

TIL: Vestre Brygge Eiendom AS
v/Jan Erik Slaatta

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 04.02.2022
Dokumentnr: 115379n1_Rev 3
Prosjekt: 115379
Utarbeidet av: Stian Tovsen
Kontrollert av: Runar Larsen

Porsgrunn. Porselensvegen 50 Vurdering områdestabilitet

Sammendrag: [PORSGRUNN MEK – ØST FOR TØRRDOKK](#)

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

Det er utredet en faresone for skred i kvikkleire langs Porsgrunnselva. Innledende klassifisering av kartlagt faresone gir konsekvensklasse «Alvorlig», faregradsklasse «Lav» og risikoklasse 3. Sonen er avgrenset mot øst, slik at et mulig rotasjonsskred på utsiden av faresonen ikke vil kunne påvirke planområdet.

For dagens situasjon viser utførte stabilitetsberegninger ikke tilfredsstillende sikkerhet i effektivspenningsanalyse iht. krav i NVE's veileder [1].

For å oppfylle NVE's minimumskrav til %-vis forbedring, samt krav til erosjonssikring, må det etableres en 1 m tykk erosjonssikring langs elvekanten ned til ca. kote -8. Erosjonssikringen legges ut over en lengde på ca. 195 m etter nærmere prosedyrer beskrevet i detaljprosjekteringsfasen. Områdestabiliteten vil med dette være tilfredsstillende, forutsatt at planlagte bygg, terrengendringer eller kaikonstruksjoner ikke forverrer stabiliteten sett i forhold til dagens situasjon. Endelig sikringstiltak må bli vurdert i detaljprosjekteringsfasen for planlagte kaikonstruksjoner, med krav til sikkerhet som beskrevet i kapittel 4.2.2.

Byggeprosjektet er plassert i tiltaksklasse K4. Dette medfører krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak iht. NVE's veileder ref. [1].

Nærmere gjennomgang fremgår av notatet.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	3
2	Planer.....	3
3	Terreng og grunnforhold.....	4
3.1	Terreng.....	4
3.2	Grunnforhold	6
4	Stabilitetsforhold, områdestabilitet	7
4.1	Gjeldende regelverk.....	7
4.2	Utredning av områdestabilitet iht. NVE's veileder 1/2019.....	7
4.2.1	Punkt 8 – Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsneområde.....	10
4.2.2	Punkt 10 – Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	12
4.2.3	Erosjonssikring.....	15
4.3	Sikkerhet mot flyteskred.....	17
4.4	Sikkerhet mot stormflo og flom.....	17
5	Sluttkommentar	17

TEGNINGER

115022-1_rev 2	Plantegning grunnundersøkelser
115379-1_rev 1	Innledende avgrensning faresone
115379-2_rev 2	Skissering erosjonssikring
115022-100_Rev 3	Profil A med grunnundersøkelser og skissering av lagdeling
115379-101	Profil B med grunnundersøkelser og skissering av lagdeling
115370-102	Profil A med skissering av planlagt erosjonssikring

VEDLEGG

1	Innledende faregradsklassifisering
---	------------------------------------

REFERANSER

- [1] NVE's veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, datert desember 2020
- [2] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport 115022r1_rev 2, datert 09.06.2021
- [3] NVE's retningslinjer 2011_02 «Flom- og skredfare i arealplanar»
- [4] Multiconsult AS, Datarapport 813728-2 / 1, datert 11.juli 2013
- [5] NVE's faktaark nr. 4/2020
- [6] DSB rapport «Havnivåstigning og stormflo» utgitt i 2016
- [7] NVE 10/2004, Flomsonekart, delprosjekt Skien, datert november 2004
- [8] Multiconsult AS, fagrapport grunnforurensning 10202261-03-RIGm-RAP-001, datert 06.05.2019
- [9] NGI, Tilleggsrapport grunnundersøkelser for prosjektert ny bru i Porsgrunn, datert 29.september 1953.
- [10] GrunnTeknikk AS, teknisk beregningshefte 115379tb1_rev 1, datert 05.01.2022

1 Innledning

Vestre Brygge Eiendom AS har engasjert GrunnTeknikk AS til å vurdere områdestabilitet og innledende grave- og fundamenteringsforhold for oppføring av nye boliger på Porselensvegen 50, gb.nr. 200/3709 og 200/3233, i Porsgrunn kommune. Jan Erik Slaatta har vært vår kontaktperson i saken.

Figur 1 nedenfor viser oversiktskart fra norgebilder.no, hvor aktuelt område er lokalisert innenfor gul markering.



Figur 1. Oversiktskart hentet fra norgebilder.no

Foreliggende notat gir en vurdering av områdestabilitet, flom og stormflo i henhold til gjeldende regelverk og veiledere. Notatet er revidert etter kommentarer fra NVE datert 11.11.2021 og innspill fra uavhengig foretak mottatt den 17.12.2021.

2 Planer

I aktuelt planområde planlegges boligbebyggelse fordelt på 6 bygg med inntil ca. 5 etasjer, samt underliggende parkeringskjeller. Figur 2 og 3 viser utklipp fra mottatt underlag.



Figur 2. Utklipp fra mottatt tegning «A155 – Snitt P-kjeller, område nord» mottatt på e-post 26.01.2021 v/Jan Erik Slaatta



Figur 3. Utklipp fra mottatt tegning «L_101 Illustrasjonsplan» mottatt på e-post 26.01.2021 v/Jan Erik Slaatta. Rød linje viser omrisset av aktuelt planområde.

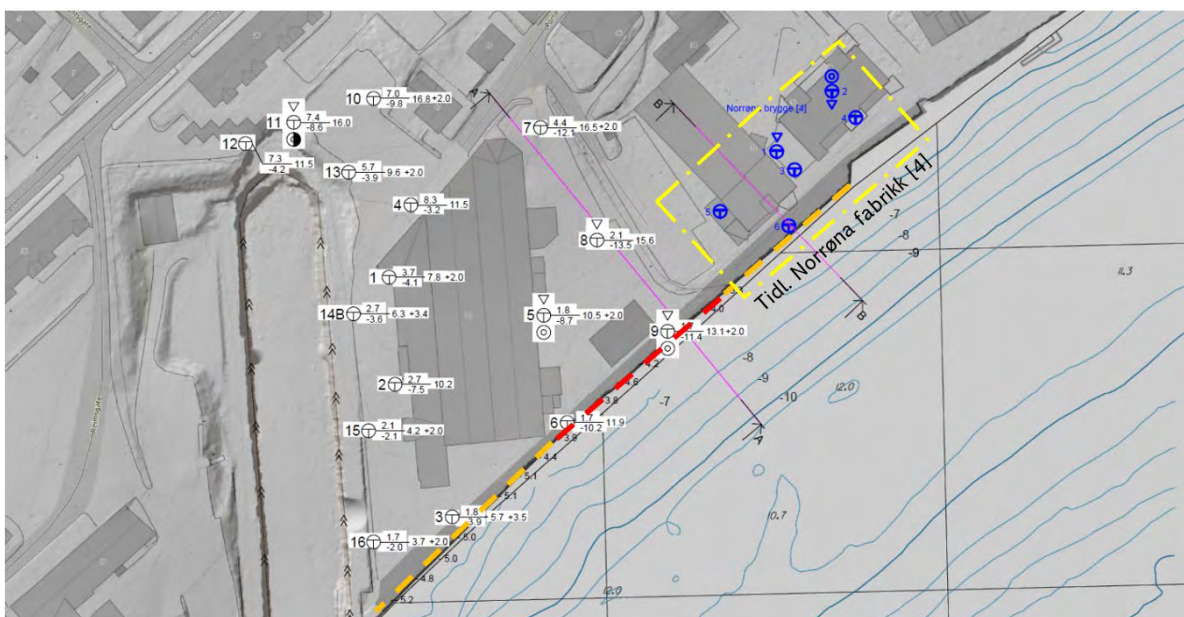
Vi forutsetter at planlagte tiltak ikke medfører en forverring av stabilitetsforholdene langs Porsgrunnselva.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terreng

En detaljert beskrivelse av terreng og grunnforhold er gitt i geoteknisk datarapport ref. [2].

Figur 4 nedenfor viser utklipp fra tegning 115022-1 rev. 2, med utførte grunnundersøkelser, plassering av snitt og dybder i Porsgrunnselva. Tidligere utførte grunnundersøkelser på tidl. Norrøna fabrikk er lokalisert innenfor gult stiplet linje.



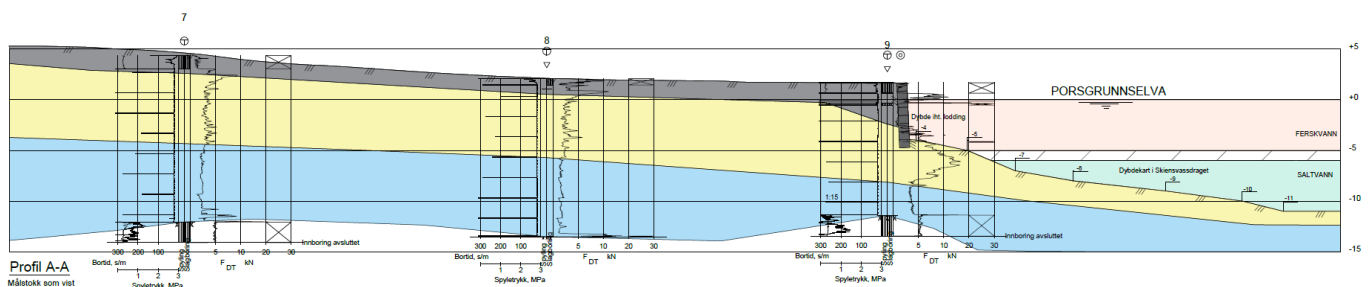
Figur 4. Utklipp fra tegning -1, med utførte grunnundersøkelser, dybder i Porsgrunnselva og plassering av profiler

Terrenget 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 sørvest, samt den vestre delen av Norrøna fabrikk, er elvekanten opparbeidet med kaidekke (orange stiplet linje på figur 4). Langs den østre delen av planområdet er kaifronten etablert som blokkmur med ukjent dybde og størrelse (rød stiplet linje på figur 4).

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

Figur 5 nedenfor viser utklipp fra tegning -100_rev3, med skissering av terreng, grunnundersøkelser og antatt lagdeling langs profil A-A (se plassering av profilet i plan på figur 4).

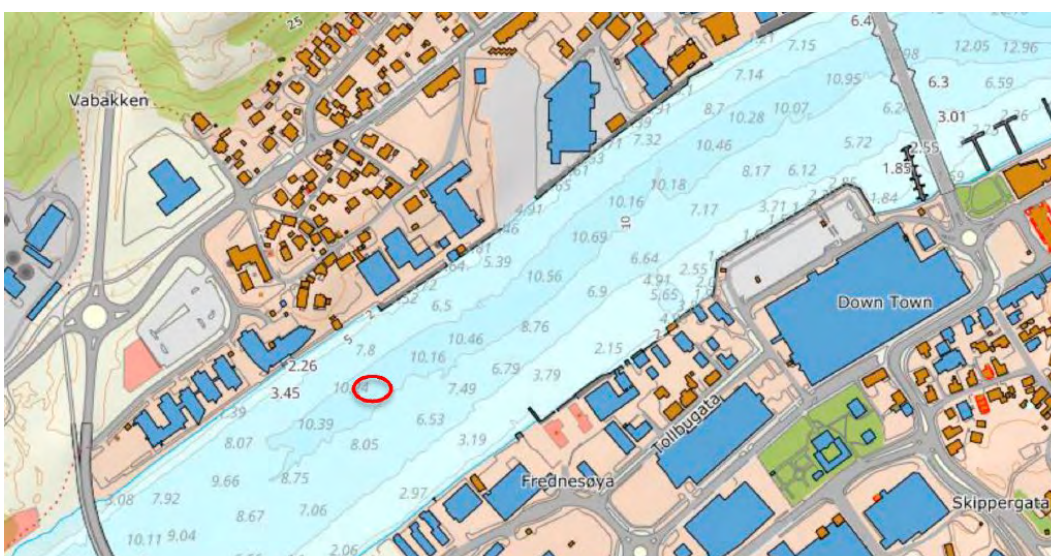


Figur 5. Utklipp fra tegning -100_Rev 3, med snitt langs profil A

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 [8]. Overgangen vil generelt variere med årstider og nedbørsforhold.

Omtrentlig plassering av strømningsmåler fra 2016 er vist nedenfor på figur 6 med rød sirkel (hentet fra [8]).



Figur 6. Utklipp fra figur 13 i ref. [8]. Omtrentlig plassering av strømningsmåler fra 2016

3.2 Grunnforhold

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

Grunnundersøkelsene viser generelt et topplag av antatt fyllmasser/sand/silt med mektighet inntil ca. 2 m ved kaifronten (grå skravering på figur 5).

Derunder er det generelt registrert antatt ensgradert siltig finsand til ca. 8 m dybde (gul skravering).

Videre i dybden er det registrert antatt sandig/leirig silt over antatt fjell (blå skravering). Massene er meget sensitive med sensitivitet $S_t = 30 - 200$, og betegnes som sprøbruddmaterialer.

Totalsondering 3 og 6 langs elvekanten i planområdet [2] indikerer antatt mer sandige masser, og med mindre mektighet enn i borepunkt 9.

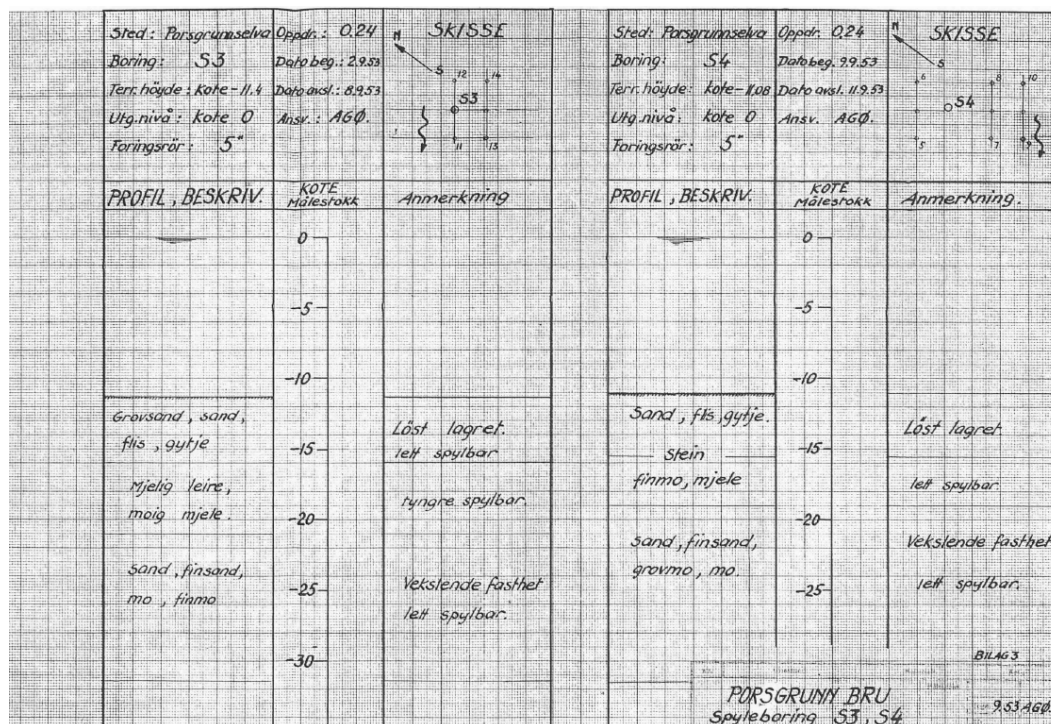
Grunnvannstanden er ikke målt, men antas å ligge i nivå med Porsgrunnselva på ca. kote +0 og slakt stigende mot nord.

Grunnundersøkelser utført ved tidligere Norrøna fabrikk ref. [4] viser lignende forhold. Spesielt grunnundersøkelser i borepunkt 9 [2] og 6 [4], viser at lagdelingen er tilnærmet lik langs kaifronten.

NGI har tidligere utført grunnundersøkelser i 1953 langs Porsgrunnsbrua, like oppstrøms Porsgrunn Porselen [9].

De viser at det øverste laget langs elvebunnen består av løst lagrede sandmasser med stort innhold av sagflis/grytje. Dypere er det registrert masser av silt/finsand med varierende fasthet til avsluttet boring på ca. kote -25 til -30.

Figur 7 nedenfor viser utklipp fra opptatte prøver midt i Porsgrunnselva.



Figur 7. Utklipp fra opptatte prøver midt i Porsgrunnselva [9]

4 Stabilitetsforhold, områdestabilitet

4.1 Gjeldende regelverk

Plan- og bygningsloven (PBL) §28-1 sier «*Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold.*».

Dette er videre utdypet i byggteknisk forskrift (TEK17) §7-1 som sier at «*Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger.*». Krav for sikkerhet mot skred er videre beskrevet i TEK17 §7-3.

I dette notatet er sikkerhet mot områdeskred vurdert. Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire (kvikkleireskred) og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Det som kjennetegner områdeskred er at en relativt liten hendelse, for eksempel en liten utgliding langs en bekk eller utfylling på toppen av en skråning, kan utvikle seg til et skred som omfatter et stort område. Et områdeskred kan utvikle seg både sideveis og bakover eller framover fra der overbelastningen skjer.

Områdestabiliteten er vurdert for nåværende forhold, dagens terreng, og planlagt utbygging iht. aktuelle planer. Utredningen er i henhold til NVE's retningslinjer 2/2011, ref. [3], og NVE veileder 1/2019, ref. [1].

Vår vurdering følger dermed krav for utredning av sikkerhet mot områdeskred (kvikkleireskred) iht. TEK17 og PBL.

Vurderinger av nivåer ved flom og stormflo er vist i kapittel 4.4.

4.2 Utredning av områdestabilitet iht. NVE's veileder 1/2019

Tabell 1 oppsummerer gjennomgangen av utført utredning med utgangspunkt i prosedyre angitt i NVE's veileder 1/2019 [1] kap. 3.2. En mer detaljert beskrivelse for enkelte punkter er gitt i etterfølgende avsnitt.

Tabell 1. Oppsummering av gjennomgått prosedyre iht. NVEs veileder 1/2019

Pkt.	Arbeidsoversikt	Kommentar/status
1	<i>Undersøk om det finnes registrerte faresoner/kvikkleirefaresoner i området</i>	Iht. NVE temakart finnes det ingen registrerte faresoner i området.
2	<i>Avgrens område med mulig marin leire</i>	Marin leire kan forekomme omkring hele planområdet, med unntak av tørrdokken i vest hvor det er registrert blottlagt fjell.
3	<i>Avgrens aktsomhetsområder med terreng som kan være utsatt for områdeskred</i>	Planområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde for mulig løснеområde fra elvekanten langs Porsgrunnselva. Planområdet ligger også innenfor et aktsomhetsområde for mulig utløpsområde fra områder omkring Tørnmo kirkegård.
4	<i>Bestem tiltakskategori</i>	Byggeprosjektet plasseres i tiltakskategori K4.

	<i>For K3-K4 må det utredes videre iht. prosedyre.</i>	Dette medfører krav om å forebygge erosjon som kan utløse skred og ramme tiltaket. Nærmere utredning av nødvendig erosjonssikring er vist i kapittel 4.2.3.
5	Gjennomgang av grunnlag - identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde.	Planområdet ligger innenfor et mulig løśnieområde fra Porsgrunnselva. Grunnundersøkelser fra Norrøna brygge i øst er innhentet, ref. [4].
6	Befaring	Befaring utført 02.10.2020.
7	Gjennomføring av grunnundersøkelser	Det er utført innledende og supplerende grunnundersøkelser innenfor planområdet i november 2020, og april 2021 ref. [2].
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	<p>Begrunnelse for aktuell skredmekanisme og avgrensning av faresonen er nærmere beskrevet i kapittel 4.2.1.</p> <p>Aktuelle skredmekanismer: Rotasjonsskred vurderes som aktuell skredmekanisme langs elvekanten. Utførte grunnundersøkelser ref. [2] har registrert innhold av ensgradert siltig finsand langs elvekanten. Flyteskred vurderes derfor også som en aktuell skredmekanisme, ref. kapittel 4.3.</p> <p>Avgrensning løśnieområder: Lengden av løøgneområdet i elvekanten vurderes som maks 5xH, der skråningshøyden er bestemt til ca. 9 m målt fra fot glideflate og topp fylling/blokkmur (profil A). Dette medfører et løøgneområde som kan påvirke byggetiltaket, og i størrelse er beregnet til 45 m fra fot glideflate regnet normalt på elvekanten i retning mot nord.</p> <p>Bredden på løøgneområde mot vest er vurdert til ca. 30 m fra borepunkt nr. 6, tilsvarende 1:3 helning i masser uten sprøbruddegenskaper.</p> <p>Langs elvekanten oppstrøms er faresonen avsluttet ca. 45 m øst for plangrensen (5xH). Dvs. at et mulig rotasjonsskred på utsiden av faresonen ikke vil kunne påvirke planområdet.</p> <p>Avgrensning utløpsområder: Avstanden fra Tørnmo kirkegård i nord til planområdet er ca. 200 m. Et mulig utløpsområde, forårsaket av et løøgneområde ved kirkegården vil ikke kunne påvirke planområdet.</p>

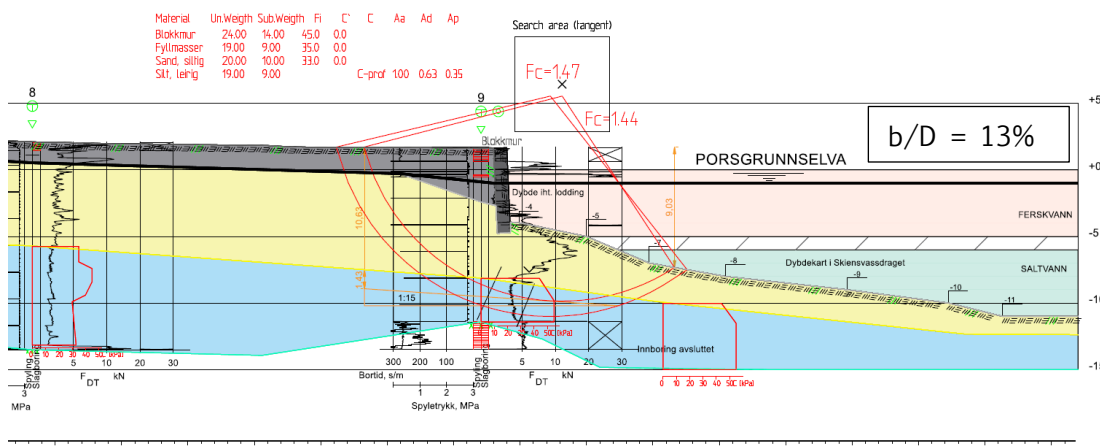
		<p>Dette vurderes på bakgrunn av topografi og geometri på utløpsområde.</p> <p>Rasmassene fra et evt. skred langs elvekanten er finkornige, og vil bli vasket ut og transportert bort fra en tenkt rasgrop med elvestrømmen.</p> <p>Erfaringer fra flere tidligere ras i skråninger langs vassdraget tilsier at elvestrømmen frakter massene vekk fra rasområdet og blir avsatt i sjøen, Frierfjorden. Det er ikke registrert noen oppsamling/opphoping av rasmasser i elveleiet, som på sikt vil kunne gi erosjonsskader utenfor rasområdet som følge av endringer i strømningsforholdene. En borttransportering av massene med elvestrømmen er derfor positivt.</p>
9	Klassifiser faresoner	<p>Innledende klassifisering av kartlagt faresone gir konsekvensklasse «Alvorlig», faregradsklasse «lav» og risikoklasse 3. Se klassifisering i vedlegg 1.</p> <p>Det er ikke utført en helhetlig avgrensning av faresonen videre mot nordøst. Dette bør vurderes nærmere.</p>
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	<p>Stabilitetsberegninger er vist i kapittel 4.2.2.</p> <p>For dagens situasjon viser stabilitetsberegningene ikke tilfredsstillende sikkerhet i effektivspenningsanalyse iht. krav i NVE's veileder [1].</p> <p>For å tilfredsstillende NVE's minimumskrav til %-vis forbedring, samt krav til erosjonssikring, må det minimum etableres en 1 m tykk erosjonssikring langs elvekanten ned til ca. kote -8.</p> <p>Erosjonssikringen legges ut over en lengde på ca. 195 m. Horisontalt areal tilsvarer ca. 3250 kvm.</p> <p>Erosjonssikringen vil ikke berøre fareleden i Porsgrunnselva. Minste seilingsdybde blir ca. 2,5 m.</p> <p>Detaljert vurdering av lokalstabilitet langs elvekanten foretas i detaljprosjekteringsfasen, på bakgrunn av aktuelle planer for opparbeidelse av kai- og bryggekonstruksjoner. Tiltaket må prosjekteres iht. sikkerhetskrav angitt i Eurokode 7, som er strengere enn prosentvis forbedring iht. NVE's veileder [1].</p> <p>Dersom tiltaket forverrer dagens situasjon, skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_c \geq 1,4 \cdot f_s$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Sikkerhetskravet vil da være strengere enn Eurokode 7.</p>

		Planlagt boligutbygging må utføres uten å medføre en tilleggsbelastning på grunnen. Se avsnitt 4.2.2. i det etterfølgende for nærmere beskrivelse.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Grunnundersøkelsene i området har påvist sprøbruddmaterialer i grunnen. Kartlagt faresone er vist på tegning 115379-1_rev1, og kan meldes inn til NVE. Veilederen anbefaler at plassering av grunnundersøkelsene meldes inn til NADAG.

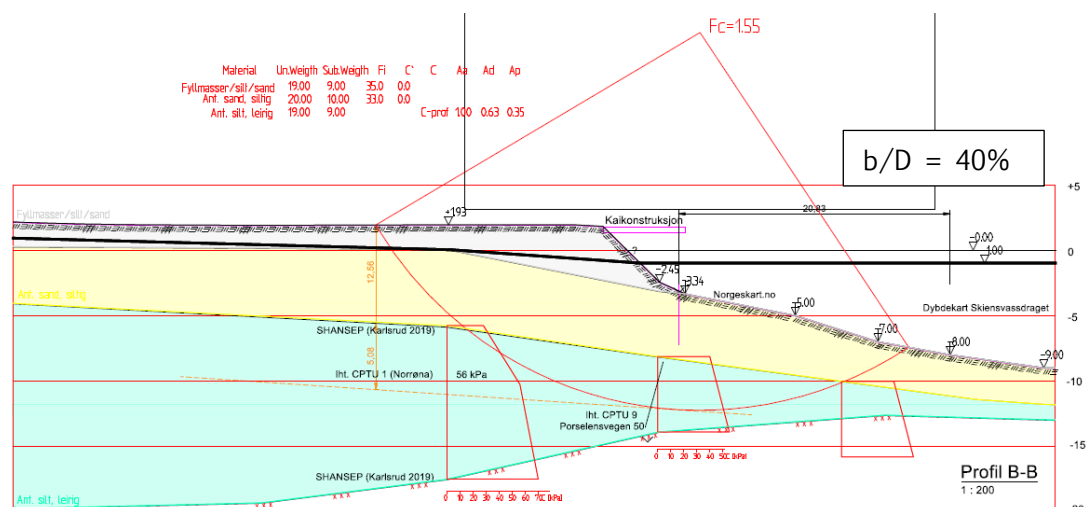
4.2.1 Punkt 8 – Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsneområde

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 [1].

Figur 8 og 9 viser stabilitetsberegning utført ved hhv. profil A (Porselensvegen) og Profil B (Norrøna), med dokumentasjon av andel sprøbruddmaterialer over kritisk glideflate.



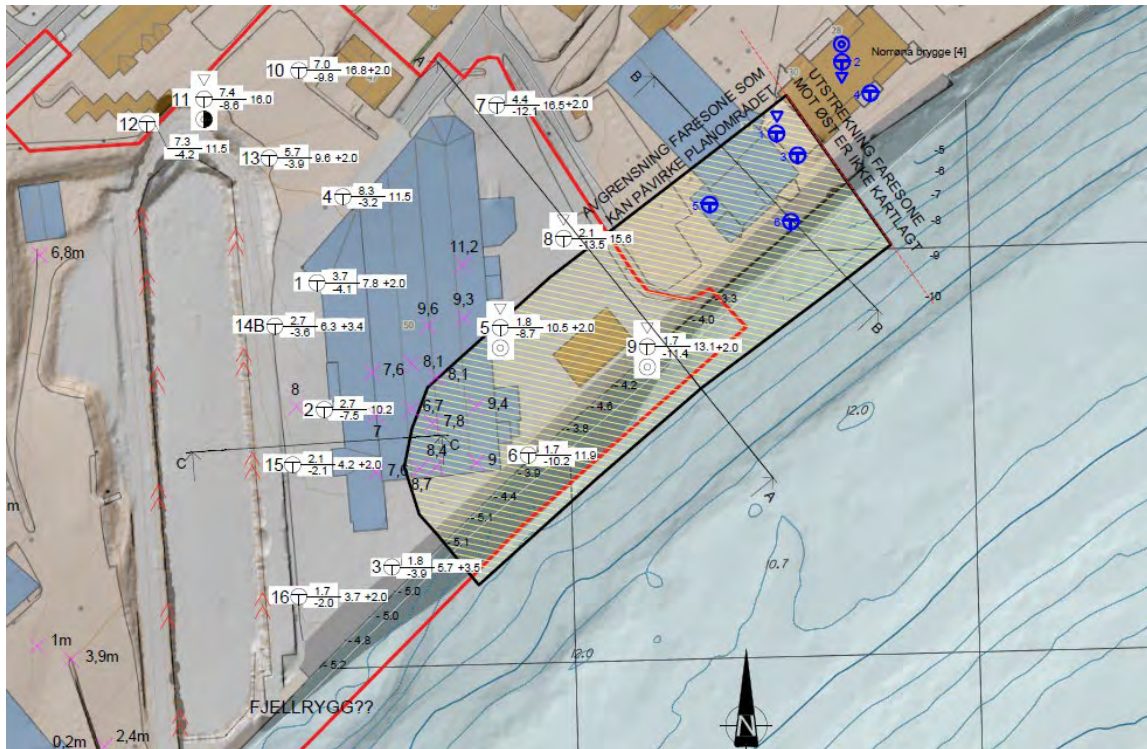
Figur 8. Stabilitetsberegning profil A, totalspenningsanalyse, for kartlegging av mulig løsneområde



Figur 9. Stabilitetsberegning profil B, totalspenningsanalyse, for kartlegging av mulig løsneområde

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

Figur 10 viser utklipp av tegning 115379-1_rev1, med avgrensning av løsneområde markert med gul skravur. Faresonen er avgrenset ved utstrekning av et mulig rotasjonskred i elvekanten.

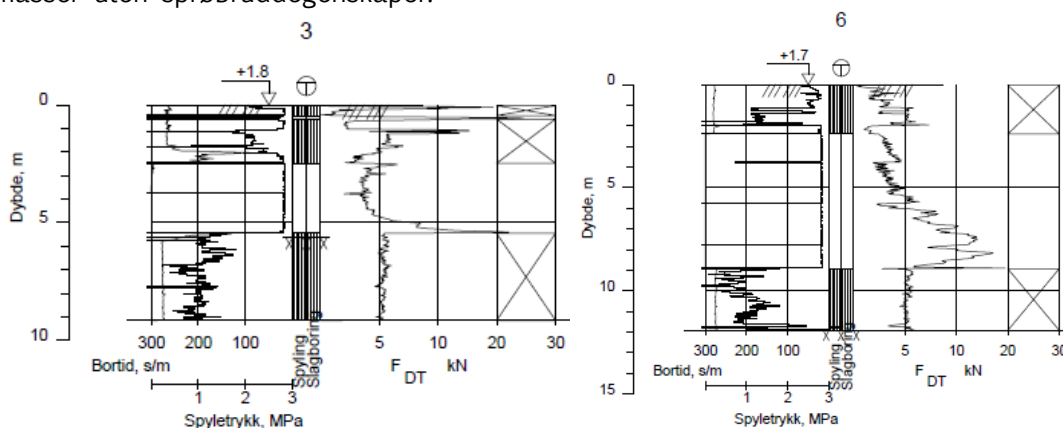


Figur 10. Utklipp fra tegning 115379-1_rev1. Avgrensning løsneområde fra Porsgrunnselva.

Faresonen vil trolig strekke seg lenger i retning mot nordøst langs elvekanten. Angitt grense for faresonen 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. Utklipp fra borepunkt 3 og 6 er vist på figur 11.

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



Figur 11. Utklipp fra totalsondering i borepunkt 3 og 6 [2].

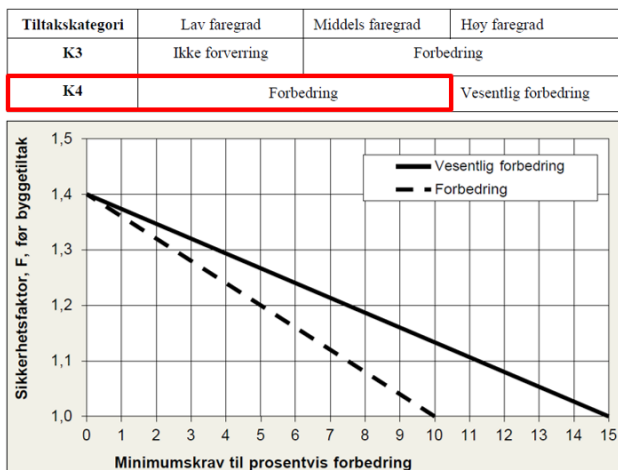
Generelt for området ligger laget med sprøbruddmaterialer dypere enn ca. 7 m.

4.2.2 Punkt 10 – Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Siden det ikke foreligger detaljerte planer for opparbeidelse av kaikonstruksjoner, må endelig sikringstiltak prosjekteres i detaljprosjekteringsfasen iht. krav til sikkerhet som er beskrevet nedenfor.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten, stiller NVE's veileder krav til sikkerhetsfaktor $F_c \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for hhv. total- og effektivspenningsanalyse.

Dersom ikke krav til sikkerhetsfaktor oppfylles, kan det aksepteres prosentvis forbedring iht. figur 12 nedenfor. Dette forutsetter topografiske endringer eller bruk av lette masser.



Figur 12. Krav til %-vis forbedring av sikkerhetsfaktor. Utklipp fra figur 3.3 [1].

Prosentvis forbedring er aktuelt hvor det ikke planlegges nye tiltak, f.eks. langs Norrøna brygge.

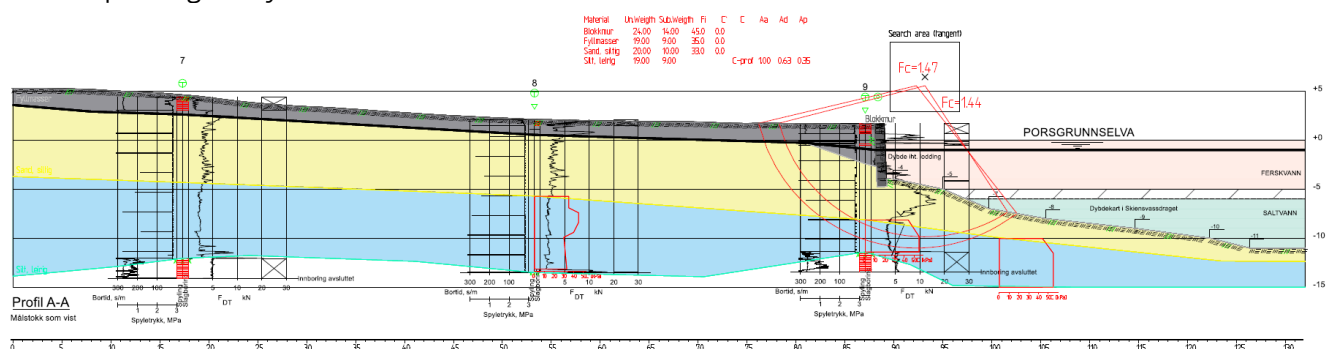
Ved detaljprosjektering av kaikonstruksjoner stiller Eurokode 7 krav om absolutt sikkerhetsfaktor $F_c \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for hhv. total- og effektivspenningsanalyse.

Dersom planlagte tiltak forverrer stabiliteten stiller NVE's veileder enda strengere krav enn EC7, med absolutt sikkerhetsfaktor $F_c \geq 1,6$ (tilsvarende $1,4 * f_s$) og $F_{c\phi} \geq 1,25$ for hhv. total- og effektivspenningsanalyse.

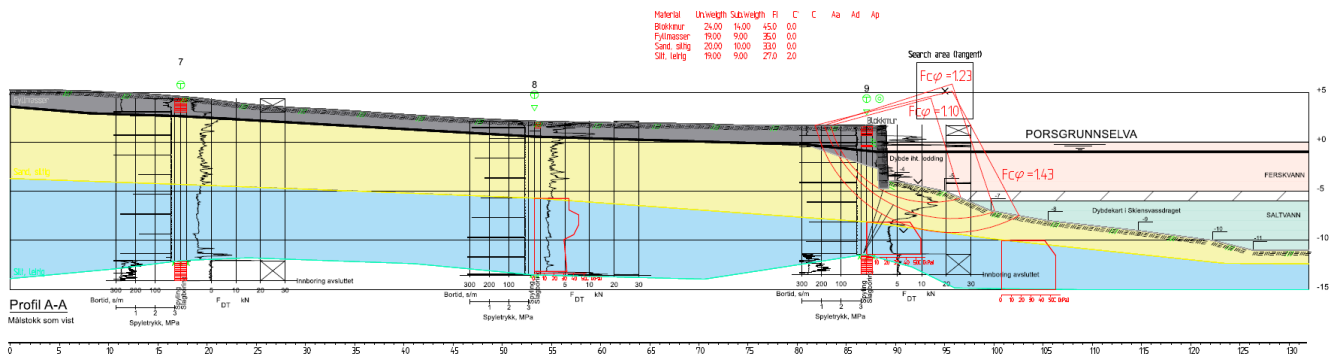
Dokumentasjon av stabilitet for dagens situasjon:

Foreliggende beregningsresultater er hentet fra teknisk beregningshefte 115379tb1_rev1 [1].

Figur 13 og 14 viser beregning av stabilitet for dagens situasjon i profil A ved hhv. total- og effektivspenningsanalyse.

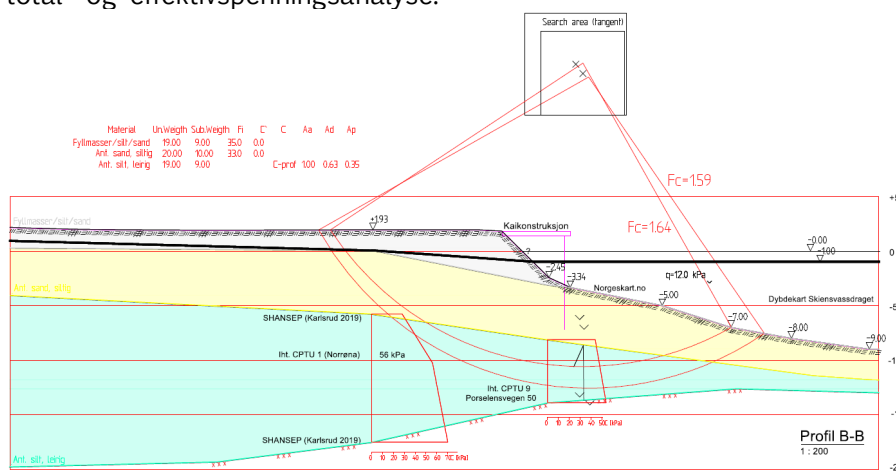


Figur 13. Totalspenningsanalyse for dagens situasjon, profil A_A

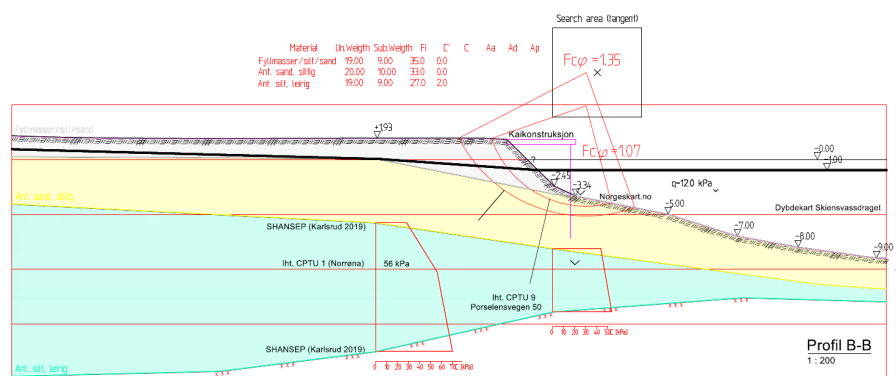


Figur 14. Effektivspenningsanalyse for dagens situasjon, profil A_A

Figur 15 og 16 viser beregningsresultater for dagens situasjon i profil B (Norrøna Brygge) ved hhv. total- og effektivspenningsanalyse.



Figur 15. Totalspenningsanalyse for dagens situasjon, profil B_B



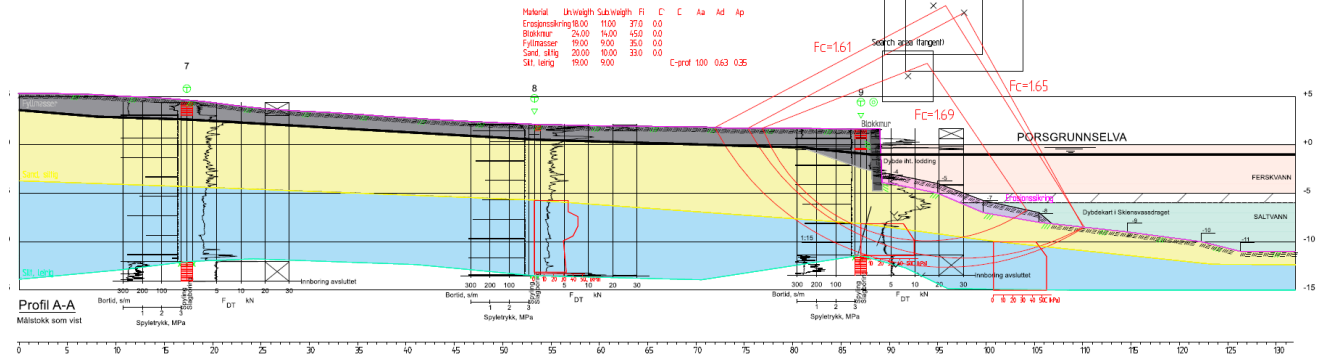
Figur 16. Effektivspenningsanalyse for dagens situasjon, profil B_B

Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet i udrenert situasjon for begge profiler. Ved en drenert langtidstilstand viser begge profilene for lav sikkerhet ift. krav i NVE's veileder. Imidlertid er glideflatene svært grunne, og de vil ikke berøre masser med sprøbruddegenskaper.

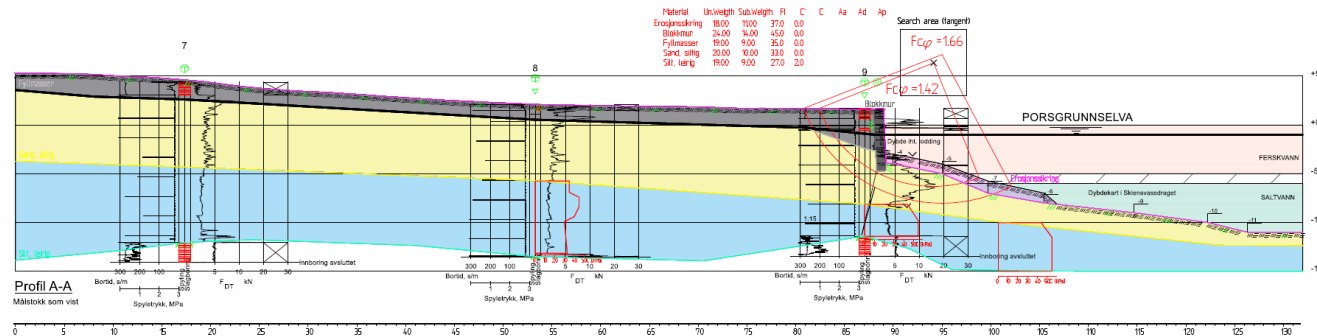
For å hindre at fremtidig erosjon kan forårsake skred som kan berøre tiltaket, samt bedre sikkerheten i effektivspenningsanalyse, er det nødvendig å utføre sikringstiltak.

I foreliggende notat er sikkerheten langs elvekanten forbedret ved en erosjonssikring med 1 m tykkelse, utlagt ned til ca. kote -8. Nærmere detaljer vedrørende erosjonssikring er gitt i kapittel 4.2.3.

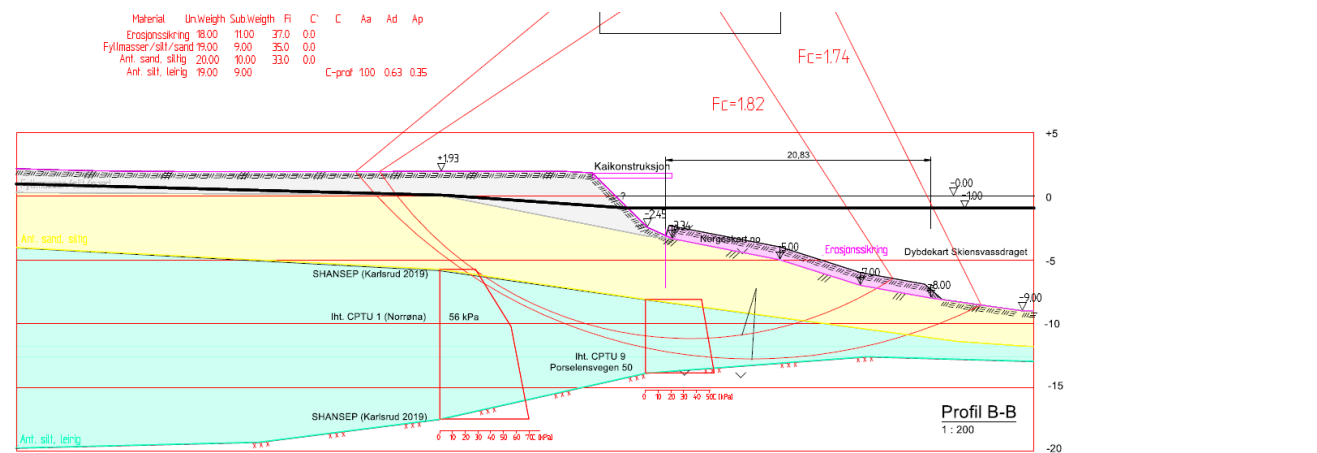
Figur 17 til 20 nedenfor viser stabilitetsberegninger med utlagt erosjonssikring i hhv. profil A og B.



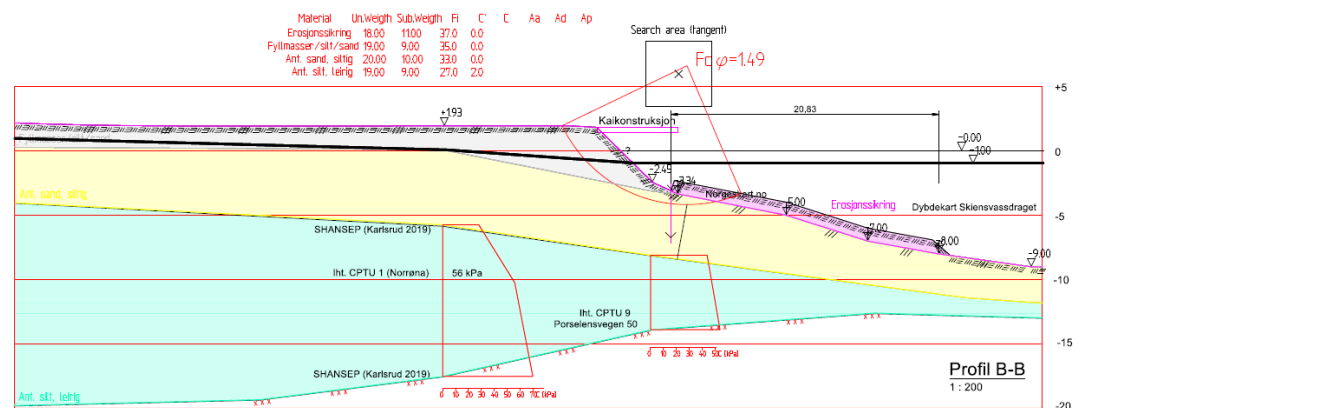
Figur 17. Profil A_A_Kontroll av planlagt erosjonssikring i totalspenningsanalyse



Figur 18. Profil A_A_Kontroll av planlagt erosjonssikring i effektivspenningsanalyse



Figur 19. Profil B_B_Kontroll av planlagt erosjonssikring i totalspenningsanalyse



Figur 20. Profil B_B_Kontroll av planlagt erosjonssikring i effektivspenningsanalyse

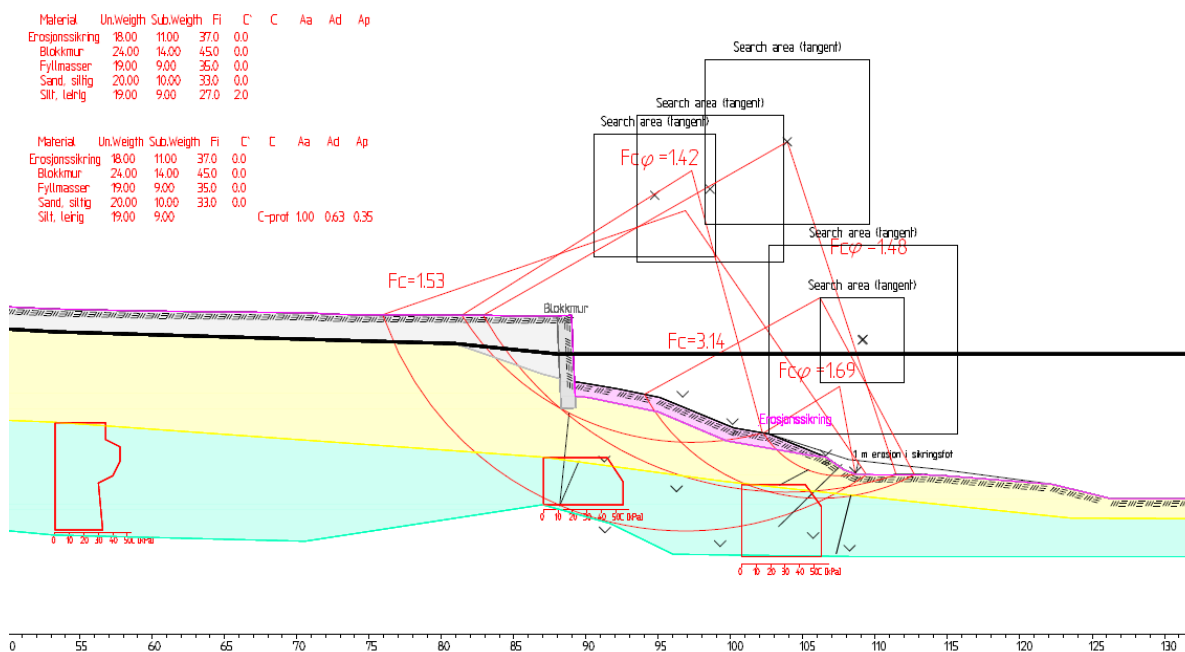
Tabell 2. Oppsummering beregningsresultater

Profil	Dagens situasjon	Erosjonssikring	% forbedring	Kommentar
Profil A-A (Udrenert)	$F_c =$ 1,44 - 1,47	$F_c =$ 1,61 - 1,69	15%	Tilfredsstillende sikkerhet før tiltak.
Profil A-A (Drenert)	$F_{c\phi} =$ 1,10 - 1,43	$F_{c\phi} =$ 1,42 - 1,66	29%	Tilstrekkelig forbedring. OK
Profil B-B (Udrenert)	$F_c =$ 1,59 - 1,64	$F_c =$ 1,74 - 1,82	11%	Tilfredsstillende sikkerhet før tiltak.
Profil B-B (Drenert)	$F_{c\phi} =$ 1,07 - 1,35	$F_{c\phi} =$ 1,49	39%	Tilstrekkelig forbedring. OK

En 1 m tykk erosjonssikring etablert ned til ca. kote -8 gir tilfredsstillende forbedring for alle glideflater i total- og effektivspenningsanalyse.

Erosjonssikringen er et minimumskrav, og forutsetter at ikke planlagte tiltak forverrer stabiliteten. Endelig sikringstiltak må sees i sammenheng med detaljprosjektering av planlagte kaikonstruksjoner.

Det er utført en konsekvensutredning der en tenkt 200-års flom i elva har erodert elvebunnen 1 m, i beregningsprofil A. Utklipp fra beregningen er vist på figur 21 nedenfor.



Figur 21. Profil A_Kontroll av ulykkessituasjon for planlagt erosjonssikring, 1 m erosjon i sikringsfot

Beregningen viser tilfredsstillende sikkerhet i effektiv- og totalspenningsanalyse.

Detaljert beskrivelse av erosjonssikring er gitt i kapittel 4.2.3 nedenfor og på neste side.

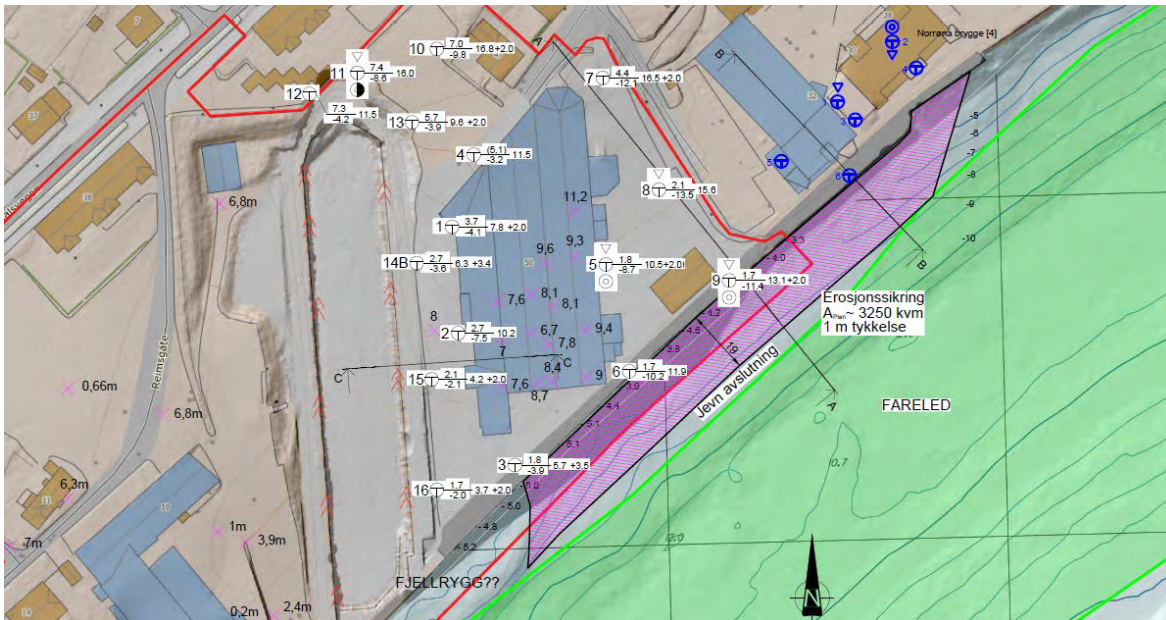
4.2.3 Erosjonssikring

Iht. NVE's veileder [1] er det for tiltakskategori K4 krav om å forebygge erosjon som kan utløse skred og ramme tiltaket.

Befaring og sammenligning av dybdekart fra ulike målinger opp gjennom årene har ikke påvist tydelig indikasjon på erosjon langs med elvekanten. Imidlertid kan vi ikke utelukke at det vil forekomme erosjon som kan forverre stabiliteten langs elvekanten ved fremtidige flomsituasjoner.

Erosjonssikring vil primært etableres ned til ca. kote -8, for å beskytte mot raskt utstrømmende ferskvann. Fra ca. kote -7 slaker elvebunnen ut, og hastigheten på saltvannet motstrøms er trolig beskjeden.

Figur 22 nedenfor viser utklipp fra tegning 115379-2_rev 1, med anbefalt erosjonssikring i lilla skravur.

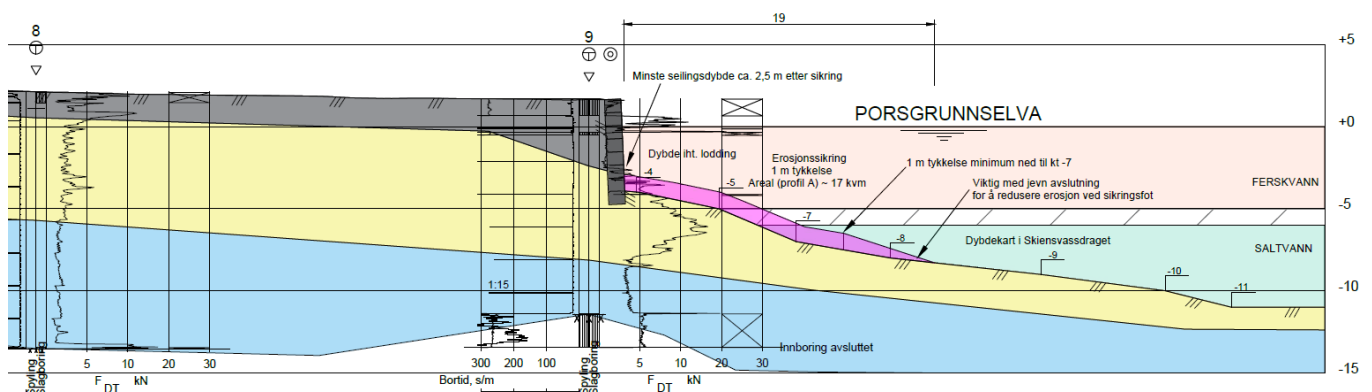


Figur 22. Utklipp fra tegning 115379-2_rev 1 med skissering av anbefalt erosjonssikring

I vest føres erosjonssikringen frem til antatt fjellrygg som stikker ut i elvebunnen fra tørrdokka. Erosjonssikringen legges videre ut over en lengde på ca. 195 m mot nordøst, og avsluttes jevnt mot elvekanten for å redusere erosjon i ytterkantene. Horisontalt areal tilsvarer ca. 3300 kvm.

Fareledsareal er oppgitt på kystinfo.no, og er vist med grønn markering på figur 22. Anbefalt erosjonssikring vil ikke påvirke fareledsarealet i området. Minste seilingsdybde blir ca. 2,5 m.

Figur 23 nedenfor viser utklipp fra tegning -102, med skissering av nødvendig erosjonssikring i profil A.



Figur 23. Utklipp fra tegning -102, med skissering av nødvendig erosjonssikring i profil A.

Erosjonssikring utføres med samfengt pukk, med steinfraksjon i størrelsesorden $20 \leq D \leq 500$ mm. En kubisk form på steinmassene vil gi en mer stabil sikring enn f.eks. kulestein. Finere fraksjon er utsatt for utvasking og kan være vanskelig å legge ut kontrollert.

For å unngå at tiltaket forverrer stabiliteten i anleggsfasen, etableres erosjonssikringen med lekter fra skråningsfot (kt. -8) og opp mot elvekanten. På denne måten vil ikke stabiliteten forverres i anleggsfasen. Sikringen planeres ned til ca. kote -5 med gravemaskin.

Endelige detaljer, prosedyre for utlegging av sprengstein og kontroll under utførelse utarbeides i detaljprosjekteringsfasen.

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 [5].

4.4 Sikkerhet mot stormflo og flom

Stormflo:

Prosjektet er utsatt for stormflo. TEK17 definerer ulike sikkerhetsklasser i forhold til type tiltak. Sikkerhetsklasse F2 omfatter byggverk beregnet for personopphold, eller hvis de økonomiske konsekvensene ved skader på byggverk kan være store, men kritiske samfunnsfunksjoner ikke settes ut av spill.

Dimensjonerende stormflonivå ved Porsgrunn for tiltak i sikkerhetsklasse F2 med 200 års gjentakelsesintervall, inkludert havnivåstigning med klimapåslag (+62 cm), er kote 2,1 iht. anbefalinger fra DSB, ref. [6].

Stormflonivået inkluderer ikke bølgepåvirkning, som vil komme i tillegg. Anslagsvis vil dette innebære et høydetillegg på ca. 10 cm.

Flom:

Flomnivå bestemmes iht. NVE 10/2004 ref. [7].

Flomsonekart ved Kulltangenbrua viser, ifølge beregninger av NVE, at 200 års-flommen utenfor planområdet kan komme opp i kote 1,7.

På toppen av dette anbefaler NVE en sikkerhetshøyde på 0,5 m for konstruksjoner som skal være tørre, dvs. kote 2,2. Dette er basert på NN2000.

5 Sluttkommentar

For å oppfylle NVE's minimumskrav til %-vis forbedring, samt krav til erosjonssikring, må det etableres 1 m tykk erosjonssikring langs elvekanten ned til ca. kote -8. Erosjonssikringen legges ut over en lengde på ca. 195 m etter nærmere prosedyrer beskrevet i detaljprosjekteringsfasen.

Områdestabiliteten vil med dette være tilfredsstillende, forutsatt at planlagte bygg, terrengendringer eller kaikonstruksjoner ikke forverrer stabiliteten sett i forhold til dagens situasjon.

Endelig sikringstiltak må sees i sammenheng med detaljprosjektering av planlagte kaikonstruksjoner, med krav til sikkerhet som beskrevet i kapittel 4.2.2.


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. Porselensvegen 50, Vurdering områdestabilitet	Dokument nr: 115379n1_Rev 3
Oppdragsgiver: Vestre Brygge Eiendom AS	Dato: 31.01.2022
Emne/Tema: Områdestabilitet	

Sted		
Land og fylke: Norge, Telemark Vestfold	Kommune: Porsgrunn	
Sted: Porselensvegen 50		
UTM sone: 32V	Nord: 6555712	Øst: 536417

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
3	Oppsett av dokument/maler	24.01.22	ST	31.01.22	Rula
3	Korrekt oppdragsnavn og emne	24.01.22	ST	31.01.22	Rula
3	Korrekt oppdragsinformasjon	24.01.22	ST	31.01.22	Rula
3	Distribusjon av dokument	24.01.22	ST	31.01.22	Rula
3	Laget av, kontrollert av og dato	24.01.22	ST	31.01.22	Rula
3	Faglig innhold	24.01.22	ST	31.01.22	Rula

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 04.02.22	Sign.: 



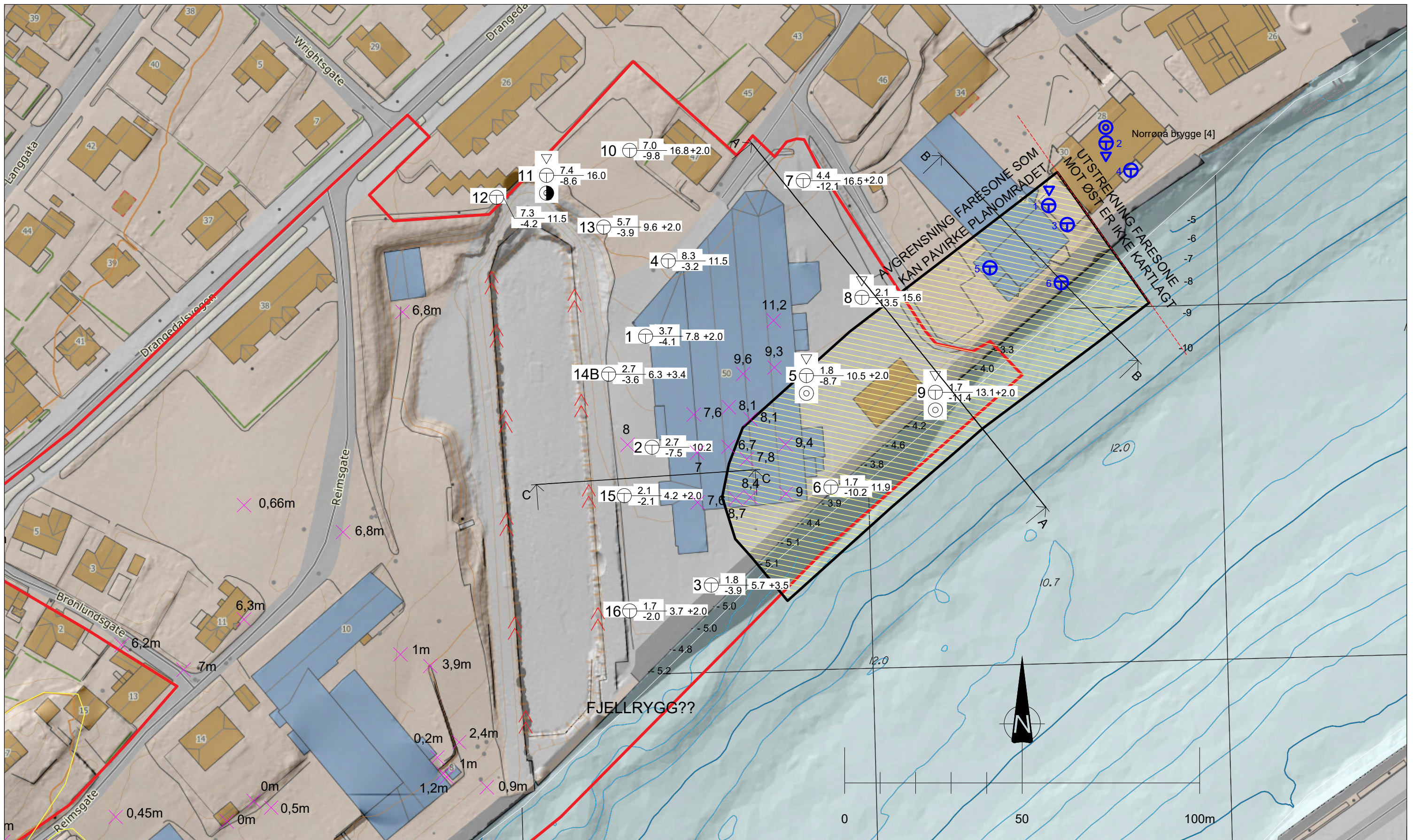
TEGNFORKLARING :

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

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

Kartgrunnlag: hoydedata.no og dybdekart fra Skiensvassdraget
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000 (høyder i parantes er hentet fra Høydedata)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Vestre Brygge Eiendom AS	Dato 25.05.2021	Tegn. ST	Kontr. Rula
	Porsgrunn. Porselensvegen 50	Målestokk 1 : 1000	Originalformat A3	
	Borplan revidert	Status Tegning i rapport		
	 GRUNNTEKNIKK AS www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500	Tegningsnummer 115022-1		Rev. 2



TEGNFORKLARING :

- | | | | |
|------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesonering | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sonering | ⊖ Dreietrykksonering | + Vingeboring | ⋈ Fjell i dagen |
| ▽ CPT sonering | ⊕ Totalsonering | ⊙ Prøveserie | ● 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, Fareled iht. kystinfo.no, dybder til fjell iht. MC notat [8]
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Beskrivelse

Vestre Brygge Eiendom AS
Porsgrunn. Porselensvegen 50

Plantegning_Skissering faresone



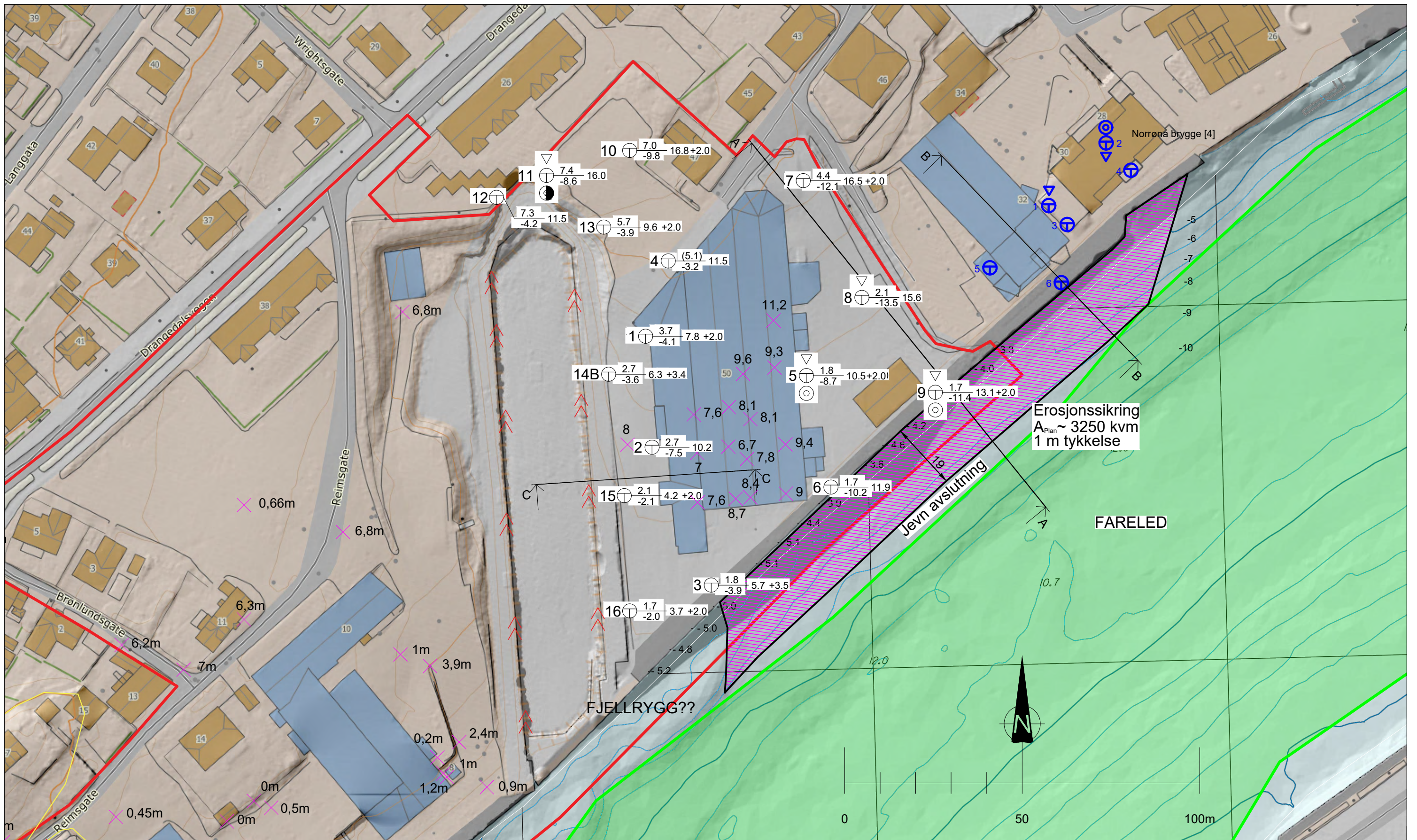
www.grunnteknikk.no
Tlf.:45904500

Dato	Tegn.	Kontr.
16.12.2021	ST	Rula

Målestokk	Originalformat
1 : 1000	A3

Status
Tegning i notat

Tegningsnummer	Rev.
115379-1	1



TEGNFORKLARING :

- | | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------|--------------------|
| ● Dreiesondring | ⊛ Fjellkontrollboring | □ Prøvegrop | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⊖ Dreietrykksondring | + Vingeboring | ⚡ Fjell i dagen |
| ▽ CPT sondering | ⊕ Totalsondering | ⊙ Prøveserie | ● 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, Fareled iht. kystinfo.no, dybder til fjell iht. MC notat [8]
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Beskrivelse

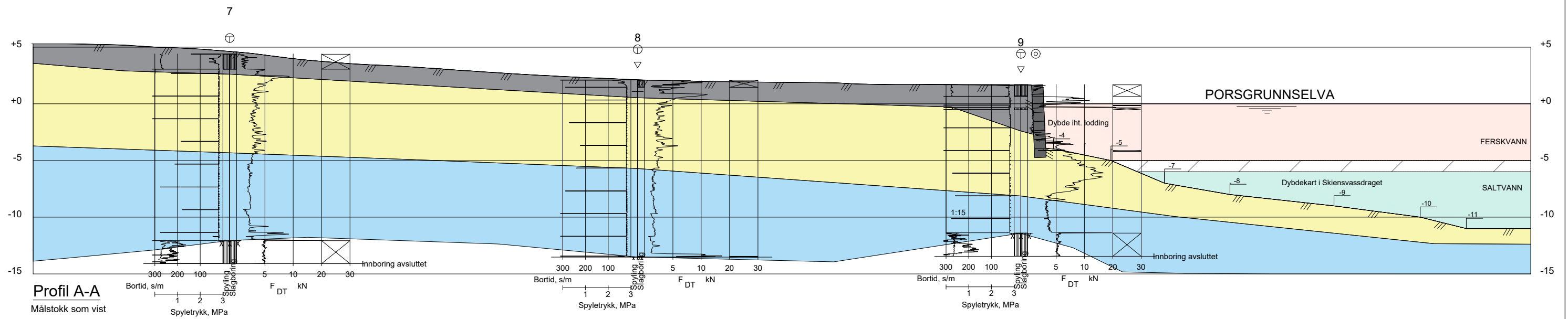
Vestre Brygge Eiendom AS
Porsgrunn. Porselensvegen 50

Plantegning_Skissering erosjonssikring



www.grunnteknikk.no
 Tlf.:45904500

Dato	24.01.2022	Tegn.	ST	Kontr.	Rula
Målestokk	1 : 1000	Originalformat	A3		
Status	Tegning i notat				
Tegningsnummer	115379-1	Rev.	2		



TEGNFORKLARING :

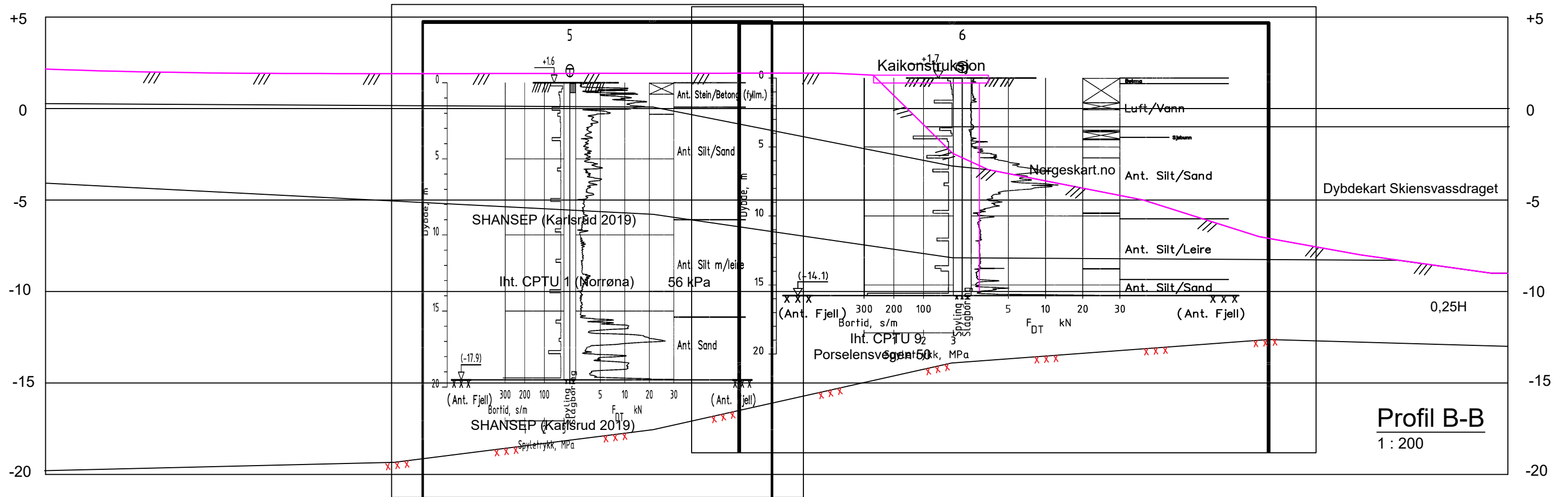
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Naverboring

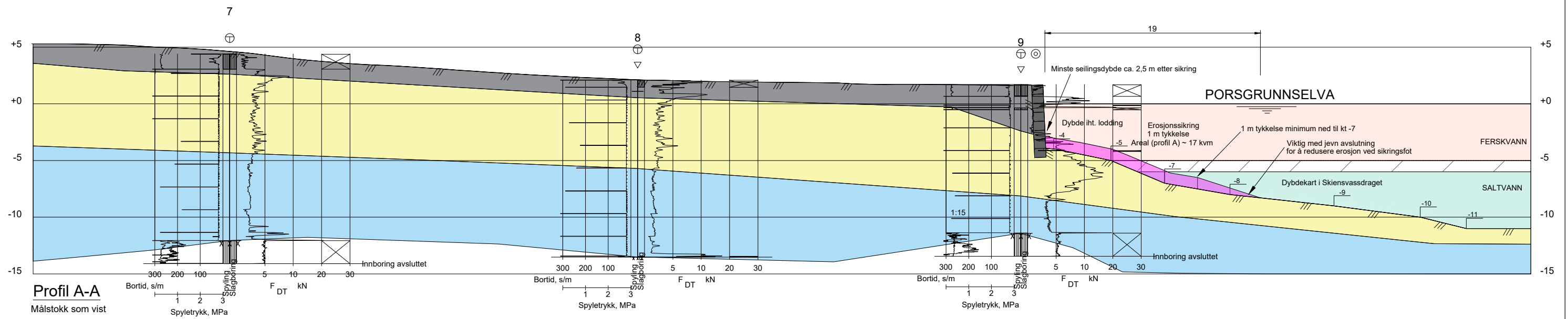
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

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

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Vestre Brygge Eiendom AS Porsgrunn. Porselensvegen 50	08.12.2021	ST	Rula
	Profil A	Målestokk 1 : 350	Originalformat A3	
		Status Tegning i notat		
		Tegningsnummer	Rev.	
	GRUNNTEKNIKK	115022-100	3	
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			

115379-101 - Profil B





TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykkssondering
- ⊕ 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, utførte loddinger
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Vestre Brygge Eiendom AS	24.01.2022	ST	Rula
	Porsgrunn. Porselensvegen 50	Målestokk 1 : 350	Originalformat A3	
	Profil A -. Skissering erosjonssikring	Status Tegning i notat		
	GRUNNTEKNIKK	Tegningsnummer 115022-102		Rev. .
	www.grunnteknikk.no Tlf.:45904500			

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
ST	05.03.2021		
Ktr.	Dato	Porsgrunn. Porselensvegen 50	115379

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)

Faktorer	Vekttall, V	Konsekvens score (0 - 3), K	Produkt (V x K)	Kommentar
Boligheter, antall	4	3	12	Tett blokkbebyggelse på nabolomt.
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg innenfor sonen.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen kjentskap til bebyggelse av verdi. Evt. kraner fra tidligere Porsgrunn MEK er utelatt.
Vei, ÅDT	2	0	0	Faresonen berører ingen veier
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Ingen toglinje innenfor sonen.
Kraftnett	1	0	0	Forutsatt bare lokalt kraftnett innenfor sonen.
Oppdemning/floam	2	2	4	Nybygg dimensjoneres mot flom. Eksisterende blokkbebyggelse vurderes å være utsatt for flom.

Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)

Faktorer	Vekttall, V	Faregrad score (0 - 3), F	Produkt (V x F)	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ingen kjente skred i området.
Skråningshøyde, meter	2	0	0	Høydeforskjell mindre enn 15 m.
OCR	2	1	2	OCR tolket som 1,5 - 2 i dybder innenfor kritiske glideflater (basert på utførte CPTU).
Poretrykk	3	0	0	Ikke målt, antar hydrostatisk i nivå med Porsgrunnselva.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	H/2 til H/4. (Leirig silt - sprøbruddmateriale)
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet 200 basert på prøveserie.
Erosjon	3	1	3	Ingen erosjon observert. Antar litt under kaikonstruksjoner.
Inngrep	3	0	0	Planlagte tiltak vil oppnå "ikke forverring" eller "liten" forbedring av stabiliteten.

Sum poeng, skadekonsekvens: 16
 Prosent av maks. poengsum, K_pct: 36 %
 Konsekvensklasse: Alvorlig

Sum poeng, faregrad: 14
 Prosent av maks. poengsum, F_pct: 27 %
 Faregradsklasse: Lav

Sum poeng, risiko (K_pct x F_pct): 976
 Risikoklasse: 3

Definerte klasser	Poeng
Konsekvensklasse mindre alvorlig	0-6
Konsekvensklasse alvorlig	7-22
Konsekvensklasse meget alvorlig	23-45
Faregradsklasse lav	0-17
Faregradsklasse middels	18-25
Faregradsklasse høy	26-51
Risikoklasse 1	0-170
Risikoklasse 2	171-630
Risikoklasse 3	631-1900
Risikoklasse 4	1901-3200
Risikoklasse 5	3201-10000

Tabell 2 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

Mindre alvorlig = 0-6 poeng

Alvorlig = 7-22 poeng

Meget alvorlig = 23-45 poeng

Tabell 1 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15 - 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk	3	> + 30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep:	3	forverring	Noe	Liten	
	-3	forbedring	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0-17 poeng

Middels faregrad = 18-25 poeng

Høy faregrad = 26-51 poeng