

NOTAT

OPPDRAAG	Nøsted brygge	DOKUMENTKODE	810848-RIG-NOT-005
EMNE	Utredning av områdestabiliteten	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Nøsted Brygge Bolig AS	OPPDRAAGSLEDER	Steinar Sæland
KONTAKTPERSON	Per Rosenvinge	SAKSBEHANDLER	Anniken Wall
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10112011 Geofag

SAMMENDRAG

I forbindelse med reguleringsplanen har områdestabiliteten blitt utredet for Nøsted brygge. Det er avgrenset en faresone med høy faregrad og konsekvensklasse middels. Hele faresonen er ikke utredet, men etter avtale med NVE er områder som kan påvirke tiltaksområdet og områder som tiltaket kan påvirke, blitt inkludert i faresonen.

Stabilitetsberegninger for dagens situasjon har blitt utført langs et kritisk snitt. Beregningene viser en sikkerhet på så vidt over $F=1$ for dagens situasjon, som altså ikke tilfredsstiller kravet til sikkerhet på $F \geq 1,4$. Det planlegges en permanent støttekonstruksjon som skal beskytte tiltaksområdet mot et eventuelt områdeskred. Denne vil dimensjoneres i detaljprosjekteringen.

Det gjøres oppmerksom på at sikkerheten for områdeskred utenfor den planlagte spunten er svært lav. Selv om det ikke skal være tilflytting av personer eller endret bruk av dette området er det et område med personopphold i dag, bl.a. i forbindelse med bryggeområdet. Det er vanskelig å gjennomføre stabilitetsforbedrende tiltak i strandsonen, men kommunen bør være oppmerksom på situasjonen.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	23.10.2018	Utredning av områdestabiliteten	Anniken Wall	Marina Shorokhova/Roy Nalbant	Gunnar Vik

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014	3
2.1	Avklar hvor nøyaktig utredning skal være	3
2.2	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	4
2.3	Avgrens områder med marine avsetninger	4
2.4	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	5
2.5	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	5
2.6	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag	5
2.7	Avgrens løseområder nøyaktig	5
2.8	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	6
2.9	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	6
3	Konsekvensklasse	8
4	Stabilitetsberegning	9
4.1	Beregningsmetode	9
4.2	Kritisk snitt og lagdeling	9
4.3	Grunnvann og vannstand	11
4.4	Laster	11
4.5	Skredmekanismer	11
4.6	Resultat av stabilitetsberegninger	11
4.7	Tiltak	12
5	Referanser	14

Vedlegg

1. Tegning 810848-RIG-TEG-006 Faresone for kvikkleireskred
2. Kartverket. Vannstand i Drammensfjorden ved Nøstodden.
3. Kritisk snitt med lagdeling. Tegning 810848-RIG-TEG-700
4. Stabilitetsberegninger. Tegning 810848-RIG-TEG-800.1 tom. -803.1

Utredning av områdestabiliteten

1 Innledning

I forbindelse med utbyggingen ved Nøsted brygge er områdestabiliteten vurdert. NVE har kommet med innsigelse til områdereguleringsplanen i brev datert 20.06.2017. Denne er forsøkt svart ut i notat 810848-RIG-NOT-003 Svar på innsigelse fra NVE datert 05.12.17 hvor det er utført en innledende stabilitetsberegning. Videre kom det en ny innsigelse 28.08.2018 som svares ut i foreliggende notat.

Det er våren 2018 utført supplerende grunnundersøkelser både på land og i sjøen som styrker datagrunnlaget på området /1/. Det er nå utført ytterligere stabilitetsvurderinger og en faresone for kvikkleireskred er avgrenset og faregradsevaluert. I tillegg er det beskrevet tiltak for å beskytte nybygg fra et områdeskred, i form av en permanent støttestruksjon.

2 Gjennomgang av prosedyre NVE 7/2014

Tabell 1 gir en systematisk oversikt over punktene i NVEs veileder som skal gjennomgås og svares ut, og kommentarer til disse. Videre gir kapittel 2 og 4 en nærmere beskrivelse av svaret på punktene.

Tabell 1 Oversikt over punktene i kvikkleireveilederen /2/ som skal svares ut og kommentarer til disse.

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Avklar hvor nøyaktig utredning skal være	Reguleringsplannivå.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med marine avsetninger	Hele området består av marine avsetninger ifølge utførte grunnundersøkelser.
4.	Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området	Ingen kartlagte faresoner i nærheten.
5.	Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred	Utført.
6.	Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/ vurdering av grunnlag	Utført. Se datarapport /1/ og parametertolkningsnotat /11/.
7.	Avgrens løseområder nøyaktig	Se kap. 2.7.
8.	Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser	Utløpsområdet, slik det er definert i veilederen, eksisterer ikke. Se kap. 2.8.
9.	Avgrens og faregradsklassifiser faresoner	Høy faregrad.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet.	Områdestabiliteten er ikke tilfredsstillende og tiltak planlegges i form av permanent spunt.
Konklusjon		Tiltak må iverksettes pga. fare for områdeskred. Det planlegges permanent spunt.

2.1 Avklar hvor nøyaktig utredning skal være

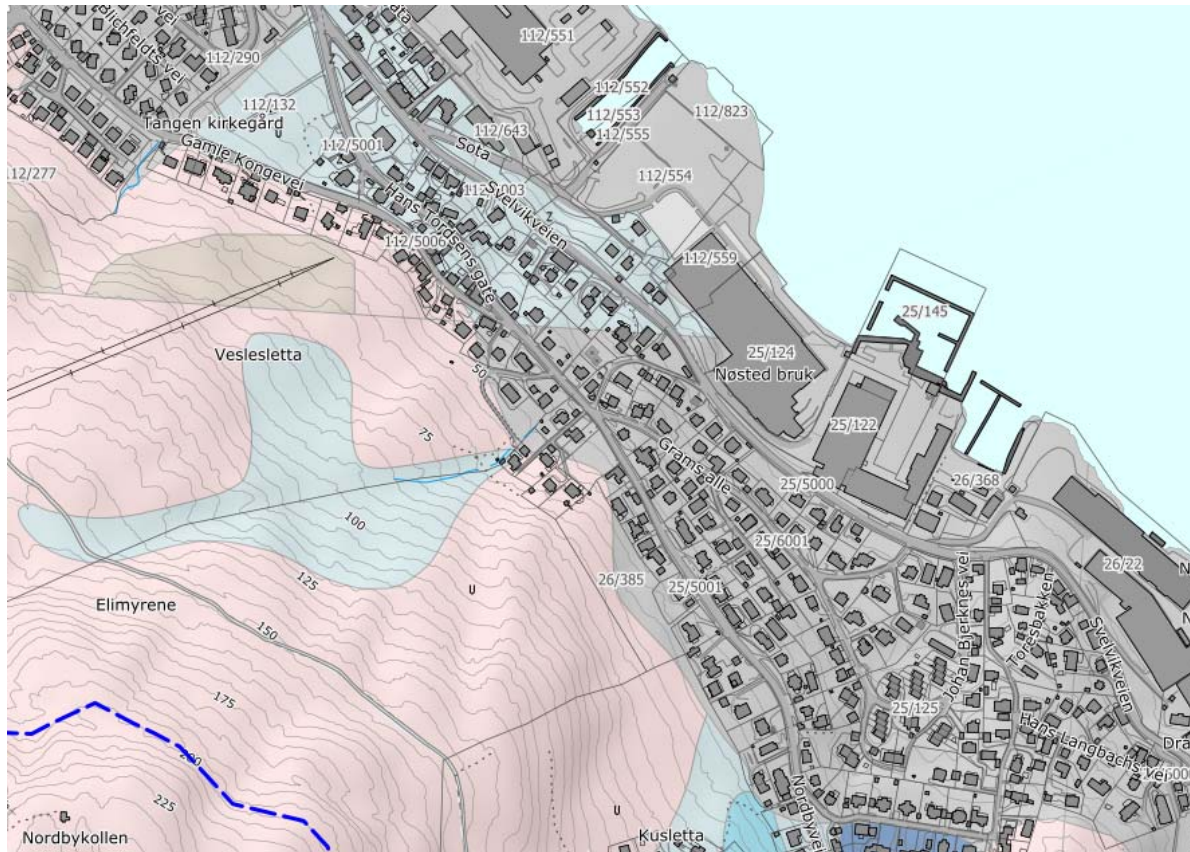
Utredningen utføres på reguleringsplannivå. Tiltaket faller under tiltakskategori K4 som gjelder for områder med større tilflytting/personopphold. Det må oppnås en sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ eller en forbedring dersom $F < 1,4$ for kvikkleiresoner med faregrad lav og middels, og vesentlig forbedring for soner med faregrad høy. Forbedring/vesentlig forbedring kan kun skje i form av terrengendringer og bruk av lette masser. Faregraden er utredet i kap. 2.9.

Utredning av områdestabiliteten

Avgrensningen av kvikkleiresonen og faregradsevalueringen skal kvalitetssikres av uavhengig foretak iht. kap. 5.3 i veilederen. NGI står for denne kvalitetssikringen.

2.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense som er 200 moh. i dette området (Figur 1).



Figur 1 Marin grense markert med blå stiplet linje 200 moh. /3/.

2.3 Avgrens områder med marine avsetninger

Hele planområdet består ifølge NGUs kvartærgeologiske kart /3/ av fyllmasser. Utførte grunnundersøkelser viser at området består av marine avsetninger under fyllmassene.

Multiconsult har tilgang på følgende grunnundersøkelser i området:

- Multiconsult, 2018: 10205935-RIG-RAP-001 Geoteknisk datarapport datert 08.08.18.
- Notebys tegning 18549-1 Borplan og fjellkotekart. Datert 1980.
- Notebys tegning 18549-2 Borplan og fjellkotekart. Datert 1980.
- Norsk teknisk byggekontroll, 1945: Nøsted bruk, Drammen. Tegning nr. 1183. Datert 9.2.1945.
- Multiconsult, 2007: 810848-1 Grunnundersøkelser Nøsted brygge Svelvikveien 59, Drammen. Datert 4. september 2007.
- NGI, 1971: 71027 A/S Drammen Glassverk. Utfylling på Ankerstrand. Grunnundersøkelser og stabilitetsvrudering. Datert august 1971.
- Rambøll, 2016: 1350011332 Rapport nr. 1. Datarapport fra grunnundersøkelse. Statens vegvesen Region sør. Fv 319 Svelvikveien – grunnundersøkelser. Datert 23.05.2016.
- Rambøll, 2016: 1350010461 Rapport nr. 1, Rev. 0. Datarapport fra grunnundersøkelse. Union Eiendomsutvikling AS. Drammen Glassverk. Datert 15.04.2016.

Utredning av områdestabiliteten

- Statens Vegvesen, 2017: Tegning V-111 Fv. 319 Svelvikveien. Borplan Profil 2000-2350. Produsert av Multiconsult. Datert 24.05.2017. Revisjon A.
- Multiconsult, 2017: Tegninger 814420-RIG-TEG-33-45 Totalsondering. Supplerende grunnundersøkelser Fv.319, Svelvikveien. Datert 24.05.2017.

2.4 Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Planområdet ligger ikke innenfor noen kartlagt kvikkleiresone /4/. Det er heller ingen soner i umiddelbar nærhet.

2.5 Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

Aktsomhetsområdet er i første omgang avgrenset til områder med marine avsetninger og terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 m. Den maksimale bakenforgripende skredutbredelsen er 20 x skråningshøyden.

Aktsomhetsområdet har blitt videre utredet og gjengis derfor ikke her. Den avgrensede faresonen er vist i Figur 2 i kap. 2.9.

2.6 Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag

Henvisning til tilgjengelige grunnundersøkelser er gitt i kap. 2.3. Grunnforholdene er nærmere beskrevet i parametertolkningsnotatet -NOT-004 /11/.

2.7 Avgrens løsneområder nøyaktig

For å avgrense løsneområdet benyttes terrengkriteriet at helningen er brattere enn 1:15 og et skred kan gripe bakover 15 x skråningshøyden i områder med sprøbruddmateriale. I tillegg er faresonen noen steder avgrenset av berg i dagen og kunnskap om hvordan byggene er fundamentert.

Figur 2 i kap. 2.9 gir, i tillegg til avgrensning av faresonen og tolkning av sonderinger/prøveserier, oversikt over hvor Nøsted, Glassverket, Toyota-bygget og båthavna ligger i forhold til hverandre.

Terrenget ved Nøsted brygge er på land ganske flatt. Det ligger på kote 2 i bakre deler av gårdsrommet og på 1,7-1,8 fremme ved strandkanten. På vestsiden av bygget er det noe mer helning, fra kote 6 i bakre del.

I de landnære områdene i fjorden ligger terrenget på kote -3, så langt inn som sjøbunnskartet til NGU viser /6/, og på -6 ved brattkanten ned til fjordbunnen. Overgangen mellom land og sjø er noe usikker i området ved bryggen. Det er antatt en høydeforskjell på ca. 3 m. Videre er høydeforskjellen ca. 5 m fra innerst ved brygga og til brattkanten. Fra brattkanten og ned til fjordbunnen heller terrenget først med 1:1,7 og videre 1:3. Høydeforskjellen mellom land og fjordbunnen er ca. 65 m.

I områdene øst og vest for Nøsted brygge er terrengforholdene på land ganske like og terrenget ligger på ca. kote 2. I sjøen er det noe mer terrenghelning nære land på begge sider av Nøsted. Helningen er 1:9 på sjøbunnen foran Toyota-bygget i vest, og terrengkriteriet tilsier dermed mulighet for at det kan oppstå kvikkleireskred. I båthavna i øst er det ikke påvist kvikkleire, men det er muligens noe sprøbruddmateriale lengst inn mot land. Prøvene og vingeboringene viser at dette laget i så fall er av liten mektighet. På Glassverket, videre øst for båthavna, er det ikke påvist kvikkleire /7/. Det er funnet sprøbruddmateriale i én prøveserie, men det er altså ikke sammenhengende lag.

Videre nordvest-over fra Toyota-bygget kjenner ikke Multiconsult til utførte grunnundersøkelser som kan benyttes til å avgrense kvikkleiren og løsneområdet før man kommer helt vestover til

Utredning av områdestabiliteten

tidligere Drammen Slip & verksted i Havnegata 83, hvor NGI har mye data og beregninger som ikke er gjennomgått her.

Siden terrenget på land videre bortover er flatt, så er det evt. kvikkleire i sjøen, hvor terrenghelningen er større, som kan utøse bakovergripende skred med fare for områdestabiliteten. Ved evt. utglidning i sjøen kan et skred forplante seg inn på land.

Løsneområdet, som sammenfaller med faresonen, er vist i kap. 2.9.

2.8 Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser

Avsetningsområdet for eventuelle skredmasser vil være utenfor foten av skråningen og videre ut på fjordbunnen som flater ut på mellom 50 og 60 m dybde. Utløpsområdet defineres ifølge veilederen som «...områder der skredmassene har en slik mektighet, konsistens og/eller kraft at de kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv». Siden skredmassene ikke vil utgjøre noen skade for mennesker der de avsettes, er det vurdert at det ikke trengs å avgrenses et utløpsområde for denne faresonen.

Sekundæreffekt i form av oppdemming ansees ikke som noe problem da skredmassene har fri bane mot fjordbunnen. Flodbølge som følge av et skred vurderes som reelt. Sannsynligheten for eller størrelsen på en flodbølge er ikke videre vurdert i denne utredningen.

2.9 Avgrens og faregradsklassifiser faresoner

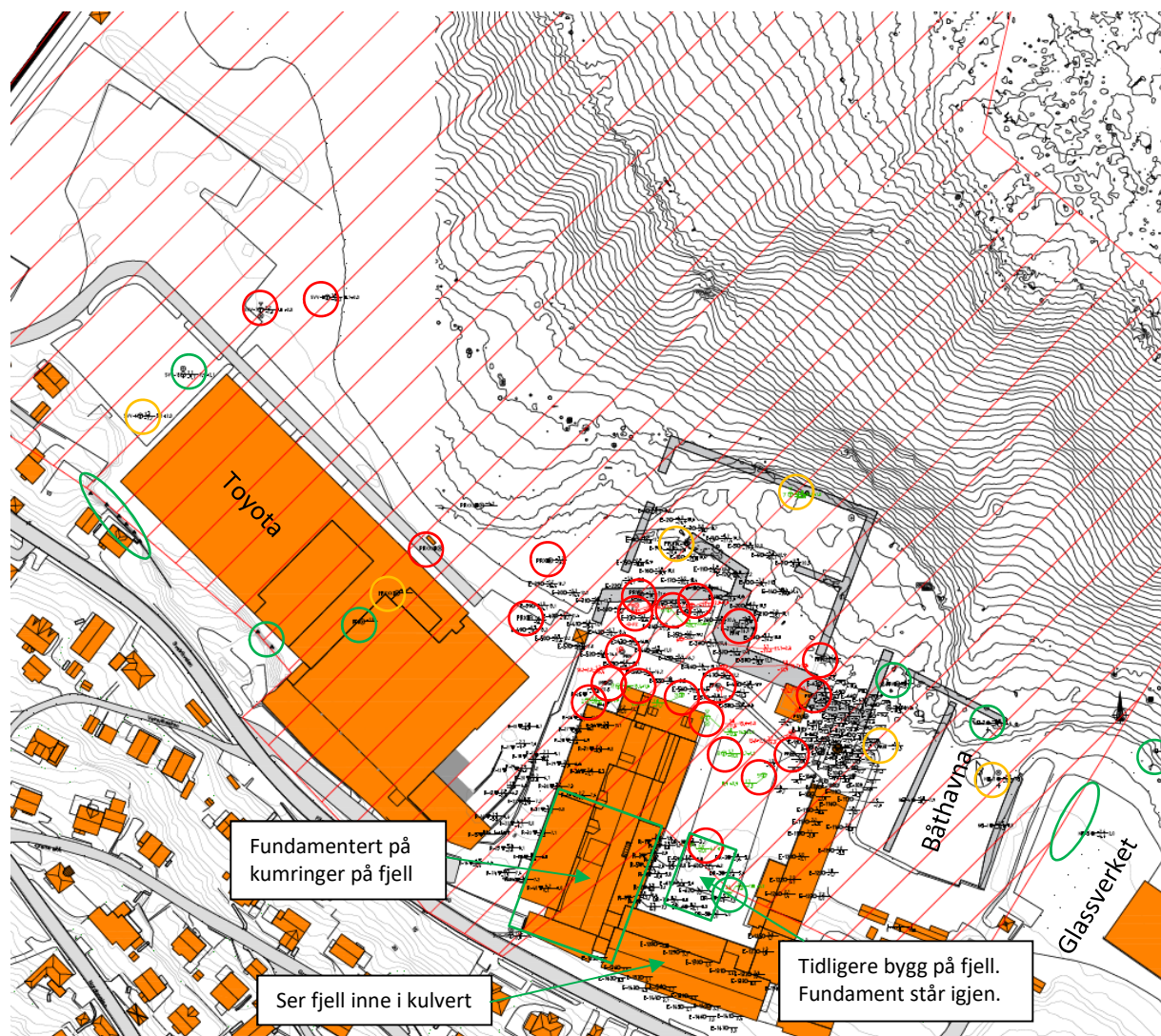
Et utsnitt av faresonen er vist på Figur 2 sammen med en punktvis tolkning av sonderinger og prøveserier, samt kunnskap om hvordan byggene er fundamentert. I vedlegg 1 er hele faresonen vist. Skravuren markerer løsneområdet som også er faresonen.

Faresonen får høy faregrad basert på evalueringen i Tabell 2.

Det er avklart med NVE i e-post 19.09.18 at faresonen skal gjelde områder som vil kunne påvirke tiltaksområdet. Vi har god kontroll på grunnforholdene og utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale ved Nøsted brygge samt ved Glassverket i øst (hvor Rambøll er RIG på samme reguleringsplan). Vi vet mindre om grunnforholdene nord-vestover, men har tilgang til noen boringer ved Toyotabygget som viser at det er kvikt i sjøen og på land nærmest strandkanten, og mer usikkert jo lengre vi kommer inn på land. Avgrensningen mot sør er gjort basert på observasjoner av berg i dagen og at vi vet at den bakre delen av bygningsmassen på Nøsted er fundamentert på kumringer på fjell. Vi vet også at et bygg som tidligere stod i gårdsrommet var fundamentert til fjell og bunnplaten ligger der ennå med fyllmasser over. Fjellet kan også observeres inne i kulverten i det bakre bygget. Mot nord er faresonen avgrenset på fjordbunnen. Det er lite sannsynlig at det er kvikkleire eller sprøbruddmateriale så langt fra land, men det kan ikke utelukkes med de grunnundersøkelsene som er utført.

Selv om faresonen vil kunne være mye større, er det trukket en grense i nordvest basert på vurderinger av hvor langt et skred ved Nøsted brygge vil kunne utvikle seg denne veien. Og motsatt, hvor langt unna et kvikkleireskred må oppstå for å kunne påvirke tiltaket ved Nøsted. Siden det er så lik terrenghøyde langsetter hele strandkanten er det vurdert at et skred ikke vil kunne utvikle seg veldig langt. Løsneområdet/faresonen er stoppet ved båthavna nordvest for Toyotabygget, 350 m fra tiltaksområdet. Dette ansees som en konservativ avgrensning av hvilket området som kan påvirke tiltaksområdet. Dersom det skal gjøres tiltak på områder utenfor faresonen må det utføres supplerende grunnundersøkelser og en ny faresoneutredning.

Utredning av områdestabiliteten



Figur 2 Utsnitt av faresonen med tilhørende tolkning av hvor det er sprøbruddmateriale. Rød sirkel markerer prøveserier med påvist kvikkleire og sonderinger med indikasjoner på kvikkleire. Gul sirkel er tvilstilfeller der prøveserien enten ikke er ført til fjell, men det er ikke påvist kvikkleire så langt det er tatt prøver, eller prøvene er forstyrret. Borpunkt 7 fra 2018 er også markert med gult da det ikke kan utelukkes sprøbruddmateriale fra 30-32 m dybde. Grønn sirkel markerer der det er tolket at det ikke er kvikkleire fra prøveserier/totalsonderinger eller der det er berg i dagen. I tillegg er eksisterende og tidligere bygg som er/var direkte fundamentert på fjell markert med grønn firkant.

Tabell 2 Faregradsevaluering

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	To kjente skred /9/
Skråningshøyde	2	0	0	Det er <15 m høydeforskjell i området med kvikkleire. Videre ned mot fjordbunnen er det ikke-sensitive masser.
OCR	2	3	6	Tilnærmet normalkonsolidert (CPTU 4)
Poretrykk	+3/-3	3	9	Poretrykksituasjonen er ukjent. Konservativt antas verste tilfelle.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Mektig kvikkleirelag. Tilnærmet hele løsmassetykkelsen.
Sensitivitet	1	3	3	St er målt til over 100 i 3 prøver

Utredning av områdestabiliteten

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Erosjon	3	2	6	Det kan være noe bølgeerosjon, men antas ikke å være av vesentlig karakter
Inngrep	+3/-3	1	3	Byggingen (selv uten avskjermende støttekonstruksjon) gir liten endring i stabilitetssituasjonen (liten forverring). Byggene peles til fjell. Det er eventuelt anleggssituasjonen som er kritisk pga. graving/spunting og omrøring av masser.
Sum poengverdi			36	Høy faregrad

3 Konsekvensklasse

NVE har i sin innsigelse også etterspurt konsekvensklasse for faresonen. Faresonen får konsekvensklasse *middels* basert på evalueringen under.

Tabell 3 Tabell for evaluering av skadekonsekvens for skred i strandsonen /8/

Faktorer	Vekt tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt >5	Spredt < 5	0
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001-5000	100-1000	< 100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett/undersjøiske kabler og ledninger	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Flombølge/Tsunami	2-3?	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 4 Vurdert konsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tettbebygde område
Næringsbygg, personer	3	3	9	Det er næringsbygg i sonen med ukjent antall personer. Mest konservative klasse er valgt.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Antas ikke å være annen bebyggelse av verdi
Vei, ÅDT	2	0	0	Det er ingen offentlige veier innenfor faresonen
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Det er ingen jernbane innenfor faresonen
Kraftnett/undersjøiske kabler og ledninger	1	3	3	Ukjent og derfor satt mest konservativt
Flodbølge/Tsunami	2	3	6	Eventuell flodbølge/tsunami vil ha alvorlige konsekvenser for menneskene som bor på andre siden av fjorden
Sum poeng			30	Konsekvensklasse middels

4 Stabilitetsberegning

4.1 Beregningsmetode

Beregningene er utført i programmet GeoSuite Stability med beregningsmetode Beast 2003 /10/. Beregningsmetoden er basert på grenselikevekt, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet, noe som er undersøkt i dette tilfellet. Det er ikke tatt med 3D-effekter i beregningene av stabilitet i GeoSuite Stability.

Beregningene er utført med:

- Udrenert totalspenningsanalyse med anisotrop jordmodell (ADP-analyse)
- Drenert effektivspenningsanalyse ($\alpha\phi$ -analyse)

Beregningene er i denne omgang utført for dagens situasjon. Beregninger for anleggsfasen og endelig situasjon utføres i detaljprosjekteringen.

4.2 Kritisk snitt og lagdeling

Beliggenhet av antatt kritisk snitt er vist på Figur 3, og tolket lagdeling er vist på tegning i Vedlegg 3. Snittet ansees som representativt for å vurdere områdestabiliteten. Terrengforholdene på land er relativt like i hele faresonen. Det samme gjelder sjøbunnen foran tiltaksområdet. Det kritiske snittet er lagt vinkelrett på sjøbunnskotene. Grunnundersøkelsene viser relativt homogene grunnforhold på land med en bergdybde som øker fra sør og nordover.

Terrengforholdene i strandsonen, mellom land og sjøbunnskartet, er noe usikker. Det er antatt en jevn stigning fra innerste sjøbunnskote på -3 og til innerste del av brygga, hvor det er brattere stigning i fyllmasser. Vi vet at denne delen av brygga og brygga videre vestover står på trepeler og at det ikke er fylt ut under hele.

På land er det et fyllmasselag med en mektighet på ca. 1,5 m over kvikkleire til berg.

I sjøen er det i toppen et organisk trefiberlag (produksjonsavfall) fra strandkanten og ut til brattkanten, som er tolket som differansen mellom terreng høyden i boringene fra 1945 og sjøbunnstopografien i 2011. Mektigheten varierer mellom ca. 4-10 m. Under topplaget er det ikke påvist forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale i sjøen.

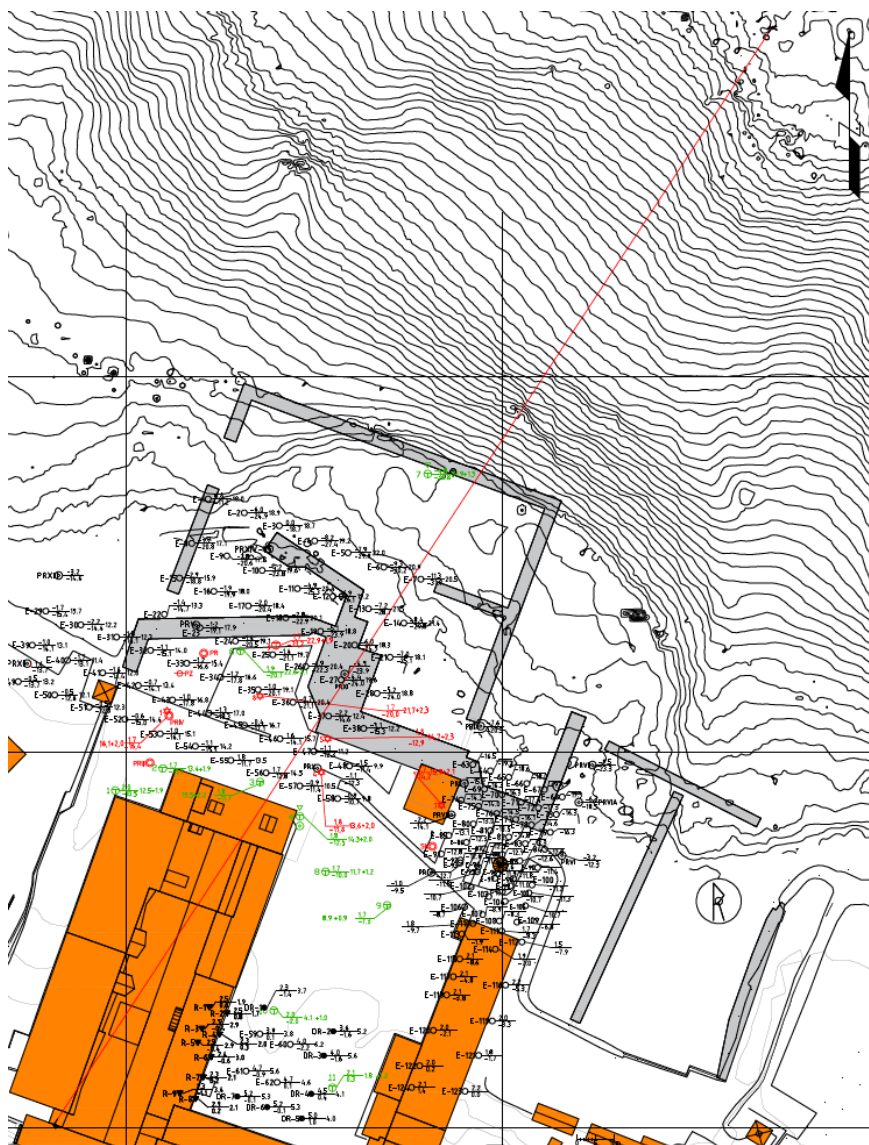
Fjellforløpet mellom toppen av brattkanten og fjordbunnen er ukjent. Det er i beregningene lagt inn at fjellet stuper bratt fra boring 7 ved den ytterste bryggen. Dette er en konservativ antakelse mht. stabilitetsberegningene.

Tabell 5 viser benyttede designparametere. For begrunnelse av designparametere henvises det til parametertolkningsnotatet /11/.

Utredning av områdestabiliteten

Tabell 5 Geotekniske designparametere

	Tyngdetetthet, γ , kN/m ³	Friksjonsvinkel, φ	Attraksjon, a, kPa	Udrenert skjærfasthet, c_u , kPa
Fyllmasser på land	18	30	0	
Organisk (trefiber o.l.)	12	28	0	
Kvikkleire på land/strandsonen	18,5	27	5	Designprofil fra CPTU4
Leire i sjøen	18,5	29	5	Designprofil fra CPTU7



Figur 3 Borplan med markering av beregningssnitt. Grønne borpunkter er borer fra 2018, og røde fra 2007. Resterende er utført i 1945.

Utredning av områdestabiliteten

4.3 Grunnvann og vannstand

Grunnvannstanden er forutsatt 1,4 m under terreng (kote 0,4) nærmest strandkanten på bakgrunn av grunnvannsmåling i punkt 2 fra 2007 den 29.08.2007. Lenger inn på land er grunnvannstanden forutsatt ca. 2 m under terreng basert på observasjon av borleder under prøvetakingen i 2018. Årstidsvariasjoner er vurdert ikke å være betydelige og ikke medtatt i stabilitetsberegningene.

Vannstanden i fjorden er lagt på kote -1,05 (NN2000) som er lavvann med 20 års gjentaksintervall i Drammensfjorden (Vedlegg 2).

Hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden er forutsatt.

4.4 Laster

Det er benyttet en terrenglast på 5 kPa og lastfaktor 1,3 på den drivende siden av glideflaten iht. Eurokode 7.

Det er ikke medtatt noen trafikklast på de arealene som er kjørbare i dag. I detaljprosjekteringen må planlagte kjørearealer, både i endelig situasjon og i anleggsfasen, tillegges en trafikklast.

Eksisterende bygg og nybygg er/skal fundamenteres til fjell.

4.5 Skredmekanismer

Det er vurdert at alle skredtyper kan oppstå og derfor er det undersøkt både dype sirkulære glideflater, sammensatte glideflater og retrogressivt skred med initialscred.

4.6 Resultat av stabilitetsberegninger

Stabiliteten i dagens situasjon har blitt beregnet (Tabell 6). Sikkerheten ligger så vidt over $F=1$ for flere mulige glideflater. Når det benyttes 15% reduksjon av aktiv skjærfasthet i kvikkleira, er sikkerhetsfaktoren for flere av glideflatene svært nøyaktig lik $F=1$. Det er derfor valgt også å vise samme beregning uten reduksjon av aktiv styrke.

Som tidligere beskrevet er terrengnivået i overgangen land og sjø noe usikker. Selv om sjøbunnen skulle ligge en meter høyere helt inne ved land enn antatt, er $F < 1,4$ i både udrenert og drenert tilstand for et initialscred som kan oppstå her.

Dagens situasjon tilfredsstillende ikke kravet til områdestabilitet, $F \geq 1,4$. I forbindelse med planlagte inngrep må det derfor gjennomføres tiltak.

Snitt fra stabilitetsberegningene er vist på vedlagte tegninger.

Tabell 6 Beregnede sikkerhetsfaktorer for dagens situasjon.

	Udrenert analyse		Drenert analyse
	Uten 15% reduksjon av SuA	Med 15% reduksjon av SuA	
Initialscred overgang land/sjø	1,09	1,00	1,08
Global glideflate	1,06	1,01	
Marbakken	1,04	1,02	

4.7 Tiltak

For å tilfredsstille kravet til områdestabilitet må det gjennomføres tiltak. Det er ikke mulig å oppnå en beregnet sikkerhet som tilfredsstiller kravet til $F \geq 1,4$ eller vesentlig forbedring, mot at det skal kunne gå et områdeskred i dette området. Derfor må i stedet tiltaksområdet beskyttes mot et eventuelt områdeskred. Det er avklart med NVE at man ikke trenger å sikre hele faresonen, så lenge man sikrer tiltaksområdet fra områdeskred utenfra, og samtidig at tiltaket (også anleggsfasen) ikke vil forverre områdestabiliteten.

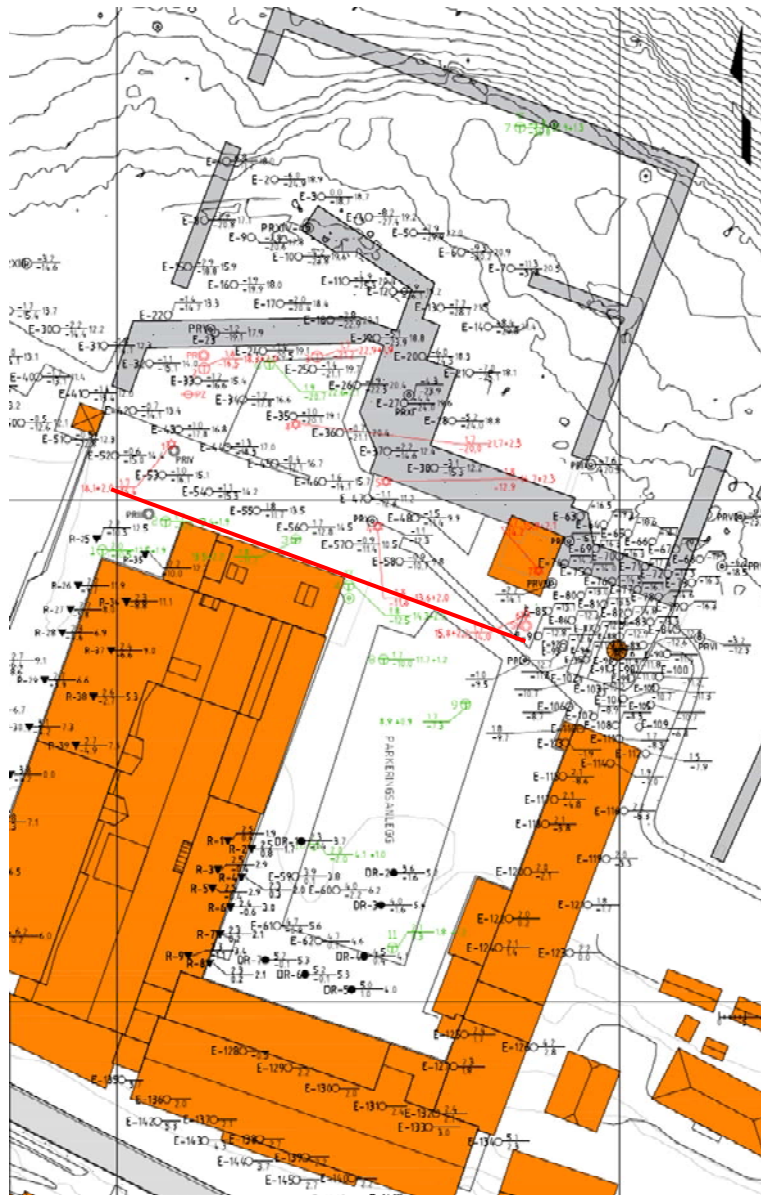
Det planlegges en avstivet permanent spunt foran bygningsmassen. Denne dimensjoneres slik at den fortsatt vil stå selv om det skulle gå et skred foran spunten. Også hvis det skulle skje et brudd i kvikkleira bak spunten skal spunten sørge for at et skred ikke vil kunne utvikle seg videre til andre områder. På grunn av liten forskjell i terrengnivå mot både øst og vest vil ikke et brudd som skjer bak spunten kunne forplante seg særlig langt sideveis. Spunten må dimensjoneres i detaljprosjekteringen.

I Figur 4 er det skissert en plassering av spunten. Denne må bestemmes mer nøyaktig i detaljprosjekteringen. En høyspentkabel krysser spuntlinjen og det må vurderes om denne skal flyttes eller gå gjennom spunten. I strandsonen mellom spunt og bryggekonstruksjonene har Drammen kommune spillvannsledninger (pumpeledninger) som føres videre til Solumstrand renseanlegg lenger ute langs Svelvikveien.

Det vil i detaljprosjekteringen gjennomføres stabilitetsberegninger av anleggsfasen og endelig situasjon i elementmetodeprogrammet Plaxis. Det må trolig utføres noe avlastning av området for å ta høyde for anleggstrafikk og mellomagring av masser.

Det gjøres oppmerksom på at sikkerheten for områdeskred utenfor den planlagte spunten er svært lav. Selv om det ikke skal være tilflytting av personer eller endret bruk av dette området er det et område med personopphold i dag, bl.a. i forbindelse med bryggeområdet. Det er vanskelig å gjennomføre stabilitetsforbedrende tiltak i strandsonen, men kommunen bør være oppmerksom på situasjonen.

Utredning av områdestabiliteten

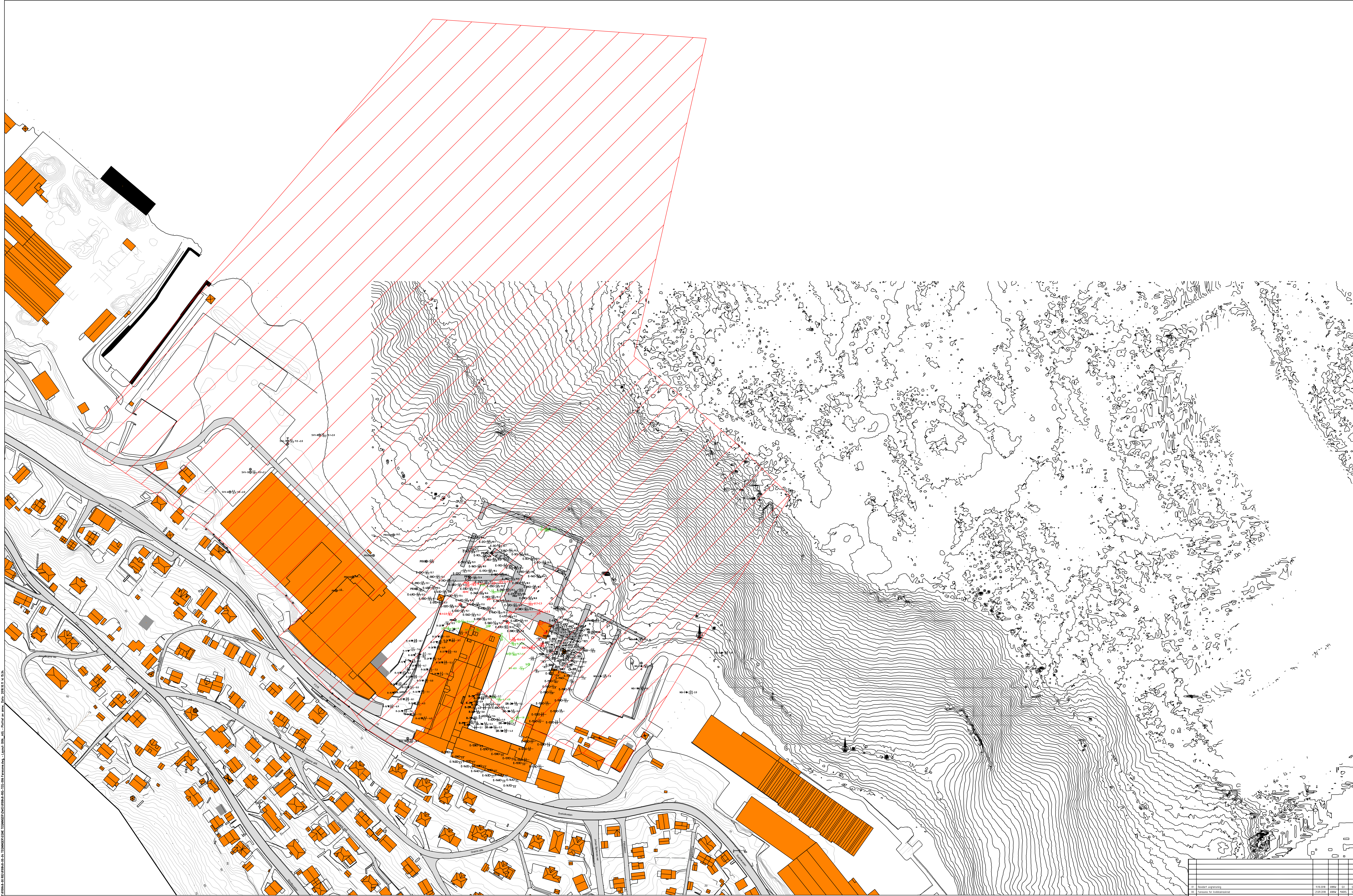


Figur 4 Spunt skissert inn med rødt på borplan.

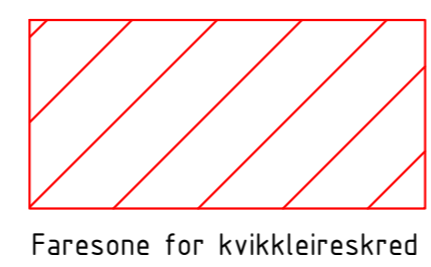
5 Referanser

- /1/ Multiconsult, 2018: 10205935-RIG-RAP-001 Geoteknisk datarapport datert 08.08.18.
- /2/ NVEs veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /3/ NGUs kvartærgeologiske kart: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- /4/ NVEs skredatlas, kvikkleiresoner og marin grense: <https://gis3.nve.no/link/?link=kvikkleire>
- /5/ NVEs skredatlas, skredhendelser: <https://gis3.nve.no/link/?link=SkredHendelser>
- /6/ NGUs sjøbunnskart med tilhørende rapport: *2011.003 Undersjøiske landformer og skredprosesser langs strandsonen i Drammensfjorden.*
- /7/ Rambøll, 2016: Glassverket. Vurdering av stabilitet og fundamentering av bygninger. For Union Eiendomsutvikling AS. Datert 2016-05-13.
- /8/ Naturfareprosjektet: Delprosjekt Kvikkleire. Rapport 26/2013. Vurdering av kartleggingsgrunnlaget for kvikkleire i strandsonen. Datert 8.4.2013.
- /9/ Multiconsult, 2017: 810848-RIG-NOT-002 Nøsted brygge. Skredfare i strandsonen. Datert 04.10.2017.
- /10/ GS Stability. Novapoint GeoSuite Toolbox. Versjon 15.4.0.0. Installasjon 15.4.0.
- /11/ Multiconsult, 2018: 810848-RIG-NOT-004 Tolkning av geotekniske beregningsparametere, datert 24.09.18.

Vedlegg 1



KONTROLLERT AV: SVV (INGENIØR) SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018 SVV 21549/2018



Faresone for kvikkleireskred

- Boreboring
- Fjellkontrollboring
- Prøveserie
- Poretrykksmåling
- Enkel sondering
- Dreielektrykksondering
- Prøvegrop
- Fjell i dagen
- Trykksondering
- Totalsondering
- Vingebooring
- Skovling

Borhull nr. Terreng (bunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
 Anfatt fjelkkote

Borboknr.:
 Kartgrunnlag: Digitalt kartgrunnlag, NK2000, Euref89
 Innområde:
 Lab.boknr.:

Digitaliserte boringer fra Nofebys tegning 18549-1 og 18549-2 datert 1980 markert med svart.
 Rambølls rapport 1350011332 datert 2016 (for SVVI) og NGIS rapport 71027 datert 1971 også i svart
 med hhv. SVV og NGI foran borpunkt nr.
 Boringer fra 2007 (810848-1) er markert med rød.
 Boringer fra 2018 (10205355-RIG-RAP-001) er markert med grønt.

OMRÅDESTABILITET
FARESONE FOR KVIKKEIRESKRED
 NØSTED BRYGGE BOLIG AS
 NØSTED BRYGGE

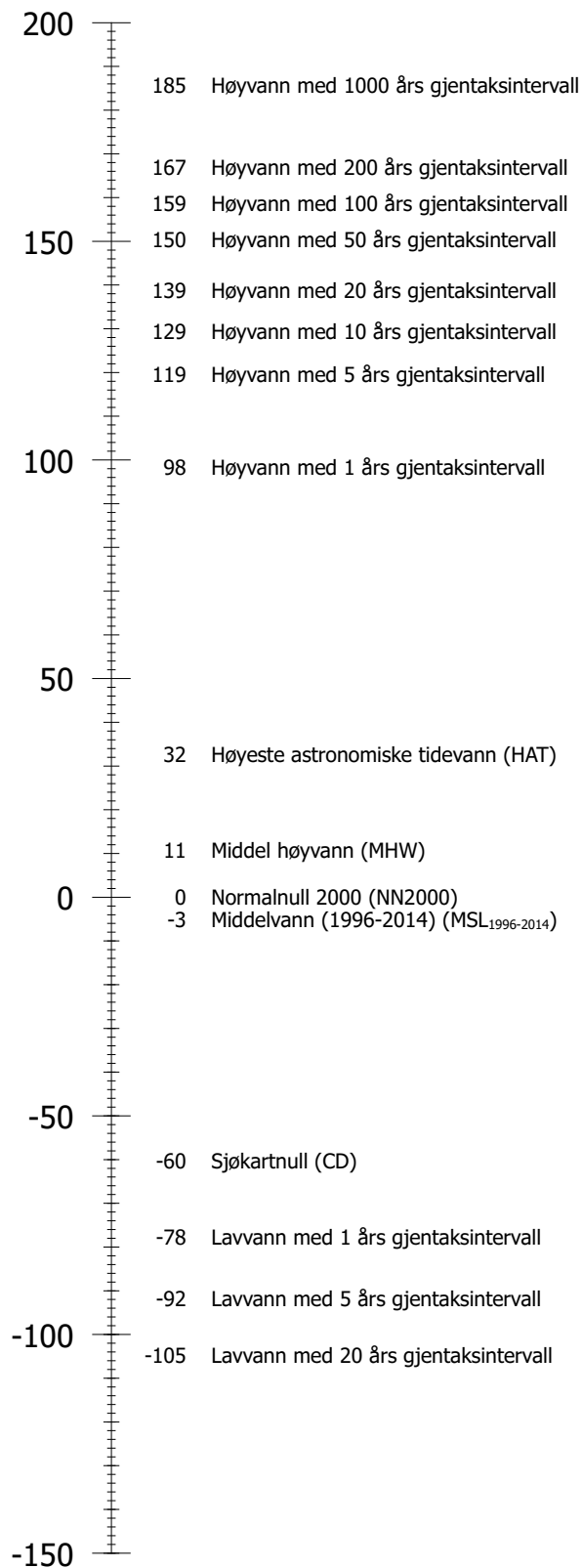
	810848	006	00
--	--------	-----	----

Vedlegg 2

Nøstodden

Nivåskisse med de viktigste vannstands nivåene og ekstremverdier

Nivå er hentet fra VIKER og justert med faktor 1,18.



Lavvann med 20 års gjentakintervall (20YMIN)

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Det betyr at et ekstremt lavvann med for eksempel 50 års gjentakintervall i gjennomsnitt vil opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Sjøkartnull (CD)

Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevanntabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Middelvann (1996-2014) (MSL)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Normalnull 2000 (NN2000)

Nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000

Middel høyvann (MHW)

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Høyeste astronomiske tidevann (HAT)

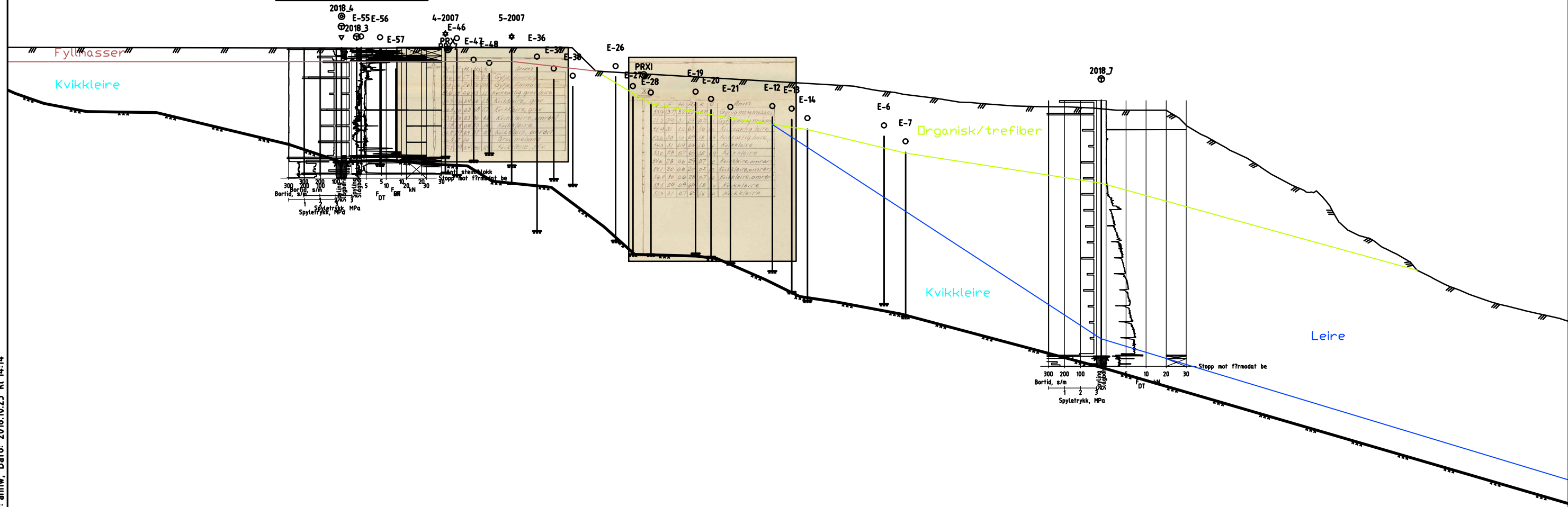
Høyeste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Vedlegg 3

C:\Users\annw\Documents\Drawing2.dwg, - Layout: (001), - Plottet av: annw, Dato: 2018.10.23 kl 14:14

Proveserie 2018_4

Prøve	Prøvetype	Prøvedybde [m]	Prøvediameter [mm]	Prøvetid [s]	Prøvetemperatur [°C]	Prøvetilstand	Prøvekommentar
E-55
E-56
E-57
E-46
E-47
E-48
E-36
E-38
E-26
E-27
E-28
E-19
E-20
E-21
E-12
E-14
E-6
E-7



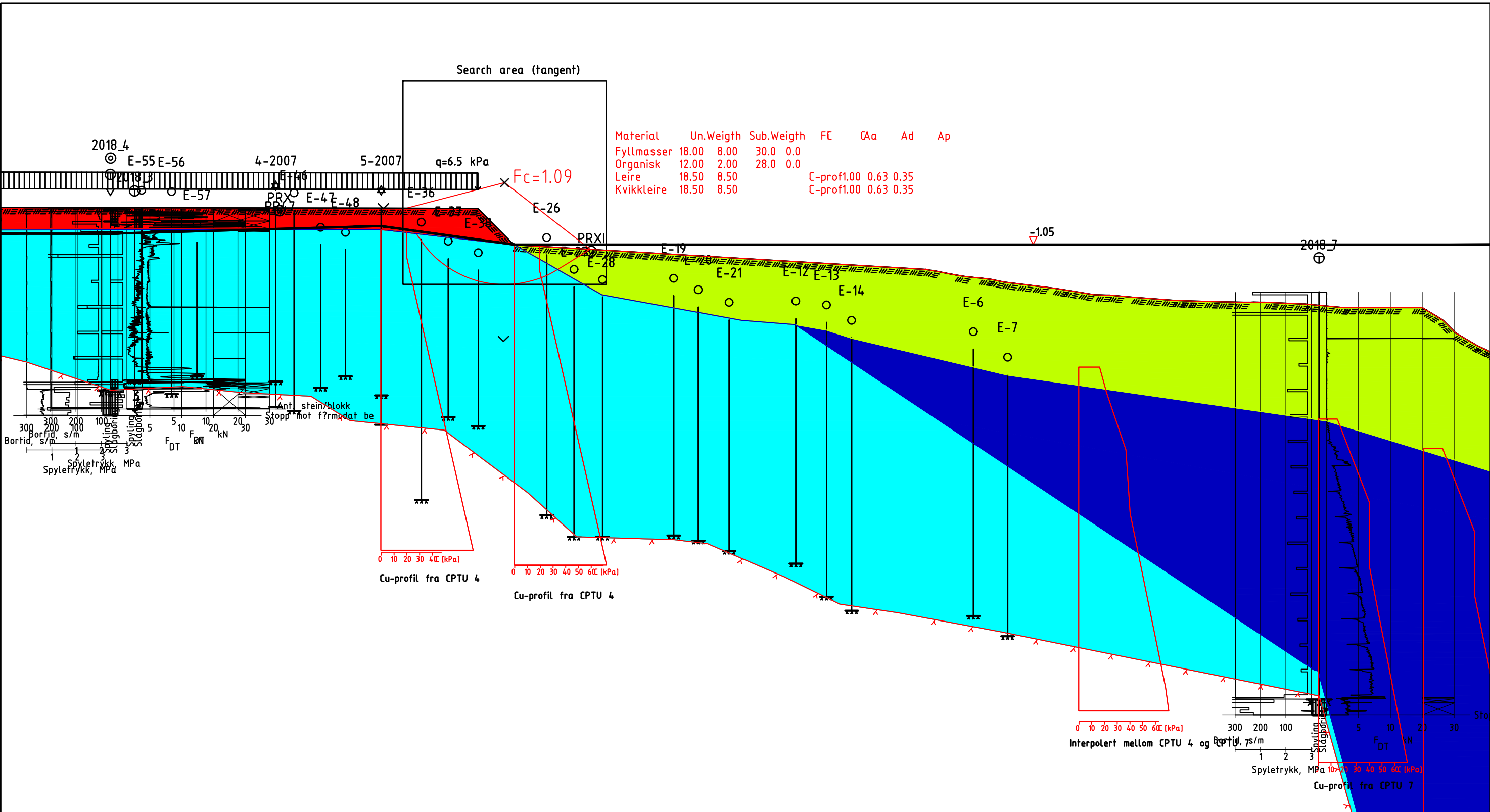
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚓ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ⚙ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE		Fag	Format
		RIG	A3
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT MED TOLKET LAGDELING ...		Dato	Format/Målestokk
		23.10.2018	1:500
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Godkjent
		Oppdragsnr. 810848	GV
ANNW Tegningsnr. RIG-TEG-700		Konstr./Tegnet	Rev.
		MARIS	00

Vedlegg 4

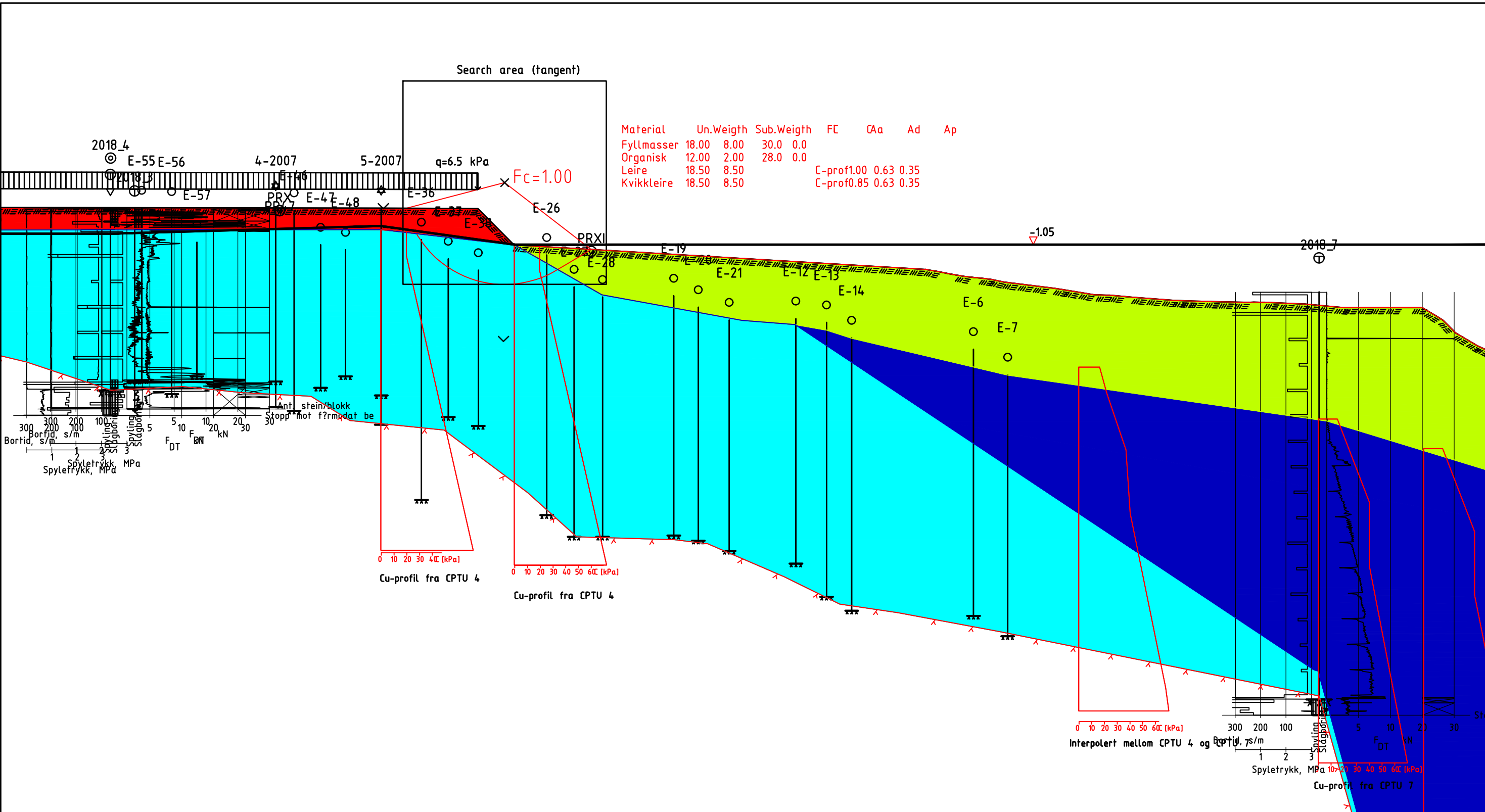
U:\0810\810848-00\810848-00-03 ARBEIDSMÅL\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg - Layout: (001) - Plottet av: annw. Dato: 2018.10.23 kl 14:31



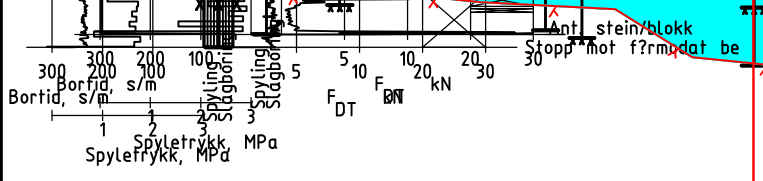
- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Skovling
- ★ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.		Beskrivelse		Dato		Tegn.		Kontr.		Godkj.	
NØSTED BRYGGE BOLIG AS						Fag		Formal			
NØSTED BRYGGE						RIG		A3			
						Dato		23.10.2018			
OMRÅDESTABILITET						Format/Målestokk:		1:300			
KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENERT ADP-ANALYSE						Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert	
INITIALSKRED - UTEN 15% REDUKSJON AV SuA						Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Godkjent	
Multiconsult						810848		RIG-TEG-800.1		GV	
www.multiconsult.no						Rev.		00			

U:\0810\810848-00\810848-00-03 ARBEIDSMÅL\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg - Layout: (001) - Plottet av: annw. Dato: 2018.10.23 kl 14:39



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	Ga	Ad	Ap
Fyllmasser	18.00	8.00	30.0	0.0		
Organisk	12.00	2.00	28.0	0.0		
Leire	18.50	8.50		C-prof1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	18.50	8.50		C-prof0.85	0.63	0.35



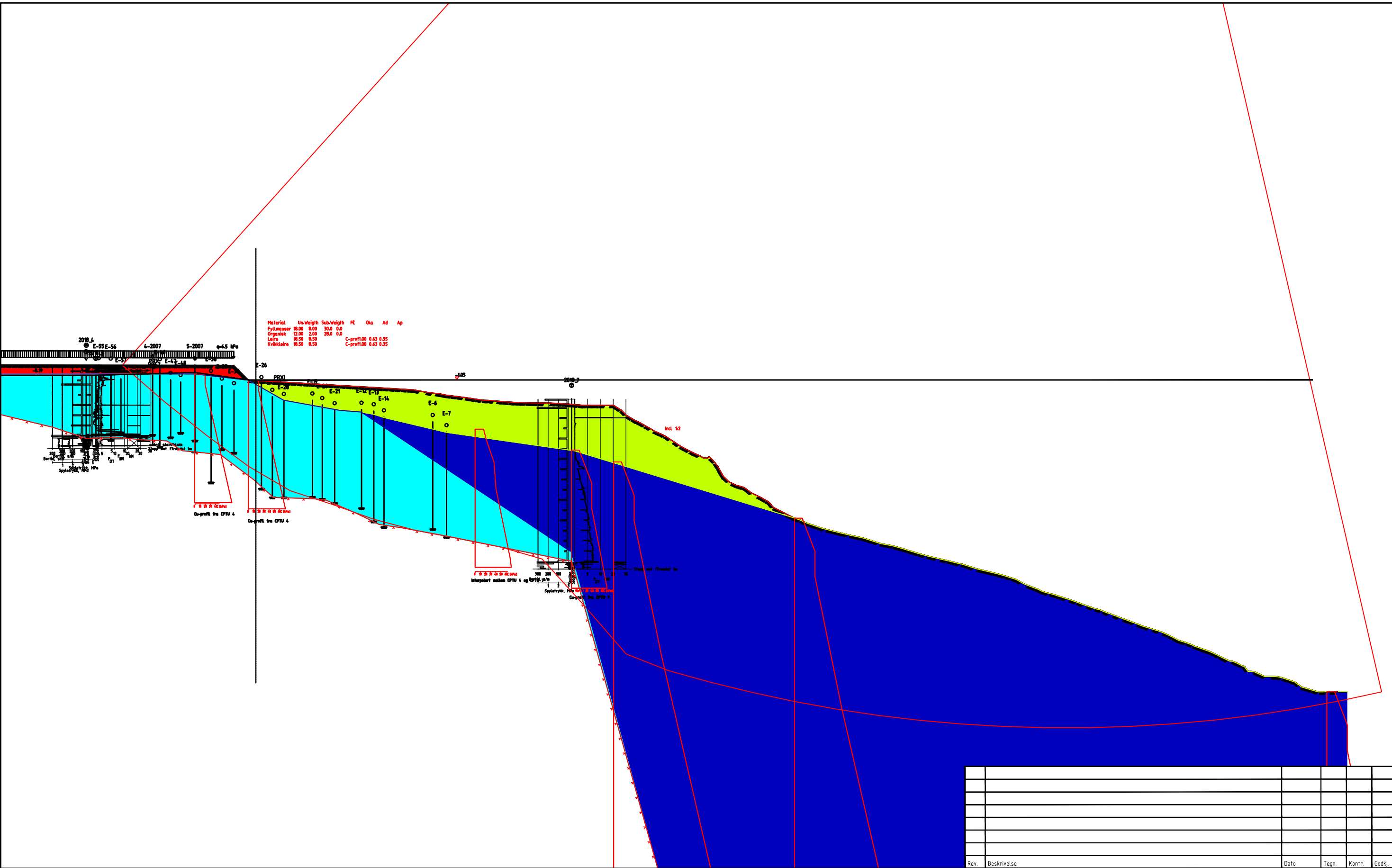
Cu-profil fra CPTU 4

Interpolert mellom CPTU 4 og CPTU 7

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ⚙ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE			Fag	Format	
			RIG	A3	
			Dato	23.10.2018	
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENERT ADP-ANALYSE INITIALSKRED - MED 15% REDUKSJON AV SuA			Format/Målestokk: 1:300		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	ANW	RMN
		810848	RIG-TEG-800.2		GV
		Rev.	00		

U:\0810\810848-00\ARBEDSOMRÅDE\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg - Layout: (001) - Plottet av: annw, Dato: 2018.10.23 kl 14:55

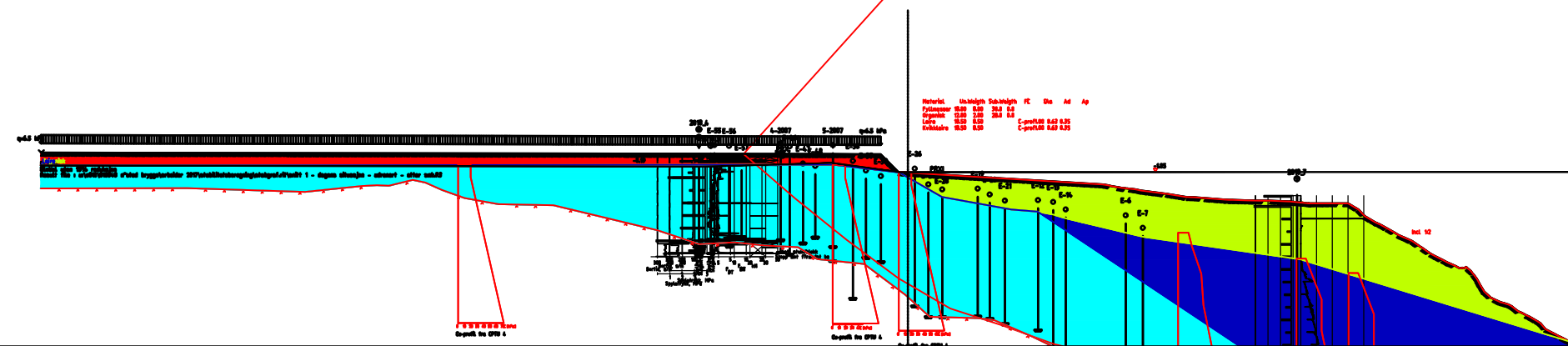


- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ★ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE		Fag: RIG Format: A3
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENERT ADP-ANALYSE GLOBAL GLIDEFLATE - UTEN 15% REDUKSJON AV SuA - UTSNITT 1		Dato: 23.10.2018 Format/Målestokk: 1:700
Multiconsult www.multiconsult.no	Status: Oppdragsnr. 810848 Konstr./Tegnet: ANNW Kontrollert: RMN	Godkjent: GV Rev. 00
Tegningsnr. RIG-TEG-801.1		Rev. 00

U:\0810\810848-00\810848-00-03 ARBEIDSMÅL\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg. - Layout: (001). - Plottet av: annw. Dato: 2018.10.23 kl 14:54

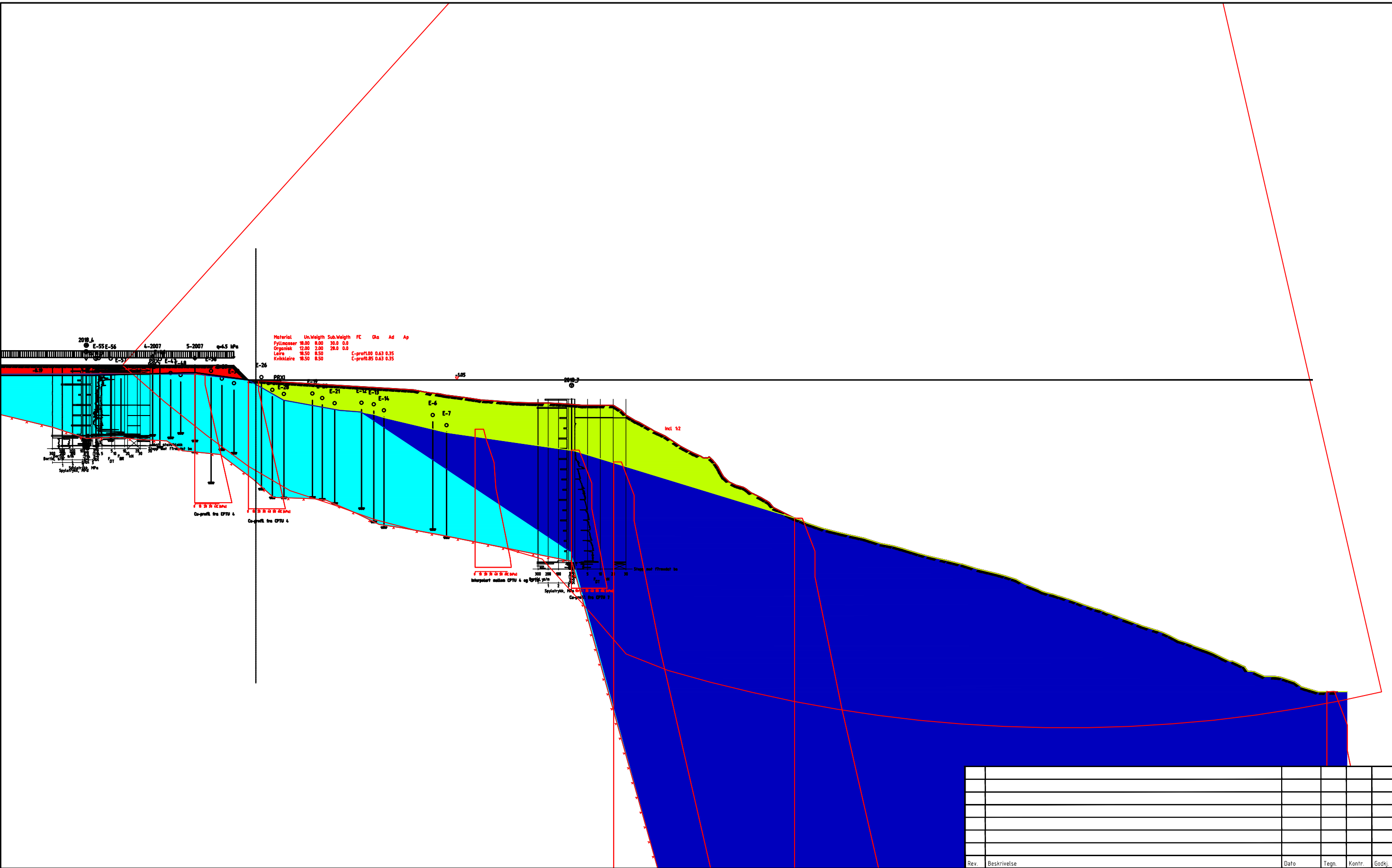


- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ⚙ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE		Fag: RIG Format: A3
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENET ADP-ANALYSE GLOBAL GLIDEFLATE - UTEN 15% REDUKSJON AV SuA - UTSNITT 2		Dato: 23.10.2018 Format/Målestokk: 1:1000
Multiconsult www.multiconsult.no		Status: ANNW Konstr./Tegnet: ANNW Kontrollert: RMN Godkjent: GV
Oppdragsnr.: 810848	Tegningsnr.: RIG-TEG-801.2	Rev.: 00

U:\0810\810848-00\ARBEDSOMRÅDE\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg - Layout: (001) - Plottet av: annw, Dato: 2018.10.23 kl 14:58

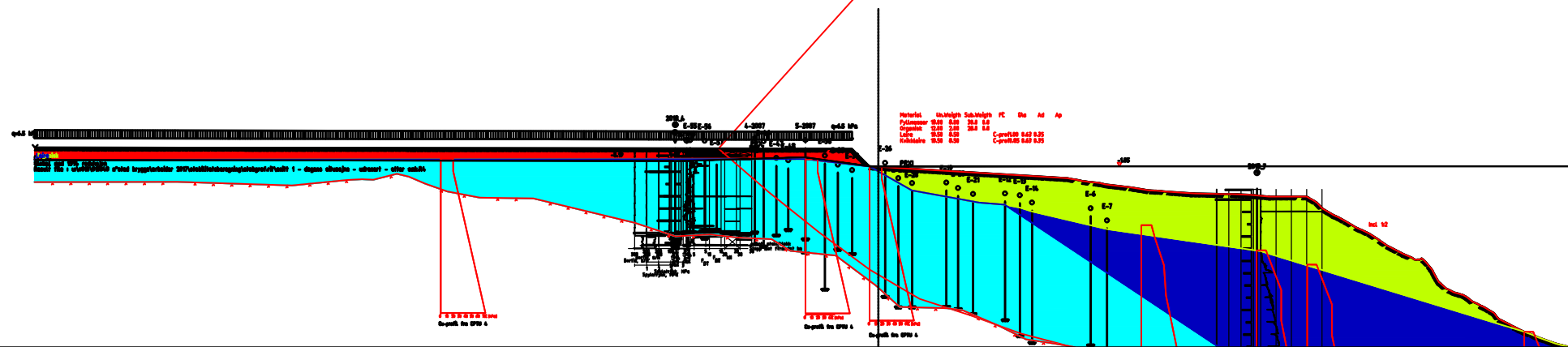


- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ★ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NØSTED BRYGGE BOLIG AS		Fag RIG	Format A3
NØSTED BRYGGE		Dato 23.10.2018	
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENET ADP-ANALYSE GLOBAL GLIDEFLATE - MED 15% REDUKSJON AV SuA - UTSNITT 1			Format/Målestokk: 1:700
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 810848	Konstr./Tegnet ANW Tegningsnr. RIG-TEG-801.3
		Kontrollert RMN	Godkjent GV Rev. 00

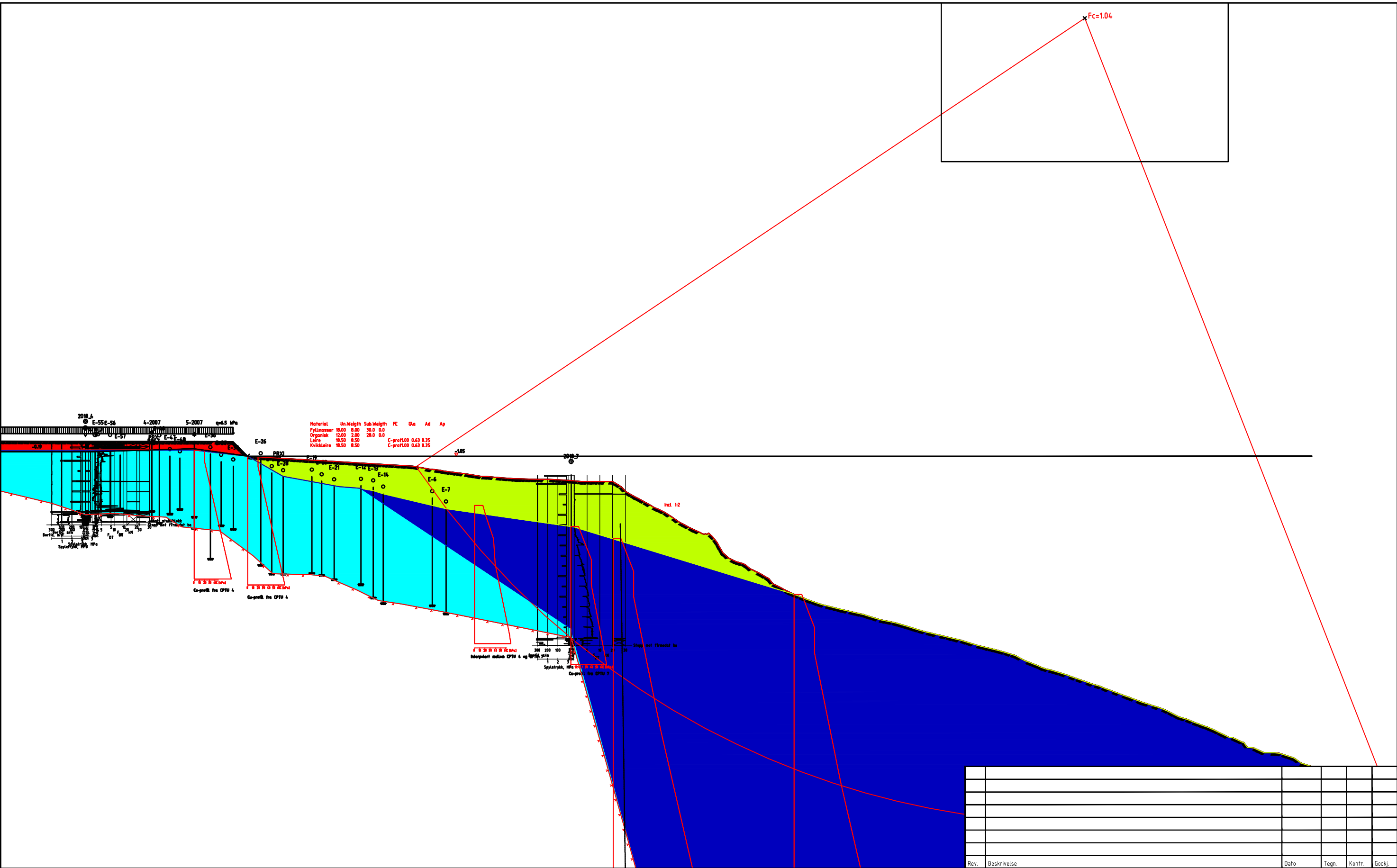
U:\0810\810848-00\810848-00-03 ARBEIDSMRÅDE\810848-00 RIG\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg. - Layout: (001). - Plottet av: annw. Dato: 2018.10.23 kl 14:59



- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ★ Fjellkontrollboring
- ◊ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE					Fag: RIG Format: A3 Dato: 23.10.2018 Format/Målestokk: 1:1000
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENET ADP-ANALYSE GLOBAL GLIDEFLATE - MED 15% REDUKSJON AV SuA - UTSNITT 2					
Multiconsult www.multiconsult.no		Status: Oppdragsnr. 810848 Konstr./Tegnet: ANNW Tegningsnr. RIG-TEG-801.4	Kontrollert: RMN Godkjent: GV	Rev. 00	

U:\0810\810848-00\ARBEDSOMRÅDE\810848-00-03 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg. - Layout: (001). - Plottet av: annw. - Dato: 2018.10.23 kl 15:03

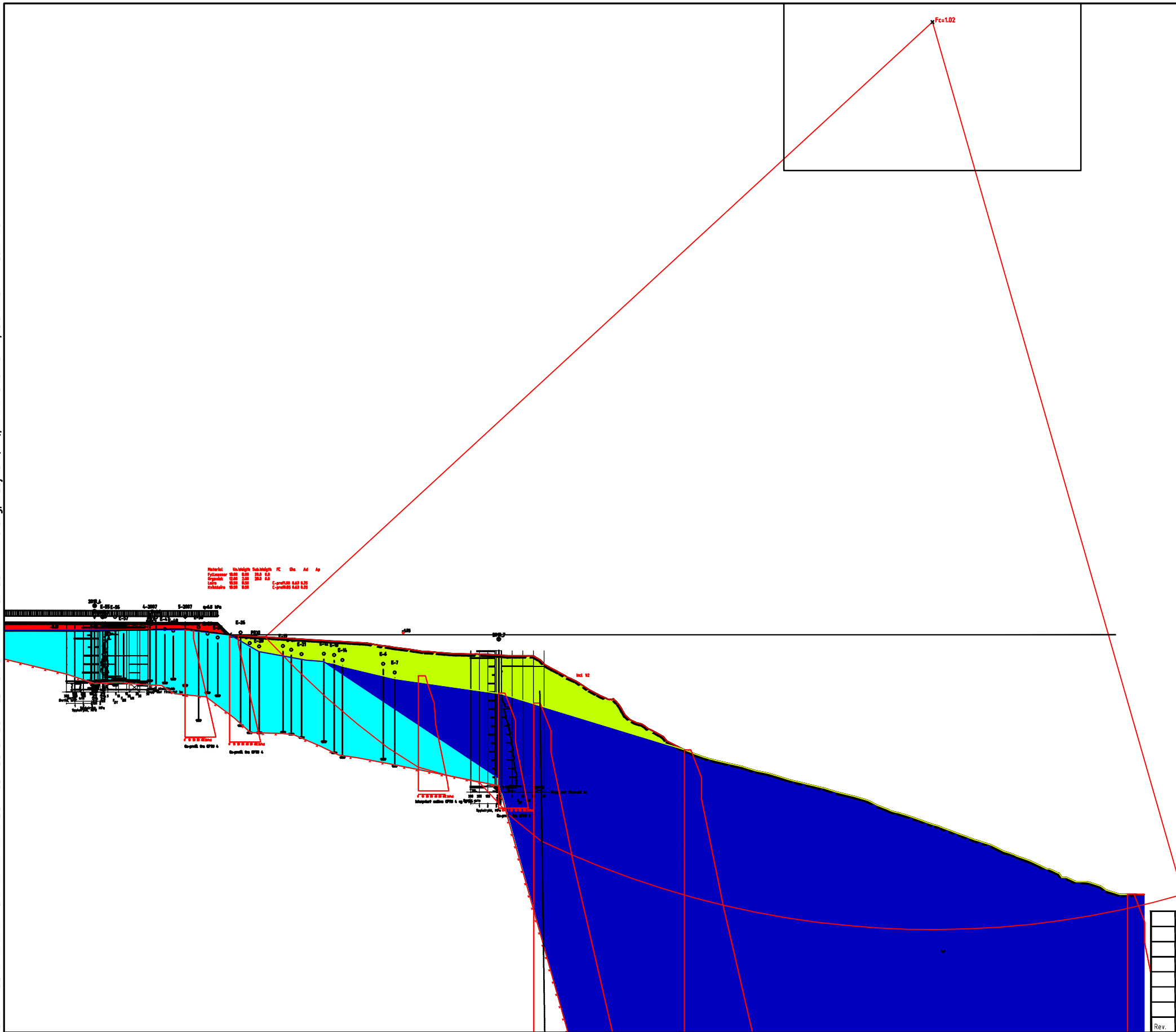


- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen
- Skovling
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NØSTED BRYGGE BOLIG AS		Fag	Format
NØSTED BRYGGE		RIG	A3
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENERT ADP-ANALYSE MARBAKKEN - UTEN 15% REDUKSJON AV S _{uA}		Dato	23.10.2018
1:700		Format/Målestokk:	1:700
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Godkjent
810848		Konstr./Tegnet ANNW	RMN
RIG-TEG-802.1		Oppdragsnr.	GV
00		Tegningsnr.	Rev.

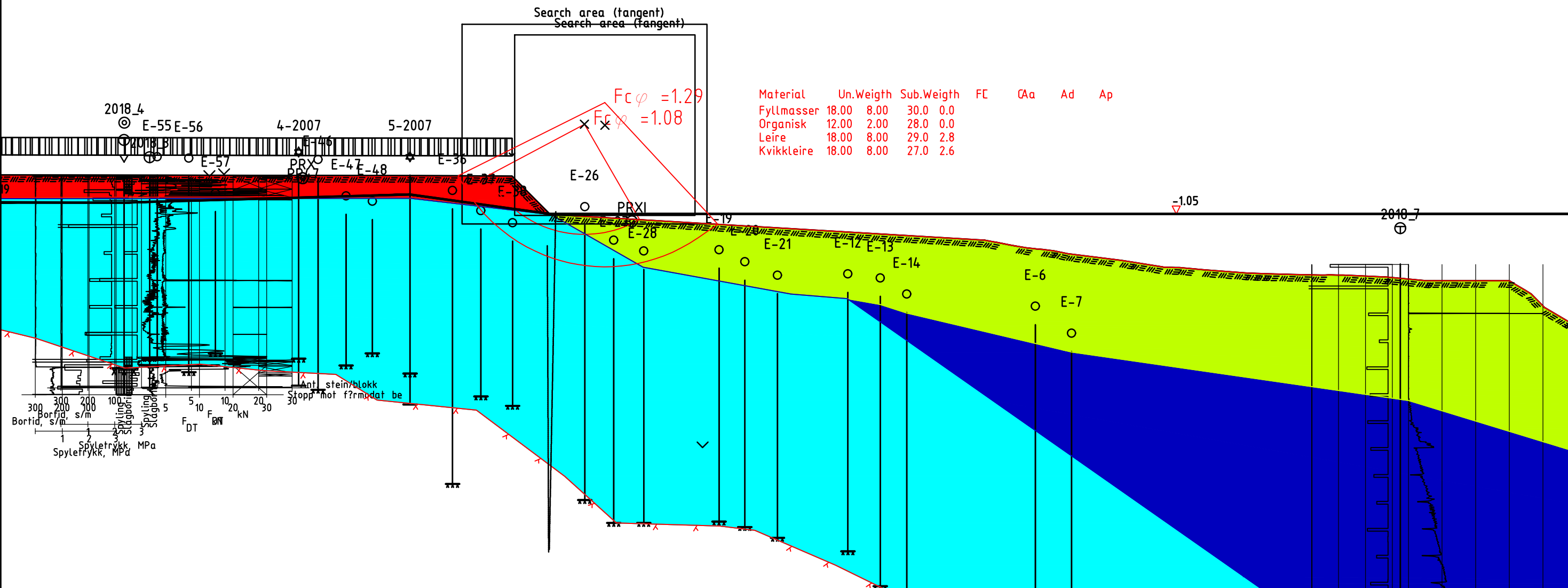
U:\0810\810848-00\810848-00-03 ARBEIDSMÅL\810848-00-04 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg. - Layout: (001). - Plottet av: annw. Dato: 2018.10.23 kl 15:06



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE					Fag: RIG Format: A3 Dato: 23.10.2018
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - UDRENET ADP-ANALYSE MARBAKKEN - MED 15% REDUKSJON AV S _{uA}					Format/Målestokk: 1:700
Multiconsult www.multiconsult.no		Status: Oppdragsnr. 810848	Konstr./Tegnet: ANNW Tegningsnr. RIG-TEG-802.2	Kontrollert: RMN	Godkjent: GV Rev. 00

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen
- ⊙ Skovling
- ⚡ Fjellkontrollboring
- ⚡ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring

U:\0810\810848-00\ARBEDSOMRÅDE\810848-00-03 TEGNINGER\EGNE TEGNINGER\DWG\810848-RIG-TEG-800-803.dwg - Layout: (001) - Plottet av: annw, Dato: 2018.10.23 kl 15:09



300 Bortid, s/m
 200 Borfild, s/m
 100 Spyletrykk, MPa
 50 Spyletrykk, MPa
 5 Spyling
 10 Stagnom
 20 F DT
 30 F DT
 Ant. stein/blokk
 Stopp mot ffrmdat be

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⌘ Fjell i dagen
- ☉ Skovling
- ★ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingebooring

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

NØSTED BRYGGE BOLIG AS NØSTED BRYGGE		Fag RIG	Format A3
OMRÅDESTABILITET KRITISK SNITT - DAGENS SITUASJON - DRENERT A-PHI-ANALYSE INITIALSKRED		Dato 23.10.2018	Format/Målestokk 1:300
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 810848	Konstr./Tegnet ANW
Kontr./Tegnet ANW		Kontrollert RMN	Godkjent GV
Tegningsnr. RIG-TEG-803.1		Rev. 00	