



RAPPORT

Marmorveien

VURDERING AV OMRÅDESTABILITET

DOK.NR. 20140230-02-R

REV.NR. 0 / 2015-07-24

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

Prosjekt

Prosjekttittel: Marmorveien
Dokumenttittel: Vurdering av områdestabilitet
Dokumentnr.: 20140230-02-R
Dato: 2015-07-24
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Sødra Tofte AS
Kontaktperson: Gjermund Stuvøy
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse signert 28.11.2014

for NGI

Prosjektleder: Gunvor Baardvik
Utarbeidet av: Laura Henderson
Kontrollert av: Gunvor Baardvik

Sammendrag

NGI har blitt engasjert til å vurdere områdestabilitet tilpasset til reguleringsplannivå for den planlagte utbyggingen av boliger i Marmorveien på Tofte i Hurum. Arbeidet er utført for å oppfylle kravene i NVEs veileder om flom og skredfare i arealplanlegging, og det er NVEs veileder sikkerhet mot kvikkeleireskred som er lagt til grunn for denne rapporten.

Det er utført grunnundersøkelser innenfor den delen av planarealet som er uten synlig berg. Dette arealet er i dag båttopplag. Mot øst er undersøkelsene begrenset av Sageneelva. Grunnundersøkelsene viser at det under fyllmasser og lag av sandige masser er kvikk og sensitiv leire over berg. Dybden til berg i borpunktene varierer fra 1,3 m til 37 m.

Det er videre påvist et svakt lag i den kvikke leira i noen av boringene. Området har tidligere vært benyttet til tømmerlager og flislager, og det svake laget kan være et glidesjikt i forbindelse med et tidligere grunnbrudd. Det er utført kun en boring like øst for Sageneelva og det har ikke vært mulig å gi en klar avgrensning av arealet med

kvikkleire mot øst. Mot nord er avgrensningen av eventuell kvikkleire satt mot synlig blottet berg.

Området som er undersøkt består av fyllmasser over naturlige masser og må betraktes å være betydelig menneskepåvirket. Tiltaket som er planlagt kommer i tiltaksklasse 4, og innebærer tilflytning av mennesker. Dette medfører at områdestabiliteten må ha sikkerhetsfaktor $\geq 1,4$ og det er den ikke i dagens situasjon. Det må derfor utføres tiltak som øker stabiliteten, før en utbygging kan gjennomføres.

Det finnes flere metoder å stabilisere området på og de vil involvere naboeiendommer og det som skal utføres på disse. Denne rapporten dokumenterer at ved å stabilisere med kalksementpeler, vil selve tiltaksområdet oppnå en tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning, selv om ikke områdene ut mot fjorden og på nabotomten ikke er ferdig kartlagt og vurdert.

Innhold

1	Innledning	6
2	Grunnlag	7
2.1	Terreng og grunnforhold	7
2.2	Topografi	8
2.3	Feltbefaring	9
2.4	Historisk bruk av området	9
2.5	Tidligere kvikkleirekartlegging	10
3	Tolkning av grunnundersøkelsene	10
3.1	Borpunkt 1	11
3.2	Borpunkt 2	11
3.3	Borpunkt 3	11
3.4	Borpunkt 4	12
3.5	Borpunkt 5	12
3.6	Borpunkt 6	12
3.7	Borpunkt 7	12
3.8	Borpunkt 8	13
3.9	Grunnvannstand	13
4	Soneavgrensning og klassifisering	13
5	Sikkerhetskrav for stabilitetsvurderinger	15
6	Grunnlag for stabilitetsberegninger	16
6.1	Udrenert skjærfasthet	16
6.2	Drenert skjærfasthet	18
7	Stabilitetsberegninger	19
7.1	Resultater av beregninger	19
7.2	Stabiliserende tiltak	21
7.3	Videre arbeid før utbygging	24
8	Oppsummering av beregninger for områdestabilitet	24
9	Referanser	25

Tegninger

Tegning nr. 001	Oversiktskart	M=1:50 000
Tegning nr. 011	Borplan og beregningsprofil	M=1:500
Tegning nr. 012	Lengdeprofil	M=1:200

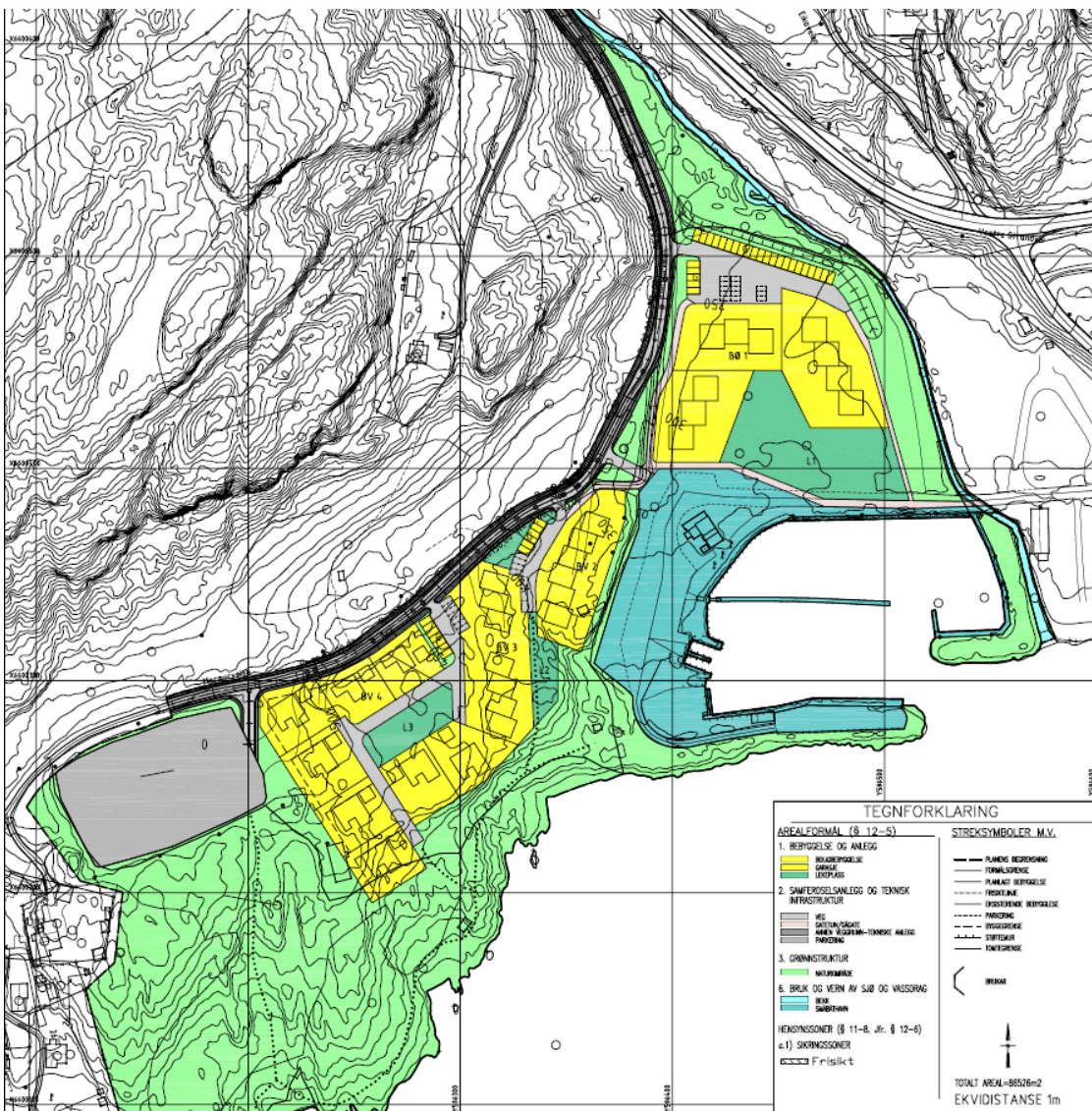
Vedlegg

Vedlegg A	CPTU tolkning
Vedlegg B	Stabilitetsberegninger
Vedlegg C	Treaksialforsøk tolkning

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Det skal utarbeides reguleringsplan for Marmorveien på Tofte i Hurum kommune. Eiendommen skal reguleres til boligområde med lavblokker, rekkehus og eneboliger. Plantegningen i Figur 1 viser planlagt bebyggelse i gult. I forbindelse med dette har NGI blitt engasjert i å utføre vurdering av områdestabilitet. Det vises til NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum- og skredfare i arealplanar /1/.

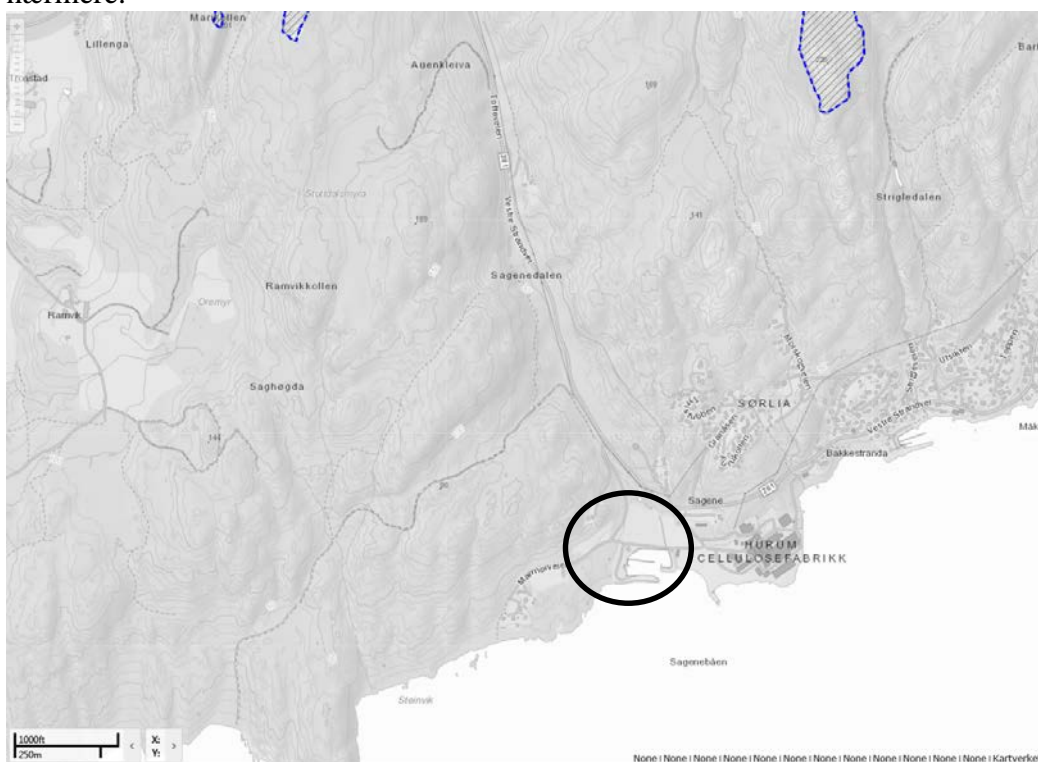


Figur 1 Utkast til reguleringsplan for Sagene (datert 10.06.11)

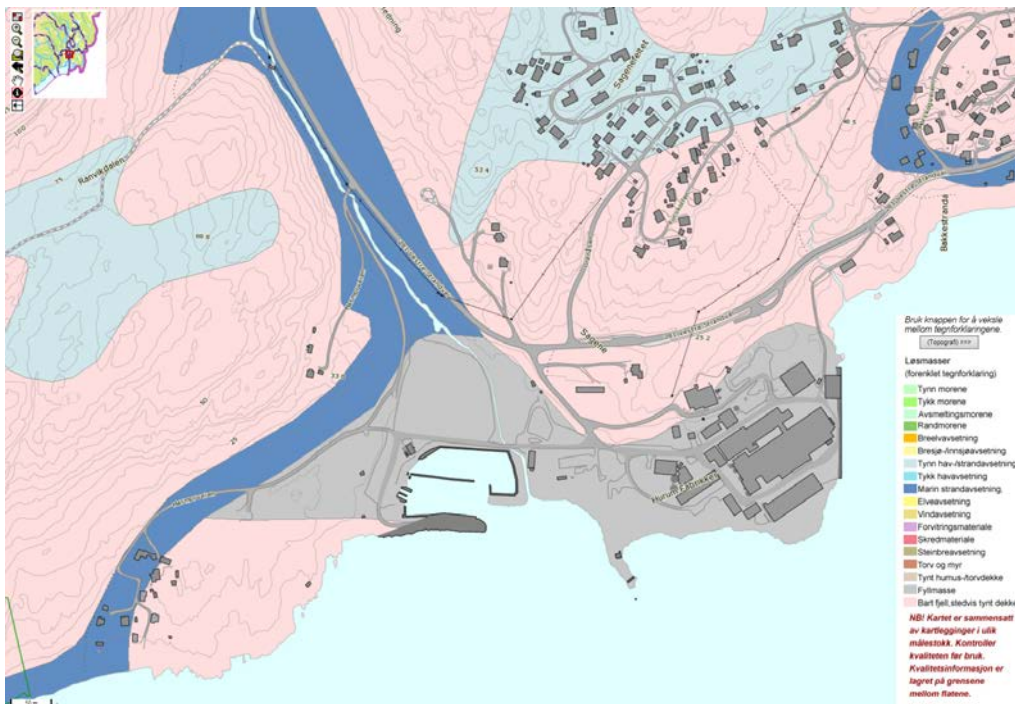
2 Grunnlag

2.1 Terreng og grunnforhold

Området ligger på kote +4 til +12 og ligger under marin grensen som vist i Figur 2. I henhold til NVEs veileder "Sikkerhet mot kvikkleireskred" /8/ er dette en indikasjon på at det kan være kvikkleire tilstede der det er løsmasser, og området må undersøkes nærmere.



Figur 2 Marin grense: stiplet blå linje. Områder over marin grense har grå skravur. Fra NVE Atlas (ref. /2/). Området som skal bebygges er merket med sort sirkel og ligger lavere enn marin grense.



Figur 3. Løsmasser ved Marmorveien, ref. /3/. Bart fjell er rosa, mørk blå indikerer marin strandavsetning og grå farge indikerer fyllmasser

NGUs løsmassekart, se Figur 3 indikerer at mye av nærområdet er bart fjell (vist som rosa). Lys blå farge indikerer hav- og fjordavsetninger (marin leire), og rundt elva finnes det marine strandavsetninger (mørk blå). Område som skal bebygges er dekket av fyllmasse (grå), men sannsynligvis kan marine avsetninger være tilstede under fyllmassene, spesielt i den østre delen av området. I den vestre delen av arealet er det påvist bløtninger av berg og det er berg i dagen mot sjøen. Det vises også til rapport nr. 20101131-00-2-R Vurdering av grunnforhold og grunnforurensing. Innspill til detaljreguleringsplan for Sagene, Tofte. /5/

2.2 Topografi

Det regulerte området ligger der Sageneelva munner ut i fjorden, vest for Tofte i Hurum kommune. I dag består området av en marina og et båtopplag i øst, og et skog- og krattbevokest område i vest. Området er relativt flatt og går fra strandkanten ved kote 0 til ca. kote 12 ved fotballbanen i vest og ved en planlagt avkjørsel fra fylkesvei 281 i nord. Båtopplaget og kaiområdet ligger mellom kote 3 og 5.

2.2.1 Kartlagt sjøbunnstopografi

I tillegg til et grovt kart (Figur 4) over sjøbunnstopografi utenfor det planlagte bebyggelsesområdet, ble dybdene i fjorden kartlagt i to snitt ved hjelp av ekkolodd og dybdene i havna er loddet og målt opp av Scan Survey AS (ref. /4/). Høydekurvene som

er produsert av Scan Survey As er inkludert i Tegning 010 og lagt til grunn for beregningsmodellene. Interpolerte dybder mellom de innmålte profilområdene er vist som stiplede linjer.

Gjennomsnittlig helning på sjøbunnen fra kote -30 og til moloen er 1:12.



Figur 4 Sjøbunnstopografi, fra norgeskart.no. For detaljerte innmålte koter, se tegning 011.

2.3 Feltbefaring

NGI har utført en enkel befarings av området 17. desember 2011. Deretter er det utført grunnundersøkelser i januar 2015. Det har ikke vært ytterligere befarings eller kartlegging av området. Det kan være mer blottlagt berg enn det som ble registrert ved befaringsen, på grunn av snødekket.

2.4 Historisk bruk av området

Dagens båtopplag har blitt benyttet som tømmeropptrekk, tømmerlager og flislager for Hurum fabrikk (ref. /5/), derfor kan de forventes å finne organisk materiale i den øverste del av jordprofilet. Humusinnhold av utvalgte prøver er diskutert i kapittel 3.3.

2.5 Tidligere kvikkleirekartlegging

Kartbladet Drøbak (som dekker området som skal bebygges) ble kartlagt i den nasjonale kartleggingen for potensiell fare for kvikkleireskred i 1995 (ref. /6/), og byggetomta ikke ble kartlagt som en kvikkleirefaresone. Det er viktig å være klar over at dette ikke er ensbetydende med at det ikke er kvikkleire på byggetomta. Kartleggingen i 1995 ble utført etter visse kriterier, og dekker spesielt ikke mindre områder, som likevel kan være kvikkleireområder/-soner (men ikke kartlagte). Det ble ikke utført grunnundersøkelser på den aktuelle tomte i 1995. Nærmeste boringer er utført cirka 2,5 km lenger mot nordvest i kvikkleiresoner 1161 Værby-Kana og 1130 Værby.

Det er ikke funnet tidligere utførte geotekniske grunnundersøkelser i området som skal bebygges. Det er derfor utført grunnundersøkelser i forbindelse med dette utredningen. De er rapportert i datarapport 20140230-01-R (Ref. /7/).

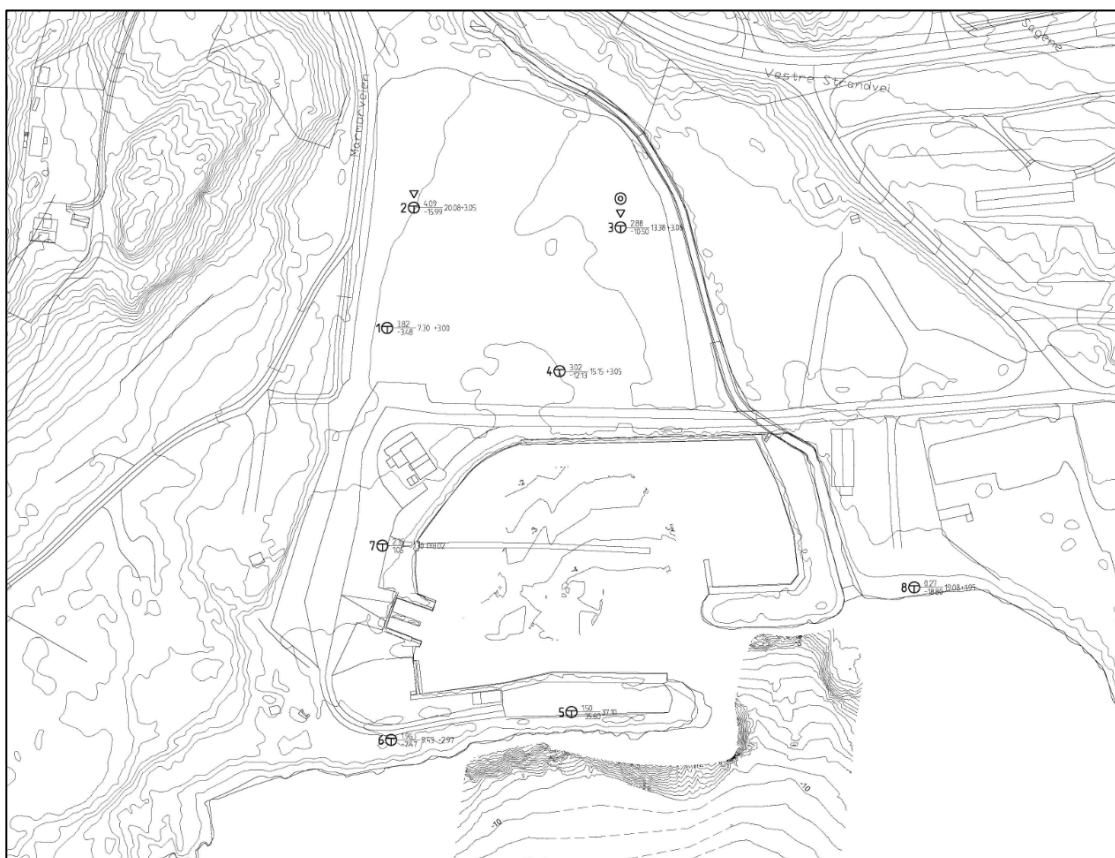
Disse grunnundersøkelsene inkluderer:

- ↗ 8 totalsonderinger
- ↗ 2 trykksonderinger (CPTU)
- ↗ 1 prøveserie

3 Tolkning av grunnundersøkelsene

Lagbestemmelsen for de enkelte borpunktene er gjort ved en kombinert vurdering av data fra totalsonderinger, CPTU-sonderinger samt resultater fra laboratorieanalyse av opphentede jordprøver. Skillet mellom kvikkleire eller sprøbruddmateriale og ikke kvikk leire er bestemt ved sensitivitet og omrørt skjærfasthet. Sekundært er poretrykksresponsen (Bq) i CPTU-sonderingene vurdert som indikasjon på høy sensitivitet.

Tolkning av lagpakker er ofte beheftet med en viss usikkerhet. Ofte kan prøvetaking vise at antakelser om sensitiv/kvikk leire basert på totalsondering er noe konservativ. I tilfeller hvor for eksempel totalsondering ikke gir økende boremotstand i dybden, og hvor det ikke er opptatt jordprøver som kan verifisere materialtypen, vil en konservativ vurdering som regel tilsi at det antas sensitiv/kvikk leire. Totalsondering ble valgt foran dreietrykksondering i dette prosjektet på grunn av grove fyllmasser og for å kunne utføre fjellkontroll.



Figur 5 Utførte grunnundersøkelser for reguleringsplan Sagene

3.1 Borpunkt 1

Borpunkt 1 ligger på vestsiden av båtlagringsområde og det er utført en totalsondering. Sonderingen viser tørrskorpe/fylling til ca. 2 dybde, derunder avtar bormotstanden og det antas kvikkleire til fjell på 7,3 m dybde.

3.2 Borpunkt 2

Borpunkt 2 ligger i dagens båtlagringsområde og det er utført en totalsondering og en CPTU. Totalsonderingen indikerer et tykt lag av tørrskorpe/fylling til ca. 8 m dybde. Motstanden reduseres litt mellom 8-15 m og laget er antatt som kvikkleire. Totalsonderingen og CPTU viser en friksjonsmateriale fra 17,5-20 m dybde. Boringen treffer fjell på 20 m dybde.

3.3 Borpunkt 3

Borpunkt 3 ligger på vestsiden av dagens båtlagringsområde og det er utført totalsondering, CPTU-sondering og tatt opp prøver. Totalsonderingen indikerer

tørreskorpe/fylling til 5,5 m dybde, deretter kvikkleire. Tilstedeværelsen av kvikkleire er bekreftet av prøver på dybder 8-8,8 m, 10-10,8 m og 12-12,8 m. Fjell er truffet på 13,4 m dybde. Poseprøver som er tatt mellom 0-6 m dybde viste faste, sandige masser som går over til en silt. Det er funnet skjellrester i prøven mellom 4 og 5 m dybde. Dette indikerer at dette er opprinnelig terrengnivå før oppfylling og at strandavsetningen som er vist i figur 3 strekker seg under fyllmassene.

Det er registrert humusinnhold på 3,4 og 4,1 % på dybdene 0,5 m og 2,5 m. Mektigheten på laget med organisk innhold er trolig ikke stor, men bør vurderes ved detaljprosjektering. Høyt organisk innhold kan føre til setninger ved bebyggelse av området.

3.4 Borpunkt 4

Borpunkt 4 ligger på sørsiden av båtlagingsområde og det er utført en totalsondering. Sonderingen viser mye lagdeling. Det er en tørreskorpe/fylling til minst 5 m dybde, et bløtere (trolig siltig leire) lag til 7 m dybde. To lag med økt rotasjon mellom 7-10m dybde kan indikere et friksjonsmateriale, men kan også ha sammenheng med tre-peler eller lignende i den gamle kaifronten. Laget fra 10-15 m dybde har avtakende motstand og er tolket som kvikkleire. Fjell er truffet på 15 m dyp.

3.5 Borpunkt 5

Borpunkt 5 ligger på moloen og det er utført en totalsondering. Steinfylling fra moloen går ned til ca. 11 m dybde. Stangfriksjon fra molo har påvirket sonderingen sterkt, og resultatene av sonderingen er derfor ikke pålitelige. Fra 11 m er det vurdert å være sensitiv leire, selv om bormotstanden tilsynelatende er høy. Boringen slutter uten å ha sikker fjellkjenning.

3.6 Borpunkt 6

Borpunkt 6 ligger på vestsiden av moloen. Det er utført en totalsondering. Sonderingen viser et 4 m tykt lag av steinfylling (molo), over et lag med avtagende motstand, modellert som kvikkleire. Fjell ligger på ca. 9,5 m dybde.

3.7 Borpunkt 7

Borpunkt 7 ligger på landet vest for flytebyggen og det er utført en totalsondering. Sonderingen viser et tynt lag av fyllmasser over fjell. Fjell ligger ca. 1,3 m under terrengoverflaten.

3.8 Borpunkt 8

Borpunkt 8 ligger på øst siden av Sageneelvas utløp og det er utført en totalsondering. Sonderingen viser fyllmasse/tørrskorpe til ca. 9,5 m dybde, derunder øker motstanden. Boringen indikerer et leirlag mellom 9,5 og 19 m dybde. Sonderingen treff fjell på 19 m dybde.

3.9 Grunnvannstand

Grunnvannstand ble observert i borhullene under boringene til å være ca. 1,5 m under terreng. Dette samsvarer godt med vannstanden i bekken.

4 Soneavgrensning og klassifisering

Det er påvist kvikkleire i borpunkt 3, ved at det er tatt opp prøver i dette punktet. Fyllmassene (sammen med annen historisk dokumentasjon i rapport 20101131-00-2-R), er dokumentert med prøver, viser at terrengnivået er menneskeskapt. Det antas at det finnes sensitiv-/kvikkleire i følgende borpunkt: 1, 2, 4, 5 og 6. På bakgrunn av dette må havna og båtopplagsområdet inkluderes i en kvikkleirefaresone. Maksimalt antatt løsneområde er begrenset av bart fjell rundt tomta. Minste avgrensning mot nord vil være nord for borpunkt 2 og 3, bestemt etter overslagsreglene i NVEs veileder/8/, og kan strekke seg inn mot synlig berg bak Fv. 281.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i området nordøst for elva. Det kan derfor ikke utelukkes at det er kvikkleire tilstede øst og nordøst for Sageneelva. Området må, inn til det utføres supplerende boringer, inkluderes i kvikkleiresonen bort til synlig berg i øst. Den endelige utstrekningen blir i denne rapporten satt til der man kan se berg i dagen mot nord og i øst. Mot deler av tomten i øst kan det ikke settes en avgrensning av kvikkleiresonen, da det ikke finnes grunnundersøkelser der, med unntak av borpunkt 8. Borpunkt 8 kan imidlertid ikke tolkes til å være kvikk, men den kan være meget bløt. Avgrensningen mot øst i punkt 8 bør derfor bekreftes med en CPTU-sondering, vingeoring, dreietrykksondering eller prøveserie. Antatt løsneområde som ligger til grunn for grensen til faresonen er vist i Figur 6. Utløpsområdet vil være i fjorden.



Figur 6 Mulige avgrensninglinjer for kvikkleiresone basert på bergblotninger (Flyfoto: 1881.no)

Det er foretatt en faregradsevaluering av sonen med kriterier gitt i NVEs veileder "Sikkerhet mot kvikkleireskred": ref. /8/. De følgende punktene legges til grunn for evalueringen:

- Denne evalueringen er basert på et skred som er utløst på landet/havna.
- Det er ikke registrert skredaktivitet i dette området i NVEs skred hendelser (www.skrednett.no).
- Mens hydrostatisk-poretrykk stemmer bra i tolkning av CPTU sonderingene (avsnitt 6.1.2), i denne faregradsevalueringen er det antatt noe poreovertrykk, på grunn av bergets bratte helning som fortsetter under løsmassene. Lavpunktet i bergoverflaten antas å gå gjennom båttopplaget og ut i fjorden, som en fortsettelse av bekken og daldraget langs Fv.281.. I ekstreme nedbørshendelser kan dette medføre mye vann gjennom bukta som vil bidra til et poretrykk over hydrostatisk i løsmassene.
- Det er antatt lite erosjon pga. at elva er kanalisert (med steinvegger) og moloen beskytter havnen fra bølger osv.

Tabell 1 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				Marmor-veien	Marmor-veien
		3	2	1	0	Score	Vektet Poeng
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	1	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	1	2
Poretrykk Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3 -3	> + 30 > - 50	10 – 30 -(20 – 50)	0 – 10 -(0 – 20)	Hydrostatisk	1	3
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3
Erosjon	3	Aktiv/ glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3
Inngrep: Forverring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen	1	3
Forbedring							
Sum		51	34	16	0		20
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39%

Resultatene av fareevalueringen er summert til 20 vektete poeng og vises i Tabell 1. 20 poeng gir faregrad "middels".

Merk at selv om helningen i fjorden ikke er svært bratt (bratteste seksjon som ble registrert ved ekkoloddingen er 1:10), kan det ikke utelukkes at et skred kan utløses i fjorden. Dersom det finnes kvikkleire under fjordbunnen, kan et skred utløst i fjorden teoretisk nå land.

5 Sikkerhetskrav for stabilitetsvurderinger

NVEs veileder (ref. /8/) er lagt til grunn for vurdering av sikkerhetsnivå ved dimensjonering av stabiliserende tiltak, samt for metodikken ved selve stabilitetsberegningene.

Kombinasjonen av faregrad og tiltakskategori angir sikkerhetskravene. Faregrad for område er beregnet som "middels", og utviklingen av område for bruk som boligområdet

klassifiseres som tiltakskategori K4: "tiltak som medfører større tilflytting/personopphold".

For å oppnå tilfredsstillende sikkerhet må stabilitetsanalysene dokumentere enten:

- a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller
- b) Forbedring av stabiliteten hvis $F < 1,4$, og man opererer i naturlig terreng.

Siden terrenget er fylt opp tidligere, er dette å betrakte som menneskepåvirket og menneskeskapt og ikke naturlig terreng. Dette medfører at man må legge punkt a) til grunn og kreve sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ for tiltakene som prosjekteres.

6 Grunnlag for stabilitetsberegninger

6.1 Udrenert skjærfasthet

6.1.1 Udrenert skjærfasthet i overkonsolidert og normalkonsolidert leire

Leire kan være overkonsolidert, fordi prosesser som skred og erosjon kan ha fjernet tidligere overliggende sedimenter. Leira, som tidligere har hatt større overlaging enn i dag, er derfor konsolidert til et høyere spenningsnivå enn dagens topografi tilsier.

Udrenert skjærstyrke i overkonsoliderte finkornige sedimenter kan vurderes basert på CPTU-sonderinger, hvor overkonsolideringsnivået (OCR) estimeres ut fra sonderingsresultatene.

Ut fra overkonsolideringsnivået beregnes udrenert skjærfasthet på basis av den såkalte SHANSEP-metoden (ref. /9/). Det innebærer at forkonsolideringsnivå og dagens in situ-spenninger benyttes for å estimere skjærfasthetens variasjon med dybden. Poretrykket i grunnen har derved også betydning. Begge CPTU-sonderingene er tolket med hensyn på OCR. Dette danner grunnlaget for OCR tolkning i området.

Aktiv skjærfasthet i overkonsolidert leire, $Su_{A,ocr}$, er beskrevet ved følgende sammenheng:

$$Su_{A,ocr} = 0,3 p_0' \times OCR^{0,65}$$

hvor $OCR = p_c' / p_0'$

p_0' = effektivt overlagingstrykk in situ (dvs. totalvekt minus poretrykk)

p_c' = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå (evt. inkludert "aging"-effekt; her er generelt benyttet en aging-faktor på 1,2)

Normalkonsolidert leire (dvs. for områder uten større tidligere overlaging av masser enn dagens terrengnivå) vil erfaringsmessig ha følgende udrenerte minimumsskjærfasthet, $Su_{A,nc}$:

$Su_{A,nc} = 0,3 p_0'$

6.1.2 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderinger

Det er utført CPTU-sondering i to borpunkter. Tolkning av aktiv, udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderingene er vist i Vedlegg A. Udrenerte styrkeparametere er tolket og estimert ut fra samlet bruk av informasjon fra CPTU-sonderinger basert på korrelasjoner fra ref. /9/, laboratorieresultater (resultater fra rutineundersøkelser, treksforsøk og plastisitetsgrenser) og totalsonderinger. For kvikkleire vil ofte rutineundersøkelser vise forstyrrede egenskaper for prøver, derfor kan resultatene fra rutineundersøkelser ha lavere verdier enn anbefalt styrkeprofil basert på CPTU.

CPTU 2, +4,09 moh. (Vedlegg A01)

Grunnvannstand er antatt på 1,5 m dybde, og deretter hydrostatisk poretrykk. Tidligere terrengnivå er estimert på ca. 10 moh. ut fra trykksonderingen, men den øverste 10 m i sonderingen viser et høyere nivå av konsolidering, mest sannsynlig på grunn av tidligere laster fra tømmer/sagflis (korttids last når det gjelder geologiske prosesser). Det er ikke tatt prøver i borpunkt 2. Det er derfor benyttet verdier for poretrykksrespons (B_q -verdier) fra CPTU-sonderingen til å bestemme kvikkleirelaget. B_q -verdiene indikerer kvikkleire fra ca. 9 - 18,4 m, noe som stemmer bra med totalsonderingen.

Anbefalt styrkelinje begynner i leirelaget på 8 m dybde og styrken øker gradvis til 16 m dybde. Fra 16- 18 m er det et fastere leire lag, og det er et drenerende lag fra 18 – 19,5 m dybde.

CPTU 3, +2,88 moh. (Vedlegg A02)

Grunnvannstand er antatt på 1,5 m dybde, og deretter er det antatt hydrostatisk poretrykk. Tidligere terrengnivå er estimert på ca. 5 moh ut fra trykksonderingen, men som i tolkningen av CPTU 2 er den øverste 10 m mer konsolidert, mest sannsynlig på grunn av tidligere belastningen fra tømmer/sagflis. Det ble analysert prøver fra dette borpunktet. Resultatene fra konus- og enaskialforsøkene er har lavere verdier enn den anbefalte S_u linja pga. prøveforstyrrelse, men treksforsøkene stemmer ganske bra.

Fra 6 – 9 m er styrken som er tolket basert på spissmotstand (N_{kt}) mye høyere enn styrken basert på poretrykk. Dette er fordi silt og sand er tilstede. Det er mer konservativt til å beregne laget som udrenert materiale, derfor følger anbefalt styrkelinje poretrykksstyrke.

Tolkningen også viser et svakere lag på bunnen av sonderingen:

- 12 – 13 m: ingen økning i styrke,
- 13 – 14 m: styrken avtar.
-

Dette kan indikere at "in-situ" kvikkleira er forstyrret. Det er viktig å sjekke utstrekningen av dette svake laget for å fastslå om det er en lokal lomme eller et

sammenhengende lag f.eks. fra en tidligere utglidning som følge av tømmerlageret eller et gammelt skred.

Dette svake laget forekommer ved kote -9 til -10,5 moh. Noen av totalsonderingene viser også en avtakende motstand i tilsvarende nivå:

- BP. 2: -9 til -11 moh (men tolking av CPTU viser ikke et svakt lag)
- BP. 4: -10,5 til -11,5 moh
- BP. 8: -11 til 12 moh

6.1.3 Anisotropiforhold

Følgende anisotropiforhold (Tabell 2) er anbefalt av NIFS (ref. /11/), hvor S_{uA} , S_{uD} og S_{uP} er karakteristisk udrenert skjærfasthet, hhv. aktiv, direkte og passiv.

Tabell 2 Anbefalt anisotropifaktorer, ref. /10/

I_p	S_{uD}/S_{uA}	S_{uE}/S_{uA}
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63+0,00425*(I_p-10)$	$0,35+0,00375*(I_p-10)$

Alle prøvene, både av kvikkleire og silt, viste en plastisitet I_p under 10 %. Verdiene med grå skravur er derfor benyttet.

6.1.4 "Sprøbruddmateriale" og CPTU-sonderinger korrelert med blokkprøver

I hht. NVEs veileder (ref. /8/) er det gjort en reduksjon med 15 % av karakteristisk aktiv skjærfasthet når det karakteristiske aktive styrkeprofilen i sprøbruddmateriale er tolket ut fra korrelasjon mellom blokkprøver og CPTU sonderinger.

6.1.5 Udrenerte skjærfasthetsprofiler

Skjærfasthetsprofiler i de udrenerte beregningene er lagt inn i beregningsprogrammet GeoSuite (ref. /12/) som karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthet, dvs. uten reduksjon av skjærstyrke som forklart i avsnitt 6.1.4. Evt. reduksjon er gjort gjennom anisotropifaktorene som er lagt inn for hvert materiale som beskrevet over. Dette innebærer at aktivt skjærfasthetsprofil er det samme for sensitiv og ikke-sensitiv leire.

6.2 Drenert skjærfasthet

Det er gjort 2 aktive treksforsøk for å fastsette effektivspenningsparametere for leirmaterialet, men pga. prøveforstyrrelse (prøvekvalitet 3, dårlig), er det vanskelig å tolke parametere.

Prøven på 8,19 m dilaterte under kompresjon, noe som indikerer at prøven fremdeles er overkonsolidert.

Prøven på 10,37 m viste derimot et kontraktant brudd. Styrken som kan tolkes av forsøket er trolig lavere enn det jorda har in situ, da det er grunn til å tro at prøven har blitt forstyrret.

Det er forsiktig anslått følgende effektivspenningsparametere for leirmaterialet, både for sprøtt og ikke sprøtt materiale:

Effektiv friksjonsvinkel (φ'):	27 °
Kohesjon (c'):	2 kPa

Romvekt for leire er satt til 18,5 kN/m³, basert på analysedataene.

For øvrig er det slik at for sand og tørrskorpe så benyttes det effektivspenningsparametere uansett drenert eller udrenert analyse. Det er kun for leirmateriale at udrenert skjærspenning benyttes.

Det er benyttet erfaringsparametere for drenert skjærstyrke av sand og tørrskorpeleire.

For tørrskorpe/sand er følgende drenerte friksjonsparametere benyttet:

Effektiv friksjonsvinkel (φ'):	32°
Kohesjon (c'):	0 kPa
Total romvekt (γ_{tot})	18 kN/m ³

7 Stabilitetsberegninger

Beliggenhet av lengdeprofilen for stabilitetsberegninger er vist på Tegning 011. Dette profilet er antatt å være det meste kritiske snitt i kvikkleirefaresonen, pga. den store dybde til fjell og den bratte helningen i fjorden.

Grunnundersøkelsene fra borpunkt 2, 4 og 5 ble lagt til grunn for lagdeling i profilet. For den udrenerte analysen, er styrkeprofiler basert på tolking av CPTU-sonderingene i borpunkt 2 og 3 benyttet for båttopplaget. I havna og sjøen er det antatt normalkonsoliderte forhold.

7.1 Resultater av beregninger

7.1.1 Beregninger for udrenert tilstand

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon for området totale stabilitet. Beregningene er utført i programmet GeoSuite.

En oversikt over utvalgte beregninger og resultat er vist i tabell 3.

Tabell 3 Beregningsresultater, udrenert tilstand, dagens situasjon

Beskrivelse	Beregnet sikkerhet	Vedlegg
Dagens situasjon, grunn glideflate ved nordre kaifront	0,96	B1
Dagens situasjon, dyp glideflate ved nordre kaifront	1,28	B2
Dagens situasjon, grunn glideflate ved moloen	0,87	B3
Dagens situasjon, plan glideflate langs sjøbunnen utenfor moloen	2,39	B4

Beregningene viser at lavest stabilitet ved den nordre kaifronten og for moloen. Lokalstabilitet et grunt glidesnitt for nordre kaifront er beregnet til $\gamma_m=0,96$. Ved den nordre kaifronten skyldes den ekstra lave sikkerheten at selve kaifronten består av en mur, en trespunt, stålpunt eller lignende, som ikke ligger inne i beregningene. Materialfaktoren er for lav og stabiliserende tiltak er nødvendig, selv om kaifronten tas i betraktning i beregningen.

Beregninger for et dypere glidesnitt, nede i kvikkleira, gir en materialfaktor (sikkerhet) lik $\gamma_m=1,32$. Det er knyttet usikkerhet i hvor langt det "svake" laget strekker seg horisontalt, men beregningen er lagt på konservativ side.

Stabiliteten gjennom moloen er beregnet til å være $\gamma_m \ll 1,0$. Dette betyr at det i beregningene er lagt for svak leire til grunn, for når stabiliteten er lavere enn 1, betyr det i praksis at området har rast ut, og det det er ikke tilfelle her. Likevel er sikkerheten vesentlig lavere enn $\gamma_m=1,4$, som den bør være ved en utbygging av området. Av flybilder kan det tolkes at moloen har blitt etablert i flere runder, sist fylt på rundt 1981.

Stabilitetsberegninger for lange, plane glideflater ut i fjorden gir en tilfredsstillende materialfaktor pga. den slake havbunnen, $\gamma_m=2,39$. Det skal derfor ikke være fare for initiale grunnbrudd i marbakken, forutsatt at innmålingene dekker et representativt areal.

7.1.2 Beregninger for drenert tilstand

Tabell 4 Beregningsresultater, drenert tilstand, dagens situasjon

Beskrivelse	Beregnet sikkerhet	Vedlegg
Dagens situasjon, grunn glideflate ved nordre kaifront, drenert	0,69	B5
Dagens situasjon, dyp glideflate ved nordre kaifront, drenert	1,33	B5

Også i drenert tilstand er det den grunne, lokale glideflaten ved nordre kaifront som har lavest materialfaktor (sikkerhetsfaktor), og den har $\gamma_m=0,69$. Også i denne beregningen undervurderes selve kaifrontens bidrag i beregningene, men sikkerheten er fortsatt for lav, selv om kaifronten hadde vært tatt i betraktning.

For dyperegående glideflater i kvikkleire rundt samme snitt blir beregnet materialfaktor $\gamma_m=1,33$. Igjen materialfaktoren er for lav og stabiliserende tiltak må også sjekkes i drenert tilstand.

7.2 Stabiliserende tiltak

Kravet til nødvendig materialfaktor i NVEs retningslinjer er $\gamma_m=1,4$. For både udrenert tilstand og drenert tilstand er det vurdert at det vil det være mulig å utføre stabiliserende tiltak som kan sikre det planlagt bebygde området mot en områdeutglidning.

Det er derfor utført beregninger for å se effekt av mulige lokale stabiliserende tiltak. Det er sett på effekten av en motfylling inne i havna og etablering av kalk/semestabilisering. Det er ikke utført beregninger for tiltak i området rundt moloen, selv om den heller ikke har beregningsmessig tilfredsstillende sikkerhet. Det er heller ikke sett på om f.eks. store motfyllingstiltak ute i fjorden kunne hatt en positiv effekt, noe som kunne vært et egnet tiltak for området sett under ett, kombinert med et masseoverskudd i nærheten.

Tabell 5 Beregningsresultater, stabiliserende tiltak

Beskrivelse	Beregnet sikkerhet	Vedlegg
Motfylling foran nordre kaifront, grunn glideflate	1,42	B6
Kalk/semestabilisering like bak nordre kaifront	1,42	B7

Begge tiltakene vil øke sikkerheten på det området hvor utbyggingen er planlagt.

7.2.1 Motfylling foran nordre kaifront

Stabiliteten til den nordre kaifronten avhenger av spunten eller muren som er etablert langs veien inn til båttopplaget. Det er benyttet en forsiktig antakelse av den nordre kaifrontens styrke. Det er mulig at kaikonstruksjonen er bygd mere solid og dyptgående enn det som er lagt inn i beregningene, men det har ikke vært mulig å dokumentere i denne prosjektfasen.

Høydeforskjellen mellom terrenget bak kaifronten og sjøbunnen er stor i forhold til hvor sterk leira er, og dette gir en for lav sikkerhet mot grunnbrudd i beregningene. Ved å fylle opp terrenget foran kaifronten noe eller avlaste/fjerne masse bak kaifronten, blir høydeforskjellen mindre og sikkerheten vil øke.

Det er utført beregninger for oppfylling med ulik fasong (høyde, helning og bredde) foran kaifronten og den beregnede sikkerheten har økt til $> 1,4$ for grunne glidesnitt, se vedlegg B6. Det kan benyttes fyllmasse som f.eks. stein eller sand og grus til motfyllingen. Det mangler detaljerte koter inn mot kaifronten, trolig på grunn av flytebyggene som lå der under oppmålingen. Volumet som vil være nødvendig for motfyllingen vil være i størrelsesorden $35 \text{ m}^3/\text{løpemetre kaifront}$, noe som tilsvarer ca. $5000 - 6000 \text{ m}^3$.

Tiltaket vil øke sikkerheten lokalt, men vil ikke ivareta områdestabiliteten. Dersom det kan dokumenteres at kaikonstruksjonen alene ivaretar den lokale stabiliteten, vil motfylling foran kaifronten ikke være nødvendig.

7.2.2 Kalk/semestabilisering like bak nordre kaifront

Det er videre sett på muligheten av å stabilisere leira under fyllmassene med å blande inn en blanding av kalk og sement. Kalk og sement vispes inn ved hjelp av en spesiell borerigg og leira får økt styrke der kalk og sement er blandet inn. Resten av leira er som før, men totalt tåler leira mere enn før innblanding ble foretatt. Det benyttes ulike blandinger og blandingsforhold, og dette må detaljprosjekteres. Hvor mange peler som er nødvendig og hvilket mønster det bør settes i, er også noe som må prosjekteres i detalj.



Figur 7 Stabilisert areal med kalksementpeler for å oppnå tilfredsstillende områdestabilitet. Skravert areal viser alternativ avgrensning

Det er utført overslagsberegninger for å finne i hvilket omfang det må etableres kalksementpeler for at områdestabiliteten skal bli tilfredsstillende. Det er funnet at ved å øke den gjennomsnittlige styrken til leira under fyllmassene til $S_u = 40 \text{ kN/m}^2$ i en bredde på 15 m, vil området bak kaifronten ha tilfredsstillende sikkerhet mot å bli del i et eventuelt skred med utløpsområde i fjorden. Den stabiliserte sonen er vist i Figur 7.

Den stabiliserte sonen kan alternativt få en knekk mot høyre ved Sageneelva og trekkes til antatt nærmeste fjellblotning inne på nabotomten. Begge linjene antas et likeverdig og konservativt bidrag til et kostnadsestimat for det arealet som er planlagt bygd innenfor Marmorveien reguleringsplan. Dersom det er dokumentert at det ikke finnes kvikk eller sensitiv leire innenfor nabotomten, dersom bergforholdene er gunstige eller hvis det er prosjektert stabiliserende tiltak knyttet til byggetiltak på naboeiendommen, kan det stabiliserende tiltaket for Marmorveien trolig reduseres i omfang.

Det er i overslagene funnet at en stabilisering av arealene som er vist i Figur 7, totalt vil beløpe seg til 7 - 8 millioner kroner. Det er da lagt til grunn en gjennomsnittlig dybde til berg på 15 m.

7.3 Videre arbeid før utbygging

Før området eventuelt kan bygges ut, må det utføres en detaljprosjektering av valgt løsning for stabilisering. Det bør utføres supplerende grunnundersøkelser for å avgrense det svake laget med kvikk og/eller sensitiv leire sin utbredelse, spesielt på østsiden av Sageneelva, slik at faresonen kan få en korrekt avgrensning. Om mulig bør det suppleres med grunnundersøkelser i moloen og i sjøen foran denne. Boringer i sjøen må utføres fra flåte. Boringer gjennom moloen, bør utføres med forboring og foringsrør som blir stående igjen gjennom steinfyllingen.

Moloen ligger utenfor tiltaksområdet. Den har beregningsmessig lav sikkerhet mot utglidning, og er av de elementene som påvirker områdestabiliteten. Det bør vurderes om høyden på moloen kan reduseres eller om den bør fjernes. For å få et sikrere estimat på hvilket omfang som vil ha en forbedrende effekt på stabiliteten, bør de supplerende grunnundersøkelsene vært utført i forkant.

Hvordan nordre kaifront er etablert, til hvilken dybde og av hvilke materialer, er også viktig å få klarlagt. Dette vil ha betydning for den lokale stabiliteten.

Videre bør det etableres poretrykksmålere, i tråd med anbefalingene i /8/. Observasjon av vannstanden i borhullene da grunnundersøkelsene ble utført, sammen med det faktum at det er funnet kvikkleire, kan indikere at det er artesisk overtrykk over berg, og dette påvirker stabilitetsberegningene.

8 Oppsummering av beregninger for områdestabilitet

Grunnundersøkelser innenfor arealer uten synlig berg og vest for Sageneelva viser at det under fyllmasser og lag av sandige masser ved båttopplaget er kvikk og sensitiv leire over berg. Det er påvist et svakt lag i den kvikke leira i noen av boringene, og det kan være et glidesjikt i forbindelse med et tidligere grunnbrudd. Det har ikke vært mulig å gi en klar avgrensning av arealet med kvikkleire mot øst, siden det kun er utført en boring øst for elven. Mot nord er avgrensningen satt mot synlig blottet berg. Siden både grunnundersøkelser og befaring av området er utført på vinterstid, kan det være at blottet berg ligger nærmere sjøen enn det som framgår av Figur 6. Det vil også eventuell supplerende registrering og grunnundersøkelser kunne avdekke.

Vest for båttopplaget er det grunt til berg og delvis blottlagt berg og stabiliteten er ivarettatt.

Området som er undersøkt med grunnundersøkelser er ikke naturlig avsatt, men må betraktes å være betydelig menneskepåvirket/menneskeskapt. Dette medfører at områdestabiliteten må ha sikkerhetsfaktor $\geq 1,4$ og det er den ikke i dagens situasjon. Det må derfor utføres tiltak som øker stabiliteten, før en utbygging kan gjennomføres. Det finnes flere metoder å stabilisere området på og de vil involvere naboeiendommer og det som skal utføres på disse.

Denne rapporten dokumenterer at ved å stabilisere med kalksementpeler, vil selve tiltaksområdet oppnå en tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning, selv om ikke områdene ut mot fjorden og på nabotomten ikke er ferdig kartlagt og vurdert.

9 Referanser

- /1/ NVE (2011). NVEs retningslinjer nr. 2-2011: Flaum- og skredfare i arealplanar
- /2/ NVE (2015). NVE Atlas, Marin grense
<http://atlas.nve.no/SilverlightViewer/Viewer.html?Viewer=NVEAtlas&runWorkflow=StartupQuery&mapServiceId=42&layerName=Faregrad&themelist=MarinGrense> 20. februar 2015.
- /3/ NGU (2015). Nasjonal løsmassedatabase, <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/> 23. februar 2015.
- /4/ Scan Survey AS (2015). Ekkolodding, utført 11. februar 2015.
- /5/ NGI (2011). Vurdering av grunnforhold og grunnforurensing. Innspill til detaljreguleringsplan for Sagene, Tofte. Rapport nr. 20101131-00-2-R, datert 3. oktober 2011.
- /6/ NGI (1995). Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Drøbak M=1:50 000. Rapport 920028-1, datert 27. september 1995.
- /7/ NGI (2015): Marmorveien, Hurum kommune. Geoteknisk datarapport. Rapport nr. 20140230-01-R, datert 2. mars 2015.
- /8/ NVE (2014): Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. NVE veileder 7-2014. Revidert april 2014. ISSN: 1501 – 0678.
- /9/ Ladd, C. C. and R. Foot (1974): New design procedure for stability of soft clays. Journal of the geotechnical engineering division, ASCE, Vol. 100, No. GT7, July, pp. 763-786.

- /10/ Karlsrud, K., Lunne, K., Kort, D.A. and Strandvik, S. (2005): CPTU correlations for clays. Prov. 16th ICSMGE, Osaka, pp. 693-702.
- /11/ Thakur, V., Oset, F., Viklund, M., Strand, S.-A., Gjelsvik, V., Christensen, S., Fauskerud, O.A. (2014): En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, NIFS rapport 14-2014. Utgitt av: Norges vassdrags og energidirektorat i et samarbeid med Statens vegvesen og Jernbaneverket.
- /12/ ViaNova GeoSuite AB (2015): GeoSuite. GS Stability. Version 14.1.0.0.



Marmorveien. Grunnundersøkelser for reguleringsplan

Oversiktskart 1:50000

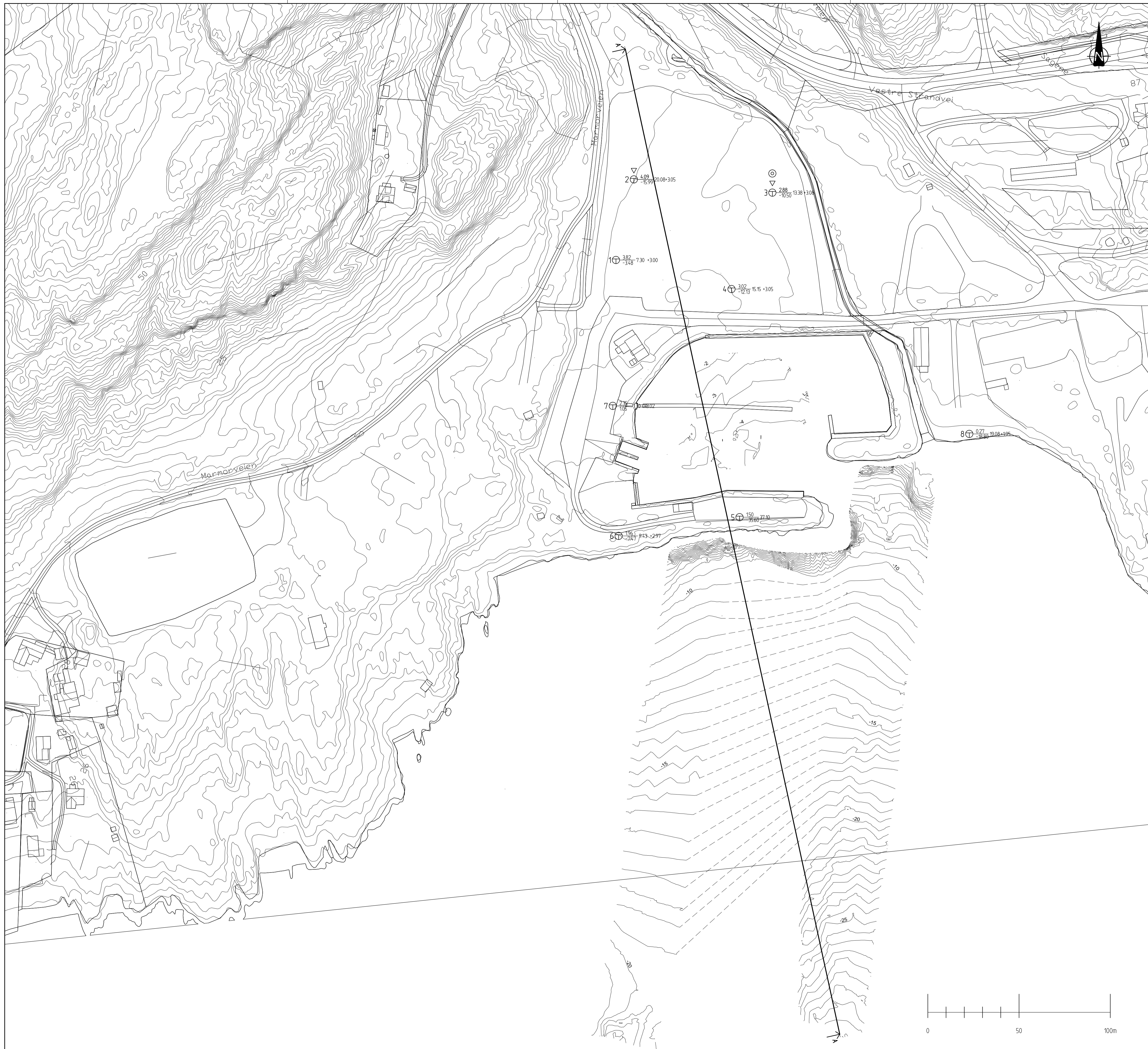
Dokumentnr.
20140230-01-R

Tegningsnr.
001

Dato
26.02.2015

Tegnet av
GEB





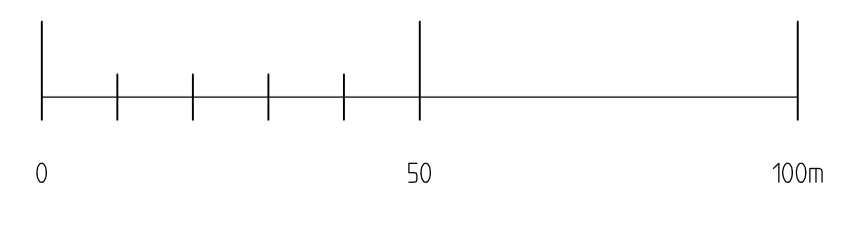
- FORKLARINGER:**
- Dreiesondring
 - Enkel sondring
 - ▽ Trykksondring
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykksondring
 - ⊕ Totalsondring
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⚡ Fjell i dagen

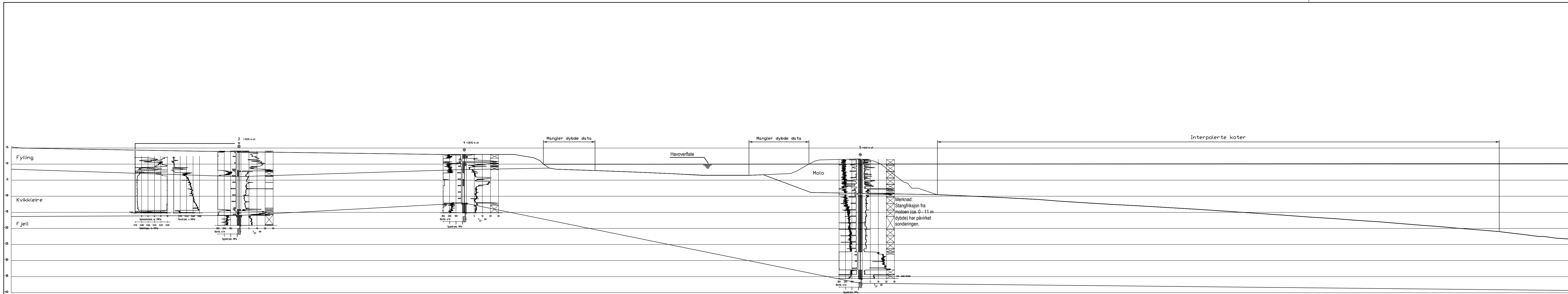
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

--- Interpolerte koter

Tegningsfil:	Tegning:	Rev.
Borplan og beregningsprofil	011	00

Rev. / Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
Marmorveien Grunnundersøkelser for reguleringsplan.	27.02.2015	L aH	GEB	GEB
Borplan og beregningsprofil	1:1000 (A1) 1:2000 (A3)	NGI		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Oppdragsnr. 20140230	Kontr./Tegnet Tegning: 011	Kontr./Tegnet Kontr. GEB	Godk. Rev. 00





Profil A-A
1:200

FORKLARINGER:

- Dreiesonering ⚙ Fjellkontrollboring ⊙ Prøveserie ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sonering ⚙ Dreietrykksonering □ Prøvegrop ⚡ Fjell i dagen
- ▽ Trykksonering ⊕ Totalsonering + Vingeboring
- ┆ Boring avsluttet ┆ Antatt stein, blokk eller fast grunn
- ┆ Antatt fjell, berg xxx Boret i fjell
- Antatt fjellførløp

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll.
-	-	-	-	-
Marmnorveien		Status		
Grunnundersøkelser for reguleringsplan		Original format		
Lengdeprofil		A3.0		
		Tegningens filnavn		
		Målestokk		
		1:200		
NGI		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		01.07.2015	LaH	GEB
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
		20140230	012	0

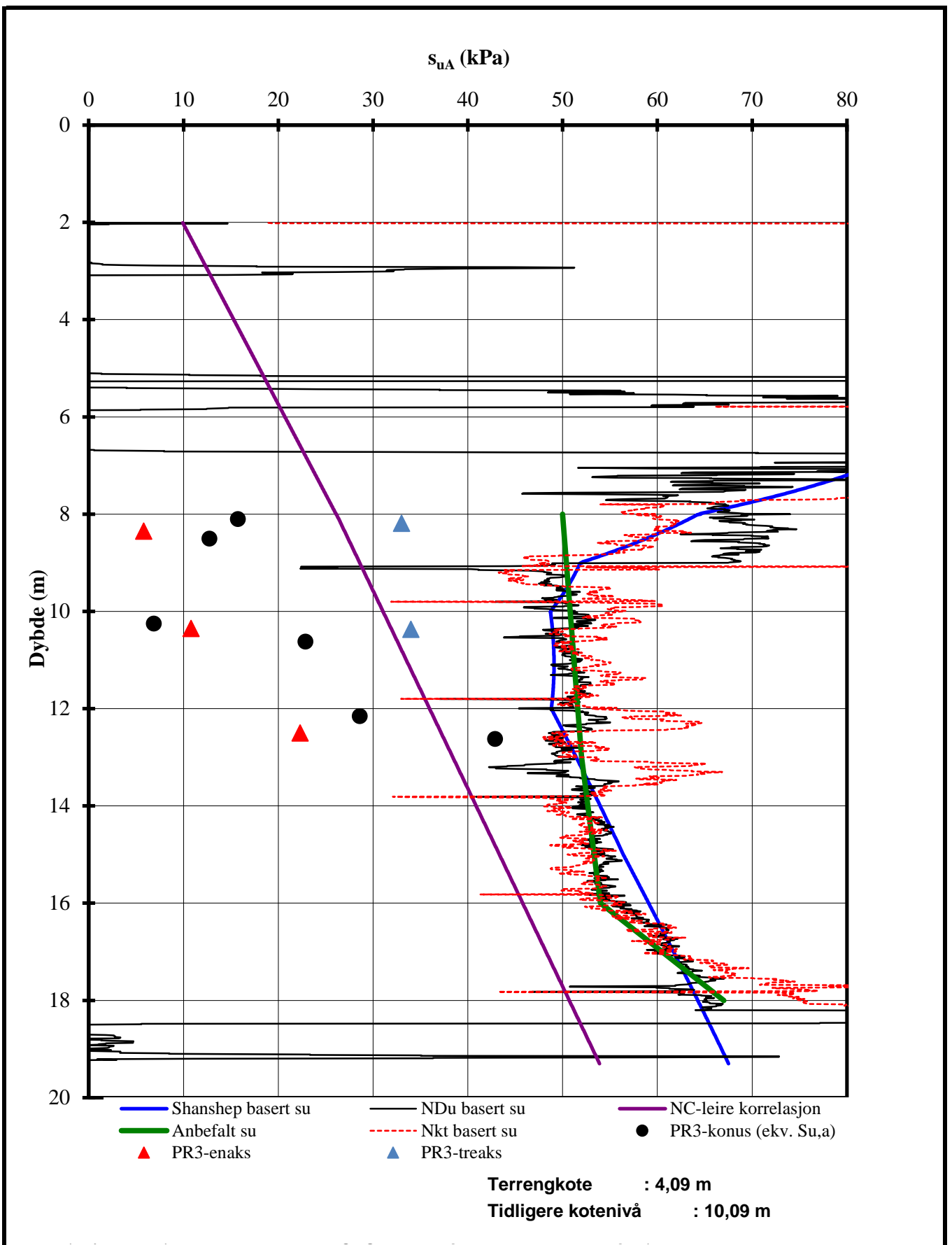



Vedlegg A

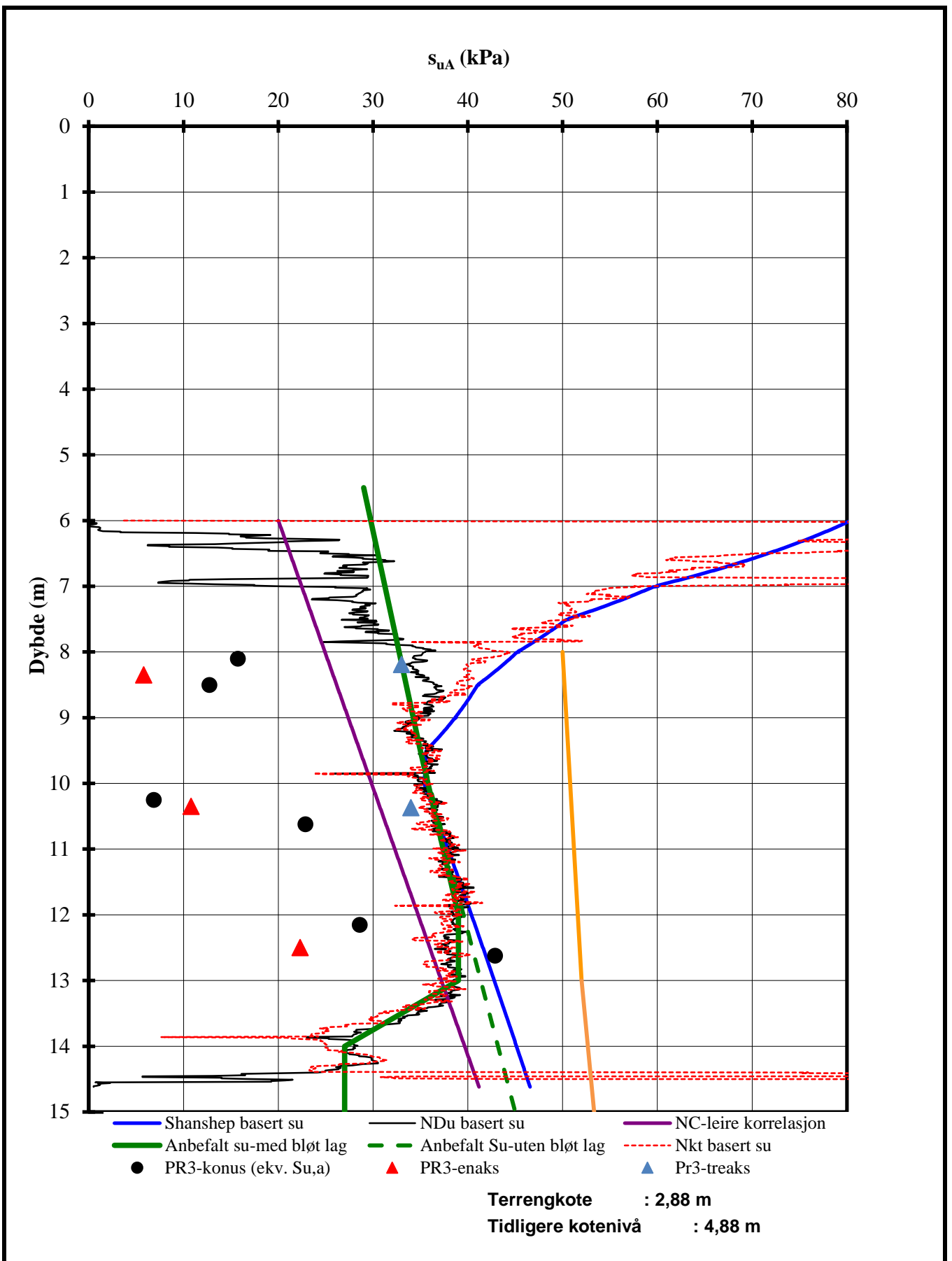
AKTIV UDRENERT SKJÆRSTYRKE TOLKET
FRA CPTU-SONDERINGER

Innhold

Vedlegg A1	CPTU 2
Vedlegg A2	CPTU 3



Marmorveien, Hurum Kommune	Rapport nr.	Figur nr.
	20140230	A1
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull2	Tegner	Dato
	LAH	12.02.2014
	Kontrollert	
Godkjent		
	GEB	



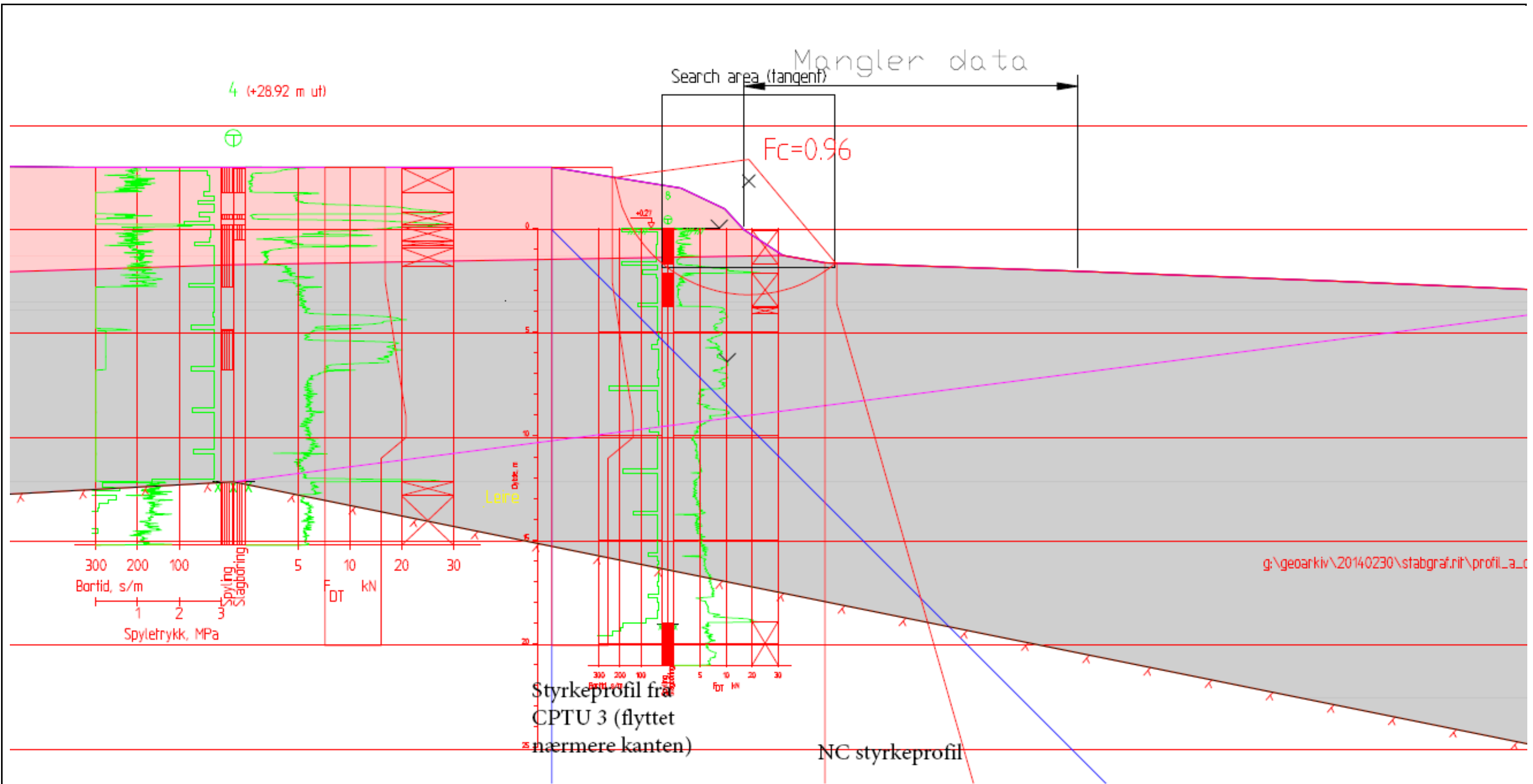
Marmorveien, Hurum Kommune	Rapport nr.	20140230	Figur nr.	A2
	Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.	Tegner	LaH	Dato
Borhull3	Kontrollert	LaH		
	Godkjent	GEB		

Vedlegg B

STABILITETSBEREGNINGER

Innhold

Vedlegg nr.	Tittel
B1	Dagens situasjon, grunn glideflate ved nordre kaifront
B2	Dagens situasjon, dyp glideflate ved nordre kaifront
B3	Dagens situasjon, grunn glideflate ved moloen
B4	Dagens situasjon, plan glideflate langs sjøbunnen utenfor moloen
B5	Dagens situasjon, grunn glideflate ved nordre kaifront, drenert
B6	Dagens situasjon, dyp glideflate ved nordre kaifront, drenert
B7	Motfylling foran nordre kaifront, grunn glideflate



MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET

Dagens situasjon, grunn glideflate ved nordre kaifront

Dokumentnr.
20140230-02-R

Figurnr.
B1

Dato
17.07.2015

Tegnet av
LAH/GEB



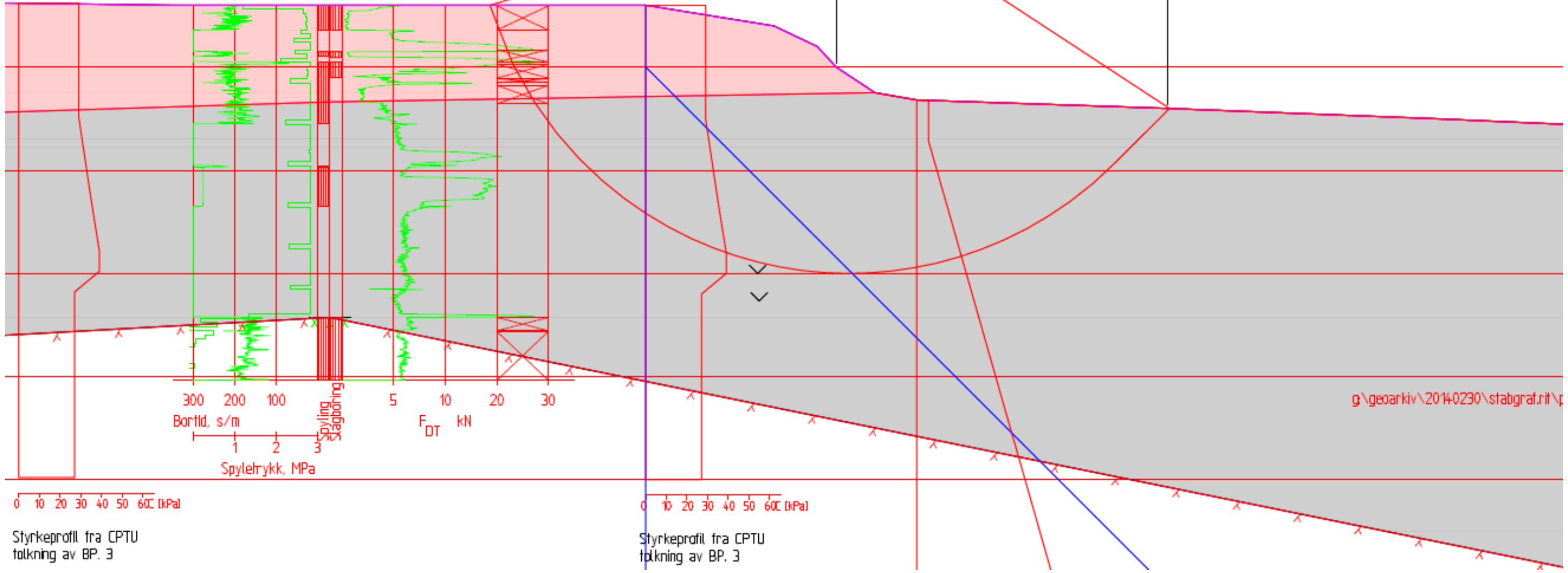
Fc=1,28
 Dagens-udrenert-dypeste glideflate uten å berøre det svake laget
 Result file : g:\geoarkiv\2014-0230\stabgraf.rit\profil_a_dagens.R10

Search area (tangent)

Fc=1,28

Mangler dybde data

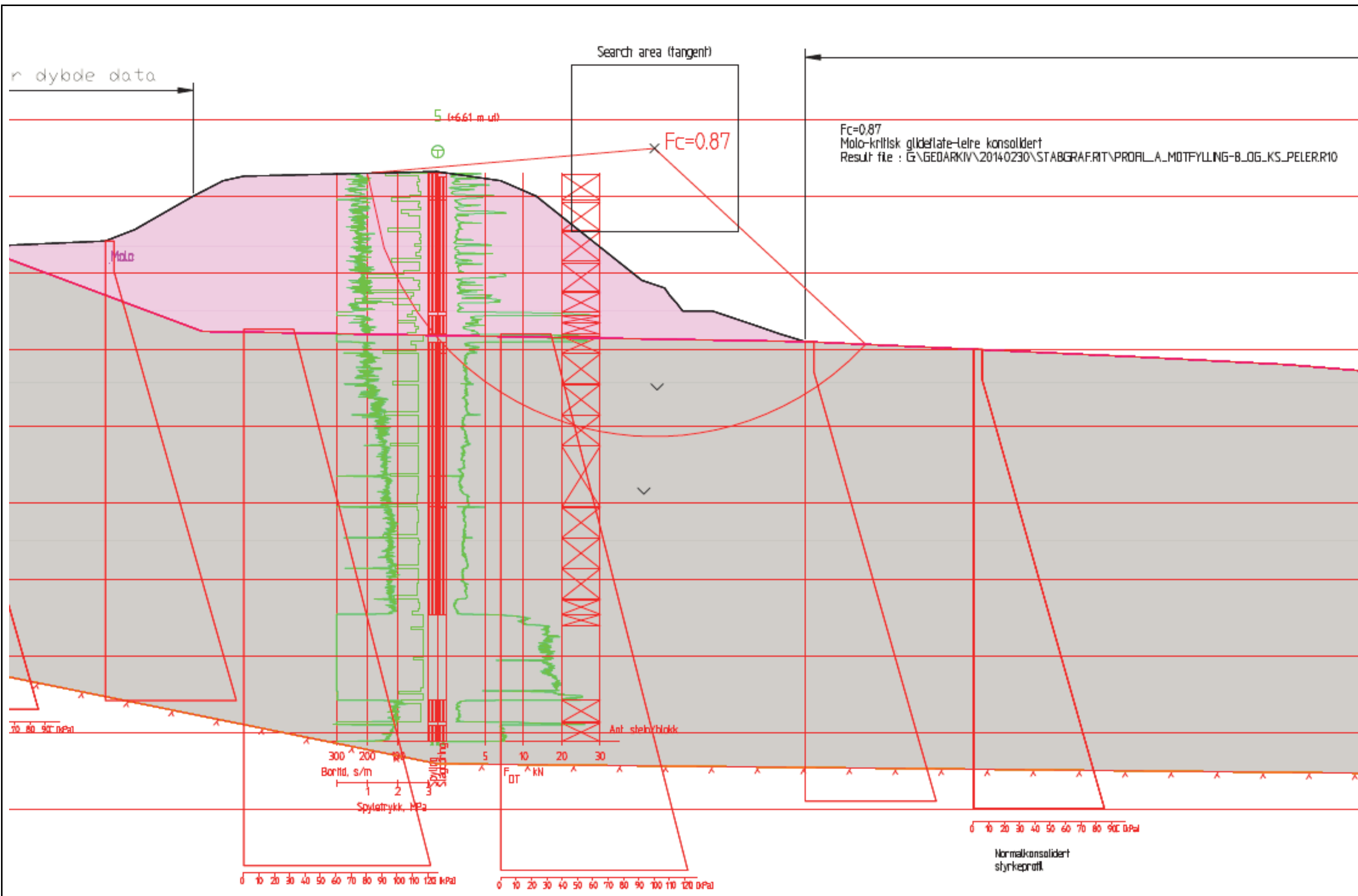
4 (+28.92 m ut)



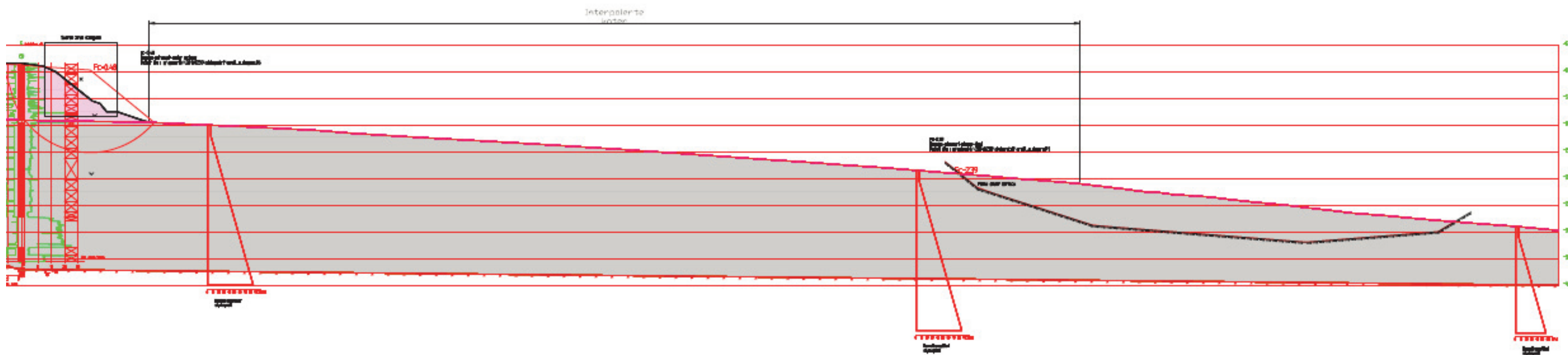
Styrkeprofil fra CPTU
 tolkning av BP. 3


Styrkeprofil fra CPTU
 tolkning av BP. 3

MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET		Dokumentnr. 20140230-02-R	
Dagens situasjon, dyp glideflate ved nordre kaifront		Figurnr. B2	
		Dato 17.07.2015	Tegnet av LAH/GEB



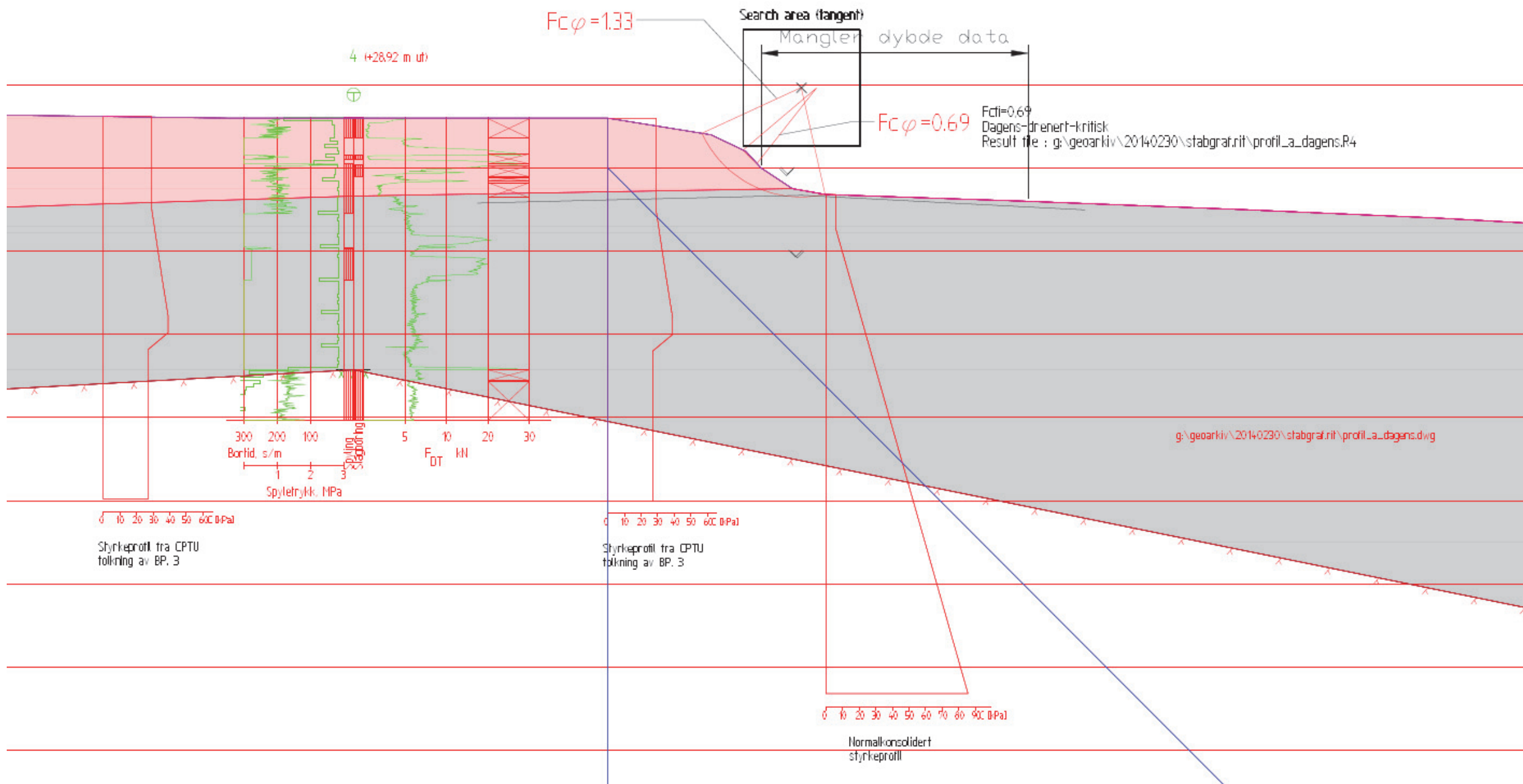
MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET		Dokumentnr. 20140230-02-R	
Dagens situasjon, grunn glideflate ved moloen		Figurnr. B3	
		Dato 17.07.2015	Tegnet av LAH/GEB



MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET		Dokumentnr. 20140230-02-R	
Dagens situasjon, plan glideflate langs sjøbunnen utenfor moloen		Figurnr. B4	
		Dato 17.07.2015	Tegnet av LAH/GEB
			

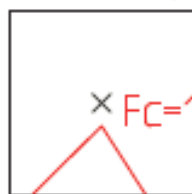
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FI	C'	C	Aa	Ad	Ap
Molo	19.50	12.00	4.0	0.0				
Fylling	19.00	9.00	34.0	0.0				
Kvikkleire	18.50	8.50	27.0	3.0				

Fcti=1.33
 Dagens-drenert-fvunget ned i kvikkleire
 Result file : g:\geoarkiv\20140230\stabgraf.rit\profil_la_dagens.R5

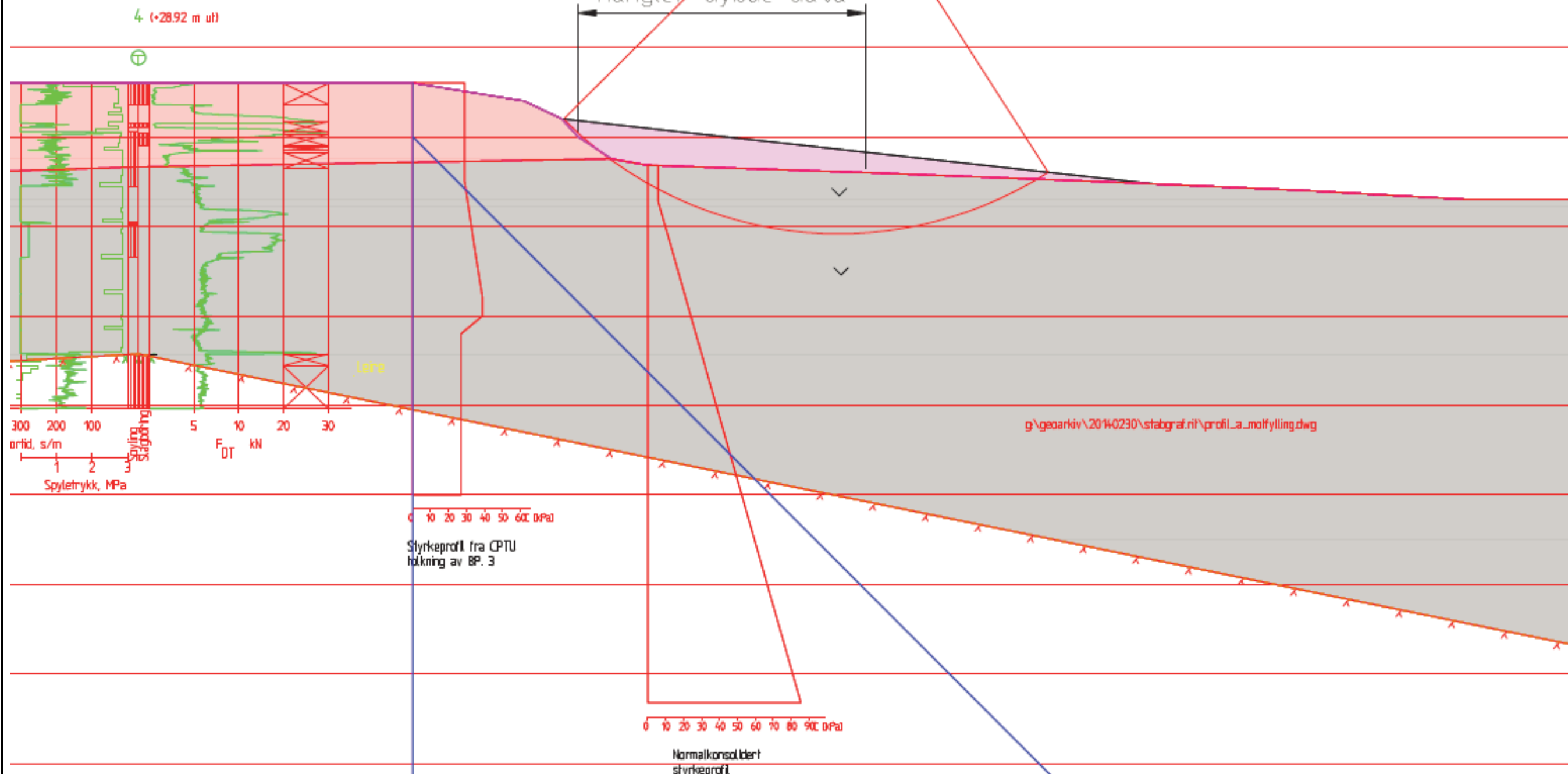


MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET		Dokumentnr. 20140230-02-R	
Dagens situasjon, grunn glideflate ved nordre kaifront, drenert		Figurnr. B5	
Dato 17.07.2015	Tegnet av LAH/GEB		

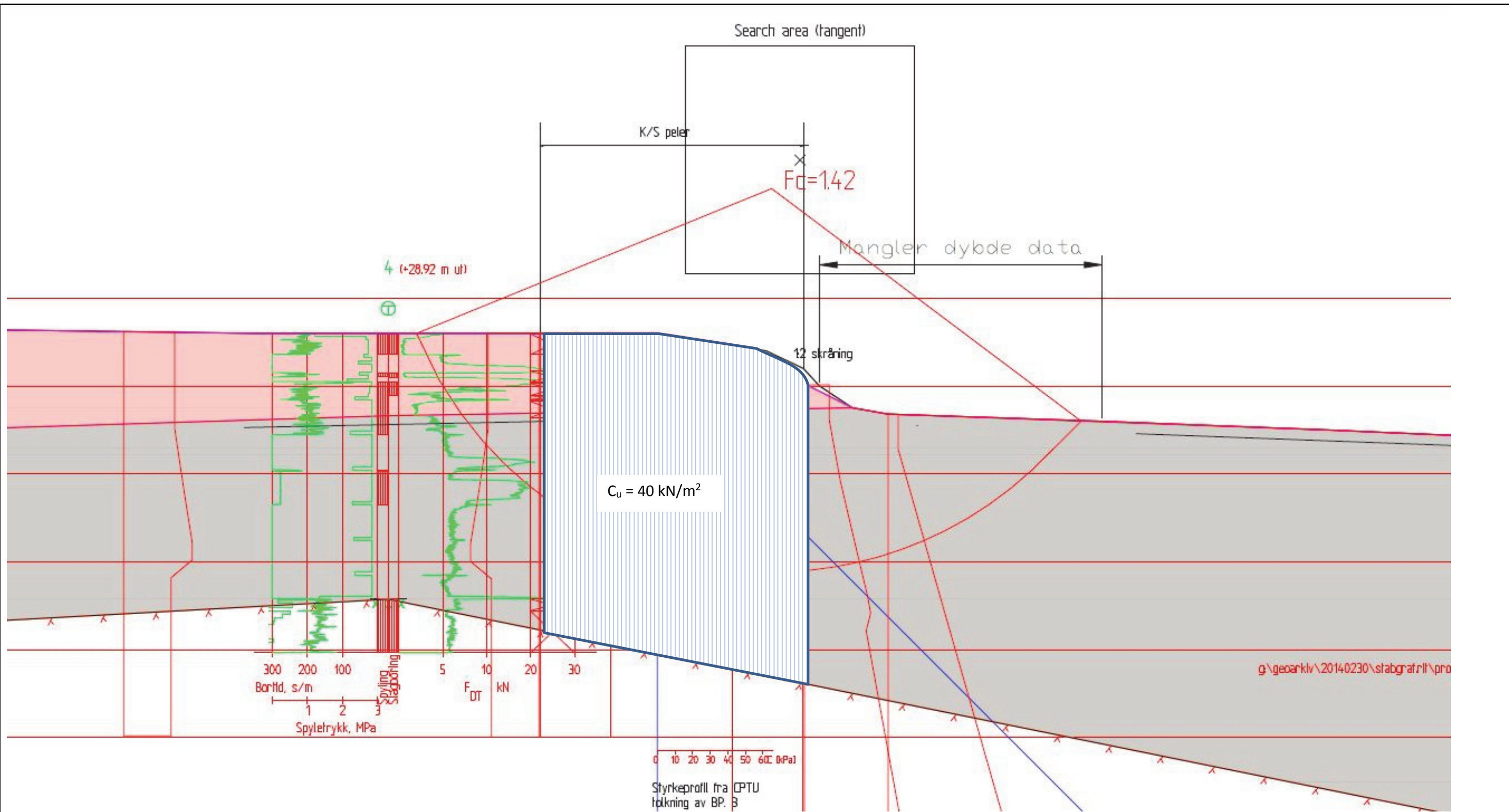
Search area (tangent)



Fc=1,42
MotfyllingB_udrenert_kritisk_glideflate
Result file : G:\GEOARKIV\20140230\STABGRAF.RIT\PROFIL_A_MOTFYLLING-BR7



MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET		Dokumentnr. 20140230-02-R	
Motfylling foran nordre kaifront, grunn glideflate		Figurnr. B6	
Dato 17.07.2015	Tegnet av LAH/GEB		



MARMORVEIEN. VURDERING AV OMRÅDESTABILITET

Kalk/semestabilisering like bak nordre kaifront

Dokumentnr.
20140230-02-R

Figurnr.
B7

Dato
17.07.2015

Tegnet av
LAH/GEB

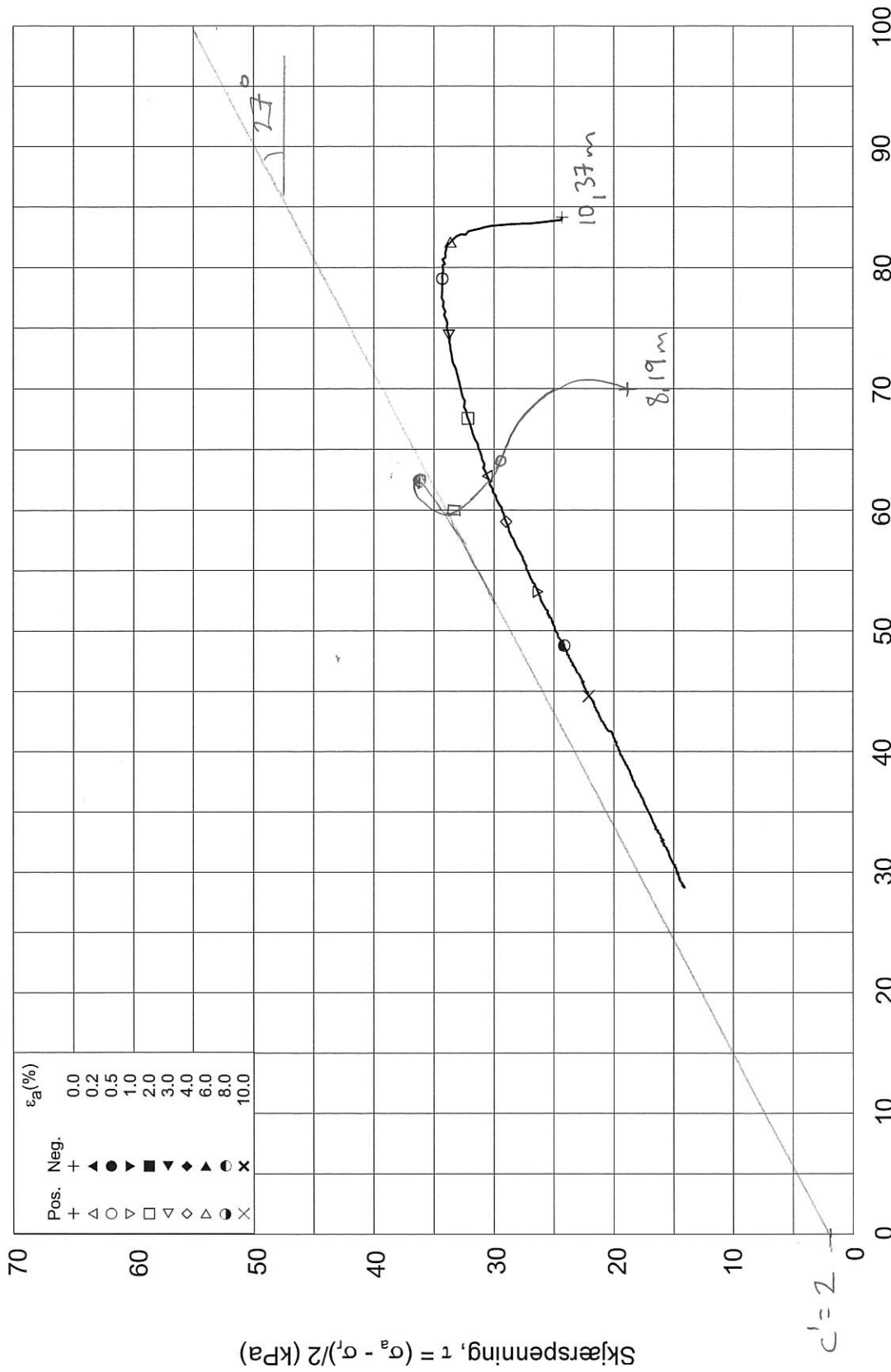


Vedlegg C

TOLKING AV TREAKSIALFORSØK

Innhold

Vedlegg C1 Borpunkt 3



Date/Rev.: 2009-11-03/01

Marmorveien. Grunnundersøkelser for reguleringsplan		Dokument nr. 20140230-02-R
Treaksial forsøk: CAUA	Tolking av treaksialforsøk	Dato 2015-07-01
Boring: 3		Figur nr. D1
		Tegnet av PCa/LaH

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Marmorveien. Vurdering av områdestabilitet		Dokumentnr./Document no. 20140230-02-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited	Dato/Date 2015-07-24
		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 0 /
Oppdragsgiver/Client Sødra Tofte AS		
Emneord/Keywords Stabilitetsberegninger, kvikkleire, reguleringsplan		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Buskerud	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Hurum	Felt navn/Field name
Sted/Location Sagene, Tofte	Sted/Location
Kartblad/Map 1814 II Drøbak	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: UTM 32 Øst: E586357 Nord: N6600347	

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2015-07-24 Laura Henderson	2015-07-24 Gunvor Baardvik		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 24. juli 2015	Prosjektleder/Project Manager Gunvor Baardvik
--	-----------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

