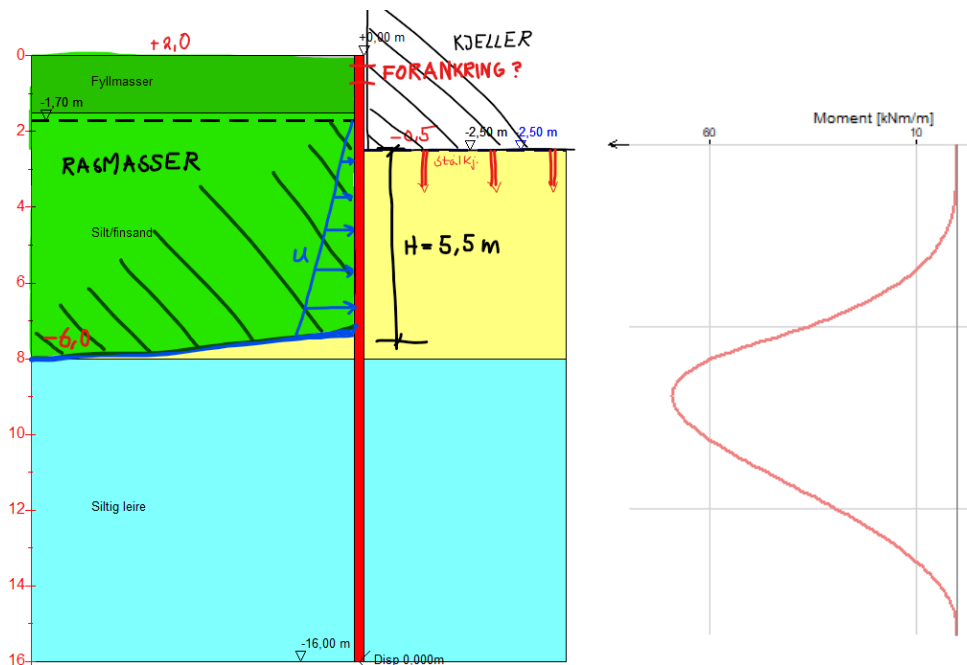
Det er også utført kontroll av ulykkestilstand, som simulerer et mulig skred nordøst for planlagt tiltak. Skissering av denne situasjonen er vist på neste side.



Figur 22. Skissering av ulykkessituasjon i nordøst

Profil A er representativ for stabiliteten av elvekanten rett nordøst for spunten. Kritisk beregningsprofil ($F_c\phi = 1,10$) har underkant glideflate på inntil kote -6,0.

Konservativ skissering av situasjonen er vist nedenfor.



Figur 23. Skissering av ulykkessituasjon i nordøst

Beregningen i ulykkestilstand gir tilfredsstillende sikkerhet (uten forankring). Spunten i området hvor massene raser ut vil også få et betydelig bidrag fra kaikonstruksjonen og AZ-spunt videre langs kjelleren i nord.

4.2.4 Kvalitetssikring

Foreliggende notat og beregninger har gjennomgått intern kvalitetssikring.

Det er i tillegg krav om at våre vurderinger kvalitetssikres av uavhengig foretak. Terraplan er engasjert til dette.

4.3 Sikkerhet mot flyteskred

Utførte grunnundersøkelser i planområdet har påvist løs lagrede løsmasser med jordartsmaterialer der flyteskred kan oppstå. Slike materialer er særlig utsatt for vibrasjoner fra eksempelvis vibrovals, peleramming eller annen form for rystelser.

Risiko for flyteskred må vurderes i detaljprosjekteringsfasen i tråd med referanser som er oppgitt i NVE's faktaark nr. 4/2020 [13].

Det er viktig at spuntkonstruksjonen planlegges slik at det ikke er fare for å utløse flyteskred i ensgraderte masser av finsand/silt.

4.4 Sikkerhet mot stormflo og flom

Prosjektet er utsatt for flom og stormflo. Porsgrunn kommune har egne retningslinjer og føringer ift. valg av kote for OK gulv.

Vi forutsetter at nivå for flom og stormflo bestemmes i prosjektet på bakgrunn av andre sakkyndige.

5 Sluttkommentar

Områdestabiliteten for planlagt tiltak er tilfredsstillende ved å etablere en spuntkonstruksjon til fjell omkring hele tiltaket. Spunten må minimum være permanent langs kaifronten og innenfor kartlagt faresone.

Spunten må dimensjoneres for ulykkessituasjoner ved evt. skred på utsiden. Det er ikke krav om erosjonssikring i Porsgrunnselva, men elvebunnen må kontrolleres på bakgrunn av gitte krav/kotenivåer (som spunten er dimensjonert for).

Det er også mulig å tilfredsstille krav til områdestabilitet ved å legge ut en erosjonssikring/motfylling i Porsgrunnselva. Detaljer for denne løsningen er presentert i tidligere revisjon av dette notat [11]. Hvis denne løsningen benyttes, vil det bli behov for detaljert vurdering av lokalstabilitet langs elvekanten ifb. planlagte tiltak, dimensjonering av erosjonssikringen utført av vassdragsteknisk sakkyndig samt detaljert vurdering av arbeidsrekkefølge, utleggingsprosedyre og oppfølging av planlagt tiltak.

Endelig sikringstiltak må sees i sammenheng med detaljprosjektering av planlagte kaikonstruksjoner.

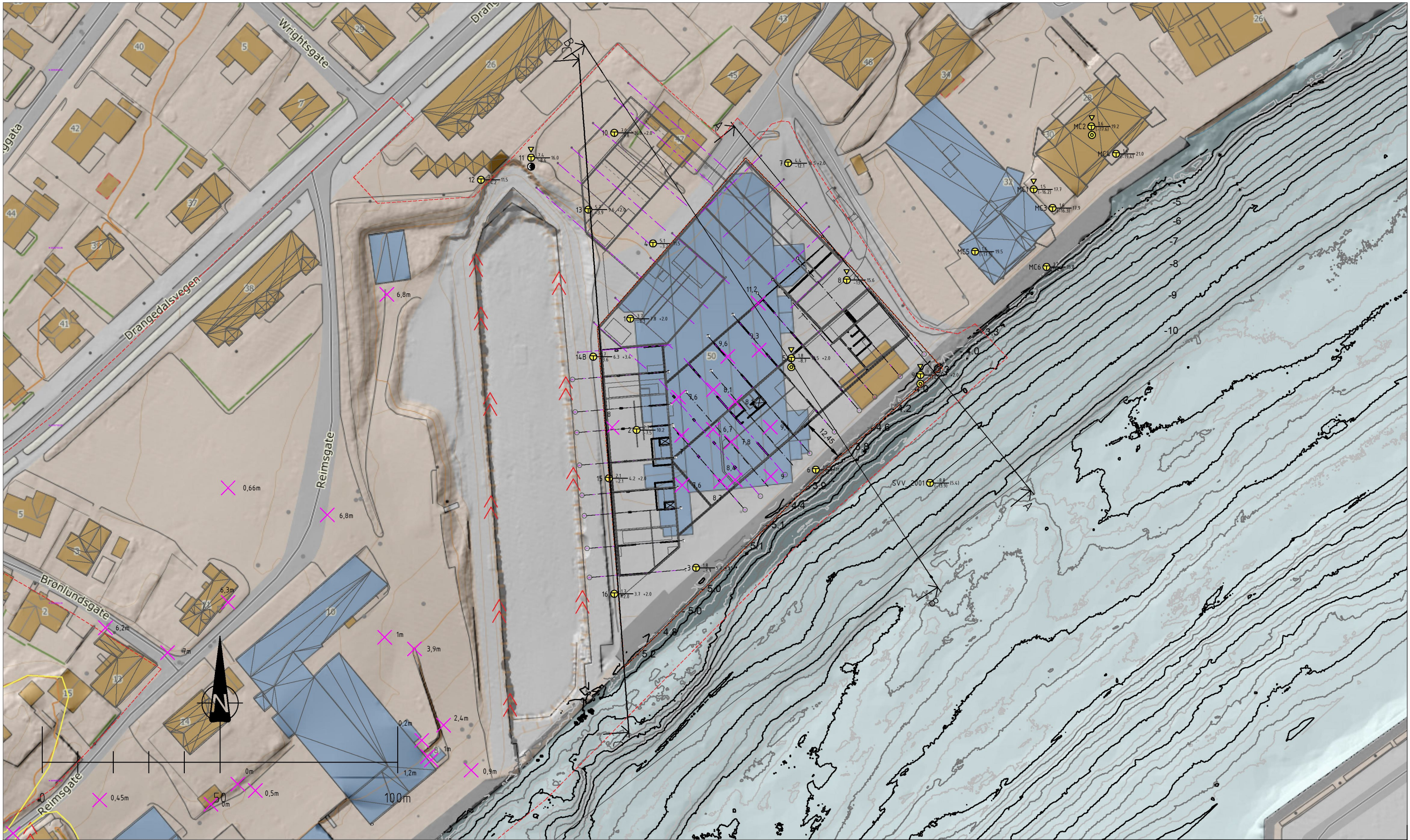
Byggeprosjektet er plassert i tiltaksklasse K4 iht. NVE's veileder 1/2019. Dette medfører krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak iht. veilederen.

Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Porsgrunn. Porsgrunn MEK, Porselensvegen 50 - Geoteknisk notat områdestabilitet	Dokumentnr.: 115379_rev5
Oppdragsgiver: Porsgrunn MEK AS	Dato: 06.01.2025
Emne/Tema: Områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark	Kommune: Porsgrunn	
Sted: Porsgrunn MEK		
UTM sone: 32V	Nord: 655712	Øst: 536417

Kvalitetssikring og dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent:
4	Revidert med spunkonstruksjon som ny løsning	15.11.2024 Stian Tovsen	18.11.2024 Runar Larsen	18.11.2024 Stian Tovsen
5	Revidert etter kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring	03.01.2025 Stian Tovsen	06.01.2025 Runar Larsen	06.01.2025 Stian Tovsen



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- Prøvegrop

+ Vingeboring

⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

⦿ Naverboring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: hoydedata.no, dybdekart fra Skiensvassdraget og Norgeskart.no, dybder til fjell iht. MC notat [8]
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Beskrivelse

Porsgrunn MEK AS
Porselensvegen 50/Porsgrunn MEK

Plantegning forprosjekt



www.grunnteknikk.no
Tlf.:45904500

Dato 06.11.2024 Tegn. ST Kontr. Rula

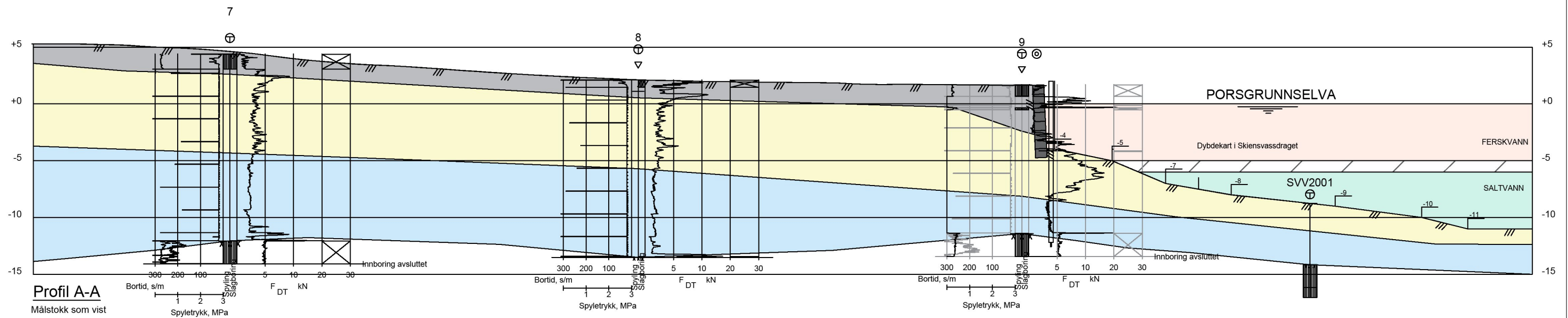
Målestokk 1 : 1000 Originalformat A3

Status Foreløpig tegning

Tegningsnummer Rev.

118519-1

.



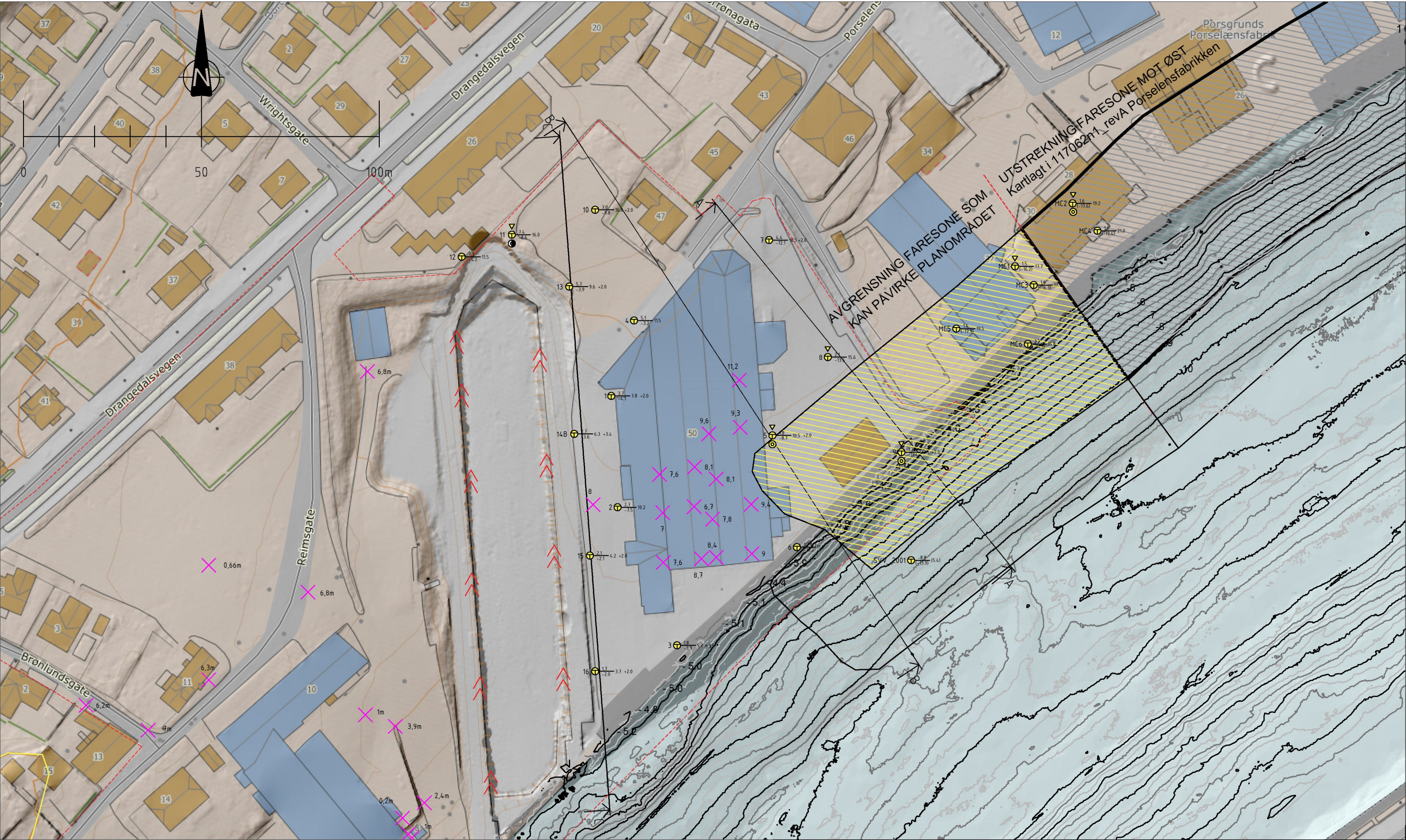
TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering ⚙ Fjellkontrollboring □ Prøvegrop ⊕ Poretrykksmåling
○ Enkel sondering ⚙ Dreietrykksondering + Vingebooring ⚙ Fjell i dagen
▽ CPT sondering ⊕ Totalsondering ⊙ Prøveserie ⚙ Naverbooring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: hoydedata.no, dybdekart fra skiensvassdraget, utførte loddinger
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Porsgrunn MEK AS Porsgrunn. Porselensvegen 50	Dato 08.11.2024	Tegn. ST	Kontr. Rula
	Profil A	Målestokk 1 : 350	Originalformat A3	
		Status Tegning i notat		
		Tegningsnummer	Rev.	
	GRUNNTEKNIKK www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	115022-100	1	



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering

○ Enkel sondering

▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykksondering

⊕ Totalsondering
- Prøvegrop

+ Vingeboring

⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling

^^ Fjell i dagen

● Naverboring

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: hoydedata.no, dybdekart fra Skiensvassdraget og Norgeskart.no, dybder til fjell iht. MC notat [8]
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Beskrivelse

Porsgrunn MEK AS
Porsgrunn. Porselensvegen 50

Plantegning_Opptegning faresone



www.grunnteknikk.no
Tlf.:45904500

Dato 03.01.2025 Tegn. ST Kontr. Rula

Målestokk 1 : 1000 Originalformat A3

Status Tegning i notat

Tegningsnummer Rev.

115379-1 2

		Klassifisering av kvikkleiresoner			Versjon 1.35 revidert 16.12.2022		Kommentarer	
Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" rev. 4 utarbeidet av NGI, datert 27.11.2020.						Klassifisering av faresone Porselensvegen. Utført for kritisk profil A.		
Sign.	Dato	Oppdrag		Oppdrag nr.		Fargekoder:		
ST	15.11.2024							
Ktr.	Dato	Porsgrunn. Porsgrunn MEK		115379		Fylles ut		
Rula	18.11.2024					Beregnes		
Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)								
Faktorer		Klassifisering	Faregrad score (F)	Vekttall (V)	Produkt V x F	Kommentar		
Tidligere skredaktivitet		Lav	1	1	1	Ingen antydning til skredaktivitet omkring planområdet iht. NVE atlas for skredhendelser.		
Skråningshøyde [m]		< 15	0	2	0	Høydeforskjellen fra kaikant til elvebunn er mindre enn 15 m.		
Tidligere/nåværende terrengnivå, OCR [-]		1,5 til 2,0	1	2	2	OCR tolket som 1,5 til 2 i dybder innenfor kritiske glideflater (tolket ut fra utførte CPTU sonderinger).		
Poretrykk	Undertrykk [kPa]	Hydrostatisk	0	-3	0	Poretrykket er ikke målt, men antas hydrostatisk på bakgrunn av erfaringer i omkringliggende områder.		
Kvikkleiremektighet		H/2 til H/4	2	2	4	I kritisk snitt er kvikkleiremektigheten (leire/silt med sprøbruddegenskaper) tilsvarende H/2 til H/4		
Sensitivitet [-]		> 100	3	1	3	Sensitivitet i prøveserie ved BP9 er 200.		
Erosjon		Litt	1	3	3	Det er ingen antydning til erosjon fra befarings. Sammenligning av dybdekart viser heller ingen tydelig indikasjon på erosjon. Antar likevel litt erosjon.		
Inngrep	Forverring	Liten	1	3	3	Det er tidligere etablert en blokkmur ved kritisk profil. Antar derfor liten forverring av stabilitetsforholdene.		
Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)								
Faktorer		Klassifisering	Konsekvens score (K)	Vekttall (V)	Produkt V x K	Kommentar		
Boligheter, antall		Tett > 5	3	4	12	Tett bebyggelse i faresonen.		
Næringsbygg, personer		10 til 50	2	3	6	Ved tidligere Norrøna brygge er det er næringsbygg (Mathuset), antatt 10-50 personer.		
Annen bebyggelse, verdi		Ingen	0	1	0	Ingen kjentskap til annen bebyggelse av verdi i området.		
Vei, ÅDT		< 100	0	2	0	Faresonen berører ingen veier.		
Toglinje, bruk		Ingen	0	2	0	Ingen toglinje innenfor sonen.		
Kraftnett		Lokal	0	1	0	Forutsatt bare lokalt kraftnett innenfor sonen.		
Oppdemning og flodbølge		Ingen	0	2	0	Skredmasser vil ikke kunne demme opp vassdraget. Faren for flom som følge av oppdemning ansees å være ubetydelig.		
Poengsum, faregrad:		16	Poengsum, skadekonsekvens:		18	Poengverdi, risiko (K_pct x F_pct):		1255
Prosent av maks. poengsum (F_pct):		31 %	Prosent av maks. poengsum (K_pct):		40 %	Risikoklasse:		3
Faregradsklasse:		Lav	Konsekvensklasse:		Alvorlig			