

**Til:** Fylkesmannen i Oslo og Akershus  
**Fra:** Norconsult AS v/ Ida Nilsson og Øistein Hveding  
**Dato** 2018-11-01

## Søknad om revidert tillatelse til etablering av ny elvepromenade i Sandvika

### Omfang søknad

Viser til tillatelse fra dere vedr. tiltak i Sandvikselva i Bærum kommune, datert 14. februar 2018, sist endret 9. mai 2018 (tillatelsesnummer 2018.0242.T, saksnummer 2017/36036). Bærum kommune ønsker å søke om flere endringer av tillatelsen.

Denne søknaden om revidering av gjeldende tillatelse omfatter følgende arbeidsoperasjoner:

1. Utvidet utfylling for å kunne gjennomføre pelearbeider ved lav vannstand
2. Utvidet erosjonssikring, nye stabiliseringstiltak og fjerning av deler av fyllingen.
3. Etablering av knekkør utenfor fylling
4. Montering av betongelementer med flåte

Denne søknaden omhandler kun de miljømessige konsekvensene av de ovennevnte tingene. Risikoen for påvirkning av vannkvalitet ved spredning av partikler, forurensede sedimenter og nitrogenforbindelser er vurdert. Videre er påvirkningen på fisk i elva som en følge av overnevnte momenter, samt støy, vibrasjoner og lys fra anleggsarbeidene risikovurdert (se oppsummering for mulig effekt på fisk i siste kapittel). Økt flomrisiko som følge av utfyllingen er også vurdert. For øvrige forhold (energi, kjemikalier m.m.) så henvises det til tidligere søknader og krav i tillatelsen.

### Utvidet fylling

Tillatelsen for tiltaket omfatter utfylling av 400 m<sup>3</sup> med steinmasser i Sandvikselva for etableringen av elvepromenaden. Grunnet lav vannstand i elven var det ikke mulig å etablere peler for brygga fra flåte som opprinnelig planlagt og derfor ble det i løpet av sommeren (medio mai – medio juni) fylt ut 7500 m<sup>3</sup> for å kunne gjennomføre pelingen gjennom denne fyllingen. Det søkes om tillatelse til å etablere denne utvidede fyllingen basert på nedenstående vurderinger.

#### *Vann og sedimenter*

Risikoen for forringelse av vannkvaliteten som følge av spredning av partikler og nitrogen fra tilførte masser, samt mobilisering av miljøgifter fra sedimenter er vurdert ved følgende arbeidsoperasjoner knyttet til den utvidede utfyllingen og pelingen gjennom denne:

- Spredning av nitrogen og partikler ved vasking av stein ved elvebredden før utfylling.
- Spredning av partikler og miljøgifter i sedimenter ved utfylling
- Spredning av partikler og forurensninger i sedimenter ved etablering av foringsrør i forbindelse med peling gjennom fyllingen
- Spredning av gysemasse (sement) i forbindelse med montering av stålkjernepeler i foringsrør

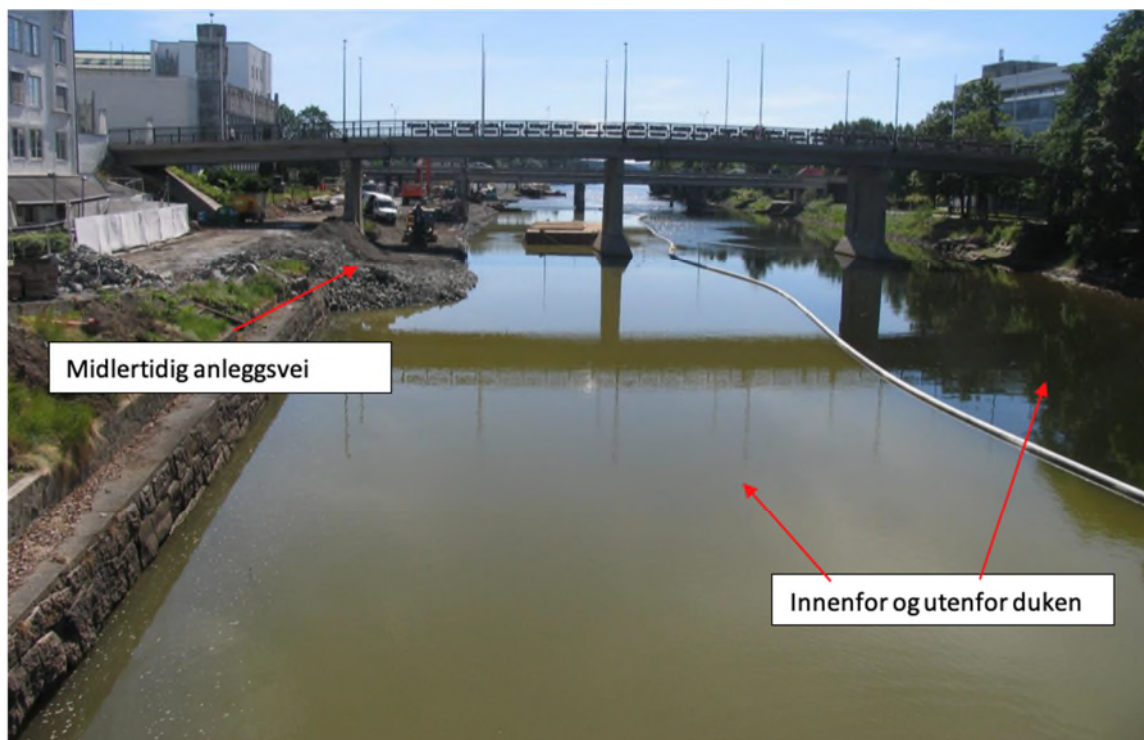
### Vasking av sprengstein

Det er i tillatelsen stilt krav om vasking av steinmassene før utfylling i elven. Massene ble vasket ved elvebredden med avrenning til elv. Det antas at dette har medført partikkelspredning og avrenning med forhøyde konsentrasjoner av nitrogenforbindelser. Avrenningen fra vaskingen ble ført til elva innenfor siltgarden som er etablert langs hele fyllingen, og denne antas å ha hindret partikkelspredning til resten av elven. Dette er dokumentert ved målinger av vannkvalitet som ble utført i anleggsperioden (se tabell 1). Ved økende turbiditet innenfor siltgarden ble det utført enkelte målinger nedstrøms tiltaksområdet utenfor siltgarden. Målingene er utført i ferskvannslaget (det er ikke påvist saltvann). Turbiditet utenfor siltgarden er lav og under grenseverdien på 5 NTU i tillatelsen selv om målingen innenfor øker til hhv. 30 og 10 NTU. Datagrunnlaget er imidlertid noe mangelfullt (få prøver er tatt utenfor siltgarden).

Videre ble det gjennomført en befarings av NERAS 6. juni 2018 (notat NERAS 2018). Observasjoner fra befarings viser at det foregikk en partikkelspredning til elven fra arbeidene, men at siltgarden fungerte bra og at turbiditeten i «vandringskorridoren» utenfor siltgarden var lav (figur 1). Dette tilsier at det har vært lite spredning av partikler utenfor siltgarden.

Tabell 1. Resultater fra vannovervåking i Sandvikselva.

Vannprøver innenfor siltgardin						KONTROLLPRØVE UTENFOR SILTGARDIN					
Avlest dato	Område (pelenr.)	Turbiditet (NTU)	TDC (EC) (ppt)	PH	C°	Avlest dato	område sørlig/nordlig	Turb. (NTU)	TDC (EC) (ppt)	pH	C°
15.05.2018	380	13,91	0,81	6,2	20,3	06.06.2018	sør	1,71	4,43	7,07	19,9
16.05.2018	400	16,47	1,14	7,35	20,1	27.06.2018	sør	2,89	7,53	8,1	27
18.05.2018											
22.05.2018											
23.05.2018	400	4,38	1,16	8	19,7						
24.05.2018	11	5,67	1,18	7,9	19,8						
25.05.2018	11	4,46	1,15	7,8	20,1						
28.05.2018	400	6,98	1,2	8,28	23,7						
29.05.2018	11	5,67	0,82	8,27	24,3						
30.05.2018	11	8,68	5,34	7,94	23						
31.05.2018	11	8,91	5,25	7,63	24						
01.06.2018	11	9,31	5,38	7,42	23,8						
04.06.2018	11	10,4	4,39	7,1	22						
05.06.2018	11	14,78	8,2	7,3	21						
06.06.2018	600	29,5	4,39	7,8	20						
07.06.2018	400	14,2	8,45	7,45	22						
08.06.2018											
11.06.2018											
12.06.2018											
13.06.2018	613	8,35	18,12	8,45	20,5						
14.06.2018											
15.06.2018											
18.06.2018	400	13,7	11,36	8,3	17						
19.06.2018											
20.06.2018											
21.06.2018											
22.06.2018	530	17,7	19,06	7,57	17,9						
25.06.2018	170	4,9	10,23	8,36	20						
26.06.2018	517	6,01	16,83	7,36	25,3						
27.06.2018	300	8,28	12,62	8,4	24						
28.06.2018											
29.06.2018											
								Saltvann:	3,5E+09 ppt		(ca 35 g/l)



**Figur 1.** Foto fra befaring av NERAS 6. juni 2018.

Siltgardinen vil ikke forhindre spredning av nitrogen da nitrogen er lettløselig i vann og dermed følger vannfasen igjennom siltgardinen. Fyllmassene som ble brukt er kalkstein fra en utsprengt tomt på Røa. Dagsprengt stein inneholder mindre mengde nitrogen og mindre finstoff sammenlignet med tunnelsprengt stein og utgjør dermed en mindre risiko ved utfylling i elven.

Det er gjennomført en beregning på konsentrasjonene av total-nitrogen i elven grunnet utfyllingen (se beregninger i vedlegg A). Denne viser at teoretisk beregnet økning av nitrogenkonsentrasjon i elven i den perioden som utfyllingen pågikk, var 0,1 mg/l. Det er da forutsatt at alt nitrogen knyttet til uomsatt sprengstoff på steinen løses ut i vannfasen umiddelbart. Dette er en konservativ antakelse. Konsentrasjonene er beregnet basert på lav vannføring i elven. Dette stemmer sannsynligvis relativt godt med den vannføring som var i utfyllingsperioden. Ved høyere vannføring vil nitrogen fra steinen fortynnes mer og de økte konsentrasjonene bli lavere (0,005 mg/l ved middelvannføring). Økningen av nitrogenforbindelser i elven grunnet utfyllingen antas derfor å ha vært lav og risikoen for at dette kan ha medført negative konsekvenser anses som liten.

#### Utfylling av sprengsteinsmasser

Utfyllingen ble gjennomført i en periode med lite nedbør og lav vannføring.

Som det fremgår ovenfor antas mye av nitrogenforbindelsene og finstoffet ha blitt vasket av steinmassene før utfyllingen og derfor er ikke dette vurdert videre i dette kapittelet.

Det er analysert fire sedimentprøver fra elven i forbindelse med dette prosjektet (prøvetatt av NGI med grabb 29 mai 2018). Disse viser at toppsedimentene inneholder miljøgifter tilsvarende tilstandsklasse III-IV for PAH og metaller i tilstandsklasse 1-2. Det må forventes at tilgrensende områder inneholder tilsvarende mengde miljøgifter. I nedstrøms områder forventes forurensningsgraden å øke som følge av økt båttrafikk og bruk av kaianlegg (ref. tidligere undersøkelser ved og syd for Rigmorkaia). Det antas å ha foregått en oppvirvling av forurensete sedimenter ved utfyllingen, men spredning av miljøgifter som følge av utfylling anses å ha en liten negativ effekt på vannkvaliteten i elven ettersom

tilgrensende og nedstrøms områder har tilsvarende eller høyere innhold av miljøgifter. De påviste miljøgiftene antas i stor grad å være partikkelbundne og det antas dermed at de blir holdt igjen bak siltgardinen.

#### Risiko i forbindelse med peling gjennom fyllingen

Det er etablert peler i to-tre rekker gjennom fyllingen som er anlagt (unntatt 25 peler som gjenstår i ytre rekke). Ved pelingen bores og etableres foringsrør først gjennom fyllingen og deretter monteres pelene inni foringsrørene og støpes fast. Risikoen for spredning av partikler og miljøgifter i forbindelse med pelingen er vurdert.

Det foreligger en risiko for spredning av partikler ved boring gjennom fyllmassene, bunnsedimenter under fyllingen og ned i fjell (3 m). Det antas at det kun er sedimentlaget som er forurenset og boring gjennom dette utgjør dermed størst risiko i forhold til spredning til elven. Sedimentanalyser av overflatesedimenter i/ved anleggsområdet tilsier at sedimentene har tilstandsklasse II-IV i henhold til grenseverdier i M-608 (vedlegg B). Forurensningen er i stor grad bundet til partikler. Det er usikkerhet knyttet til dypereliggende sedimenter innhold av miljøgifter. Boring gjennom forurenset sediment har medført at disse spres på toppen av steinfyllingen og det foreligger en risiko for at slammet vaskes ned i denne. Partikkelutslipp fra hver enkelt av boringene skjer imidlertid innenfor et lite avgrenset område som er skjermet fra elva med infiltrasjon gjennom fylling samt at partiklene blir holdt tilbake med siltgardinen.

Det er tatt 4 blandprøver av det samlede slammet som kommer opp ved pelingen for å kunne vurdere avfallshåndteringen av dette. Resultater er vist i vedlegg C. To av prøvene var rene mens de andre to var så vidt forurenset over normverdiene av krom og nikkel. Dette betyr at disse massene må fjernes separat og leveres til godkjent mottak. Disse analysene sier også noe om at det samlede slammet som kommer opp ved peling utgjør en relativt liten risiko i forhold til spredning av miljøgifter.

Det foreligger også en risiko for at slammet som ligger rundt pelene på fyllingen kan vaskes ned i elva ved springflo eller kraftig nedbør. Under en ekstremnedbør- og flomsituasjon vil turbiditeten i elva naturlig øke. Når siltgardinen fungerer er det lite sannsynlig at mobilisering av partikler fra anleggsområdet medfører vedvarende utslipp utover naturlig variasjon i turbiditet. Dersom siltgardinen skades grunnet flom vil utslipp av partikler øke. Omfang av dette er vanskelig å forutsi. For å minimalisere risikoen for spredning av slammet er det en fordel at slammet fjernes fortløpende etter etablering av foringsrørene. Det vil også være vesentlig at siltgardinen kontrolleres jevnlig for å sikre at den har optimal funksjon.

Videre er miljørisiko ved gysing av stålpele i de etablerte foringsrørene gjennom fyllingen vurdert. Ved gysingen av stålpele vil vann fortrenses og komme opp fra foringsrørene. På slutten vil også noe av den sementbaserte gysemasse (anslagsvis ca. 2 liter per pel) kunne komme opp fra foringsrøret. Det vil foreligge en risiko for at gysemassen spres til elven ved denne operasjonen. For å forhindre dette er det nå etablert rutiner for at gysemassen som kommer opp fra foringsrørene føres inn og slippes ut innerst på fyllingen (nærmest elvebredden). Sementen herder fort og det antas at denne herdeprosessen da vil foregå i et begrenset område øverst i fyllingen, lengst mulig unna elven. Når sementen har herdet vil det ikke foreligge risiko for avrenning til elven. Som et ekstra sikringstiltak vil entreprenøren følge med på evt. blakking av elven ved gysingen av pelene. Dette kan være et tegn på at gysemassen har en spredning til elven. Dersom spredning avdekkes må gysemassen samles opp og leveres til eksternt mottak.

Ved høy vannstand i elven vil fyllingen kunne bli oversvømt og det vil da foreligge en høyere risiko for spredning av gysemasse. Gysing av peler bør derfor ikke foregå når fyllingen står under vann. Dette er spesielt viktig i perioden frem til 15. november ift. fiskevandring, om arbeidet må utføres før det.

Dersom ovenstående risikoreduserende tiltak gjennomføres anses spredningsrisikoen i forbindelse med peling gjennom fyllingen å være akseptabel. Videre anser Norconsult at peling gjennom fylling vil

medføre betydelig mindre risiko sammenlignet med peling fra flåte som opprinnelig planlagt. Fyllingen fungerer som en ekstra barriere for spredning til elven.

Det vil ikke bli behov for separat søknad om gjennomføring av resterende pelearbeider før fiskevandingsperioden, da dette arbeidet skal gjennomføres etter den 15. november.

## *Fisk*

### Tiltaksområdets verdi for fisk

Influensområdet for tiltaket er ikke vurdert som et egnet gyteområde for fisk, men strekningen kan imidlertid ha verdi som område for oppvekst og næringsøk for fisk (både permanent, og i deler av året under fiskevandringen). Strekningen er vurdert til å kun ha en funksjon som transportetappe til mer egnede funksjonsområder for anadrom fisk høyere oppe i vassdraget.

Utfyllingen ble gjennomført fra midten av mai til midten av juni i 2018, og unngikk dermed trolig starten av fiskeoppvandringen i Sandvikselva, som i hovedsak skjer i tidsperioden ultimo juli til begynnelsen av november i dette vassdraget. Grunnet svært lite nedbør sommeren 2018, startet oppvandringen trolig noe senere enn normalt i år.

På bakgrunn av observasjoner og erfaringer med vassdraget, vurderer Norconsult at anadrom fiskevandring ble avsluttet i Sandvikselva allerede i slutten av oktober.

### Partikkelfrigjøring og oppvirvling av bunnsedimenter

Arbeidet med etableringen av den midlertidige fyllingen vil ha medført partikkelfrigjøring og mulig oppvirvling av forurensede bunnsedimenter. Dette kan føre til midlertidig nedslamming og redusert vannkvalitet nedstrøms tiltaksområdet for elvepromenaden. Omfanget av partikkelforurensningen, og dens potensielle effekt på fisk og biologiske prosesser, er avhengig av tid på året i forhold til sårbare biologiske prosesser, elvas vannføring, mengde og frekvens på utfylling (tidsperiode), partikkeltype (naturlige partikler/ skarpe kanter, avhengig av type stein i massene), og evt. tiltak som iverksettes under selve utfyllingen for å rense eller begrense partikkelfrigjøringen (f.eks. slitgardiner o.l.).

Fisk kan i utgangspunktet i korte perioder tåle høye nivåer av normale, avrundede, partikler i vannet, og vil være naturlig utsatt for dette periodevis gjennom året ved mye nedbør/flom/snøsmelting med påfølgende erodering og avrenning til elver. Partiklene fra sprengsteinutfyllingen i Sandvikselva forventes imidlertid å bestå av noe mer skarpe og til dels nålformede partikler, og har derfor et noe større skadepotensial enn naturlige jord- og steinpartikler. Svært høye kroniske (vedvarende) partikkelnivå i vannsøylen kan i utgangspunktet føre til negativ påvirkning av fisk og andre ferskvannsorganismer. Over tid kan det medføre tilslamming av gyte- og oppvekstområder, samt nedsatt biologisk produksjon pga. dårlig sikt ( redusert fiskevandring).

Partikkelfrigjøring har i hovedsak en akutt effekt på fisk, og effekten reduseres raskt ved kortvarige inngrep og ved bruk av partikkelreducerende tiltak. Beregninger fra tilsvarende tiltak i sjø, viser at det er kun lokalt i umiddelbar nærhet til selve utfyllingen, at konsentrasjonen av partikler i vannsøylen kan bli så høy at den kan være skadelig for fisk. Fisk vil unngå seg av partikler i de mest forurensede områdene under selve anleggsarbeidet, og umiddelbart trekke ut i mindre påvirkete vannmasser.

Som beskrevet i tidligere vurderinger i dette prosjektet, er målinger som er gjennomført av turbiditet på utsiden av slitgardinen lavere enn grenseverdien som er satt basert på påvirkning på fisk i tillatelsen. Dermed antas derfor at effekten av slitgardinen er såpass god at påvirkningen på fisk fra de omsøkte arbeidene er liten.

Partikkelutslipp generert fra etablering av peler gjennom fyllingen vil skje innenfor et lite avgrenset område som er skjermet fra elva med infiltrasjon gjennom fylling. I tillegg er mulig forurensning i bunnsedimentet i influensområdet hovedsakelig bundet til partikler som blir holdt tilbake med siltgardinen underveis i gjennomføringen av pelearbeidet. Dermed anses pelearbeidene ikke å medføre vesentlige negative konsekvenser på fisk.

#### Støy, vibrasjoner og lys

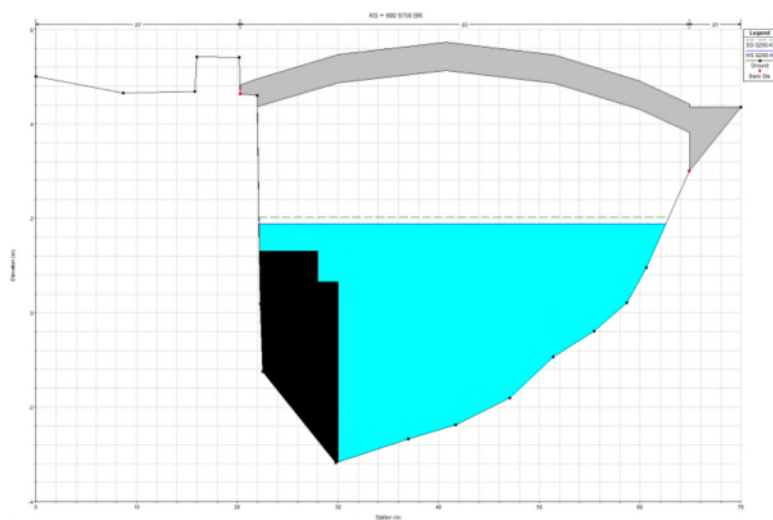
Støy, vibrasjoner og lys fra anleggsarbeidene kan generelt forstyrre fiskevandring og fisk som oppholder seg i området. Imidlertid vil påvirkningen være akseptabel dersom anleggsarbeidene kun foregår på dagtid og fisken dermed uforstyrret kan vandre opp og ned elva om natten. Oppvandring av anadrom fisk er vurdert som avsluttet i vassdraget nå (2. november), og konsekvensen av støy og vibrasjoner fra gjenstående aktiviteter som pelearbeid, montering av betongelementer og knekkkrør, utvidelse og fjerning av fylling, ansees derfor som minimale for fisk.

#### Forurensning grunnet anleggsvirksomhet i elva

I forbindelse med anleggsaktiviteter i og ved Sandvikselva, kan det oppstå mindre utslippshull med anleggsmaskiner og kjøretøy. Dette kan medføre mindre lekkasje og utlekking av olje i elva, som igjen kan medføre negativ påvirkning på fisk. Det er derfor viktig at beredskapsplan for akutt forurensning, inkludert absorpsjonsmaterieell o.l., er oppdatert og klart til bruk enhver tid, og at alle som arbeider i elva er kjent med plan og utstyr.

#### Flomfare

NVE har utført korrigeret flomberegning ved 200-års flom hvor elvepromenaden er antatt å være fast land (NVE 2017, se vedlegg D). Geometrien til promenaden som NVE har lagt til grunn i sine modelleringer skiller seg noe fra den til fyllingen som nå er lagt ut men volumet er tilnærmet likt (se figur 3). NVE har beregnet at endringen i hydraulisk profil, som følge av utfyllingen, medførte at modellert flomvannstand økte med anslagsvis på 1-2 cm. NVE anser at dette er en ubetydelig endring i flomforholdene. Sandvikselva har en lavvannsføring på anslagsvis 1 l/s km<sup>2</sup>, middelvannføring på 20 l/s km<sup>2</sup> og 200-års flom på opp mot 200 l/s km<sup>2</sup>. Vannføring er da beregnet ved E18 brua (ref. «[nve.nevina.no](http://nve.nevina.no)»)



Figur 3. Tverrprofil i nedre del av Sandvikselva med elvepromenade.

## Utvidet erosjonssikring, nye stabiliseringstiltak og fjerning av deler av fyllingen

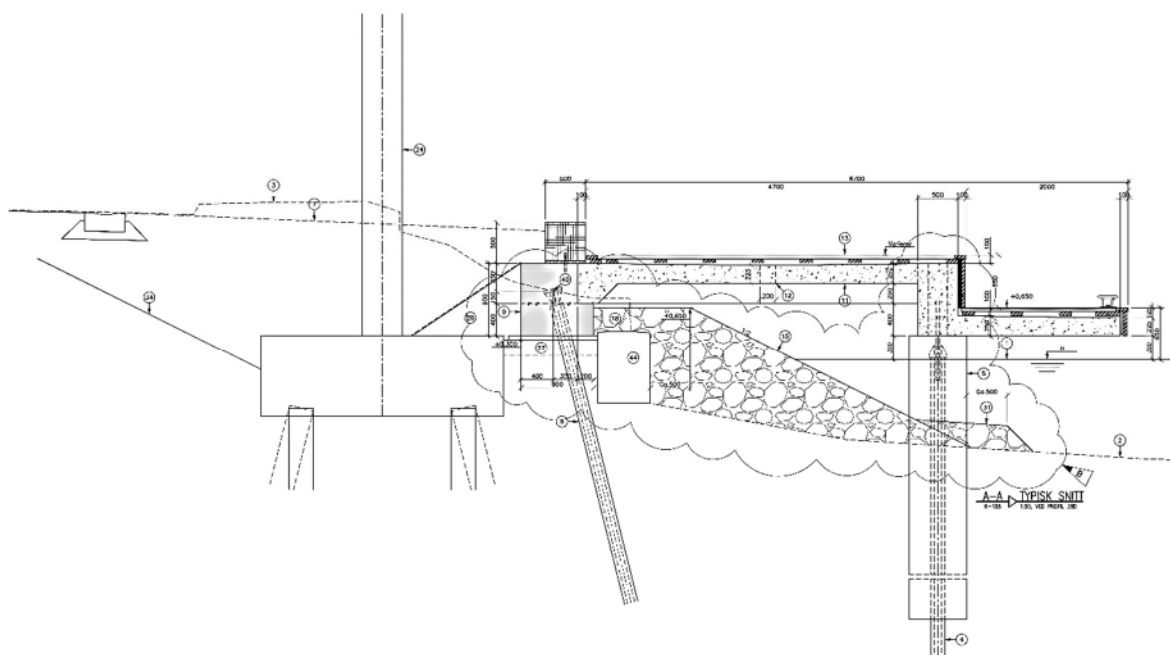
Det søkes om å endre metode for erosjonssikring og stabiliseringstiltak iht. nedenstående vurderinger. Det er ønskelig å la deler av den midlertidige fyllingen ligge til disse formålene. Øvrige masser fjernes. Det søkes videre om å etablere to kortere støttemurer i hver ende av tiltaksområdet.

### Geotekniske vurderinger

Noe av massene som er fylt ut i elven vil bli liggende som støttefylling, erosjonssikring og som deler av bryggekonstruksjonen. Geotekniske beregninger og vurderinger utført av Løvlien Georåd AS legges til grunn når massebehov for disse funksjonene vurderes. Relevante geotekniske notater er vist i vedlegg E. En samlet vurdering vil være at anslagsvis halvparten av utfylt masse (ca. 3200 m<sup>3</sup>) må anvendes til konstruksjoner/støttefylling/erosjonssikring for promenadebrygga. Dette er mer enn først antatt. Begrunnelsen for dette er følgende:

1. For den nordligste delen av prosjektet må det etableres en permanent støttefylling for å sikre tilfredsstillende stabilitet. Ved befaring etter demontering av bryggekonstruksjon ble det oppdaget erosjonsskader på eksisterende støttemur på dette strekket noe som gjorde at omprosjektering var nødvendig. Støttefyllingen vil også fungere som en sikring mot videre erodering her.
2. Langs deler av strekket var det i utgangspunktet tenkt etablert ny støttemur, men dette er nå endret og det er valgt å etablere erosjonssikring med samfengte masser istedenfor. Dette for å unngå en større utgraving i elva.
3. Der hvor eksisterende støttemur beholdes vil det også etableres en mindre erosjonssikring med samfengte masser for å sikre støttemuren mot undergraving og erosjon.

Et typisk snitt av bryggekonstruksjonen er vist i figur 2.



**Figur 2.** Typisk snitt av bryggekonstruksjonen.



De prosjekterte støttemurene som er omtalt ovenfor i sør- respektive nordenden av tiltaksområdet vil etableres ved å grave ut masser i elven i et mindre område for å kunne støpe fundamentene til murene. Deretter etableres muren oppå fundamentet og en erosjonssikring av steinmasser legges på utsiden. Støttemuren i sør er 25-30 m lang og 45 m i nord. Den midlertidige fyllingen dekker ikke disse områdene.

### *Vann og sedimenter*

Ved fjerning av fyllmasser etter gjennomført arbeid vil kontakten med bunnsedimenter i elva bli minimal, da de dypeste lagene av utlagte steinmasser blir liggende. Det er kun i den ytterste delen av fyllingen hvor størst mengde steinmasser skal fjernes som man vil kunne komme i berøring med sedimentene ved gravingen. Det vil ved graving i dette området kunne virvles opp forurensede sedimenter. Det samme vil også gjelde ved fjerning av noen masser for å etablere fundament for de to kortere støttemurene i endene på tiltaksområdet. Som vurdert ovenfor vil partiklene sannsynligvis ikke spre seg nevneverdig utenfor siltgarden. Dette må dokumenteres ved gjennomføring av utarbeidet overvåkingsprogram. Dersom grenseverdier ikke overholdes må arbeidene stoppes midlertidig. Det vil også være viktig at fjerningen av fyllingen ikke gjennomføres i fiskevandningsperioden da dette medfører en økt risiko for forringelse av vannkvaliteten og påvirkning på fisk. Dette er videre diskutert nedenfor.

Fjerning av selve steinmassene vil også kunne medføre noe oppvirvling av finere steinpartikler fra fyllmassene, men dette har sannsynligvis mindre omfang siden fyllmassene er vasket før utfylling.

Borkaks/slam fra pelingen som ligger rundt pelene må håndteres separat, iht. beskrivelse ovenfor. Spredningshindrende tiltak og kontroll følger samme regime som for tidligere arbeid.

Et alternativ til å benytte seg av masser fra den midlertidige fyllingen som stabiliseringstiltak langs mesteparten av tiltaksområdet er å etablere en ny støttemur langs hele tiltaksområdet. Dette vil medføre betydelig større risiko for oppvirvling av partikler og forurensede sedimenter i forbindelse med fjerning av steinmassene i fyllingen ned til sedimentene. I tillegg må det graves ut en del sedimenter for å kunne fundamenterer støttemuren, noe som også vil medføre potensiell spredning av sedimenter. Norconsult mener derfor at de foreslåtte tiltakene med å la deler av den midlertidige fyllingen ligge som stabiliseringstiltak og erosjonssikring er en bedre miljømessig løsning enn å etablere støttemur langs elvepromenaden. Se også vurderinger i forhold til fisk som er beskrevet nedenfor.

### *Avfallshåndtering*

For å vurdere avfallshåndteringen av de steinmasser som fjernes fra fyllingen etter at pelearbeidene er gjennomført har NGL tatt prøver av massene fra fyllingen (se vedlegg F). Analyseresultatene viser at alle stoffer er under normverdiene unntatt for krom hvor normverdien er overskredet noe. I følge vurderinger som er utført av NGL av stein fra fyllingen antas dette å være naturlig forekommende i denne bergarten (kalkstein/kalkrik skifer) og massene anses å være rene. Massene kan dermed leveres til massetipp for rene masser eller gjenbrukes til nyttig formål i tråd med forurensningsloven § 27 og 32. Ved akutte utslipp av eksempelvis hydraulikkolje eller diesel må disse massene fjernes umiddelbart og håndteres separat. Massene prøvetas og leveres til deponi for forurensede masser. Valg av deponi baserer seg på resultater fra prøvene.

Masser som har betydelig innblanding av sedimenter må håndteres separat. Som beskrevet ovenfor er det tatt prøver av overflatesedimentene i forkant av tiltaket. I tillegg er det tatt prøver av sedimenter i elven i forbindelse med andre prosjekter i nærheten. Analyseresultatene er vist i vedlegg B. I dette vedlegget er konsentrasjonene av forurensninger sammenlignet med tilstandsklasser for sedimenter. For å vurdere avfallshåndteringen av disse massene er normverdier fra forurensningsforskriften, kap. 2 brukt for å vurdere om massene anses som rene eller forurenset i avfallssammenheng. Prøvene

som er tatt av overflatesedimentene i forbindelse med elvepromenaden som nå bygges har konsentrasjoner lavere enn normverdiene og massene anses dermed å være rene. I midlertid er det ikke tatt prøver av de dypere liggende sedimentene i forbindelse med dette prosjektet, og det er ikke usannsynlig at disse kan være mer forurenset enn overflatesedimentene. Prøver som er tatt litt lenger ut i Sandvikselven i forbindelse med tidligere prosjekter er også noe mer forurenset (PAH, PCB og TBT er påvist noe over normverdien). Basert på disse vurderingene så anser Norconsult at masser som har en betydelig innblanding av sedimenter som skal fjernes anses å være forurenset. Disse massene må leveres til ordinært deponi, med mindre nye prøver blir tatt av de overskuddsmasser som skal fjernes og de viser at massene er rene.

### *Fisk*

Mange av de samme vurderingene som er gjort ovenfor for påvirkning av fisk ved utvidelse av utfyllingen vil også være gjeldende for fjerning av fyllingen. Partikkelspredning ved opptak av steinmassene antas å være mindre sammenlignet med ved utfyllingen dersom deler av fyllingen blir liggende igjen som erosjonssikring og som stabiliseringstiltak. Dermed antas også risikoen for negativ påvirkning på fisk å være relativt liten forutsatt at siltgardinen fungerer optimalt. Det vil også være viktig å dokumentere partikkelinnholdet i elven i denne perioden ved å gjennomføre overvåking iht. utarbeidet program.

Steinfyllingen som vil bli liggende igjen kan også ha en positiv effekt på biologien i elva ved at den på sikt kan skape nye leveområder og skjulesteder for fisk og andre vannlevende organismer.

Dersom man velger å etablere en støttemur langs hele tiltaksområdet i stedet for å la deler av fyllingen ligge igjen, vil dette kunne medføre en større påvirkning på fisk ved at risikoen for oppvirvling av sedimenter er betydelig større.

### *Flomfare*

For vurderinger av økt fare ved å la deler av fyllingen ligge som støttestilling og erosjonssikring henvises det til tilsvarende vurderinger under kapittelet vedrørende utvidet fylling.

## **Etablering av knekkør**

138 knekkør skal etableres utenfor den anlagte fyllingen (rammes fra fyllingen). I forkant av ramming av knekkør må noe av fyllmassene fjernes (ca. 1-1,5 m i diameter). Peler gyses fast i knekkørene på samme måte som beskrevet for pelene som etableres gjennom fyllingen (se ovenfor).

Opprinnelig søknad omhandlet ikke disse arbeidene. Det søkes om tillatelse til å gjennomføre disse arbeidsoperasjonene iht. til nedenstående vurderinger.

### *Vann og sedimenter*

Ved fjerning av fyllmasser i forkant av etablering av knekkørene kan gravearbeidene komme i konflikt med topplaget av sedimentene. Dette vil kunne medføre oppvirvling av forurensete sedimenter. Rammingen av knekkørene vil også kunne medføre noe oppvirvling av sedimenter men sannsynligvis i lite omfang og antas ikke å utgjøre vesentlig miljølemp. Mesteparten av oppvirvlede sedimenter fra begge operasjonene antas å bli holdt tilbake av siltgardinen. Det er som beskrevet tidligere er det viktig å sørge for at siltgardinen ikke er ødelagt og fungerer optimalt da denne er et viktig sikringstiltak for å forhindre spredning av partikler og forurensning til resten av elven. Overvåkingsprogram i elven må gjennomføres når disse arbeidene utføres. Arbeidene må midlertidig stoppes dersom det er overskridelser utenfor siltgardinen.

Ved gysing av pelene kan noe gysemasse komme opp av foringsrøret. Vann og gysemasse ledes inn til elvebredden på samme måte som for pelene som er beskrevet for pelene som etableres gjennom fyllingen. For å sikre at gysemassen ikke transporteres gjennom fyllingen og ut i elven før herding så er det lagt opp til at man visuelt overvåker elven ved gysingen. Ved indikasjoner på at gysemassen kommer ut i elven (blakking) må gysemassen samles opp og leveres til godkjent mottak.

#### *Avfallshåndtering*

Avfallshåndtering av de masser som fjernes i forkant av ramming av knekkør håndteres etter samme strategi som er beskrevet i forbindelse med fjerning av massene fra fyllingen (beskrevet ovenfor).

#### *Fisk*

Se vurdering av risiko for fisk og funksjonsområder for fisk i forbindelse med etablering av midlertidig fylling og av peler gjennom fyllingen som beskrevet ovenfor.

### **Montering av betongfundamenter**

Etter at alle peler og knekkør er etablert og den delen av fyllingen som ikke skal bli liggende igjen som erosjonssikring og støttestøtting er fjernet vil betongelementer som vil utgjøre selve brygga heises på plass fra flåten. For å kunne heise på plass betongfundamentene må flåten stabiliseres ved å sette ned støttebein på bunn av elva. Deretter vil brygga blant annet bli kledd med tre, men disse arbeidene vil ikke berøre elva eller ha annen miljømessig påvirkning og er derfor ikke vurdert videre her.

Opprinnelig søknad omhandlet ikke montering av betongelementene. Det søkes om tillatelse til å gjennomføre disse arbeidsoperasjonene iht. til nedenstående vurderinger.

#### *Vann og sedimenter*

Det er to operasjoner i forbindelse med etablering av bryggekonstruksjonen som vil kunne medføre negative effekter for vannmiljøet i elven. Det første er at propellene på flåten virvler opp sedimenter fra bunn og det andre er oppvirvling av sedimenter ved stabilisering av flåten med støttebein som står på bunnen. Siltgardinen antas også her å holde tilbake partikler og partikkelbunden forurensning i stor grad. Det er også derfor man har valgt å legge siltgardinen relativt langt ut fra fyllingen for at det skal være plass til flåten på innsiden av denne. Denne arbeidsoperasjonen antas å bli gjennomført på vinteren 2018/2019 og det vil da være ekstra viktig å kontrollere at siltgardinen ikke får skader av is som kan legge seg på elva. I tillegg må det også sørges for at flåten ikke skader gardinen. Overvåkingsprogram i elven må gjennomføres når disse arbeidene utføres. Arbeidene må midlertidig stoppes dersom det er overskridelser utenfor siltgardinen.

#### *Fisk*

Se vurdering av risiko for fisk og funksjonsområder for fisk i forbindelse med etablering av midlertidig fylling og av peler gjennom fyllingen som beskrevet ovenfor.

### **Oppsummering av risikoreduserende tiltak**

Nedenfor er de risikoreduserende tiltak som er foreslått oppsummert:

- Gjennomføring av overvåkingsprogram i de videre arbeidene vil være viktig for å dokumentere effekter som arbeidene kan ha på elva. Ved overskridelser må anleggsarbeidene midlertidig stoppes.

- Daglig visuell kontroll av siltgardin når det gjennomføres arbeider som kan medføre partikkelspredning. Kontroll dokumenteres i logg. Arbeider må stoppes umiddelbart dersom siltgardinen ikke fungerer optimalt eller er ødelagt.
- Avfallshåndtering:
  - Peleslam må samles opp separat og leveres til godkjent mottak for forurensede masser. Dette skal gjennomføres ukentlig.
  - Prøvetatte steinmasser fra fyllingen som skal fjernes anses å være rene og kan leveres til massetipp for rene masser eller gjenbrukes til nyttig formål i tråd med forurensningsloven § 27 og 32.
  - Dersom det har vært akutte utslipp av eksempelvis hydraulikkolje eller diesel må disse massene fjernes umiddelbart og håndteres separat. Massene prøvetas og leveres til deponi for forurensede masser. Valg av deponi baserer seg på resultater fra prøvene.
  - Masser med betydelig innblanding av sedimenter som skal fjernes må også håndteres separat. Disse massene er å anse som forurenset og må leveres til ordinært deponi, med mindre nye analyser av massene som skal deponeres viser at de er rene (sammenlignet med normverdier).
- Gysemassen som kommer opp fra foringsrørene ved pelingen føres inn og slippes ut innerst på fyllingen (nærmest elvebredden). Sementen herder fort og det antas at denne herdeprosessen da vil foregå i et begrenset område øverst i fyllingen, lengst mulig unna elven. Visuell kontroll av elven (blakking) for å verifisere at gysemassen ikke renner ut i elven gjennomføres. Dersom spredning avdekkes må gysemassen samles opp og leveres til godkjent mottak.
- Pelearbeider skal ikke foregå når fyllingen står under vann.
- Beredskapsplan skal være oppdatert til enhver tid og alle som arbeider i prosjektet skal være kjent med denne.
- Fjerning av fylling skal unngås i perioden 15. juli til 15. november, som er kjernetid for fiskevandring i dette vassdraget.

## Vedlegg:

- A. Beregning av nitrogenkonsentrasjoner
- B. Sedimentanalyser
- C. Analyser av peleslam
- D. Vurdering av vannstandsending, utført av NVE
- E. Geotekniske notater
- F. Analyser av steinmasser fra fyllingen

D02	2018-11-01	For kommentar hos oppdragsgiver	Ida Nilsson, Øistein P. Hveding	Vegard Kvisle	Øistein P. Hveding
A01	2018-10-31	For fagkontroll	Ida Nilsson og Øistein P. Hveding	Vegard Kvisle	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS 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.

## Vedlegg A. Beregning av nitrogenkonsentrasjoner

Dagbrudd:							
Mengde sprengstoff/m <sup>3</sup>	0,7	kg/f m <sup>3</sup> berg	ref BaneNor				
Rest	10 %		ref BaneNor				
Andel N/kg sprengstoff	26,00 %	N/kg	ref BaneNor				
Utfylling Sandvikselva:							
Fyllingsvolum	7500,0	m <sup>3</sup>					
Fast berg volum	3750,0	m <sup>3</sup>					
mengde sprengstoff	3750,7	kg					
Tot Rest	375,1	kg					
Rest pr dg med utfylling	11,3	kg					
Utfyllingsperiode-Fordeling:							
Vol stein pr lass m/henger	15	m <sup>3</sup> /lass					
Antall lass/dg	15	stk lass					
Utfylling/dg	225	m <sup>3</sup> /dg					
Utfyllingstid	33	dg	Slutt mai-ut juni				
NVE vannføring (NEVINA):							
				Sandvikselva ved E18 broa			
Nedbørfelt			Nedbørsfelt			226	km <sup>2</sup>
Vannføring lavvann L/s	1	m <sup>3</sup> /s	Lavvannf	1	l/s km <sup>2</sup>	226	M <sup>3</sup> /s
Vannføring middel L/s	20	m <sup>3</sup> /s					
Vannføring lavvann m <sup>3</sup> /dg	28800	m <sup>3</sup> /dg					
Vannføring middel m <sup>3</sup> /dg	576000	m <sup>3</sup> /dg	Middelvannf	20	l/s km <sup>2</sup>	4520	M <sup>3</sup> /s
Konsentrasjon lavvf	0,39	mg/l (sprstf)					
Konsentrasjon middelvf	0,02	mg/l (sprstf)					
N-kons lavvannf	0,10158	mgN/l					
N-kons middelvf	0,00508	mgN/l					

Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
	0,425	0,675	0,95	1,425 >1,425

Grenseverdier fra veileder 02:2013

Nytt Dobbelspor Oslo – Ski	Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur Pilot Follobanen	Side:	103 av 120
		Dok.nr:	UOS-00-A-90020
		Rev.:	00E
		Dato:	09.10.2012

Tabell 19: Forutsetninger for materialforbruk, avledede mengder

Materialforbruk, avledede mengder	
Sprengstoff, dagsprengning	0,700 kg sprengstoff pr pfm3 berg (SSE-slurry)
Sprengstoff, tunnelsprengning	1,400 kg sprengstoff pr pfm3 berg (SSE-slurry)



Lavvannskart

Vassdragsnr.: 008.A2  
Kommune: Bærum  
Fylke: Akershus  
Vassdrag: Sandvikselva

Feltparametere

Areal (A)	226,1 km <sup>2</sup>
Effektiv sjo (S <sub>eff</sub> )	0,1 %
Elvelengde (E <sub>L</sub> )	27,3 km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	17,6 m/km
Elvegradient <sub>100</sub> (G <sub>100</sub> )	17,3 m/km
Feltlengde(F <sub>L</sub> )	26,2 km
Middelvannføring (61-90)	19,1 l/(s*km <sup>2</sup> )
Alminnelig lavvannføring	1,1 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (hele året)	1,1 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/5-30/9)	0,9 l/(s*km <sup>2</sup> )
5-persentil (1/10-30/4)	1,9 l/(s*km <sup>2</sup> )
Base flow	6,9 l/(s*km <sup>2</sup> )
BFI	0,4
Klima	
Klimaregion	Ost
Årsnedbør	922 mm
Sommernedbør	441 mm
Vinternedbør	480 mm
Årstemperatur	4,0 °C
Sommertemperatur	12,0 °C
Vintertemperatur	-1,7 °C
Temperatur Juli	14,7 °C
Temperatur August	13,6 °C
H <sub>min</sub>	1 moh.
H <sub>10</sub>	100 moh.
H <sub>20</sub>	152 moh.
H <sub>30</sub>	216 moh.
H <sub>40</sub>	275 moh.
H <sub>50</sub>	319 moh.
H <sub>60</sub>	356 moh.
H <sub>70</sub>	386 moh.
H <sub>80</sub>	422 moh.
H <sub>90</sub>	482 moh.
H <sub>max</sub>	680 moh.
Bre	0,0 %
Dyktet mark	6,4 %
Myr	1,7 %
Sjø	1,8 %
Skog	79,4 %
Snaufjell	0,0 %
Urban	7,4 %

1) Verden er eddelt



Kartbakgrunn: Statens Kartverk  
Kartdatum: EUREF89 WGS84  
Projeksjon: UTM 33N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og vannføringsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Det er generell stor usikkerhet i beregninger av lavvannsindeks. Resultatene bør verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner. I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørværsavrenning (baseflow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.

10.05.2018 10:24:57 © nevina.nve.no

## Vedlegg B. Analyseresultater av overflatesedimenter

Analyseresultater fra sedimentprøver tatt av NGI i 2018. Prøvene er klassifisert i henhold til grenseverdier i M-608.

Parameter	Enhet	Målt sedimentkonsentrasjon, $C_{sed}$			
		Deres prøvenavn ELVA-01-2018 Jord Prøvetatt 2018-05-29  Labnummer N00581082	Deres prøvenavn ELVA-02-2018 Jord Prøvetatt 2018-05-29  Labnummer N00581083	Deres prøvenavn ELVA-03-2018 Jord  Labnummer N00581657	Deres prøvenavn ELVA-04-2018 Jord  Labnummer N00581658
Høyeste kl andre miljøgifter (eks dioksiner)					
Tørrestoff (E)	%	86,2	65,9	87,2	86,6
Vanninnhold	%				
Kornstørrelse >63 µm	%				
Kornstørrelse <2 µm	%				
Kornfordeling	se vedl.				
TOC	% TS				
Naftalen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	0,014	0,022
Acenaftalen	mg/kg TS	<0.010	<0.010	0,015	0,032
Acenaften	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Fluoren	mg/kg TS	<0.010	<0.010	0,012	<0.010
Fenantren	mg/kg TS	0,053	<0.010	0,074	0,036
Antracen	mg/kg TS	0,017	<0.010	0,032	0,022
Fluoranten	mg/kg TS	0,12	<0.010	0,13	0,11
Pyren	mg/kg TS	0,077	0,011	0,1	0,096
Benso(a)antracen^	mg/kg TS	0,029	<0.010	0,037	0,055
Krysen^	mg/kg TS	0,036	<0.010	0,045	0,069
Benso(b)fluoranten^	mg/kg TS	0,041	<0.010	0,036	0,077
Benso(k)fluoranten^	mg/kg TS	0,029	<0.010	0,029	0,049
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	0,033	<0.010	0,044	0,088
Dibenso(ah)antracen^	mg/kg TS	<0.010	<0.010	<0.010	0,028
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	0,025	<0.010	0,035	0,1
Indeno(123cd)pyren^	mg/kg TS	0,02	<0.010	0,027	0,069
Sum PAH-16	mg/kg TS	0,48	0,011	0,63	0,853
Sum PAH carcinogene^	mg/kg TS				
PCB 28	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 52	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 101	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 118	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 138	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 153	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
PCB 180	mg/kg TS	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010
Sum PCB-7	mg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (Arsen)	mg/kg TS	3,5	0,6	<0,5	4,6
Pb (Bly)	mg/kg TS	10	11	9	25
Cu (Kopper)	mg/kg TS	16	15	6,4	18
Cr (Krom)	mg/kg TS	17	17	16	41
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,04	0,14	0,03	0,09
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,03	0,01	0,01	0,08
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	20	17	14	37
Zn (Sink)	mg/kg TS	92	77	63	120

Tabell 1. Oversikt over tidligere undersøkelser av sedimenter i Sandvikselvas utløp.

Firma	Dato	Analyseparametre	Kommentar
Triton Marinbiologer AS	15.05.1995	Tungmetaller, PAH, Salinitet	Målt effekter av snødumping
Triton Marinbiologer AS	24.06.1997	Kornfordeling, TOC, tungmetaller og PCB	Prøver tatt litt lenger ut fra Sandvikselva
NET	25.10.2002	Tungmetaller, PCB, THC, TBT, DBT, MBT & PAH	TBT tils. kl. III - V, THC tils. Kl. I - III, tungmetaller tils. Kl. I - III
NET	08.07.2003	Tungmetaller, PCB, THC, PAH	En viss økning av THC siden 2002
Omegatech AS	16.06.2004	Tungmetaller, PAH, THC, PCB og fatalater	Ingen vesentlige overkonsentrasjoner Av miljøgifter (TBT ikke analysert)
Rambøll	Oktober & November 2006	Tungmetaller, PCB, THC, PAH, TBT	TBT tils. Kl. III - IV, PAH II - III

Tabell 2. Kjemisk analyse av sedimenter fra Sandvikselvas utløp. Verdiene er fargekodet etter SFT's tilstandsklasser (I-V) for forurenset sediment (SFT veileder 97:03). Tabellen viser også tørrstoff for samtlige prøver og TOC for prøven Sandvikselva "tønne".

Prøvemerkning	As	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Zn
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
SFT 97:03	<20	<30	<0,25	<35	<70	<0,15	<30	<150
SFT 97:03	20-80	30-120	0,25-1	35-150	70-300	0,15-0,6	30-130	150-700
SFT 97:03	80-400	120-600	1-5	150-700	300-1500	0,6-3	130-600	700-3000
SFT 97:03	400-1000	600-1500	5-10	700-1500	1500-5000	3-6	600-1500	3000-10000
SFT 97:03	>1000	>1500	>10	>1500	>5000	>6	>1500	>10000
Sandvikselva KA1	6,07	24,4	0,443	36,6	23,7	<1	21,4	169
Sandvikselva KA2	5,76	111	0,468	41	23,8	<1	19,1	167
Sandvikselva KA3	5,49	29,2	0,621	43,1	27,5	<1	22,1	191
Sandvikselva KA4	<3	34,8	0,667	46,2	21,9	<1	21,2	182
Sandvikselva "Tønne"	2,9	27	0,25	28	17	0,093	17	150

Prøvemerkning	Sum PAH16	PCB7	PCB7*	TBT	Tørrstoff (%)	TOC (%)
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	ug/kg		
SFT 97:03	<0,3		<0,005	<1		
SFT 97:03	0,3-2		0,005-0,02	1-5		
SFT 97:03	2-6		0,025-0,1	5-20		
SFT 97:03	6-20		0,1-0,3	20-100		
SFT 97:03	>20		>0,3	>100		
Sandvikselva KA1	2,04	0,0177	0,0354	37	45,4	
Sandvikselva KA2	0,524	<0,02	<0,02	11	22,9	
Sandvikselva KA3	1,1	<0,02	<0,02	13	35,6	
Sandvikselva KA4	2,13	<0,02	<0,02	17	27,3	
Sandvikselva "Tønne"	2,1	0,014	0,028	55	51,7	5,6



## Vedlegg C. Analyseresultater peleslam (tatt av NGI)

Analyseresultatene er sammenlignet med normverdier for forurenset grunn. Overskridelser er markert med grønn skravur.

Parameter	1: E18 Ytre	2: E18 Indre	3: Indre	4: Ytre	Norm-
					verdier
Arsen	3.6	2.9	3.4	1.3	8
Bly	9	6	9	5	60
Kadmium	0.1	<0.02	0.03	<0.02	1.5
Kobber	19	28	17	13	100
Krom	38	50	58	78	50
Kvikksølv	0.05	0.01	0.01	<0.01	1
Nikkel	44	60	66	88	60
Sink	64	54	59	49	200
Alifater C <sub>8</sub> – C <sub>10</sub>	<2.0	i.a	<2.0	<2.0	10
Alifater C <sub>12</sub> – C <sub>35</sub>	18	i.a	20	<10	100
Benzen	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.01
Benso(a)pyren	0.036	<0.010	<0.010	<0.010	0.1
∑PAH <sub>16</sub>	0.56	n.d	n.d	n.d	2
∑PCB <sub>7</sub>	n.d	n.d	n.d	n.d	0.01
TOC (%)	i.a	1.2	2.1	i.a	-

## Vedlegg D. Vurdering av vannstandsending (utført av NVE)

Ole Johan Røstvold

Vår dato: 26.04.2017  
Vår ref.: 201305431-16  
Arkiv: 333 / 008.Z  
Deres dato: 21.03.2017  
Deres ref.:

Saksbehandler:  
Thomas Væringstad  
22959174tvae@nve.no

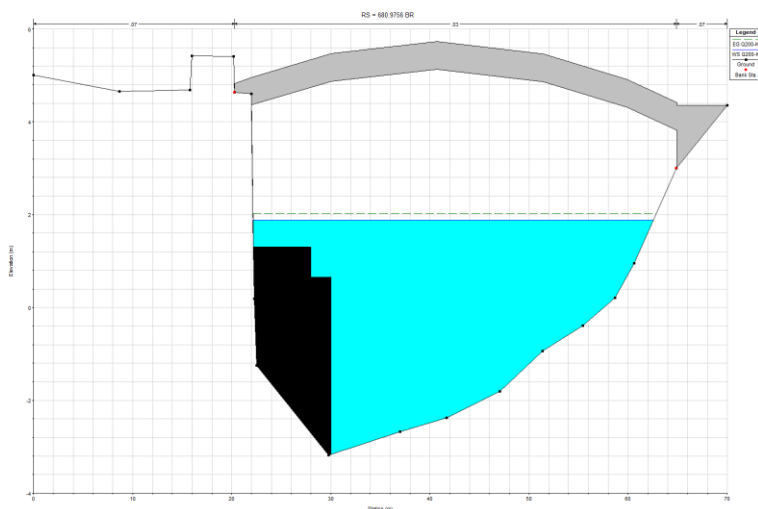
## Vannstandsending under flom som følge av Sandvika elvepromenade.

Viser til henvendelse 04.01.2017 der Bærum kommune ønsker å vurdere effekten som en elvepromenade langs nedre del av Sandvikselva vil ha på vannstanden under flom.

NVE v/Hydrologisk avdeling har utført en analyse der det er benyttet en eksisterende HEC-RAS modell, utarbeidet som grunnlag til flomsonekart, til å se på vannstanden før og etter bygging av en elvepromenade. Størrelsen og omfanget av tiltaket er lagt inn i modellen basert på tegninger vedlagt i bestillingen.

Det er tatt utgangspunkt i 200-årsflom med klimatillegg ved vurdering av endringer i vannstanden.

I modellen er elvepromenaden lagt inn som en «obstruksjon» slik at hele tverrsnittet av denne ikke vil kunne benyttes til vannstrømning. Dette er en noe konservativ antakelse da deler av promenaden er planlagt bygget på pæler og således vil kunne bidra til transport av vann. Under er det vist et typisk utsnitt av et tverrsnitt. Sort område viser området som er blokkert bort som elvepromenade.



Figur 1. Tverrsnitt i nedre del av Sandvikselva med elvepromenade.

E-post: [nve@nve.no](mailto:nve@nve.no), Postboks 5091, Majorstuen, 0301 OSLO, Telefon: 09575, Internett: [www.nve.no](http://www.nve.no)  
Org.nr.: NO 970 205 039 MVA Bankkonto: 7694 05 08971

**Hovedkontor**  
Middelthunsgate 29  
Postboks 5091, Majorstuen  
0301 OSLO

**Region Midt-Norge**  
Vestre Rosten 81  
7075 TILLER

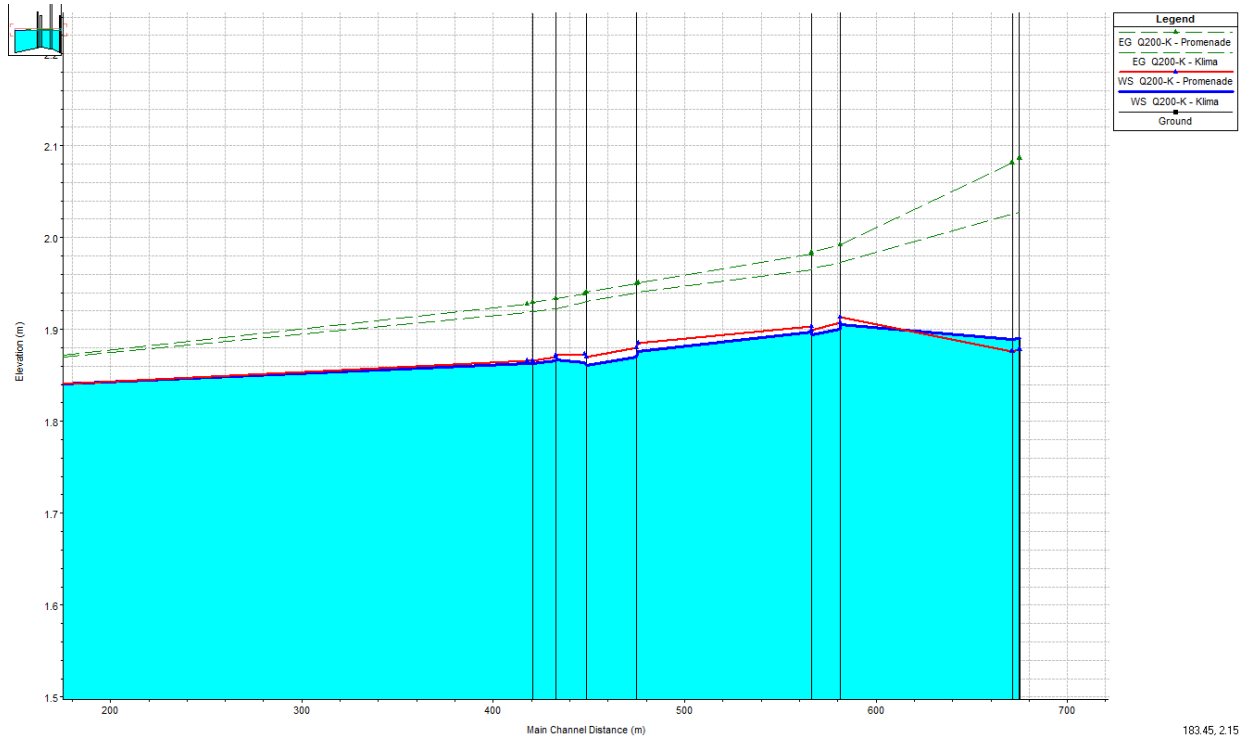
**Region Nord**  
Kongens gate 14-18  
8514 NARVIK

**Region Sør**  
Anton Jenssensgate 7  
Postboks 2124  
3103 TØNSBERG

**Region Vest**  
Naustdalsvegen. 1B  
6800 FØRDE

**Region Øst**  
Vangsvæien 73  
Postboks 4223  
2307 HAMAR

I nedre del av Sandvikselva er vannhastigheten lav og effekten av en elvepromenade vil ha liten betydning for vannstanden. Modellen viser en typisk endring på 1-2 cm vannstandsøkning som følge av tiltaket. Dette anses som en ubetydelig endring i flomforholdene. Figur 2 viser lengdeprofil for nedre del av elva og vannstanden før (blå linje) og etter (rød linje) bygging av elvepromenaden.



**Figur 2. Vannstand med/uten elvepromenade i nedre del av Sandvikselva. Stiplede linjer viser «energilinje».**

Det som her foreligger er en ren oversendelse av hydrologisk informasjon på oppdragsbasis, og er ikke en del av NVEs forvaltningsmessige behandling av saken.

Håper vedlagte informasjon er tilstrekkelig til Deres formål. Ta kontakt dersom det er behov for ytterligere data eller hjelp vedrørende bruken av dataene.

Med hilsen

Sverre Ole Husebye  
seksjonssjef

Thomas Væringstad  
senioringeniør

*Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.*



## Vedlegg E. Geotekniske notater (utarbeidet av Løvlien georåd)

Det er lagt ved noen utvalgte geotekniske notater som omtaler reviderte vurderinger av erosjonssikring og stabilitet samt geotekniske vurderinger av den midlertidige fyllingen:

- RIG10 forklarer oppdaterte metoder for erosjonssikring og støttefyllinger basert på tilstandsobservasjoner i anleggsfasen.
- RIG07 omtaler den nordre delen av tiltaket. I dette notatet er de geotekniske vurderingene og beregningene litt mer utførlig beskrevet enn i notat RIG10, men er ellers til dels overlappende.
- RIG09 omtaler stabilitetsvurderinger for den midlertidige fyllingen.



# Sandvika elvepromenade 16422 Notat RIG10 Erosjonssikring og støttefylling

Prosjektnr: 16422	Dato: 30.10.18	Saksbehandler: <i>Uydetil b. Eppeløst</i>
Kundenr: 10312	Dato: 30.10.18	Kvalitetssikrer: <i>Siljan Vindstad</i>

Fylke: Akershus	Kommune: Bærum	Sted: Sandvika
Adresse:	Gnr: 7 m.fl.	Bnr: 177/299 m.fl.

Tiltakshaver: Bærum kommune  
Oppdragsgiver: Structor Oslo AS  
Rapport: 16422 Notat RIG10  
Rapporttype: Geoteknisk notat  
Stikkord: Stabilitet, erosjonssikring  
UTM: Sone 32V – Ø0585250, N6640240

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	30.01.2018

## Sammendrag

Bærum kommune skal oppgradere Elvepromenaden langs Sandvikselva i Sandvika sentrum.

Foreliggende notat presenterer vurderinger lagt til grunn for etableringen av støttefylling og erosjonssikring.

Støttefylling og erosjonssikring skal etableres med samfengte steinmasser som beskrevet i 16422 Notat RIG04, totalt 3200 m<sup>3</sup>. Det er opplyst at de samfengte steinmassene består av kalkstein.

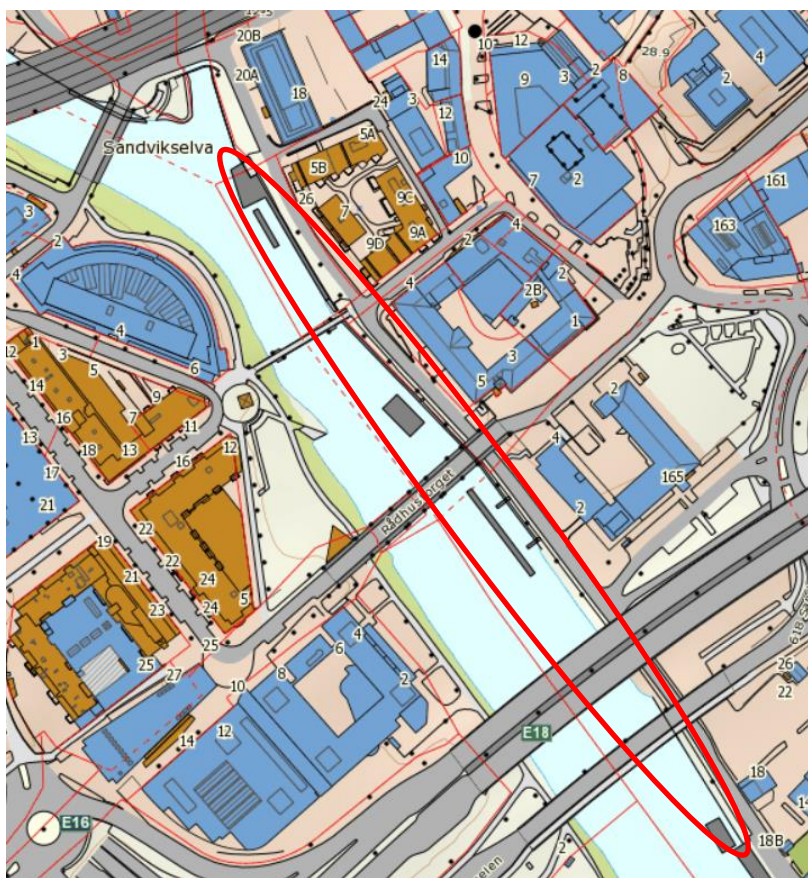
For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot stabilitetsbrudd blir det etablert en støttefylling langs elvebredden og under planlagt elvepromenade ved Brambanigården og Victoriagården. Fra Brambanigården og videre mot Rigmorbrygga blir det i hovedsak etablert ny erosjonssikring med samfengte masser.

## 1 Innledning

Bærum kommune skal oppgradere Elvepromenaden langs Sandvikselva i Sandvika sentrum. Promenaden strekker seg fra Rigmorbrygga i sør til Andeneskvartalet i nord, totalt en strekning på ca. 400 - 450 m, se oversiktskart på figur 1.1.

Løvlien Georåd AS skal utføre geoteknisk rådgivning for Structor Oslo AS vedrørende prosjekteringen av prosjektet, herunder vurderinger av stabilitet og erosjonssikring.

Foreliggende notat presenterer vurderinger lagt til grunn for etableringen av støttefylling og erosjonssikring.



Figur 1.1 Oversiktskart, fra ref. [1].

## 2 Forutsetninger og redegjørelser

### 2.1 Tidligere vurderinger

Stabilitetsvurderinger for etappe 1 fra Rigmorbrygga til Kinoveibrua er presentert i Notat RIG03, ref. [2]. Stabilitetsvurderinger for etappe 2 fra Kinoveibrua til Andenesgården er presentert i Notat RIG07 ref. [3]. Detaljprosjektering av erosjonssikringsalternativer er presentert i Notat RIG04, ref. [4].

Støttefylling og erosjonssikring skal etableres med samfengte steinmasser som beskrevet i Notat RIG04, ref. [4], totalt 3200 m<sup>3</sup>. Det er opplyst at de samfengte steinmassene består av kalkstein.

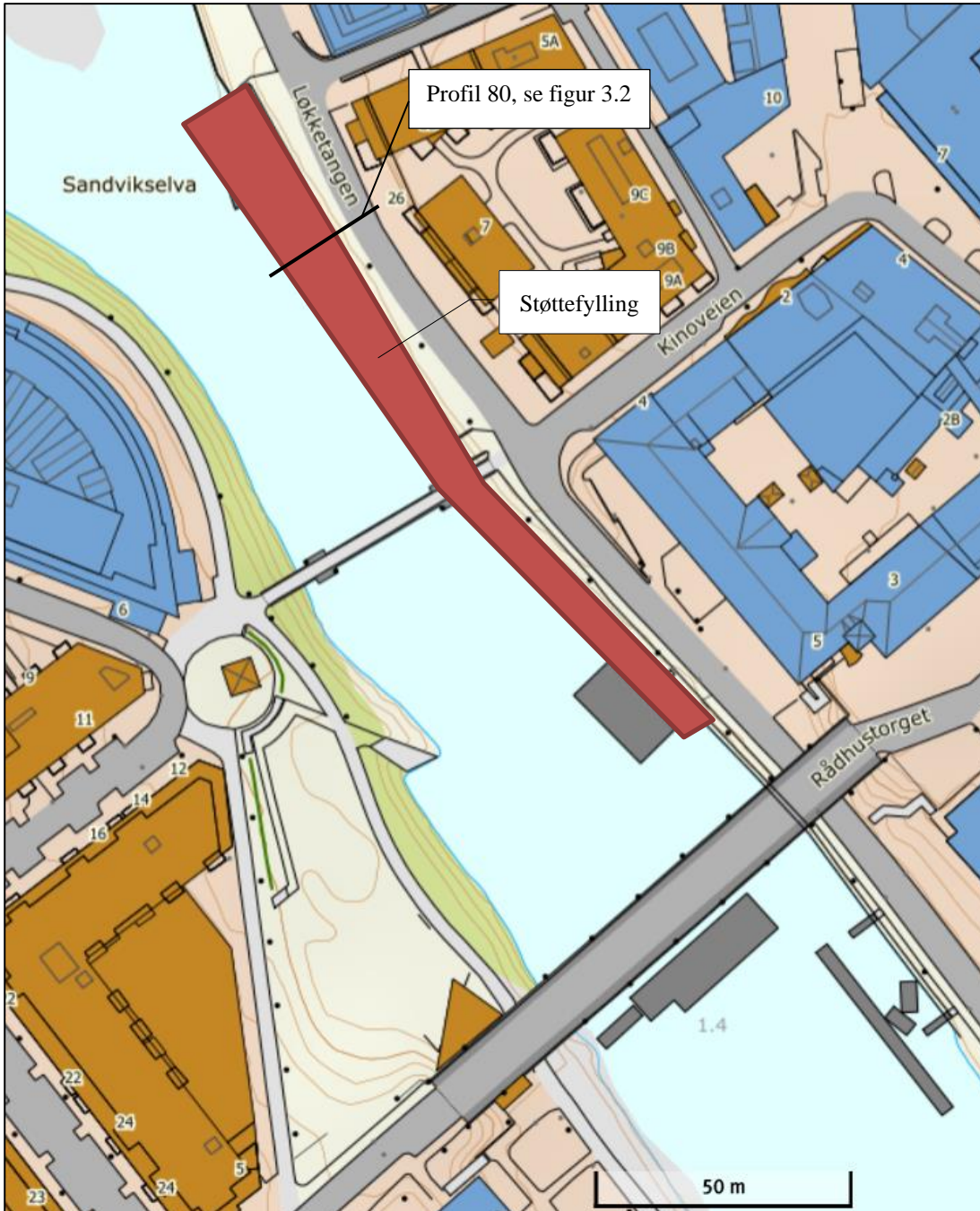
### 2.2 Tegninger

Tegninger er produsert av Structor Oslo AS.

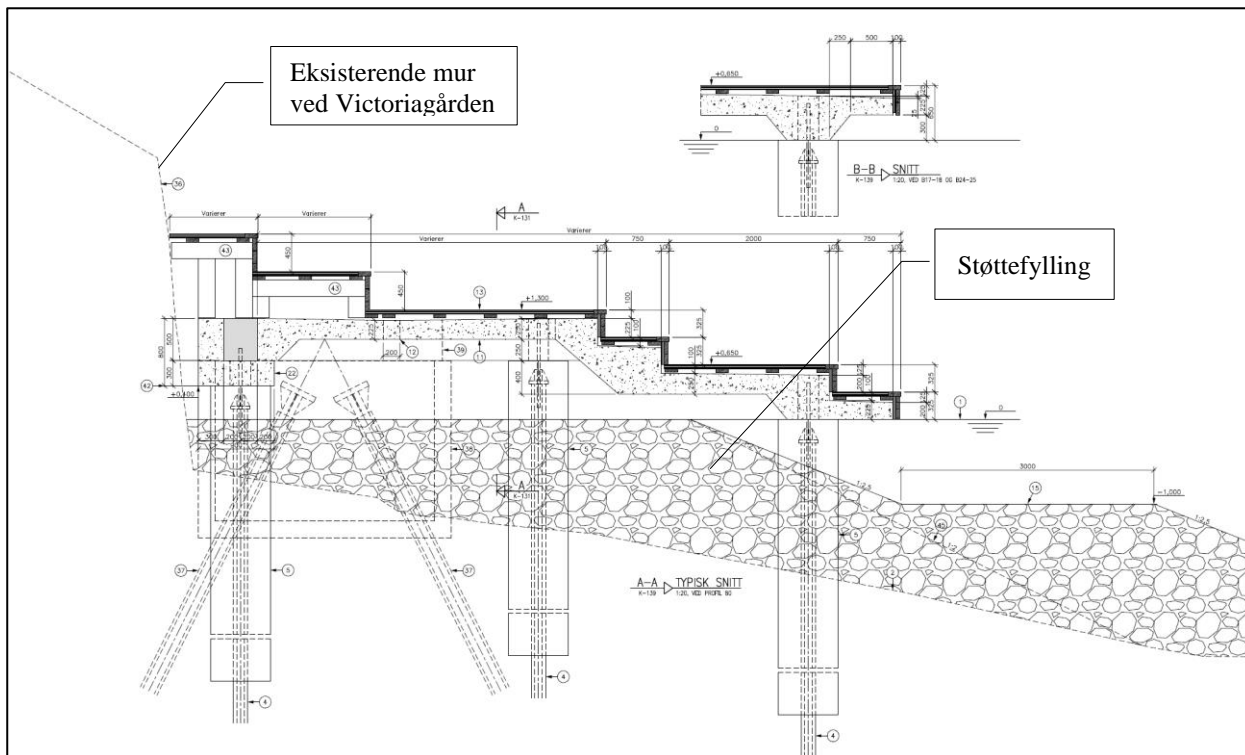


### 3 Støttefylling

På elvesiden langs Brambanigården stiger terrenget mot Kinoveibrua og Victoriagården. Her er sikkerheten mot stabilitetsbrudd beregnet til å være ikke tilfredsstillende for eksisterende/opprinnelig situasjon. For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot stabilitetsbrudd, blir det etablert en støttefylling langs elvebredden og under planlagt elvepromenade, se figur 3.2. Støttefyllingen vil også fungere som en erosjonssikring.



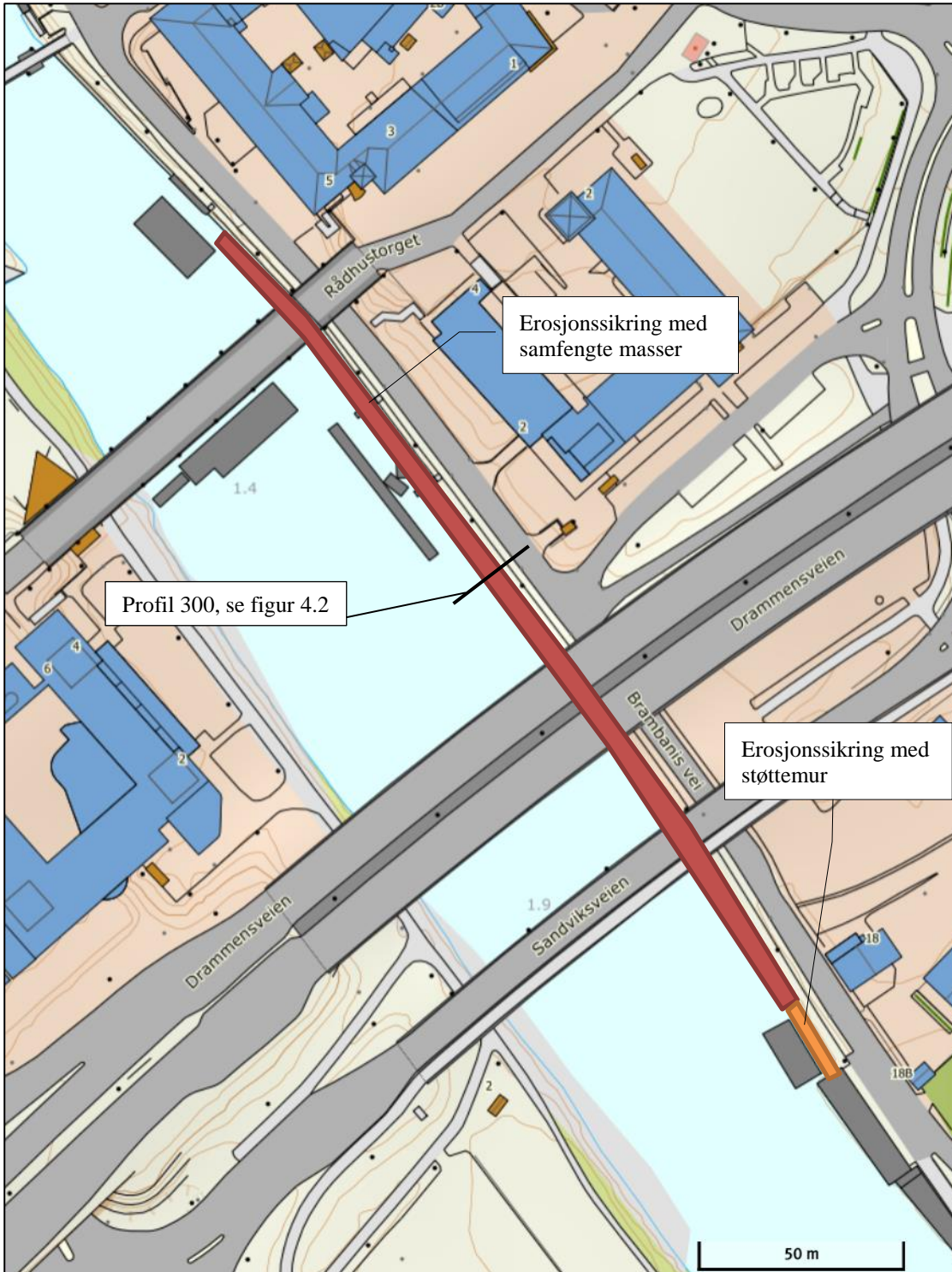
Figur 3.1 Grov oversikt over støttefyllingen som etableres for å sikre tilfredsstillende stabilitet.



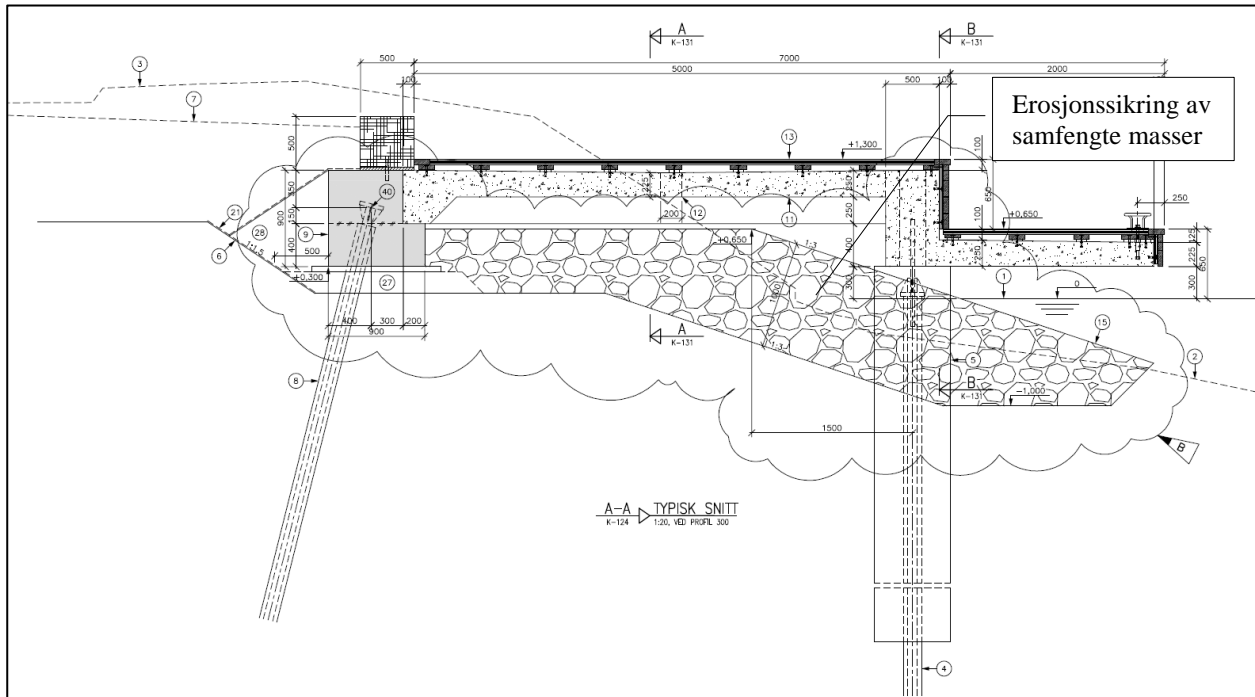
Figur 3.2 Utklipp av snitt ved profil 80 ved Victoriagården, arbeidstegning K-139 datert 04.07.18.

## 4 Erosjonssikring

Fra Brambanigården og videre mot Rigmorbrygga er stabiliteten tilfredsstillende etter etableringen av elvepromenaden, forutsatt at strekningen erosjonssikres. Strekningen har tidligere vært erosjonssikret med en kombinasjon av steinplastring og støttemur. I forbindelse med etableringen av elvepromenaden måtte denne steinplastringen samt deler av støttemuren fjernes. Ved fjerning av støttemuren ble det oppdaget at denne var i dårlig forfatning og det ble derfor nødvendig å etablere ny erosjonssikring langs hele strekningen, se figur 4.2 for snitt med ny erosjonssikring der hvor det tidligere lå steinplastring. Langs størstedelen av strekningen blir det etablert ny erosjonssikring med samfengte masser, bortsett fra de siste 10 – 20 meterne ved Rigmorbrygga hvor det skal etableres ny støttemur, se figur 4.1



Figur 4.1 Grov oversikt over erosjonssikring av samfengte masser og støttemur.



Figur 4.2 Utklipp av snitt ved profil 300 ved Rådhuset, arbeidstegning K-124 datert 02.05.18.

## 5 Referanser

- [1] Kartverket, «Norgeskart,» Kartverket, [Internett]. Available: norgeskart.no. [Funnet 30 10 2018].
- [2] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG03. Datert 08.05.17,» 2017.
- [3] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG07 Geotekniske vurderinger stabilitet,» 20.10.2017.
- [4] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG04 Støttekonstruksjoner. Sandvika elvepromenade. Datert 16.06.2017,» Oslo, 2017.



# Sandvika elvepromenade - Etappe 2

## 16422 Notat RIG07

### Geotekniske vurderinger stabilitet

Prosjektnr: 16422	Dato: 20.10.17	Saksbehandler: Kjetil B. Espeland
Kundenr: 10312	Dato: 23.10.17	Kvalitetssikrer: Kirsten Tabosted

Fylke: Akershus	Kommune: Bærum	Sted: Sandvika
Adresse:	Gnr: 7	Bnr: 177/299

Tiltakshaver:  
Oppdragsgiver: Structor Oslo AS  
Rapport: 16422 Notat RIG07 Etappe 2 - Stabilitet  
Rapporttype: Geoteknisk notat  
Stikkord: Stabilitet  
UTM: Sone 32V – Ø0585250, N6640240

#### BILAG

A01 Situasjonsplan med profil  
E01 – E02 Stabilitetsanalyser profil F

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	20.10.2017

#### Sammendrag

Bærum kommune skal oppgradere Elvepromenaden langs Sandvikselva i Sandvika sentrum. Promenaden strekker seg fra Rigmor brygga i sør til Andeneskvartalet i nord. En total strekning på ca. 400 m oppdelt i to byggetrinn. Foreliggende notat omhandler stabiliteten av tiltakets etappe 2.

For å oppnå tilfredsstillende stabilitet for ferdig situasjon må det masseutskiftes med lette masser under vegbanen og bak eksisterende støttemur og/eller etableres en støttefylling ved foten av støttemuren. Alternative løsninger er presentert i notatet.

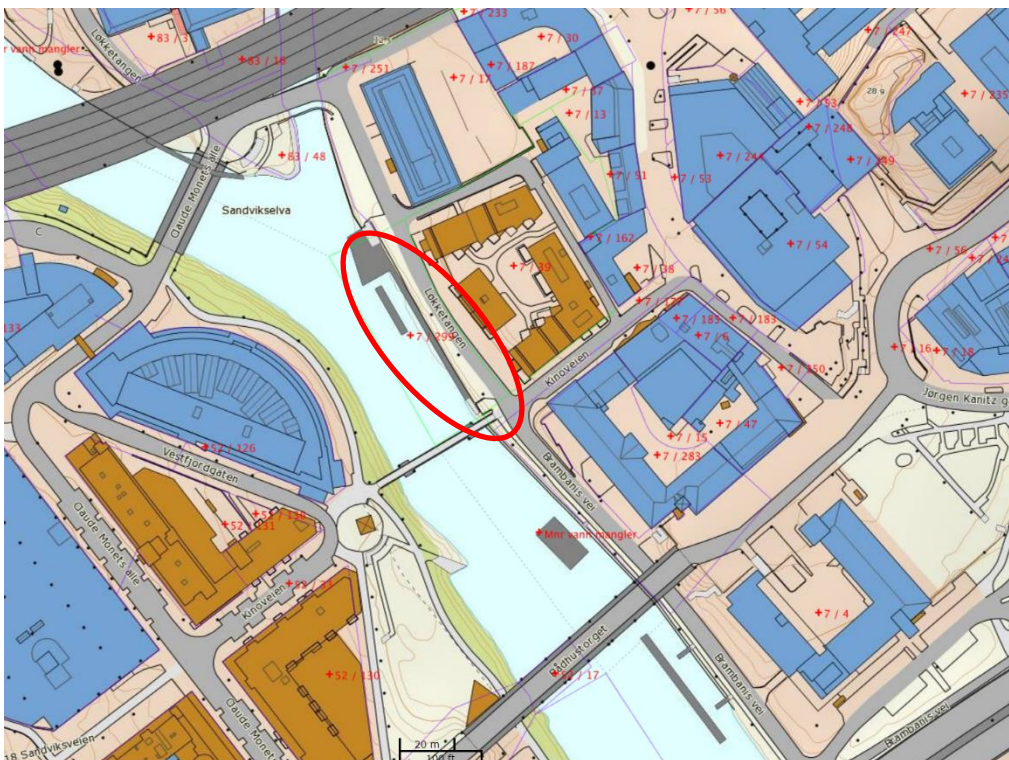
Det anbefales at det etableres erosjonssikring langs foten av eksisterende støttemur.

## 1 Innledning

Bærum kommune skal oppgradere Elvepromenaden langs Sandvikselva i Sandvika sentrum. Promenaden strekker seg fra Rigmor brygga i sør til Andeneskvartalet i nord. En total strekning på ca. 400 m oppdelt i to byggetrinn.

Løvlien Georåd AS skal utføre geoteknisk rådgivning for Structor Oslo AS vedrørende prosjekteringen av prosjektet.

Foreliggende notat omhandler stabiliteten av tiltakets etappe 2 som strekker seg fra Kinoveien i sørøst til Andeneskvartalet i nord, se figur 1.1.



Figur 1.1 Oversiktskart. Sandvika elvepromenade etappe 2 markert med rødt.

## 2 Forutsetninger og redegjørelser

Grunnforholdene langs den aktuelle strekningen er blant annet beskrevet i rapporter fra Multiconsult og Grunnteknikk (se ref. [1] og [2]). Det ble utført supplerende grunnundersøkelser i uke 3 og 4 i 2017 av NGI, resultater er presentert i datarapport 20160924-01-R, ref. [3].

Prosjektets geotekniske prosjekteringsforutsetninger er presentert i notat RIG01, ref. [4].

Stabilitetsvurderinger for etappe 1 er presentert i notat RIG03, ref. [5]

Områdestabiliteten vurderes iht. NVE veileder 7/2014, ref. [6]. For øvrig er rådgivning gitt iht. Norsk Standard, ref. [7].

### 2.1 Eksisterende støttemur

Det er ønskelig å beholde den eksisterende støttemuren langs Sandvikselva innenfor etappe 2 av prosjektet, se Figur 2.1 for bilde av dagens situasjon.

Det foreligger ingen tilstandsvurdering av den aktuelle muren. Eventuelle plantegninger eller skisser av murens oppbygning eller fundamentering er heller ikke tilgjengelig. Tilstandsvurderinger av eksisterende støttemur inngår ikke i foreliggende notat og det er for de videre stabilitetsvurderingene forutsatt at muren er i tilfredsstillende stand.



Figur 2.1 – Panoramabilde av eksisterende støttemur og brygge ved etappe 2 av prosjektet Sandvika elvepromenade.

### 3 Geotekniske vurderinger - stabilitet

Geotekniske vurderinger gjennomføres generelt iht. Eurokode7, ref. [7]. Generelle krav til laster og konstruksjoner tas fra Eurokode0, ref. [7].

#### 3.1 Geotekniske dimensjoneringsparametere

For massetyper der karakteristiske parametere på opptatte prøver ikke foreligger, benyttes erfaringsverdier fra Håndbok V220 [8].

Følgende parametere er benyttet i beregninger og vurderinger:

*Sand, grusig*

- $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 35^\circ$
- $c' = 2,1 (a = 3) \text{ kPa}$

*Finsand*

- $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 33^\circ$
- $c' = 1,3 (a = 2) \text{ kPa}$

*Silt, leirig, sandig*

- $\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 27^\circ$
- $c' = 3(a = 5) \text{ kPa}$

*Leire, middels fast til fast, drenerte parametere*

- $\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 24^\circ$
- $c' = 4,5(a = 10) \text{ kPa}$

*Lette masser (Glasopor)*

- $\gamma = 3,5 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 40^\circ$

- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### Dekke/støttemur

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 42^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### Støttefylling

- $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 38^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### Toppjord

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- $\varphi = 30^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### Tolkning av udrenert aktivt skjærstyrkeprofil (designlinje)

For totalspenningsanalyser, er udrenert aktivt skjærstyrkeprofil,  $s_u^A$ , tolket basert på resultater fra CPTu og laboratorieanalyser. Se tolket designlinje for punkt 8 i bilag E1 i ref. [5].

#### C-profiler

For totalspenningsanalyser er leiras udrenerte skjærstyrke modellert vha. C-profiler. Designlinjen er benyttet som grunnlag for justeringer av skjærstyrkeprofil vha. Shansep-teorien slik at disse gir en god overenstemmelse:

$$\left(\frac{s_u^A}{p'_v}\right)_{OC} = \left(\frac{s_u^A}{p'_v}\right)_{NC} \times OCR^m$$

Ved beregning av skjærstyrkeprofil vha. Shansep-teorien, er det lagt til grunn følgende inngangsparametere:

- ✓  $\gamma_{tidligere} = 18 \text{ kN/m}^3$
- ✓  $m = 0,68$
- ✓  $s_u^A/p'_{v, før} = 0,31$
- ✓ Terrenkote tidligere tider = +15
- ✓ Grunnvannsspeil tidligere tider = +15

Se bilag E2 i ref. [5] for skjærstyrkeprofiler vurdert med Shansep for profil A - *Kinoveibrua*.

#### Anisotropifaktorer

I leiren er det tatt høyde for anisotropisk styrkeforhold mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke. Det er valgt å legge til grunn anisotropiforhold i henhold til NIFS omforente anbefaling [9]. På bakgrunn av utførte undersøkelser er det valgt å legge til grunn  $I_p = 10 \%$  som representativ plastisitetsindeks i leira. Benyttede ADP-verdier er gitt i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 - Benyttede ADP-verdier

$s_u^A$	$s_u^D/s_u^A$	$s_u^P/s_u^A$
1,0	0,63	0,35



### 3.2 Områdestabilitet

Grunnundersøkelsene indikerer at marin leire ligger relativt dypt. Leiren er middels fast til fast med lav sensitivitet. Det er ikke registrert kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper i opptatte prøver, se ref. [3].

Områdestabiliteten iht. ref. [6] anses for å være tilfredsstillende.

### 3.3 Lokalstabilitet

Norsk Standard stiller følgende krav til lokalstabilitet, fra ref. [7]:

- Totalspenningsanalyse: Krav til minste beregningsmessig sikkerhetsfaktor,  $S_f \geq 1,4$
- Effektiv spenningsanalyse: Krav til minste beregningsmessig sikkerhetsfaktor,  $S_{f\phi} \geq 1,25$

For vurderinger av stabiliteten av tiltaket er det tatt utgangspunkt i profil F som er trukket fra Victoriagården i nordøst og ned til Sandvikselva i sørvest, se bilag A01 for plassering av valgte profil.

Midlertidige graveskråninger skal ikke være brattere enn 1:1,5 (v:h).

#### 3.3.1 Profil F – Victoriagården

Tilsvarende profil 80 og K-139 på mottatte tegninger av bryggekonstruksjon og teknisk snitt fra Structor Oslo AS.

Stabiliteten for dagens situasjon er ikke tilfredsstillende med minste beregnede sikkerhetsfaktor  $S_f = 1,05$ , se bilag E01.

For å oppnå tilfredsstillende stabilitet for ferdig situasjon må det masseutskiftes med lette masser under vegbanen og bak eksisterende støttemur og/eller etableres en støttefylling ved foten av støttemuren. Alternative løsninger er presentert i punkt 1-3 i påfølgende avsnitt.

#### 1. Masseutskifting med lette masser (Glasopor)

For å oppnå tilfredsstillende situasjon kreves en omfattende masseutskifting under nytt vegdekke og bak eksisterende støttemur. Stabilitetsanalyser viser at det må masseutskiftes med Glasopor ned til kote +1,9 under vegdekke og ned til kote +0,5 bak støttemur, se bilag E01. Det skal benyttes minimum 0,5m overdekning med vanlige jordmasser over Glasopor i skrånninger.

For en 200-års flomsituasjon i Sandvikselva er det oppgitt et flomnivå langs den aktuelle strekningen på kote +1,84, fra ref. [10]. Det er påvist tilstrekkelig sikkerhet mot løfting iht. ref. [7].

#### 2. Etablering av støttefylling

For å oppnå tilfredsstillende stabilitet kan det etableres en støttefylling ved foten av støttemuren som vist på bilag E02. Støttefyllingen må etableres av kvalitetsmasser og det må fylles fra eksisterende støttemur og opp mot 15m ut i elva med en mektighet på mellom 0,5 - 1,5m. Støttefyllingen vil også kunne fungere som erosjonssikring dersom det eksempelvis benyttes samfengt masse som beskrevet i avsnitt 8 i notat RIG04, ref. [10].

### 3. Masseutskiftning og støttefylling

Ved å kombinere masseutskiftning med lette masser og etablering av støttefylling, kan nødvendig masseutskiftning og volum av støttefyllingen reduseres. Et alternativ med en kombinert løsning som vil gi tilfredsstillende stabilitet er vist i bilag E02. Her er det lagt til grunn masseutskiftning med Glasopor ned til kote +3,2 under vegbanen og mot topp eksisterende støttemur på kote +3,5. Det skal benyttes minimum 0,5m overdekning med vanlige jordmasser over Glasopor i skråninger. Nødvendig volum av støttefyllingen vil da kunne reduseres til å strekke seg opp mot 10m ut i elva fra eksisterende støttemur, med mektighet på mellom 0,5 - 1,0m.

## 4 Geotekniske vurderinger – erosjonssikring

Det anbefales at det etableres erosjonssikring langs foten av eksisterende støttemur. Dette kan samkjøres med etablering av støttefylling som beskrevet i avsnitt 3. Dette for å hindre eventuell erodering under støttemuren og mellom underliggende steiner som kan ses på Figur 2.1.

Vurderinger for etablering av erosjonssikring for etappe 1 er presentert i notat RIG04, ref. [10]. For etappe 2 bør graving i elvebunn ved foten av eksisterende støttemur unngås. Eventuelt må dette vurderes spesielt av geotekniker. Etablering av erosjonssikring ved bruk av samfengt masse som beskrevet i ref. [10] vurderes derfor som den beste løsningen dersom man velger å beholde eksisterende støttemur.

## 5 Videre geoteknisk bistand

Det skal utarbeides geoteknisk notat med beskrivelser av utførelse og kontroll når endelig valg av alternativ løsning foreligger. Graving nærme eksisterende bygg og graving i elvebunn må vurderes spesielt.

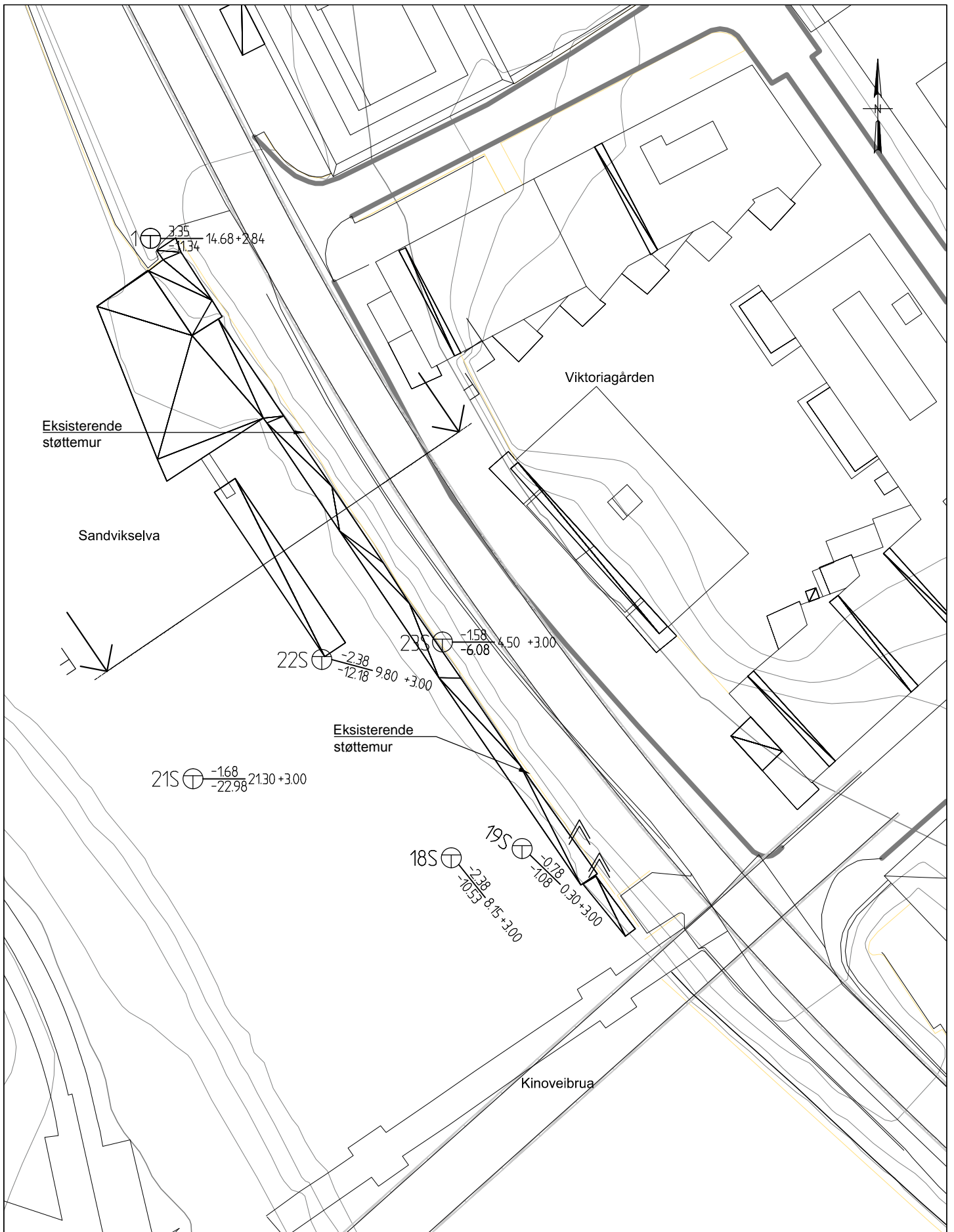
### 5.1 Annet



Det bør etableres målepunkter på direktefundamenterte konstruksjoner i nærheten av planlagte tiltak. Tilstandsvurdering/befaring anbefales også. Behov for overvåking av poretrykk vurderes til ikke å være nødvendig.

Det bør utføres en tilstandsvurdering av eksisterende støttemur. Dersom det er behov for å etablere ny støttemur eller støttemuren må oppgraderes, vil det være fordelaktig å utføre eventuell prosjektering og utførelse av dette samtidig med prosjektering og etablering av vei og elvepromenade.

## 6 Referanser

- [1] Multiconsult AS, «1140027 - 1 KU E18/E16 Sandvika; Grunnundersøkelser Datarapport, datert 27.03.2006,» Multiconsult AS, 2006.
- [2] Grunnteknikk AS, «1047 / 110855 Grunnteknikk; Bærum. Strandpromenaden Brambanisvei. Grunnundersøkelser. Geoteknisk datarapport. Datert 3. februar 2014,» Grunnteknikk AS, 2014.
- [3] Norges Geotekniske Institutt (NGI), «20160924-01-R Sandvika Elvepromenade, grunnundersøkelser,» NGI, 2017.
- [4] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG01 Geotekniske prosjekteringsforutsetninger. Sandvika strandpromenade. Datert 10.11.16,» Løvlien Georåd AS, Oslo, 2016.
- [5] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG03. Datert 08.05.17,» 2017.
- [6] Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2014.
- [7] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler.
- [8] Statens vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2014.
- [9] Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, «Rapport 14-2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [10] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG04 Støttekonstruksjoner. Sandvika elvepromenade. Datert 16.06.2017,» Oslo, 2017.

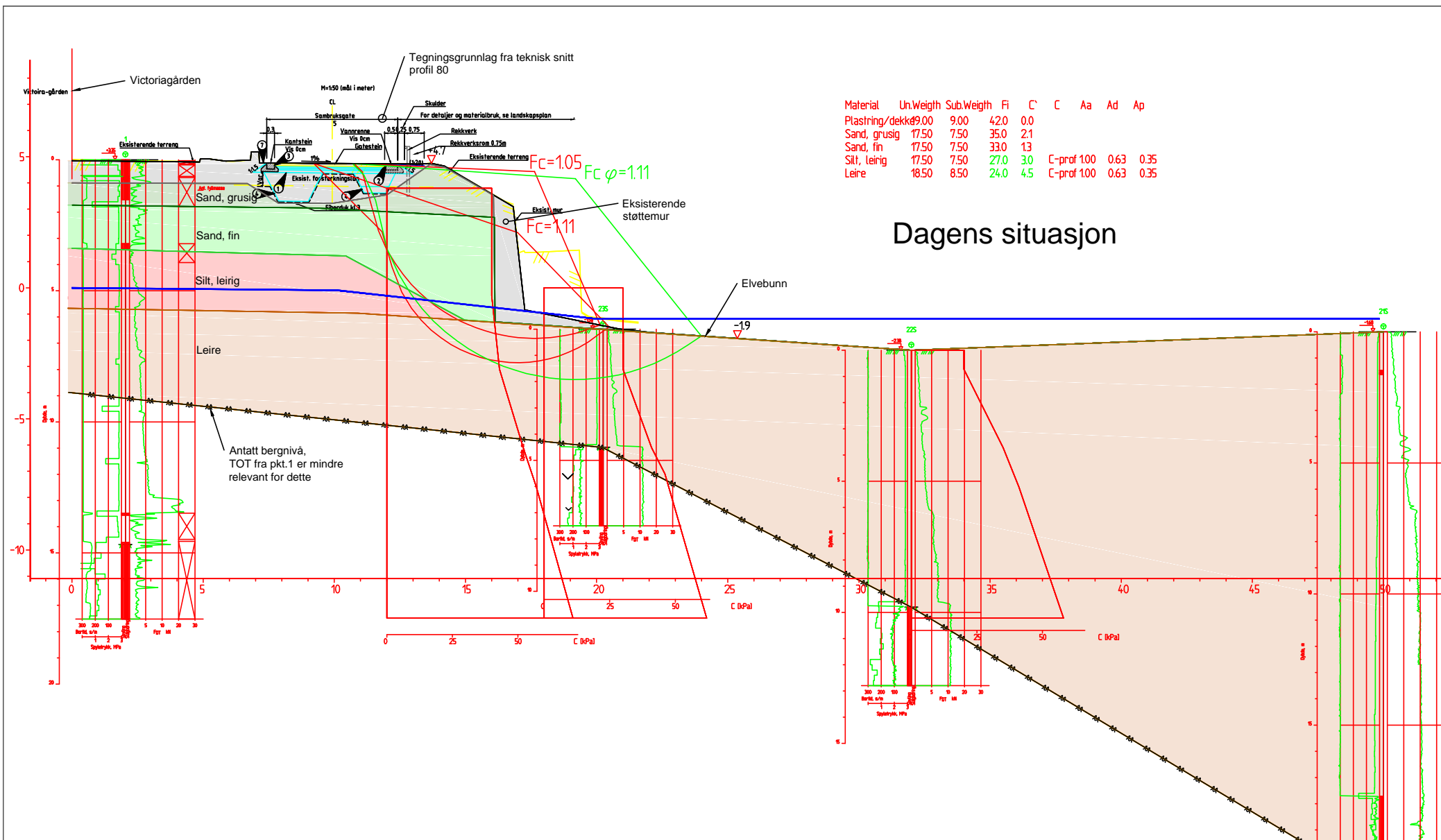


PKT.NR.  
 TOTALSONDERING  TERRENGNIVA BORDYBDE+BORET I BERG  
 BERG I DAGEN 

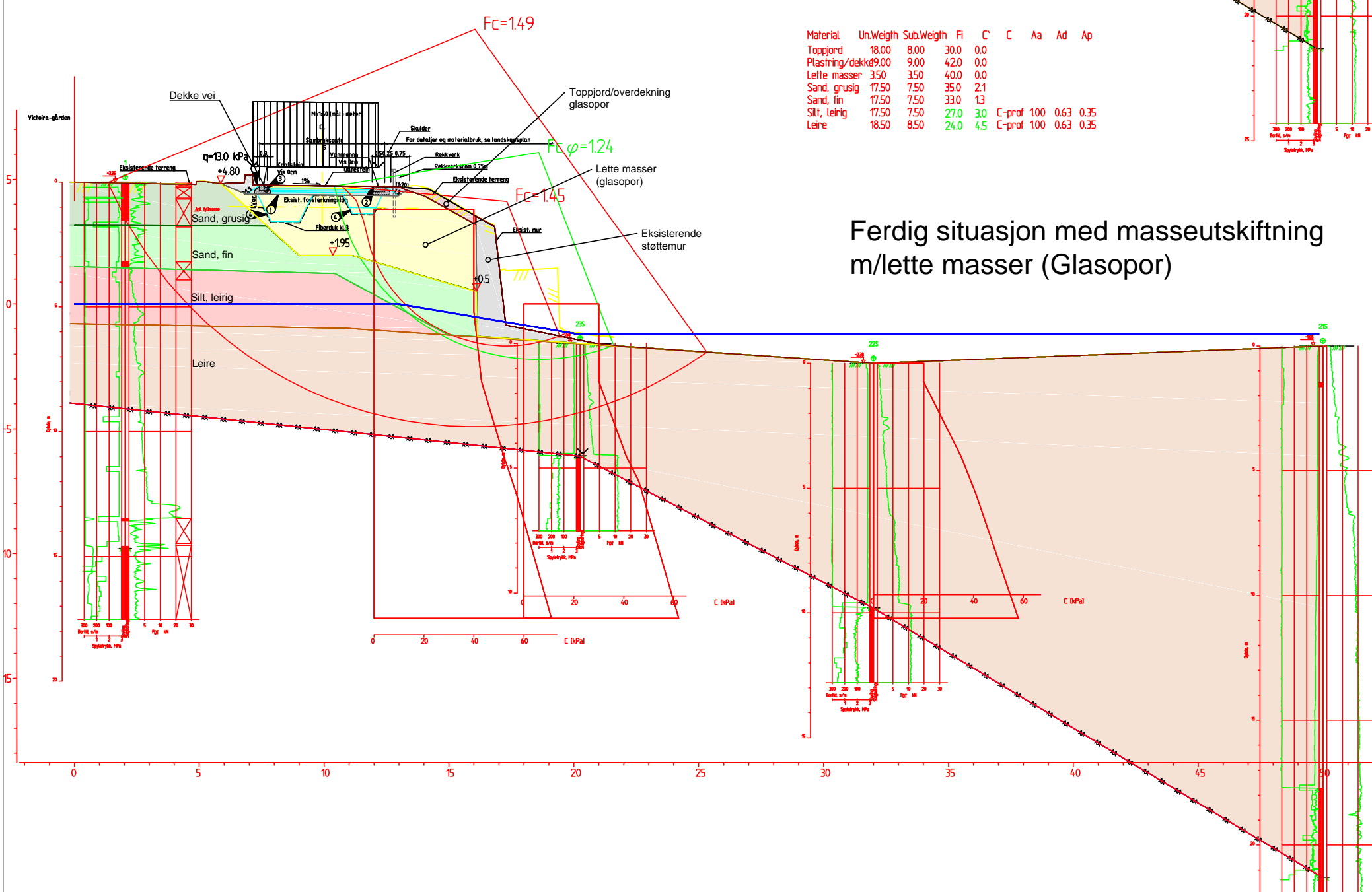
 **LØVLIE GEORÅD**  
 Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
 www.georaad.no

Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Bilag nr. A01	Tegning nr. N07A01
Oppdragsgiver Structor Oslo AS	Prosjekt nr. 16422	Målestokk 1:500 (A4)
Prosjekt Sandvika elvepromenade - etappe 2	Dato 20.10.17	Revisjon -
Tegningstittel Situasjonsplan med profil	Ansvarlig KGE	Kontrollert KR



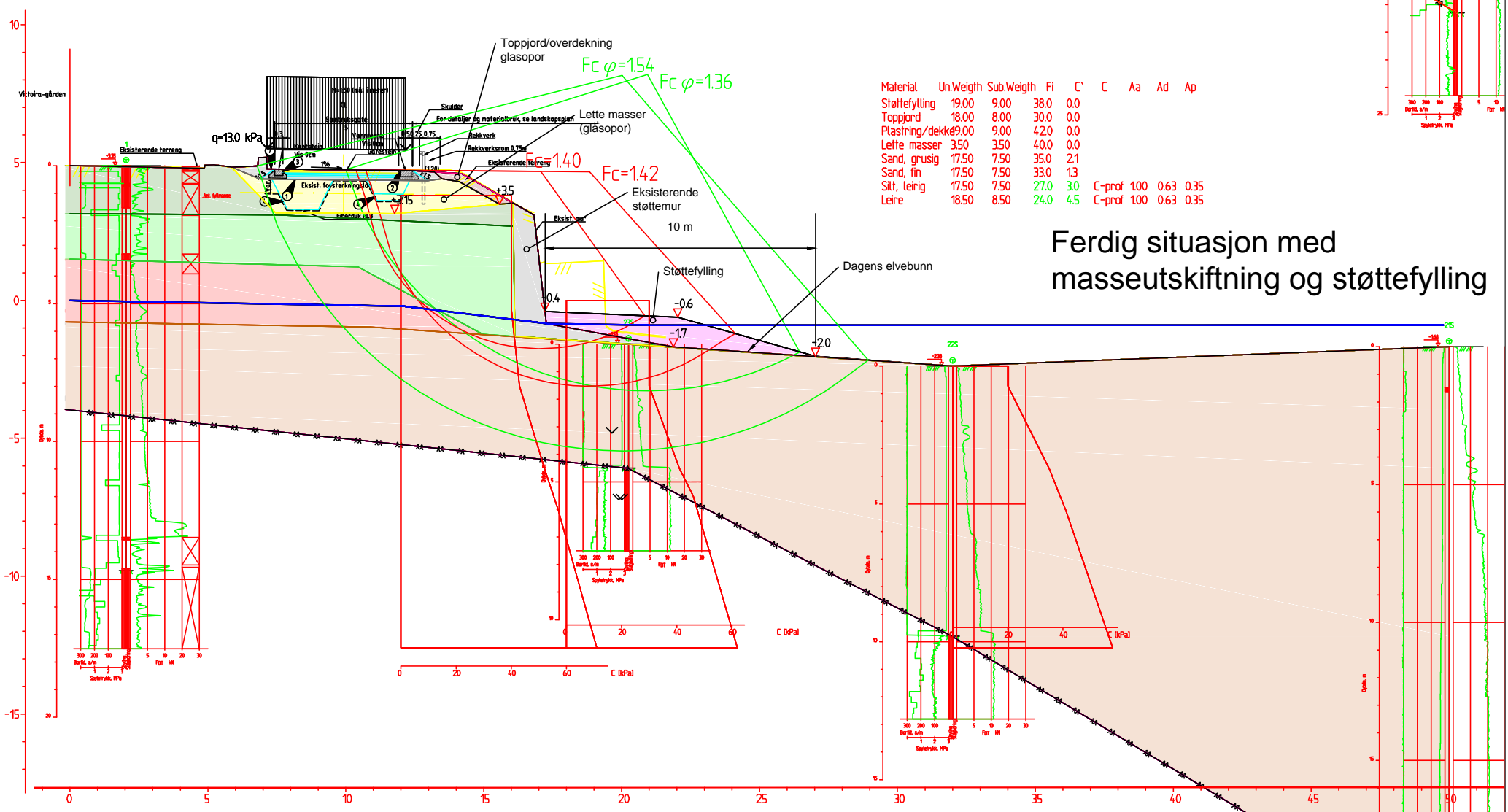
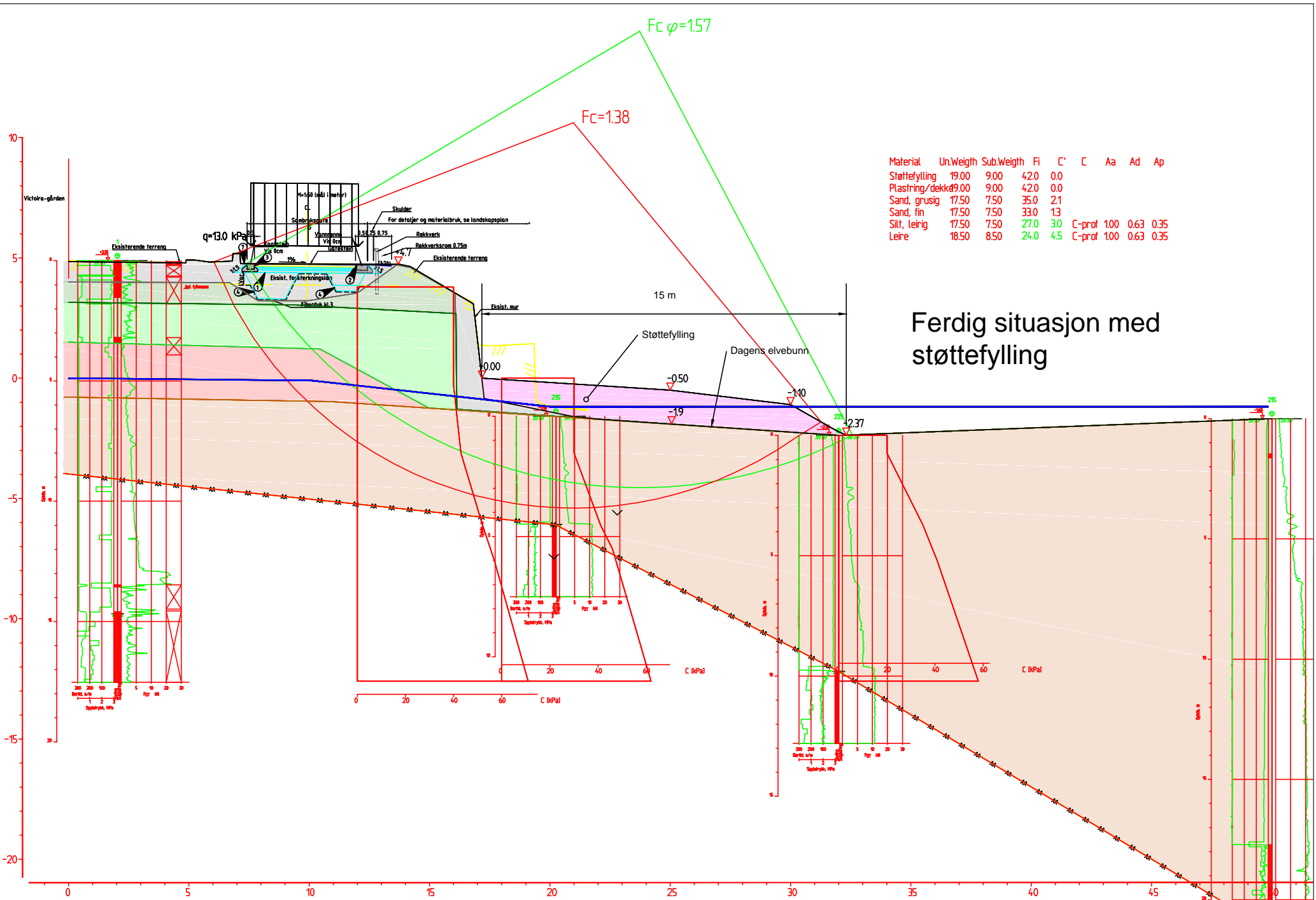
### Dagens situasjon



### Ferdig situasjon med masseutskiftning m/lette masser (Glasopor)

Rev.	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontroll
-	-	-	-	-
	Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.	
	Oppdragsgiver	E01	N07E01	
	Structor Oslo AS	Prosjekt nr.	Målestokk	
	Prosjekt	16422	1:200 (A3)	
	Sandvika elvepromenade - Etappe 2	Dato	Revisjon	
	Tegningstittel	17.10.17	-	
	Stabilitetsanalyse profil F 1/2	Ansvarlig	Kontrollert	
		KGE	KR	


**LØVLIE GEORÅD**  
 Geoteknikk - Geoteknisk laboratorium  
 www.georaad.no  
 Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Tegnet	Kontroll
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Tiltakshaver	Bilag nr.	Tegning nr.
-	E02	N07E02
Oppdragsgiver	Prosjekt nr.	Målestokk
Structor Oslo AS	16422	1:200 (A3)
Prosjekt	Dato	Revisjon
Sandvika elvepromenade - Etappe 2	17.10.17	-
Tegningstittel	Ansvarlig	Kontrollert
Stabilitetsanalyse profil F 2/2	KGE	KR

**LØVLÉN GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknikk laboratorium  
www.georaad.no

Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no



# Sandvika elvepromenade 16422 Notat RIG09 Stabilitet midlertidig fylling

Prosjektnr: 16422	Dato: 13.09.18	Saksbehandler: Kjetil B. Eggelund
Kundenr: 10312	Dato: 16.09.2018	Kvalitetssikrer: Kristoffer Palmsted

Fylke: Akershus	Kommune: Bærum	Sted: Sandvika
Adresse:	Gnr: 7	Bnr: 177/299

Tiltakshaver: Bærum kommune  
Oppdragsgiver: Structor Oslo AS  
Rapport: 16422 Notat RIG09  
Rapporttype: Geoteknisk notat  
Stikkord: Stabilitet, midlertidig fylling  
UTM: Sone 32V – Ø0585250, N6640240

## TEGNINGER

N09A01 Situasjonsplan med profiler  
N09E01 Stabilitetsanalyser profil 75  
N09E02 Stabilitetsanalyser profil 150  
N09E03 Stabilitetsanalyser profil 250  
N09E04 Stabilitetsanalyser profil 390

Revisjon	Grunnlag	Dato
00	Original	13.09.2018

## Sammendrag

Bærum kommune skal oppgradere Elvepromenaden langs Sandvikselva i Sandvika sentrum.

Løvlien Georåd AS skal utføre geoteknisk rådgivning for Structor Oslo AS vedrørende prosjekteringen av prosjektet.

Foreliggende notat omhandler stabilitetsvurderinger for en midlertidig fylling langs elvebredden.

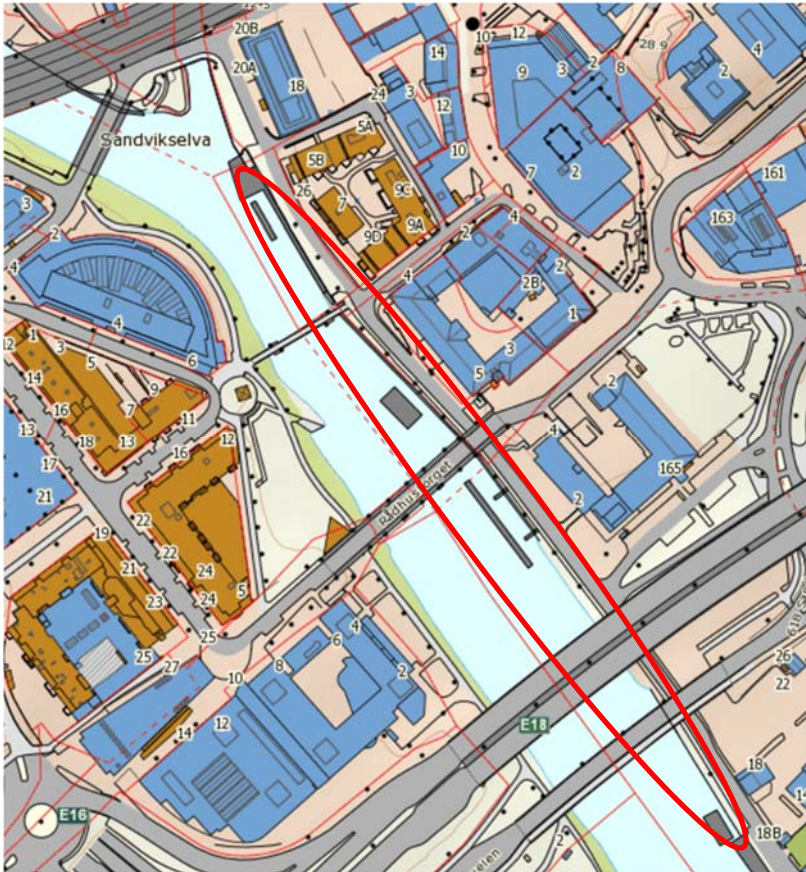
Etableringen av den midlertidige fyllingen i elva kan gjennomføres med tilfredsstillende stabilitet, med forbehold/anvisninger som gitt i foreliggende notat.

## 1 Innledning

Bærum kommune skal oppgradere Elvepromenaden langs Sandvikselva i Sandvika sentrum. Promenaden strekker seg fra Rigmor brygga i sør til Andeneskvaralet i nord, totalt en strekning på ca. 400 m, se oversiktskart på figur 1.1.

Løvlien Georåd AS skal utføre geoteknisk rådgivning for Structor Oslo AS vedrørende prosjekteringen av prosjektet.

Foreliggende notat omhandler stabilitetsvurderinger for en midlertidig fylling langs elvebredden.



Figur 1.1 Oversiktskart.

## 2 Forutsetninger og redegjørelser

### 2.1 Utførte grunnundersøkelser

Grunnforholdene langs den aktuelle strekningen er blant annet beskrevet i rapporter fra Multiconsult og Grunnteknikk (se ref. [1] og [2]). Det ble utført supplerende grunnundersøkelser i uke 3 og 4 i 2017 av NGI, resultater er presentert i datarapport 20160924-01-R, ref. [3].

### 2.2 Tidligere vurderinger

Prosjektets geotekniske prosjekteringsforutsetninger er presentert i Notat RIG01, ref. [4].

Stabilitetsvurderinger for etappe 1 og 2 er presentert ihv. Notat RIG03, ref. [5] og Notat RIG07 ref. [6].



### 2.3 Tegninger

Stabilitetsvurderingene i foreliggende notat baserer seg på snitt av oppfyllingen mottatt 11.09.2018. Fyllingen avsluttes med skråningshelning 1:2 (v:h) iht. tegninger.

## 3 Sikkerhetskrav

Lokalstabiliteten skal oppfylle stabilitetskrav i henhold til NS-EN-1997-1-1, tabell NA.A.4 (sett M2), se ref. [7]:

- $F \geq 1,4$  for totalspenningsanalyser
- $F \geq 1,25$  for effektivspenningsanalyser

## 4 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

Stabilitetsberegningene er utført i GeoSuite Stability og BEAST som beregningsverktøy [8].

Det er utført beregninger for både effektivspenningsbasis (drenert tilstand) og totalspenningsbasis (udrenert tilstand).

### 4.1 Geotekniske dimensjoneringsparametere

For massetyper der karakteristiske parametere på opptatte prøver ikke foreligger, benyttes erfaringsverdier fra Håndbok V220 [9].

Følgende parametere er benyttet i beregninger og vurderinger:

#### *Finsand*

- $\gamma = 17,5 \text{ kN}/\text{m}^3$
- $\varphi = 33^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### *Silt, leirig, sandig*

- $\gamma = 17,5 \text{ kN}/\text{m}^3$
- $\varphi = 27^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### *Fylling av kvalitetsmasser*

- $\gamma = 19 \text{ kN}/\text{m}^3$
- $\varphi = 40^\circ$
- $c' = 0 \text{ kPa}$

#### *Leire, middels fast til fast, drenerte parametere*

- $\gamma = 18,5 \text{ kN}/\text{m}^3$
- $\varphi = 24^\circ$
- $c' = 2,2 (a = 5) \text{ kPa}$

#### Totalspenningsparametere (udrenert skjærstyrke)

For totalspenningsanalyser er udrenert aktivt skjærstyrkeprofil,  $s_u^A$ , tolket basert på resultater fra CPTu og laboratorieanalyser. Se tolket designlinje for punkt 8 i bilag E1 i ref. [5].

For totalspenningsanalyser er leiras udrenerte skjærstyrke modellert vha. C-profiler. Designlinjen er benyttet som grunnlag for justeringer av skjærstyrkeprofil vha. Shansep-teorien slik at disse gir en god overenstemmelse:

$$\left(\frac{s_u^A}{p'_v}\right)_{OC} = \left(\frac{s_u^A}{p'_v}\right)_{NC} \times OCR^m$$

Ved beregning av skjærstyrkeprofil vha. Shansep-teorien, er det lagt til grunn følgende inngangsparametere:

- ✓  $\gamma_{\text{tidligere}} = 18 \text{ kN/m}^3$
- ✓  $m = 0,68$
- ✓  $s_u^A/p'_{v,\text{før}} = 0,31$
- ✓ Terrengkote tidligere tider = +15
- ✓ Grunnvannspeil tidligere tider = +15

#### 4.2 Anisotropifaktorer

I leiren er det tatt høyde for anisotropisk styrkeforhold mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke. Det er valgt å legge til grunn anisotropiforhold i henhold til NIFS omforente anbefaling [10]. På bakgrunn av utførte undersøkelser er det valgt å legge til grunn  $I_p = 10 \%$  som representativ plastisitetsindeks i leira. Benyttede ADP-verdier er gitt i tabell 4.1.

Tabell 4.1 - Benyttede ADP-verdier

$s_u^A$	$s_u^D/s_u^A$	$s_u^P/s_u^A$
1,0	0,63	0,35

#### 4.3 Tolkning av lagdeling

Tolkning av lagdeling er basert på utførte grunnundersøkelser i området.

#### 4.4 Terrenglaster

Den midlertidige fyllingen ønskes benyttet som anleggsvei for pelerigg (for installering av stålkjernepeler) og gravemaskin. Det er lagt til grunn en jevnt fordelt last  $q = 20 \text{ kPa}$  i beregningene med partialfaktor for trafikklast  $\gamma_Q = 1,3$ .



## 5 Geotekniske vurderinger - stabilitet

Geotekniske vurderinger gjennomføres generelt iht. Eurokode 7, ref. [7]. Generelle krav til laster og konstruksjoner tas fra Eurokode 0, ref. [7].

### 5.1 Områdestabilitet

Grunnundersøkelsene indikerer at marin leire ligger relativt dypt. Leiren er middels fast til fast med lav sensitivitet. Det er ikke registrert kvikkleire eller leire med sprøbruddegenskaper i opptatte prøver, se ref. [3].

Områdestabiliteten iht. NVE-veileder 7/2014, ref. [11], vurderes å være tilfredsstillende.

### 5.2 Stabilitetsberegninger og lokalstabilitet

Det er gjort beregninger for 4 utvalgte profiler, se tegning N09A01 for plassering og tabell 5.1 for resultater.

Tabell 5.1 Beregningsresultater.

Profil	Tegning nr.	Beregnet sikkerhetsfaktor [F]		Vurdering
		Totalspenning	Effektivspenning	
75	N09E01	1,79	1,61	OK
150	N09E02	1,44	1,56	OK
250	N09E03	1,69	1,46	OK
390	N09E04	ikke relevant	1,32	OK

Etableringen av den midlertidige fyllingen i elva kan gjennomføres med tilfredsstillende stabilitet, med følgende forbehold/anvisninger:

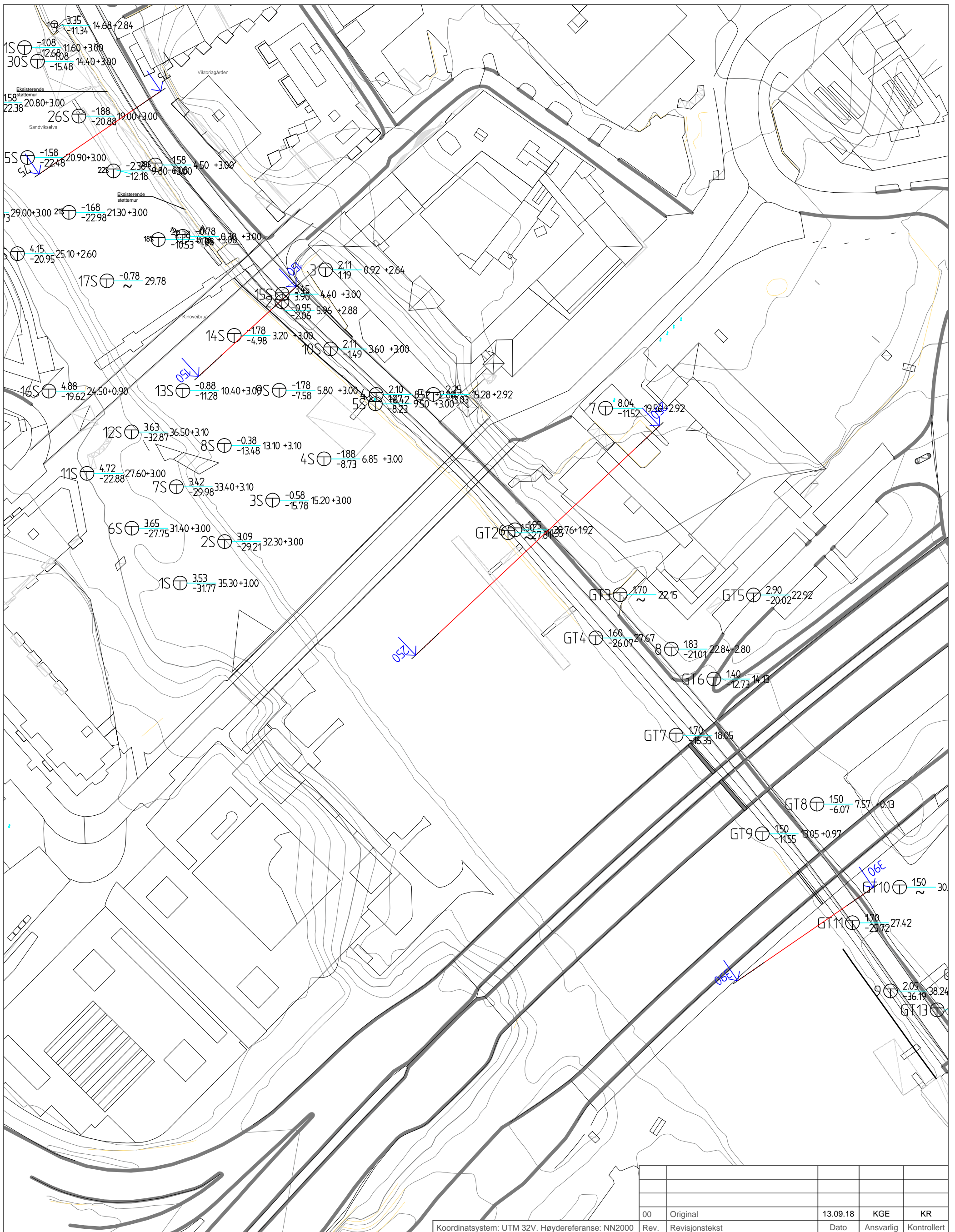
- Eventuelle fyllmasser, kvister o.l. fjernes fra elvebunn før fyllingen legges ut
- Det skal benyttes kvalitetsmasser (sprengstein, samfenge masser, eller tilsvarende)
- Ved bløt elvebunn kan det legges et velgradert lag sand/fin grus med gradering 0-20mm, 0-32mm eller tilsvarende som legges i et ca. 250-350 mm tykt lag nederst mot elvebunn for å redusere potensiell massefortrengning
- Fyllmassene legges forsiktig ut og det bør tilstrebes å legge ut massene lengst vekk fra elvekant først, før man jobber seg innover mot elvekant
- Avsluttende skråning fra fyllingstopp og ned til elvebunn må ha helning ikke brattere enn 1:2 (v:h)
- Det anbefales at det utføres en form for monitorering av elvebunnen utenfor fyllingen (før og etter fylling) for å avdekke eventuelle utfordringer med fortrenkning av masser
- Fyllingen skal ikke påføres last som overstiger 20 kPa brukslast. Er dette ønskelig skal geotekniker konsulteres først

## 6 Videre geoteknisk bistand

Arbeider på byggeplass skal følges opp av geotekniker.

## 7 Referanser

- [1] Multiconsult AS, «1140027 - 1 KU E18/E16 Sandvika; Grunnundersøkelser Datarapport, datert 27.03.2006,» Multiconsult AS, 2006.
- [2] Grunnteknikk AS, «1047 / 110855 Grunnteknikk; Bærum. Strandpromenaden Brambanisvei. Grunnundersøkelser. Geoteknisk datarapport. Datert 3. februar 2014,» Grunnteknikk AS, 2014.
- [3] Norges Geotekniske Institutt (NGI), «20160924-01-R Sandvika Elvepromenade, grunnundersøkelser,» NGI, 2017.
- [4] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG01 Geotekniske prosjekteringsforutsetninger. Sandvika strandpromenade. Datert 10.11.16,» Løvlien Georåd AS, Oslo, 2016.
- [5] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG03. Datert 08.05.17,» 2017.
- [6] Løvlien Georåd AS, «16422 Notat RIG07 Geotekniske vurderinger stabilitet,» 20.10.2017.
- [7] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler.
- [8] Viaova GeoSuite AB, «BEAST. A Computer Program for Limit Equilibrium Analysis by the Method of Slices. Report 8302-2,» 2000.
- [9] Statens vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2014.
- [10] Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, «Rapport 14-2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [11] Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2014.



**FORKLARINGER:**

PKT.NR.  
 TOTALSONDERING TERRENGNIVA BORDYBDE+BORET I BERG  
 BERGNIVA

Koordinatsystem: UTM 32V. Høydereferanse: NN2000



**LØVLIEN GEORÅD**  
 Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
 www.georaad.no

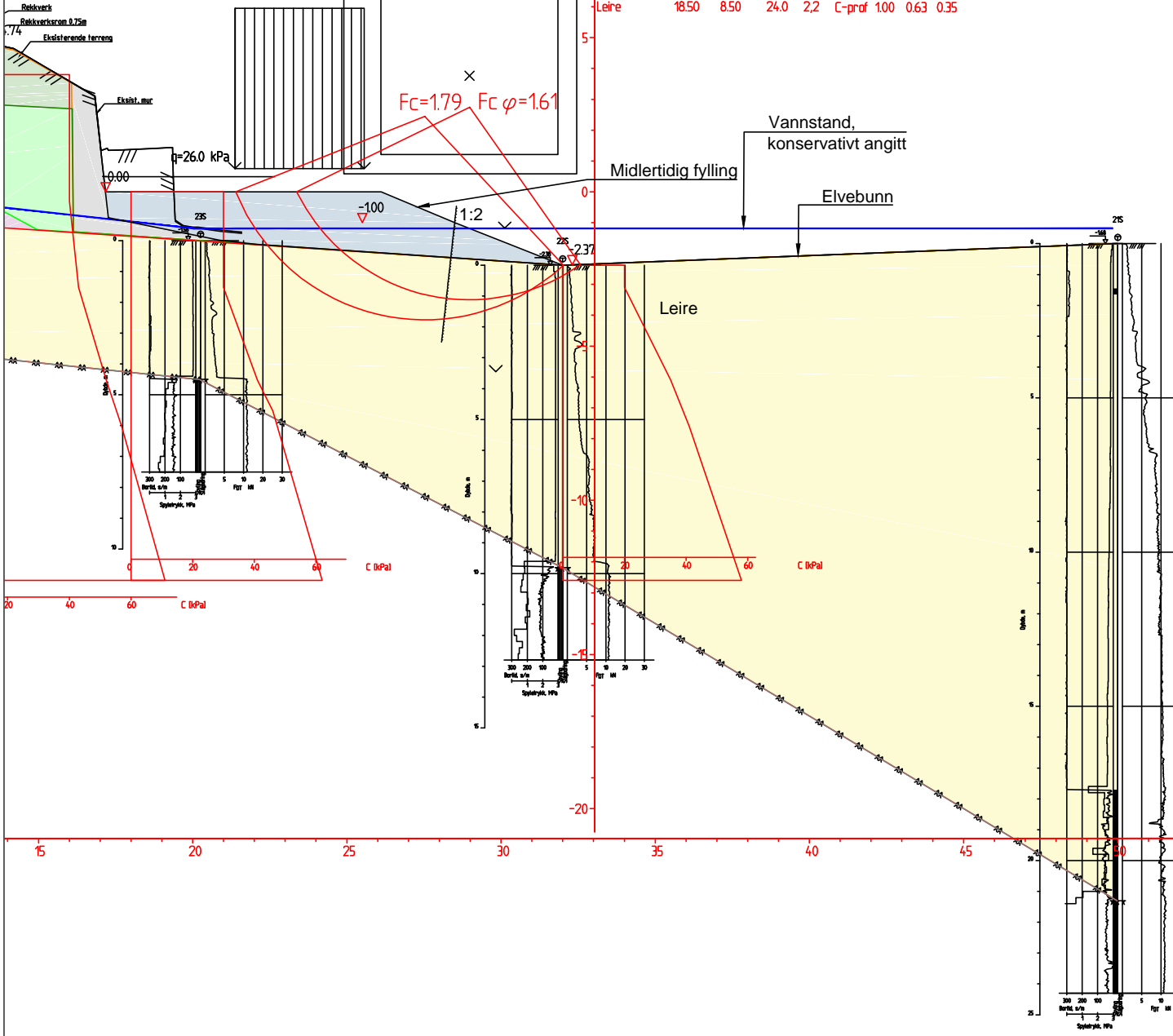
Elvesletta 35  
 2323 Ingeberg  
 Telefon: 95 48 50 00  
 E-post: post@georaad.no

00	Original	13.09.18	KGE	KR
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert

Tiltakshaver	Bærum kommune	Tegning nr.	N09A01
Oppdragsgiver	Structor Oslo AS	Prosjekt nr.	16422
Prosjekt	Sandvika elvepromenade	Format / Målestokk	A3 / 1:1000
Tegningstittel	Situasjonsplan med profiler	Status	Vurderingsnotat

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Plastring/dekk	9.00	9.00	42.0	0.0				
Sand, grusig	17.50	7.50	35.0	0				
Sand, fin	17.50	7.50	33.0	0				
Silt, leirig	17.50	7.50	27.0	0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	18.50	8.50	24.0	2,2	C-prof	1.00	0.63	0.35

Øer  
Højer og materialbruk, se landskapsplan



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	13.09.18	KGE	KR

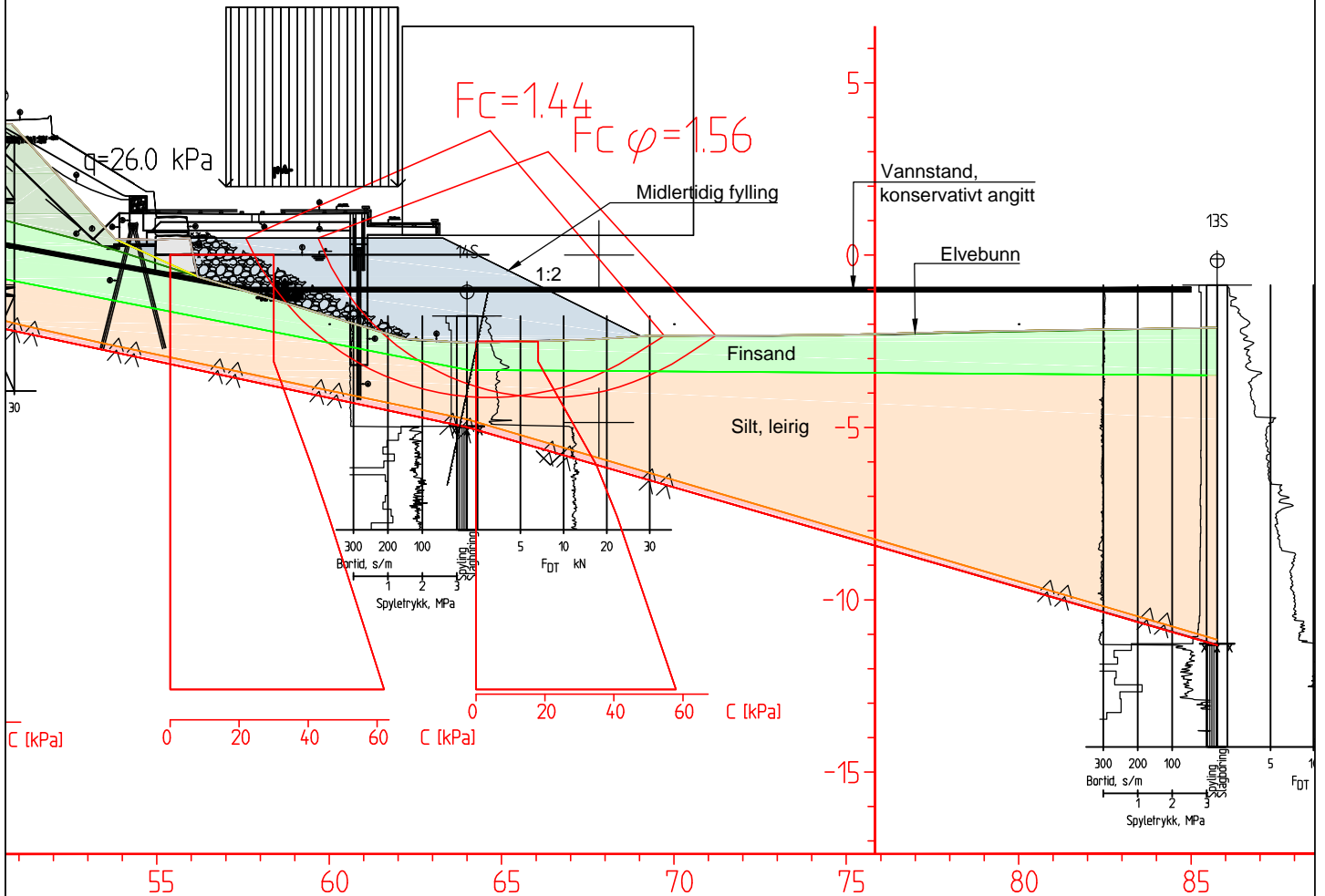


**LØVLIE GEORÅD**  
Geoteknikk – Geoteknisk laboratorium  
www.georaad.no

Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Bærum kommune	Tegning nr.	N09E01
Oppdragsgiver	Structor Oslo AS	Prosjekt nr.	16422
Prosjekt	Sandvika elvepromenade	Format / Målestokk	A4 / 1:200
Tegningsstittel	Stabilitetsanalyser profil 75	Status	Vurderingsnotat

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Sand, grusig	17.50	7.50	35.0	0				
Sand, fin	17.50	7.50	33.0	0				
Silt, leirig	17.50	7.50	27.0	0	C-prof	100	0.63	0.35



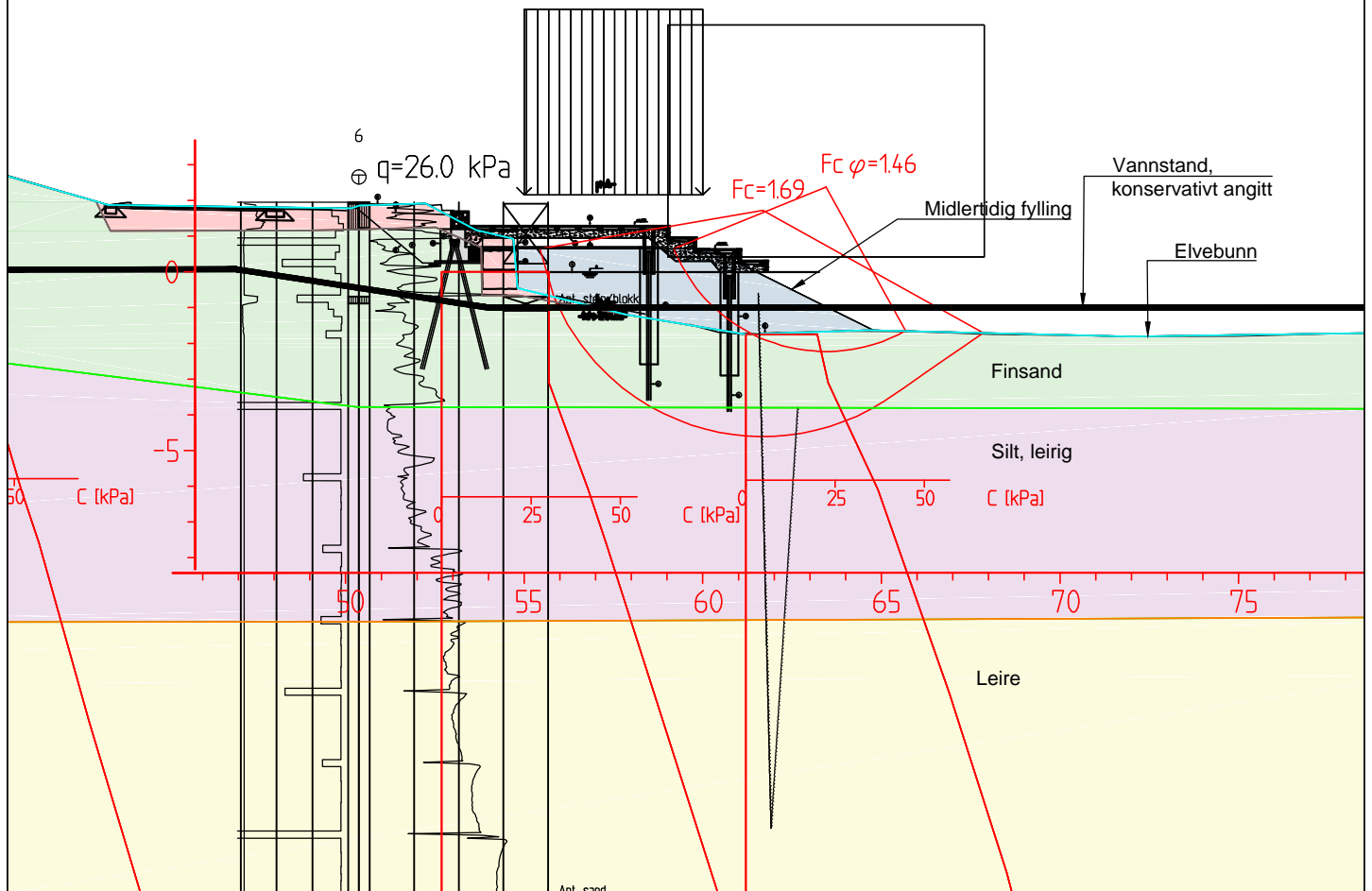
Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	13.09.18	KGE	KR



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Bærum kommune	Tegning nr.	N09E02
Oppdragsgiver	Structor Oslo AS	Prosjekt nr.	16422
Prosjekt	Sandvika elvepromenade	Format / Målestokk	A4 / 1:200
Tegningsstittel	Stabilitetsanalyser profil 150	Status	Vurderingsnotat

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0				
Plastring/dekk	9.00	9.00	42.0	0.0				
Sand	17.50	7.50	33.0	0.0				
Silt, leirig, s	17.50	7.50	27.0	0.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Leire	18.50	8.50	24.0	2.2				



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	13.09.18	KGE	KR

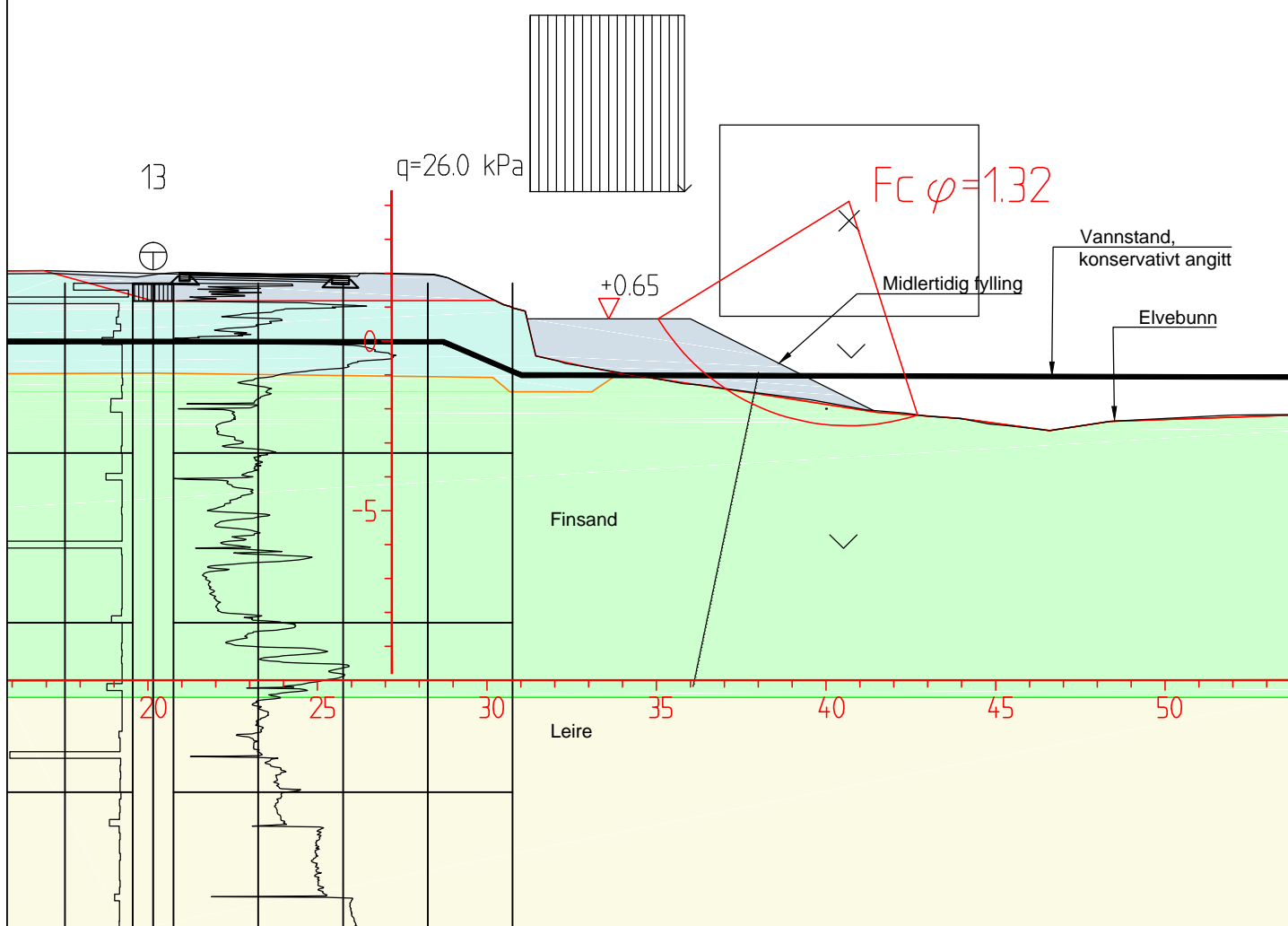


Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver Bærum kommune	Tegning nr. N09E03
Oppdragsgiver Structor Oslo AS	Prosjekt nr. 16422
Prosjekt Sandvika elvepromenade	Format / Målestokk A4 / 1:200
Tegningsstittel Stabilitetsanalyser profil 250	Status Vurderingsnotat



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'
Fylling	19.00	9.00	40.0	0.0
Sand, grusig	17.50	7.50	35.0	2.1
Sand, fin	17.50	7.50	33.0	0.0
Leire	18.50	8.50	24.0	2.2



Rev.	Revisjonstekst	Dato	Ansvarlig	Kontrollert
00	Original	13.09.18	KGE	KR



Elvesletta 35  
2323 Ingeberg  
Telefon: 95 48 50 00  
E-post: post@georaad.no

Tiltakshaver	Bærum kommune	Tegning nr.	N09E04
Oppdragsgiver	Structor Oslo AS	Prosjekt nr.	16422
Prosjekt	Sandvika elvepromenade	Format / Målestokk	A4 / 1:200
Tegningsstittel	Stabilitetsanalyser profil 390	Status	Vurderingsnotat

## Vedlegg F. Analyseresultater av steinmasser fra fyllingen (tatt av NGI)

Deres prøvenavn	Sandvika-01 Jord					
Labnummer	N00594703					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK <sup>†</sup>	-----		-	1	1	ELNO
Tørstoff (DK) <sup>a ulev</sup>	92.4	9.24	%	2	2	SAHM
Vanninnhold <sup>a ulev</sup>	7.6		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 $\mu\text{m}$ <sup>a ulev</sup>	95.0		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 $\mu\text{m}$ <sup>a ulev</sup>	0.5		%	2	2	SAHM
Kornfordeling <sup>a ulev</sup>	-----		se vedl.	2	2	ERAN
TOC <sup>a ulev</sup>	0.56	0.1	% TS	2	2	SAHM
Naftalen <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Acenaftylene <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Acenaften <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Fluoren <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Fenantren <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Antracen <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Fluoranten <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Pyren <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Krysen <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene <sup>a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren <sup>^ a ulev</sup>	<10		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 <sup>a ulev</sup>	n.d.		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene <sup>^ a ulev</sup>	<100		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
PCB 28 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
PCB 52 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
PCB 101 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
PCB 118 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
PCB 138 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
PCB 153 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM

Deres prøvenavn	<b>Sandvika-01 Jord</b>					
Labnummer	N00594703					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
PCB 180 <sup>a ulev</sup>	<0.50		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 <sup>a ulev</sup>	<4		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	2	2	SAHM
As (Arsen) <sup>a ulev</sup>	2.3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) <sup>a ulev</sup>	10	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) <sup>a ulev</sup>	15	2.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) <sup>a ulev</sup>	55	11	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) <sup>a ulev</sup>	0.04	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) <sup>a ulev</sup>	<0.01		mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) <sup>a ulev</sup>	54	10.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) <sup>a ulev</sup>	35	7	mg/kg TS	2	2	SAHM
Tørrestoff (L) <sup>a ulev</sup>	92.7	2.0	%	3	V	ERAN
Monobutyltinnkation <sup>a ulev</sup>	<1		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	3	T	ERAN
Dibutyltinnkation <sup>a ulev</sup>	<1		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	3	T	ERAN
Tributyltinnkation <sup>a ulev</sup>	<1		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	3	T	ERAN