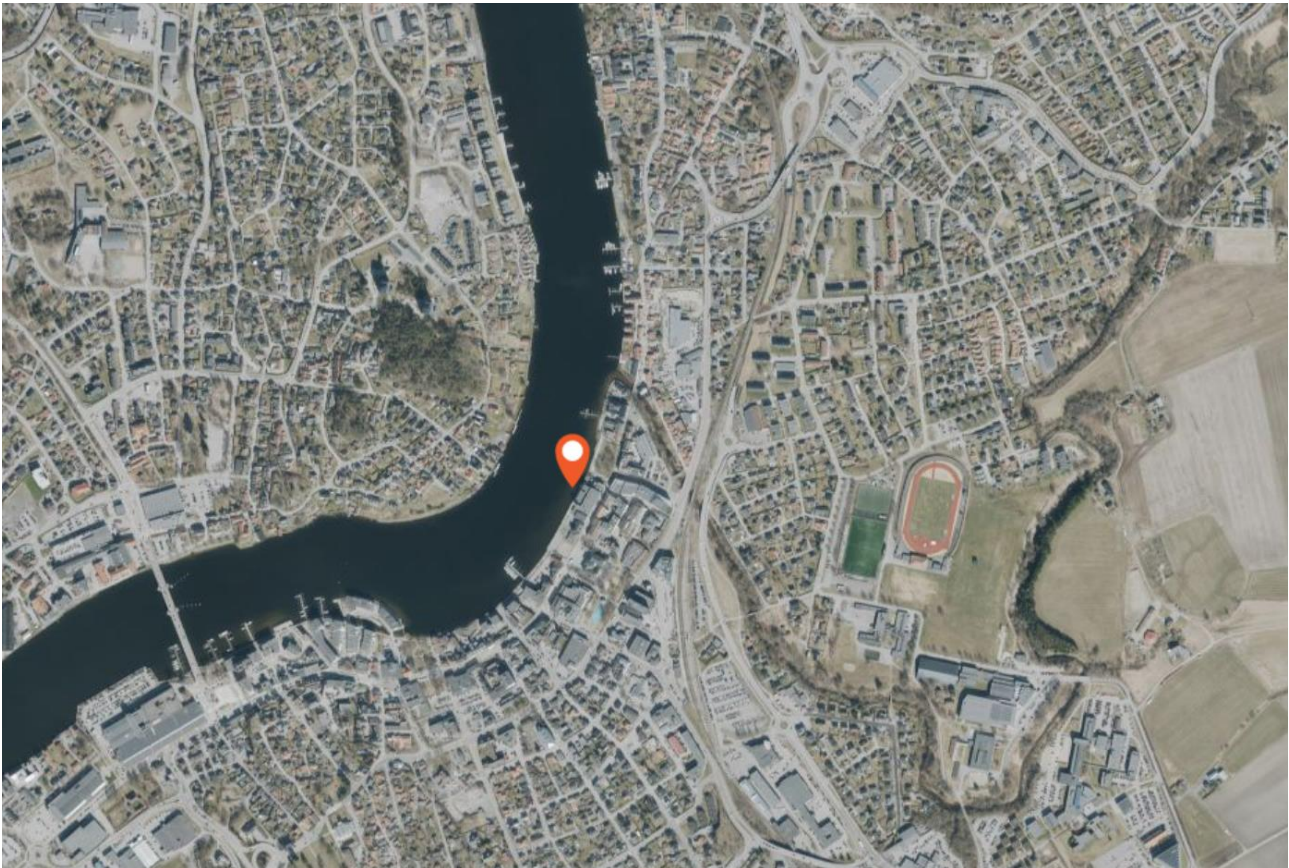


► Innledende vurdering - Østre brygge Porsgrunn

Geoteknisk notat



J01	2024-08-19	For bruk	Øyvind Kjøl/Synne Tveiten	Ingelin Gjengedal	Kai Egil Heggstad
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Grunnlag	4
2.1	Løsmasser	4
2.2	Sikkerhet mot naturpåkjenninger	5
2.3	Tidligere grunnundersøkelser	6
1)	Multiconsult - Kulturhus Østre brygge	6
2)	NGI - Sikkerhet mot leirskred, Porsgrunn kommune	8
3)	Rambøll - Datarapport fra grunnundersøkelser, Porsgrunn kommune	9
3	Stabilitetsberegninger	11
3.1	Stabilitetsberegninger	11
3.2	Kommentar til beregninger	12
4	Sikringstiltak	13
5	Oppsummering	14
6	Referanser	15

1 Innledning

I forbindelse med at Porsgrunn kommune skal lyse ut en ny pris- og designkonkurranse for østre brygge i Porsgrunn, er Norconsult Norge AS engasjert av Porsgrunn kommune til å innhente hva som finnes av geoteknisk data i området. Tiltaksområdet er vist med gult omriss i Figur 1-1.

Dette notatet vil sammenfatte eksisterende geotekniske data, og evaluere om tidligere stabilitetsberegninger og sikringstiltak oppfyller sikkerhetskravene gitt i NVE-veileder Nr. 1/2019 [1].



Figur 1-1: Det aktuelle tiltaksområdet er innenfor det gule området.

2 Grunnlag

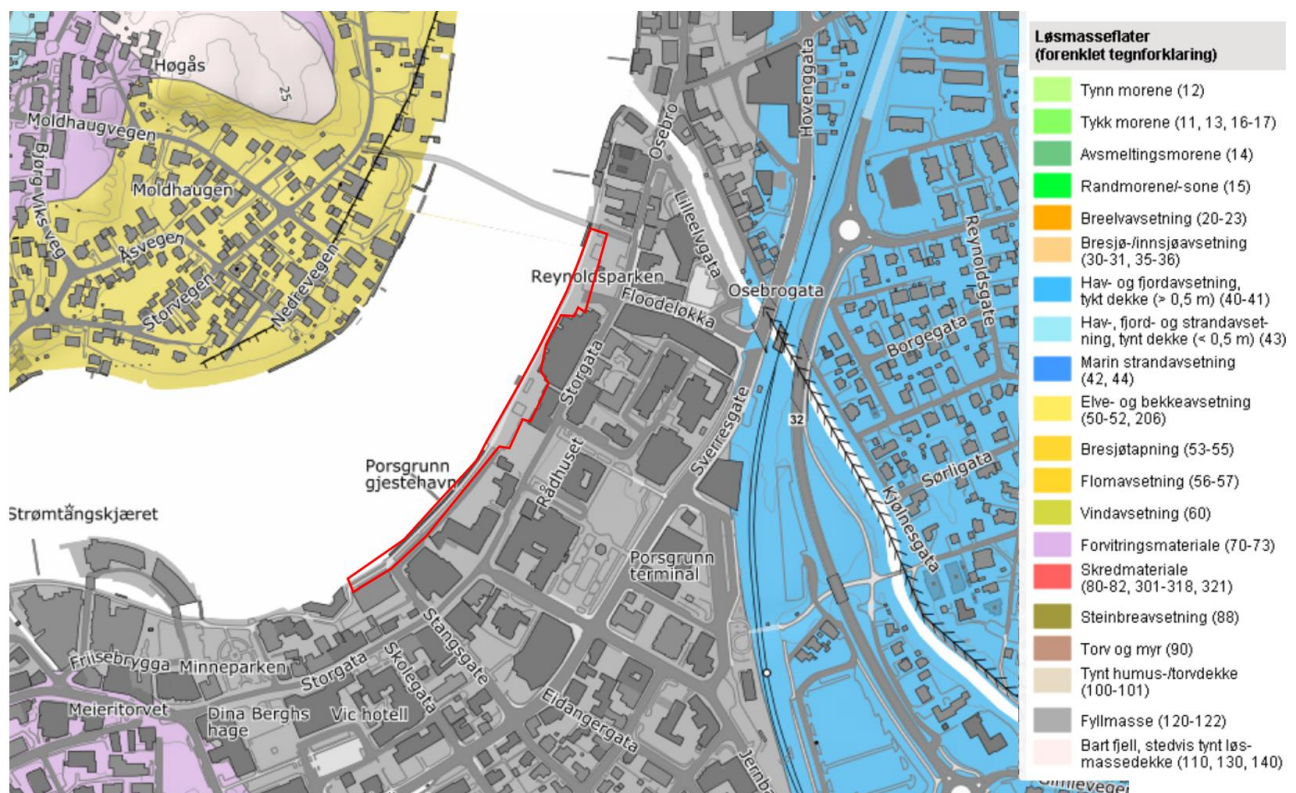
2.1 Løsmasser

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilen består av. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden, er det nødvendig med geotekniske grunnundersøkelser. Kartet gir likevel nyttig informasjon over hva man kan forvente.

I henhold til NGU sitt løsmassekart i Figur 2-1 [2], består det aktuelle tiltaksområdet av fyllmasser (grå farge). Dette er løsmasser som i hovedsak er transportert og avsatt av mennesker.

Området øst for elven består av sammenhengende hav- og fjordavsetninger, markert med blå farge i løsmassekartet. Slike løsmasser er finkornede marine avsetninger, og kan ha mektighet opp til ti-talls meter.

På vestsiden av elven består løsmassene av elve- og bekkeavsetninger, angitt med gul farge. Elve- og bekkeavsetninger er materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. Sortert sand og grus dominerer, og partiklene er ofte godt rundet. Avsetningene kan ha meget varierende mektigheter. Typiske overflateformer er elvesletter, terrasser og vifter [3].



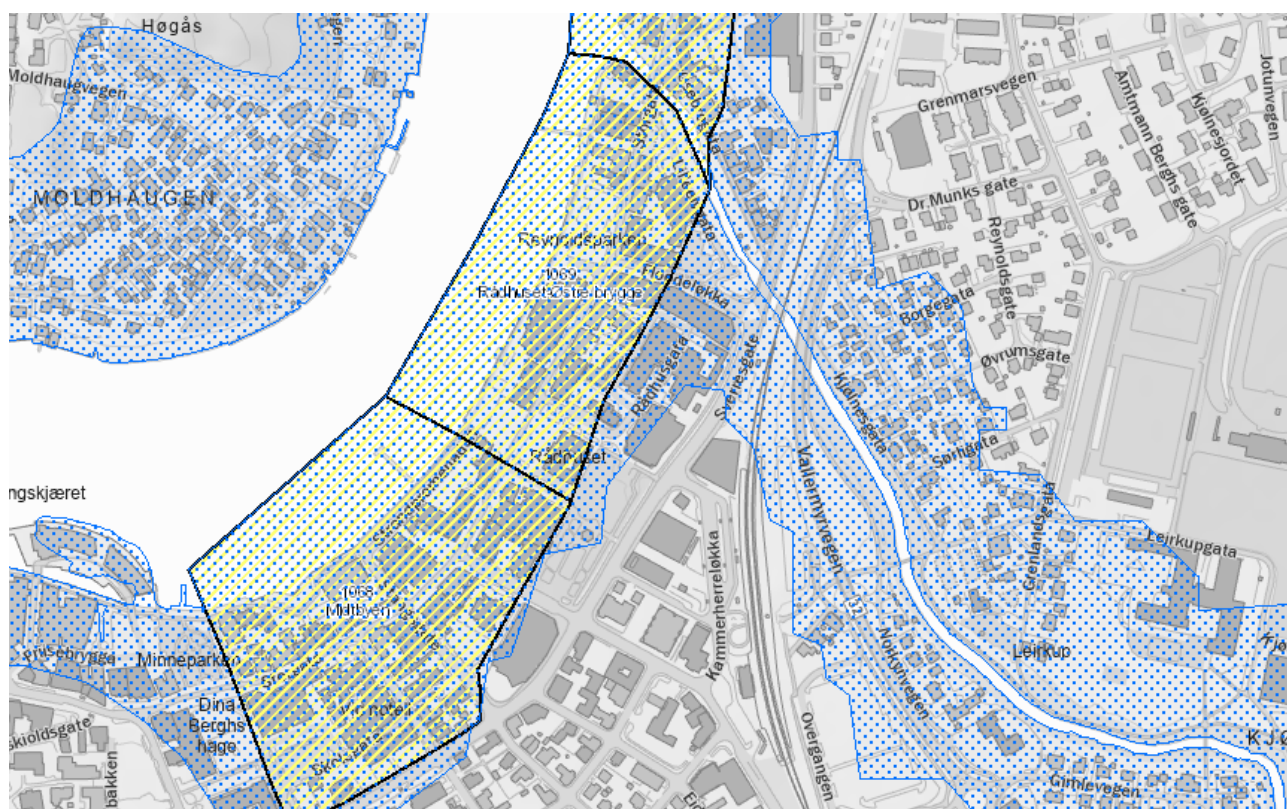
Figur 2-1: Løsmassekart fra NGU med område for planlagt brygge markert i rødt, [2].

2.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

Ifølge NVE Atlas [4] per 05.08.2024 befinner hele det aktuelle tiltaksområdet seg innenfor kvikkleiresonene 1068 Midtbyen og 1069 Rådhuset-Østre brygge, angitt med gul skravur i Figur 2-2. Informasjon om faresonene er vist i Tabell 2-1. Det blåmarkerte området i Figur 2-2 viser områder som har aktsomhet mot kvikkleireskred.

Tabell 2-1: Informasjon angående faresonene tiltaksområdet ligger i.

Sone nr	Kvikkleiresone	Areal	Rapport firma	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse	Vurderingsnivå
1068	Midtbyen	0.07 km ²	NGI	Lav	Meget alvorlig	3	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4
1069	Rådhuset-Østre brygge	0.06 km ²	NGI	Lav	Meget alvorlig	3	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor < 1,4



Figur 2-2: Kart over naturfare kvikkleire hentet fra NVE Atlas [4].

2.3 Tidligere grunnundersøkelser

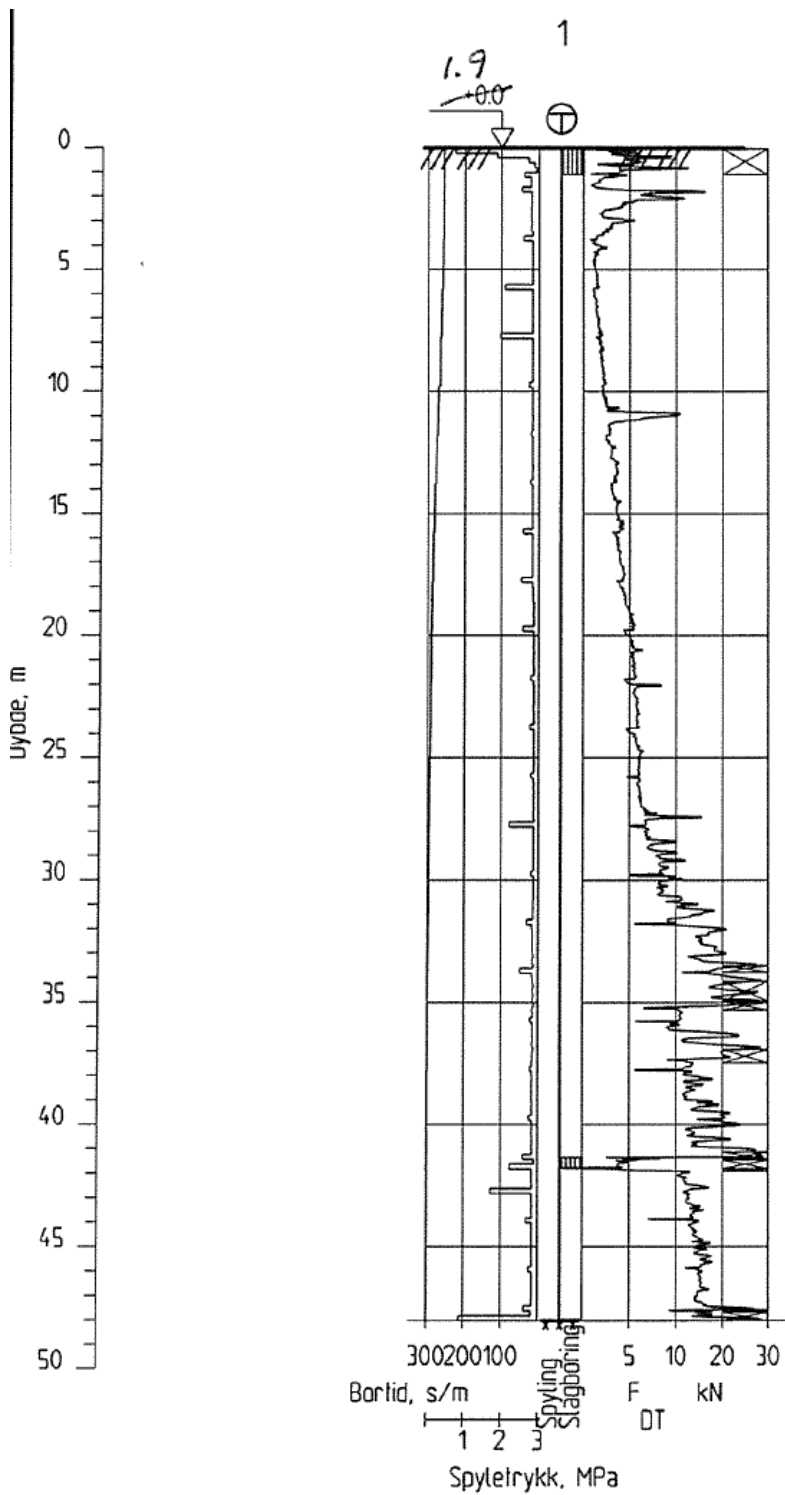
Figur 2-3 gir en oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser i området. Utklippet er hentet fra karttjenesten NADAG (nasjonal database for grunnundersøkelser) [5]. Borepunkter med relevans er beskrevet nærmere i dette notatet.



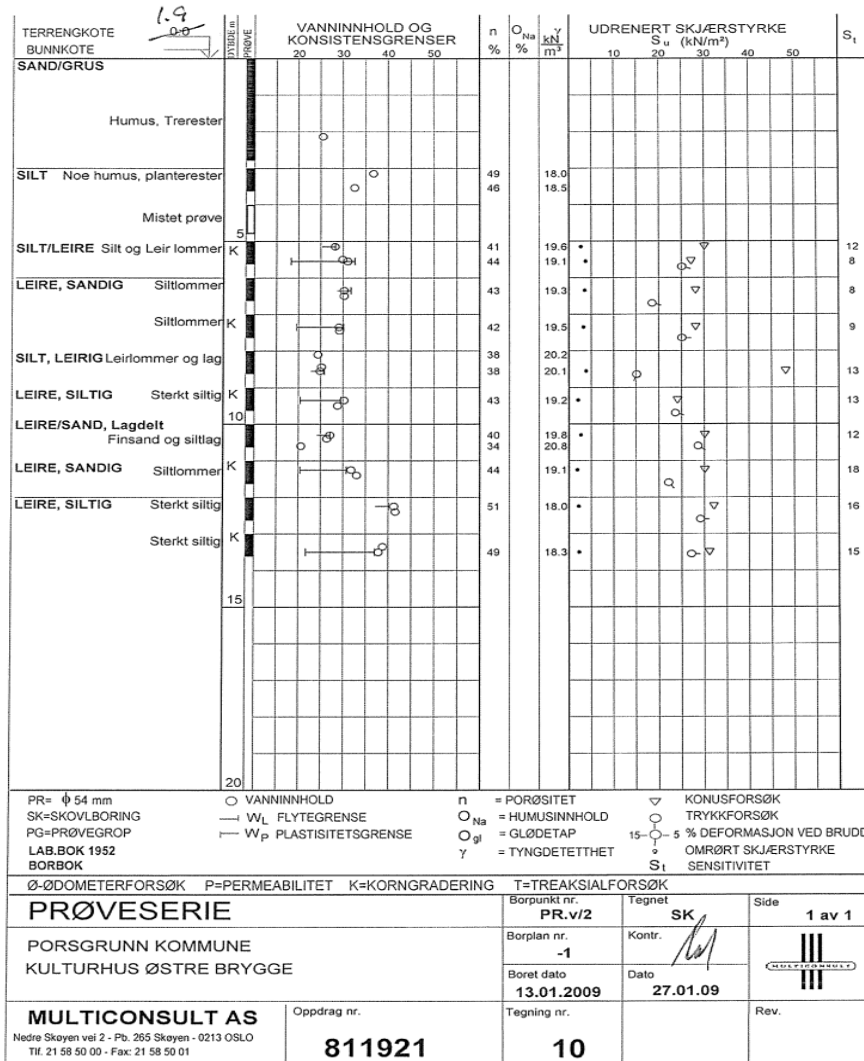
Figur 2-3 Utklipp fra NADAG som viser utførte grunnundersøkelser i området [5].

1) Multiconsult - Kulturhus Østre brygge

Multiconsult Norge AS har tidligere utført grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av kulturhus på tomteområdet Storgata 164-166 i 2009 [6]. Det ble utført 4 totalsonderinger og tatt opp en uomrørt prøveserie i byggeområdet. Multiconsult beskriver grunnforholdene som et topplag på 2-3 meter, etterfulgt av løsmasser av silt og leire med innslag av sandlag. Fjellet er påtruffet 40-50 meter under terreng. Et utklipp fra en tilfeldig utvalgt boring er vist i Figur 2-4, og Figur 2-5 viser laboratorieresultater fra prøveserie 1.



Figur 2-4: Utklipp som viser trenden av boremotstanden i boringene [6]



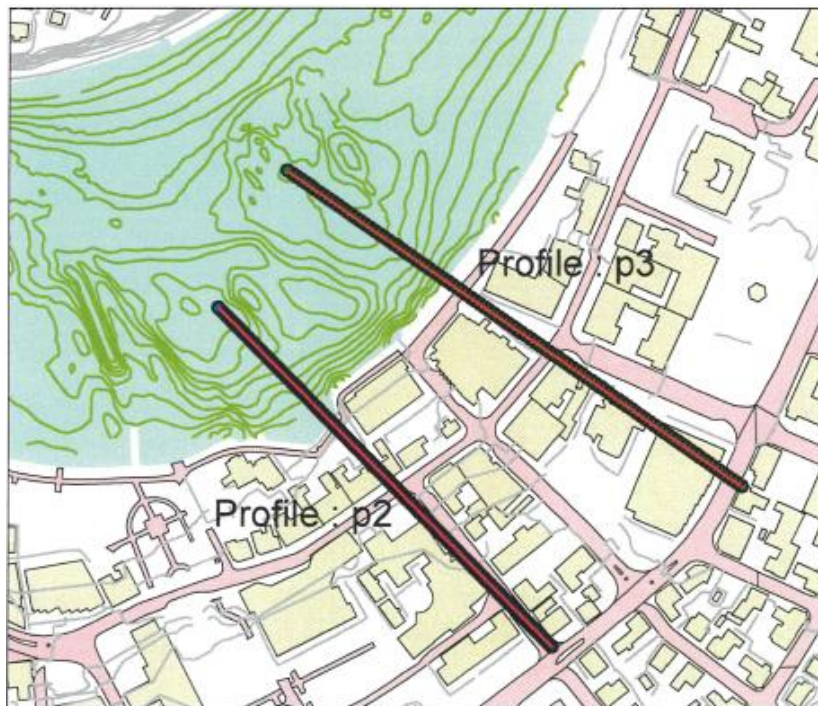
Figur 2-5: Utklipp fra prøveserie hentet fra tidligere grunnundersøkelser utført av Multiconsult [6].

2) NGI - Sikkerhet mot leirskred, Porsgrunn kommune

NGI utførte i 2007 nye grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger av Porsgrunn sentrum [7], fra Midtbyen og nordover til Lilleelva. Ifølge rapporten består grunnen vesentlig av middels til meget sensitiv silt og siltig leir. Det er også stor variasjon i dybden til faste masser og fjell, fra 14,4 meter til over 25 meter. CPTU-sonderingene indikerer vekslende lag av siltig/sandig leire, hvor svakere lag ikke kan utelukkes.

Kommentar til rapport: klassifisering av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire er utført med bakgrunn i gjeldende standard for 2007, og i rapporten [7] er det kommentert at det ikke er påtruffet kvikkleire. I henhold til dagens ISO-standard [8] ser Norconsult at verdiene av omrørt skjærstyrke i enkelte posisjoner tilsvarer sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire.

Det ble videre i rapporten utført stabilitetsvurderinger i to profiler i bryggeområdet, se Figur 2-6. Stabiliteten for kaiområdet ga sikkerhetsfaktor mellom 1,0 og 1,1.

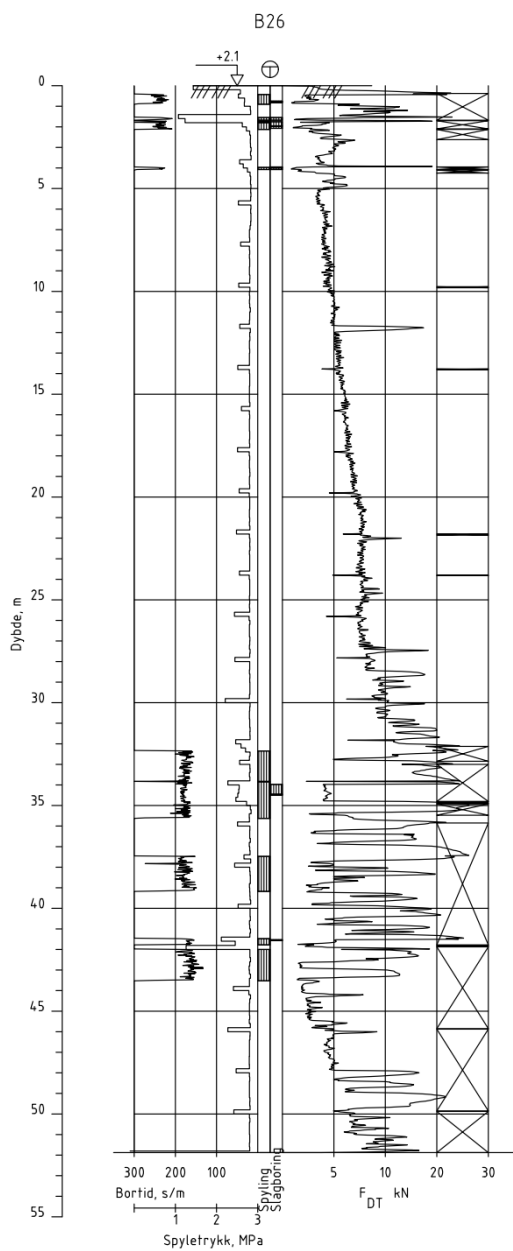


Figur 2-6: Beliggenhet av profil P2 og P3 [7].

3) Rambøll - Datarapport fra grunnundersøkelser, Porsgrunn kommune

Rambøll Norge AS utførte i 2018 grunnundersøkelser for å vurdere områdestabilitet i forbindelse med planlegging av turveg langs østsiden av Porsgrunnselva, og ny gang- og sykkelveibru [9]. Det ble gjennomført 10 totalsonderinger, 4 trykksonderinger og en prøveserie, hvorav 7 sonderinger ble utført fra flåte i elva og 3 på land. Boringene som ligger nærmest tiltaksområdet er boringene B21-B26. Et utklipp fra boring B26 er vist i Figur 2-7.

Løsmassene i området består av et topplag, etterfulgt av leire med siltlag og enkelte sandlag ned til ca. 15-20 meters dybde. Videre nedover viser økt boremotstand grovere masser ned til fjell. Det er boret til mellom 37,6 m og 57,5 m i løsmassene for punktene B21-B26.



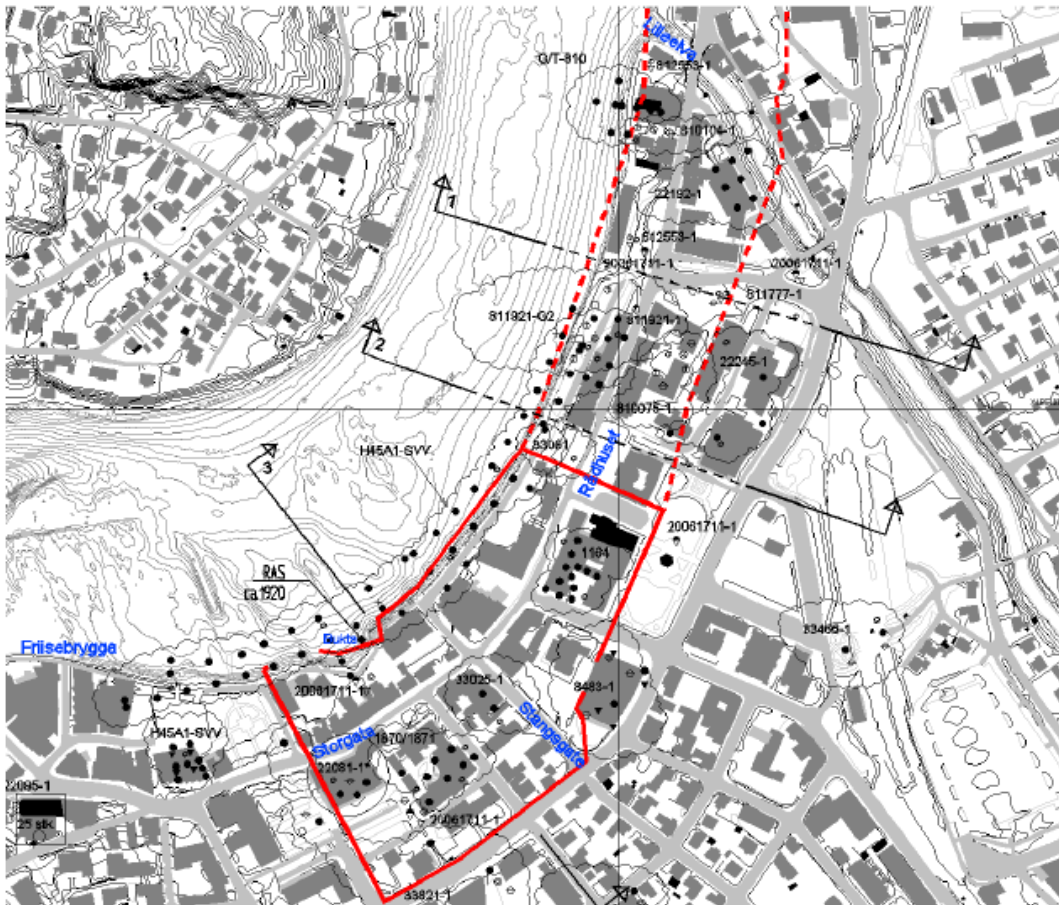
Figur 2-7: Utklipp som viser totalsonering i B26, nærmest tiltaksområdet [9].

3 Stabilitetsberegninger

3.1 Stabilitetsberegninger

Multiconsult Norge AS var i 2010 engasjert av NVE og Porsgrunn kommune for å gi geoteknisk bistand ved vurdering av stabilitetsforholdene i Porsgrunnselva [10]. Det hadde tidligere vært anbefalt motfylling som stabiliserende tiltak. Prosjektet omfattet stabilitetsvurderinger langs østre elvebredd, fra Friisebryggene i sør til nord for Lilleelva. For å vurdere behovet/størrelsen på omtalte motfylling, ble det utført supplerende grunnundersøkelser [11] i to punkter i den nordlige delen av tiltaksområdet. Løsmassene viser samme lagdeling som øvrige undersøkelser; at det under et topplag ligger finkornige materialer av antatt leire/silt med siltlommer/tynne lag med silt, før massene blir grovere.

Figur 3-1 viser plassering av beregningsprofilene 1, 2 og 3. Beregningene viser at stabiliteten er tilstrekkelig for lange glideflater (>20-30 m fra kaikanten), men det er påvist utilstrekkelig sikkerhet nærmere kaikanten. Forbedring av stabiliteten kan oppnås ved motfylling. Resultatene fra utførte beregninger med og uten motfylling er vist i Tabell 3-1.



Figur 3-1: Aktuelt område og plassering av tidligere undersøkelser [10].

Tabell 3-1: Oversikt over utførte beregninger og resultater [10].

Beregnings nr.	Beregning:	Partialfaktor ved mest kritisk glideflate (F_c og F_ϕ)	Vedlegg nr.
1	Profil 1. Udrenert, uten motfylling.	1,58	2
2	Profil 1. Drenert, 10 m fra elvekant uten motfylling.	1,90	2
3	Profil 2. Udrenert uten motfylling.	1,29	3
4	Profil 2. Drenert 10 m fra elvekan uten motfylling.	1,59	3
5	Profil 2. Udrenert med motfylling (3% forbedring) ¹ .	1,33	3
6	Profil 2. Udrenert med motfylling ($\gamma_m \geq 1,4$).	1,41	3
7	Profil 3. Udrenert, uten motfylling.	1,37	4
8	Profil 3. Drenert uten motfylling.	1,34	4
9	Profil 3. Udrenert med motfylling ($\gamma_m \geq 1,4$).	1,41	4
10	Profil 3. Drenert med samme motfylling som i beregning nr. 9	1,45	4

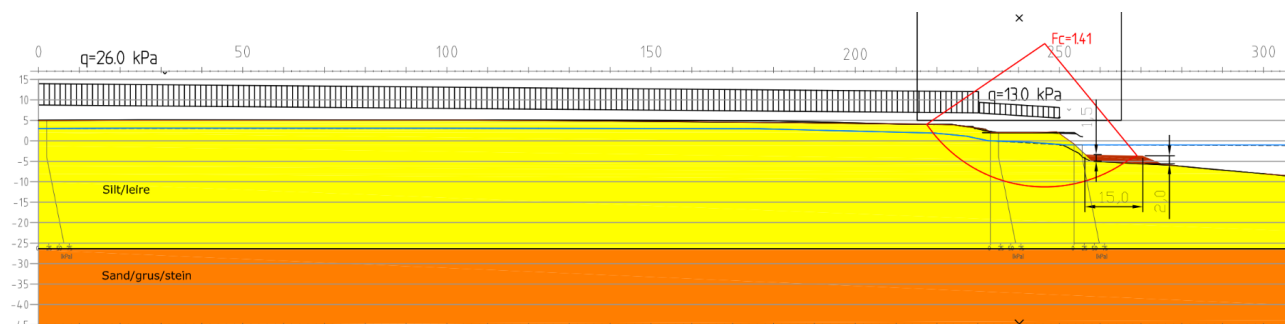
3.2 Kommentar til beregninger

Beregningene utført av Multiconsult er utført i henhold til sikkerhetskravene gitt i NVE-veileder 7/2014. Den gang var kravet at sikkerhetsfaktoren måtte være lik 1,4 eller mer. For nye tiltak med tiltakskategori K3 eller K4, vil kravet til sikkerhet i henhold til dagens veileder [1] være slik:

Hvis tiltaket forverrer 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, se kap. 5.3.3.

For tiltak som ikke forverrer 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 beregningene utført av Multiconsult [10] er det lagt inn last på 26,0 kPa (20 kPa * 1,3) i området på land, og en last på 13 kPa (10 kPa * 1,3) i kaiområdet, se Figur 3-2. Dersom nytt tiltak har større lastbilde enn dette, vil tiltaket forverre stabiliteten og det kreves sikkerhetsfaktor F_{cu} større eller lik $1,40 \cdot f_s$ (1,61). I et slikt tilfelle har ikke tidligere stabilitetsberegninger tilfredsstillende sikkerhetsfaktor, selv med motfylling.



Figur 3-2: Utklipp fra udrenert beregning i profil 2 som viser benyttede laster [10].

4 Sikringstiltak

Figur 4-1 viser at det er utført skredsikring i Porsgrunnselva, parsell Østre brygge. Norconsult har vært i kontakt med NVE for å høre om det finnes rapport på utført sikringsarbeid. Svaret fra NVE på e-post 13.08.2024 var dette:

«Beregningsprofilene med motfylling vart lagt til grunn for arbeidstegningene, og oppfylling ble utført iht. desse. Dette skulle oppfylle krava til vesentleg forbedring av stabiliteten, slik som det var prosjektert. Det er dette som er lagt til grunn ved vidare utvikling og nybygg innafør sonene.»



Figur 4-1 Utklipp fra NVE-atlas som viser utførte sikringstiltak i Porsgrunnselva [4].

5 Oppsummering

Inngrep i området bør begrenses mest mulig. Ved usikkerhet tilknyttet forverring av stabilitet, må geotekniker involveres for å utføre nye vurderinger og eventuelt stabilitetsberegninger for planlagte tiltak. Da må motfyllingens geometri og utstrekning være kjent, for at beregningene skal gi best mulig resultat. Resultatet fra de nye stabilitetsberegningene vil gi svar på kritiske forhold, og om det må utføres ytterligere sikringstiltak. Det kan også vise seg som hensiktsmessig å utføre supplerende grunnundersøkelser for å eventuelt kunne gi bedre grunnlag for å tolke materialparametere til løsmassene.

6 Referanser

- [1] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred,» NVE, 2019.
- [2] «NGU - Karttjeneste,» NGU, [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse mobil/>.
- [3] Norge Geologisk Undersøkelse - NGU, «Løsmasser - nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 10 05 2024].
- [4] «NVE Atlas,» Norges vassdrags- og energidirektorat, [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>.
- [5] NADAG, «Nasjonal database for grunnundersøkelser,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>.
- [6] Multiconsult Norge AS, «811921/1 - Kulturhus Østre Brygge, Porsgrunn,» 27.02.2009.
- [7] Norges Geotekniske Institutt, NGI, «Sikkerhet mot leirskred, Porsgrunn kommune,» 15.02.2007.
- [8] NS-EN ISO 17892-6:2017, «Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser - Laboratorieprøving av jord - Del 6: Konusprøving».
- [9] Rambøll Norge AS, «BP 19 Vestsida, Grunnundersøkelser Datarapport,» 12.06.2018.
- [10] Multiconsult Norge AS, «812553/TB-01 - Erosjon- og rassikring av Porsgrunnselva,» 29.10.2010.
- [11] Multiconsult Norge AS, «812553-1 - Erosjons- og rassikring av Porsgrunnselva, geoteknikk datarapport,» 20.09.2010.