

Rapport RIG-RAP-002 rev 01

Oppdragsgiver: **Norconsult AS**

Oppdrag: **Helgeland kunnskapssenter**

Emne: **Faregradsevaluering
Vurdering av områdestabilitet**

Dato: **7. november 2011**

Rev. - Dato: **Rev. 1 - 21. november 2011**

Oppdrag- /
Rapportnr.: **414832 - 2**

Oppdragsleder: **Roger Kristoffersen**

Sign.: 

Saksbehandler: **Tor-Helge Antonsen**

Sign.: 

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Gunnar Kolskog**

Sammendrag:

Multiconsult har på oppdrag for Norconsult sommeren 2011 utført grunnundersøkelser for Helgeland kunnskapssenter. Kunnskapssenteret skal bygges inntil eksisterende Stako-bygg i sentrum av Mo. Resultatet av grunnundersøkelsene er vist i rapport 414832-1.

Siden det er påvist leire med sprøbruddegenskaper i området må det i henhold til NVEs retningslinjer for flom- og skredfare i arealplaner, ref. /1/, utføres faregradsevaluering av området. Foreliggende rapport inneholder resultat fra faregradsevalueringen.

Utførte sonderinger og opptatte prøver viser at grunnen på tomta består av et øvre lag fyllmasser over leire med tynne siltlag. Sørvest inne på tomta er det i ett borpunkt påvist sensitiv leire og kvikkleire. Ellers på tomta antas leirelag med kvikk-/sprøbruddegenskaper ved større dyp. Poretrykksmålere viser at grunnvannsstanden er relativt lav og at det er svakt underhydrostatisk poretrykksfordeling i grunnen.

Basert på utførte grunnundersøkelser, og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av sprøbruddmaterialets utbredelse. Dette har resultert i et forslag til sone med sprøbruddmateriale/kvikkleire. Det er utført faregradsevaluering, og sonen plasseres i faregradsklasse "lav".

Det er utført stabilitetsberegninger for det som vurderes som det mest kritiske profilet i området. Beregningene viser at stabiliteten i profilet er tilfredsstillende, og dermed at områdestabiliteten også er tilfredsstillende.

Områdevurderingen viser at det er tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning i området. Sikkerheten mot utglidning er imidlertid ned mot den fastsatte grensen på 1,4 på totalspenningsbasis, mens den på effektivspenningsbasis er betryggende. Stabiliserende tiltak vurderes ikke å være nødvendig, men det forutsettes at den videre planlegging og fundamentering utføres i samråd med geotekniker.

Rapporten er revidert etter gjennomgang fra 3. partskontrollør.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	4
2.	Tidligere undersøkelser	4
3.	Nye grunnundersøkelser.....	5
4.	Områdebeskrivelse	6
4.1	Topografi	6
4.2	Historie	6
4.3	Løsmasser	6
4.4	Grunnvann	8
5.	Utredning av fare for leireskred i sprøbruddmateriale	9
5.1	Generelt	9
5.2	Faregradsevaluering.....	9
5.2.1	Generelt	9
5.2.2	Utbredelse av sprøbruddmateriale	9
5.2.3	Faregradsevaluering.....	10
5.3	Skredtype og maksimal utbredelse av skred.....	12
5.4	Sikkerhetsprinsipper	12
5.4.1	Geotekniske problemstillinger	12
5.4.2	Geoteknisk prosjektklasse	12
5.4.3	Dimensjonerende laster og lastfaktorer	12
5.4.4	Tolkning av beregningsparametre	12
5.5	Stabilitet.....	17
5.5.1	Beregningsverktøy	17
5.5.2	Beregninger	17
5.5.3	Vurdering av stabilitet	18
6.	Konklusjon	18
7.	Referanser	19

Tegninger

414832 -0	Oversiktstegning
-2	Borplan, profiler, kvikkleiresone
-40.7	CPTU Borpunkt 1, aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , korrelert mot B_q
-40.8	CPTU Borpunkt 1, tolkningsfaktorer B_q
-40.9	CPTU Borpunkt 1, aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
-41.7	CPTU Borpunkt 8, aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , korrelert mot B_q
-41.8	CPTU Borpunkt 8, tolkningsfaktorer B_q
-41.9	CPTU Borpunkt 8, aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
-42.7	CPTU Borpunkt 9, aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , korrelert mot B_q
-42.8	CPTU Borpunkt 9, tolkningsfaktorer B_q
-42.9	CPTU Borpunkt 9, aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
-81.4	Aktivt treaksialforsøk hull 1, tolkning av parametre, NTNU-plott
-500	Stabilitetsberegning profil D-D, lagdeling 1, $S_u + a\phi$ -analyse
-501	Stabilitetsberegning profil D-D, lagdeling 2, $S_u + a\phi$ -analyse
-502	Stabilitetsberegning profil D-D, lagdeling 2, $a\phi$ -analyse
-503	Profil Kaialundveien og Profil Kirkegata, skredutbredelse 1:15

1. Innledning

Multiconsult har på oppdrag for Norconsult utført grunnundersøkelser for Helgeland kunnskapssenter. Kunnskapssenteret skal bygges inntil eksisterende Stako-bygg i sentrum av Mo. Resultatet av grunnundersøkelsene er vist i rapport 414832-1.

Siden det er påvist leire med sprøbruddegenskaper i området må det i henhold til NVEs retningslinjer for flom- og skredfare i arealplaner, ref. /1/, utføres faregradsevaluering av området. Foreliggende rapport inneholder resultat fra faregradsevalueringen.

2. Tidligere undersøkelser

Noteby, Kummeneje og Multiconsult AS har tidligere utført grunnundersøkelser i Mo sentrum. De undersøkelsene som er tilgjengelige, er;

- Noteby: Sak 1641 datert 17.8.1949, Mo og Nord-Rana trygdekasse, Grunnundersøkelse
Sak 2451 datert 30.6.1953, L.A. Meyer, Mo i Rana, Grunnundersøkelse
Sak 2455 datert 6.7.1953, Mo Sparebank, Mo i Rana, Grunnundersøkelse
Sak 2780 datert 11.11.1954, Nytt posthus i Mo i Rana, Grunnundersøkelse
Sak 4176 datert 29.10.1958, Norges kristelige ungdomsforbund, Mo i Rana
Sak 4425 datert 6.5.1960, Museumsbygg ved Nordahl Griegsgate, Mo i Rana, Grunnundersøkelser
Sak 5673 datert 26.1.1966, Prosjektert utfylling og bygging på området sør for Toranes, Grunnundersøkelser
Sak 5647-1 datert 23.1.1967, Rådhusanlegget Mo i Rana, Byggetrinn I. Kontorbygg, Grunnundersøkelser og geoteknisk utredning
Sak 5647-2 datert 14.2.1969, Rådhusanlegget Mo i Rana, Byggetrinn II. Samfunnshus, Grunnundersøkelser og geoteknisk utredning
- Kummeneje: Rapport o.3790 Del I datert 2.4.1982, Stako-bygget, Grunnundersøkelse – Datarapport
Rapport o.3790 Del II datert 28.4.1982, Stako-bygget, Utgraving og stabilitet, fundamentering
- Multiconsult: Rapport nr 300142-1 datert 30.9.1999, Adkomst Mobekkleira, Geoteknisk datarapport
Rapport nr 412666-1 datert 3.12.2007, Oasen, Mo i Rana, Boligutbygging, Grunnundersøkelser
Rapport nr 412666-2 datert 15.12.2009, Oasen, Mo i Rana, Boligutbygging, Supplerende grunnundersøkelser
Multiconsult AS, Rapport nr 413109-1 datert 4.7.2008, Mo og omegn Boligbyggelag, Cirkelgården, Grunnundersøkelser
Rapport nr 413490-1 datert 30.3.2009, Lars Meyers gate 14, Mo i Rana, Grunnundersøkelse

Fra de rapportene som er mest relevante, er borpunktene tegnet inn i borplanen, ref. tegning 414832-2. Dette gjelder rapportene:

1. Kummeneje rapport o.3790 del I (1982)
2. Noteby sak 5647-2 (1969)
3. Noteby sak 4425 (1960)
4. Noteby sak 2780 (1954)
5. Noteby sak 1641 (1949)

Rambøll har også utført flere grunnundersøkelser i området. Rapporter fra disse undersøkelserne har ikke Multiconsult tilgang på, men Rambøll har gitt en oversikt over tomter kategorisert ut fra om grunnundersøkelsene inneholder sprøbruddmateriale. Denne oversikt gjengis i tabell 1.

Tabell 1: Grunnundersøkelser i området utført av Rambøll.

Tomt / Adresse	Ikke kvikkleire	Usikkert*	Kvikkleire påvist
Torggt. 2			X
Ranheimgt. 1			X
Ranheimgt. 3			X
Jernbanegt. 15			X
Jernbanegt. 11		X	
F. Nansens gt. 15	X		
O. T. Olsens gt. 26			X
Kirkegt. 14		X	
Sørlandsvn. 54			X
Sørlandsvn. 56			X
F. Nansens gt. 2A			X
F. Nansens gt. 2B			X

* Kategori "Usikkert" omfatter undersøkelser der resultatene var usikre pga. liten boreddybde eller usikker tolkning av boreresultat

Tegning nr. 414832-2 viser en sammenstilling av rapportene nevnt ovenfor, med ulike fargekoder for områder med sprøbruddmateriale og områder der det ikke er påvist sprøbruddmateriale.

3. Nye grunnundersøkelser

Multiconsult utførte sommeren 2011 grunnundersøkelser for å avdekke de generelle grunnforhold i området, med spesiell fokus på fundamenteringsforhold for tilbygget og omfang av kvikkleire/leire med sprøbruddegenskaper. Resultatet av disse grunnundersøkelsene er vist i rapport 414832-1

4. Områdebeskrivelse

4.1 Topografi

Det undersøkte området er i sentrum av Mo i Rana, og tomta avgrenses av Bekkedalsveien, Torgata og Nordahl Griegs gate. Innmålt terreng mellom eksisterende Stako-bygg (mot Nordahl Griegs gate) og parkeringshus ligger på kote +11. Langs Bekkedalsveien stiger terrenget fra kote +13 i det nordvestlige hjørnet (mot Nordahl Griegs gate) til kote +15 i det nordøstlige hjørnet (mot Torgata). Langs Torgata ligger tomta på kote +15 fra nord til sør. Området for øvrig stiger fra vest mot øst.

I vest avgrenses faresonen av Nordlandsbanen. Under jernbanen er det flere steder påvist liten løsmasseoverdekning over fjell.

I nordøst, nord for Lars Meyers gate ved Talvikparken, er det registrert fjell i dagen. I den nordlige delen av faresonen, fra Moheia VGS i øst til jernbanen i vest, er gjennomsnittlig skråningshelning ca. 1:20.

Øst for faresonen, ligger Mo industripark på ett platå ca. kote +50.

I sør mot Mobekken er terrenget slakere. Langs Kirkegata fra Skolegata i toppen av faresonen, og ned til jernbanen, har området en gjennomsnittlig terrenghelning på ca. 1:22.

4.2 Historie

Løsmassene i området består av et øvre lag sandmasser, som er avsatt av Ranelva i slutten av og etter siste istid. Under sandmassene er det marine avsetninger av leire og silt. Stedvis er saltinnholdet i disse marine avsetningene utvasket, og leirmassene har blitt kvikkleire.

Ranelva har sannsynligvis i samme periode avsatt sand/grusrygger på omkringliggende områder så som Vikaåsen, Mjølan, Gruben og Mo Industripark. Under flere av de disse andre sand/grusavsetningene er det registrert leire som stedvis har kvikk-/ sprøbruddegenskaper.

Sentrum av dagens Mo i Rana lå i randsonen av deltaet til det som nå er Ranelva. Til tross for landheving etter siste istid, har det pågått lite erosjon fra Ranfjorden i dette området. Det er fjell i dagen på Toraneset, Moholmen og like sør for Mobekkens opprinnelige utløp i Ranfjorden. Disse fjelltersklene har ført til at sjøen ikke har fått mulighet til å erodere ned strandsonen i området, og det har igjen medført relativt slak skråningshelning ned mot fjorden.

4.3 Løsmasser

Utførte sonderinger og opptatte prøver viser at grunnen på tomta langs henholdsvis Bekkedalsveien og Torggata består av et øvre lag fyllmasser over leire med tynne siltlag. Inne på tomta, samt på østsiden av Torggata nr. 2, påtreffes leire med tynne lag av silt, rett under terrengoverflaten. Sørvest inne på tomta er det i ett borpunkt påvist sensitiv leire fra 10,5 dybde og kvikkleire fra 12,5 m dybde under terreng. Ellers på tomta antas leirelag med kvikk-/sprøbruddegenskaper ved større dyp. Lag med antatt morene over fjell påtreffes inne på tomta og øst for Torggata nr. 2, men ikke langs Bekkedalsveien.

Rapport o.3790 del I fra Kummeneje beskriver grunnforholdene for Stako-bygget. Løsmassene i denne nærliggende delen av området beskrives å bestå av relativt bløt leire med stor mektighet over fjell. Det beskrives videre at leira er noe mager, svakt lagdelt med siltlag, og i enkelte partier sensitiv. Fra 8 m dybde under daværende terreng i vest til 14-15 m dybde under daværende terreng i øst, defineres leira som kvikk. Midt under nåværende parkeringshus registrerte Kummeneje kvikkleire i om lag 2-3 m mektighet fra daværende terreng, det vil si ned til mellom kote +10,8 og kote +9,8 (ref. borpunkt K1-C2, K1-E5 og

K1-G3 i tegning 414832-2). Av tidligere mottatt fundamentplan for parkeringshuset, fremgår det at underkant fundament ligger mellom kote +10,1 og kote +9,7. Det vurderes derfor at det grunne laget av kvikkleire ble gravd vekk i forbindelse med bygging av parkeringshuset.

Sak 5647-2 fra Noteby beskriver geoteknisk utredning om fundamenterings- og utgravingsforholdene for byggetrinn II av rådhusanlegget (samfunnshus). Saken baserer seg på grunnundersøkelser gjort for byggetrinn I. Det fremkommer at grunnen sørøst for planlagte Helgeland kunnskapssenter besto av 1-1,5 m med sand i topp, som først gikk over til siltig materiale og leire med stort innhold av silt/siltlag mot dypet. Leirens skjærfasthet avtar mot dypet og fra kote +10,0 blir den klassifisert som kvikkleire (ref. borpunkt N9-1 i tegning 414832-2).

Sak 4425 fra Noteby omfatter grunnundersøkelser og fundamenteringsteknisk utredning for museumsbygg ved Nordahl Griegs gate. Grunnen sørvest for planlagte Helgeland kunnskapssenter besto av et øvre lag av sand, grus og stein ned til ca. 2 m dybde, hvor grunnen går over til leire. Leiren har tendens til synkende fasthet mot dypet, med til dels høy sensitivitet. De mest sensitive prøvene ble klassifisert som kvikkleire, og det indikeres lag av kvikkleire mellom ca. kote + 2,0 og +4,0, samt mellom ca. kote -1,0 og +1,0 (ref. borpunkt N6-1, N6-2 og N6-3 i tegning 414832-2).

Sak 2780 fra Noteby beskriver grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av i sin tid nytt posthus. Grunnen rett sørvest for planlagte Helgeland kunnskapssenter besto av et øvre tørrskorpelag, med siltholdige masser fra 1 m under daværende terreng. Leirinnholdet vokser med dypet, og fra 6 m under daværende terreng karakteriseres massene som leire. Øverste del av leirelaget er ikke spesielt sensitiv, men i dypet klassifiseres leiren som kvikkleire. Av prøveserie N4-I fremkommer det kvikkleire mellom kote +4,0 og +3,0, samt mellom kote +1,0 til -5,0. Av prøveserie N4-II fremkommer kvikkleire mellom kote +2,0 og -1,0.

Sak 1641 fra Noteby omfatter grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av Mo og Nord-Rana Trygdekasse. Grunnen like sørøst om planlagte Helgeland kunnskapssenter ble beskrevet som meget fin sand og silt, hvor silten er svakt leirholdig. Av prøveserier (ref. N1-I og N1-II i borplan) fremkommer ingen påvisning av leire med kvikk-/sprøbruddegenskaper. Ut fra andre grunnundersøkelser i nærområdet, samt senere grunnundersøkelser utført av Rambøll på samme tomt (ref. tabell 1 – ”Torggt. 2”), vurderes dette å komme av at Notebys prøveserier ikke gikk langt nok ned, eller at det er store variasjoner i sensitivitet på området (N1-I stanser ved kote +4,0 som er 12 m under terreng, mens N1-II stanser ved kote +8,0, som er 7 m under terreng).

Boringer og prøvetakinger med antatt sprøbruddmateriale, er tegnet inn på plantegningene 414832-2.

Lagdelling

På bakgrunn av rapport 414832-1 fra Multiconsult, rapport o.3790 del I fra Kummeneje, sak 5647-2 fra Noteby, sak 4425 fra Noteby og sak 2780 fra Noteby er det for beregningene valgt to ulike inndelinger av løsmasselag, se tabell 2:

Tabell 2: Valgte lagdelinger for beregninger

Lag	Lagdelling alt. 1	Lagdelling alt. 2
1	Fyllmasser	Fyllmasser
2	Tørrskorpeleire	Tørrskorpeleire
3	Leire	Leire
4	Silt	
5	Leire	
6	Kvikkleire	Kvikkleire
7	Morene	Morene

4.4 Grunnvann

Det er satt ned to hydrauliske poretrykksmålere i 2 nivåer ved borpunkt 8. Målerne er satt henholdsvis 4 og 9 m under terreng. Poretrykksmålerne er installert 12. august 2011 og avlest 23. august 2011. Dette var en periode med relativt lite nedbør. Avlesing av målerne viser at grunnvannsnivået var på henholdsvis kote +11,8 og + 10,8, og viser at det er svakt underhydrostatisk poretrykkfordeling i grunnen.

I Kummenejes rapport o.3790-del I (1982) oppgis det at det ble satt ned poretrykksmålere i borpunkt C2 (ref. K1-C2) 9 meter under terreng. Registrert grunnvannsnivå 1. mars 1982 var på kote +8,2. Det ble videre antatt at grunnvannsnivået var svakt fallende mot vest, da det ved enkle målinger ikke var registrert vann i de øvre 4 m i borpunkt E5 (ref. K1-E5) og innen 3 m under terreng i G3 (ref. K1-G3).

Av Noteby sak 1641 (1949) fremkommer det at det tidligere gikk ett bekkeløp langs Bekkedalsveien med fall fra øst mot vest. Dette bekkeløpet er nå lagt i rør og fylt igjen. Sonderingsresultater i borpunkt 7 og 8 langs Bekkedalsveien, ref. datarapport 414832-1, viser at det her finnes fyllmasser ned til 2,5 m under terreng.

5. Utredning av fare for leireskred i sprøbruddmateriale

5.1 Generelt

Da det er påtruffet leire med sprøbruddegenskaper i utbyggingsområdet må faren for skred utredes iht. NVEs Retningslinjer nr. 2/2011 ”Flom og skredfare i arealplaner”, ref. /1/.

Utredning av skredfaren utføres stegvis iht. følgende punkter:

- **Faregradsevaluering**
Faregradsevaluering omfatter å identifisere fareutsatt areal (utstrekning av faresone) samt å vurdere sannsynlighet for skred.
- **Vurdering av bruddtype og maksimal utbredelse av skred**
Vurdering av skredtype og utløsende skredfaktor (for eksempel initialscred og retrogressivt skred eller flakskred utløst ved progressiv bruddutvikling i sprøbruddmateriale). Utredninga omfatter videre vurdering av både løseområder og utløpsområder for skredmasser.
- **Stabilitetsanalyser**
Beregning av sikkerheten mot utglidning, både for dagens situasjon og for tiltak/utbygging for de mest sannsynlige/kritiske glideflater.
- **Evt. utredning av stabilitetsforbedrende tiltak**
Utredning av stabiliserende tiltak som eventuelt må gjennomføres i og utenfor planområdet for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

5.2 Faregradsevaluering

5.2.1 Generelt

Området er ikke angitt som fareområde for kvikkleireskred, men på grunn av påvist sprøbruddmateriale, kreves det i NVEs retningslinjer nr. 2/2011, vedlegg 1 (Teknisk veiledning) kapittel 3, at det bl.a. skal foretas faregradsevaluering.

5.2.2 Utbredelse av sprøbruddmateriale

Basert på utførte grunnundersøkelser, tidligere undersøkelser og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av sprøbruddmaterialets utbredelse. Dette har resultert i en definert faresone, som vist på tegning 414832-2.

Vest for definert faresone, mot jernbanen og ut mot sjøkanten, er det registrert liten dybde til fjell. Dette gjør at faresonen helt i sørvest, grenser mot jernbanen. Undersøkelser utført av Multiconsult på parkeringsplass rett sør for jernbanestasjonen, samt på Fridtjof Nansens gate nr. 3 – 9, viser ikke materialer med sprøbruddegenskaper. Grense for faresone vurderes derfor å gå nordover langs Fridtjof Nansens gate fra krysset mot Ivar Heltzens gate til krysset mot Kirkegata.

Undersøkelser utført av Noteby i forbindelse med L.A. Meyer og Norges kristelige ungdomsforbund (ref. sak 2451 og 4176) påviser ikke masser med sprøbruddegenskaper. Det gjør derimot undersøkelser av Rambøll i Ole Tobias Olsens gate nr. 20. Dette gjør at grense for faresone trekkes videre nordover langs Fridtjof Nansens gate fra Kirkegata, før den strekkes vestover rundt Ole Tobias gate nr. 20 og går østover.

Grunnundersøkelser utført av Multiconsult i Lars Meyers gate nr. 14 påviser masser uten sprøbruddegenskaper, samt liten dybde til fjell. Lenger øst ved Talvikparken kommer fjellet opp i dagen nord for Lars Meyers gate. Grensen for faresonen vurderes derfor å gå rett østover ett stykke sør om Lars Meyers gate nr. 14.

På Moheia foreligger lite underlag for evaluering av utbredelse av sprøbruddsmateriale. Moheiaområdet er imidlertid flatt og har sannsynligvis store mektigheter av sand i øvre lag. På bakgrunn av dette, samt topografien mellom Moheia og sentrum i Mo, trekkes grensen for faresone sørover ved/i nærheten av Skolegata. Undersøkelser på området for Kongsveien VGS har ikke avdekket masser med sprøbruddegenskaper, og faresonens grense trekkes derfor noe inn mot vest fra Skolegata i dette området.

Sør for Kirkegata i Mobekkenområdet, er det flere steder påvist masser med sprøbruddegenskaper. På grunn av topografien i området vurderer vi at eventuelle kvikkleireskred her, ikke vil influere Helgeland kunnskapssenter. For øvrig skal området ved Mobekken, i regi av Rana kommune, utredes videre av Multiconsult senere i høst.

5.2.3 Faregradsevaluering

Det er utført faregradsevaluering av faresonen før og etter gjennomføring av planlagt utbygging. Se forøvrig tegning 414832-2.

Faregradsevalueringen er utført iht. retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire" (/2/).

Evalueringen, se tabell 4, er utført iht. tabell 3;

Tabell 3: Grunnlag for evaluering av faregrad, hentet fra /2/.

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

Faregradsklassene er inndelt tre faresoner iht. /2/:

- Faregradklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradklasse høy: Poengverdi 26 til 51

Tabell 4: Faregradsevaluering av definert faresone, utført iht. /2/.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet i området. Siden siste istid har det pågått liten/ingen erosjon i bunnen av skråninga. Bunnen av skråninga ligger i området ved jernbanen, hvor det er liten dybde til fjell. Det er ingen tydelige spor etter større ras i området.
Skråningshøyde	2	2	4	Total høydeforskjell fra toppen av sonen og ned til jernbaneområde, er ca. 25 m.
OCR	2	3	6	Basert på tolking av CPTU-sonderingene og ødometerforsøk vurderes skråninga å være lite overkonsolidert. Vurderer OCR 1,0-1,2 som en konservativ vurdering.
Poretrykk	-3	1	-3	Poretrykksmåling indikerer svakt underhydrostatisk poretrykk med grunnvannsstand 4,3 m under terreng.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Mektigheten av kvikke/sensitive masser er i området vurdert å være > H/2
Sensitivitet	1	2	2	Omrørt skjærstyrke kunstig lav pga. forstyrrelse på enkeltprøver. Reell sensitivitet, S_r , vurderes å være over 15. Vurderer S_r mellom 30-100 som en konservativ vurdering.
Erosjon	3	0	0	Det er ikke registrert erosjon på området.
Inngrep	-3	1	-3	Utbygging av Mo i Rana sentrum i randsonen av gammelt elvedelta, vurderes å ha gitt en liten forbedring. Dette da det til stor del er snakk om stive konstruksjoner og senking av grunnvannsstand. I tillegg er tidligere mindre bekkeløp (o.l.) lagt i rør og/eller gjenfylt.
Poengverdi			12	Gir faregradsklasse "Lav"

Faregradsevalueringa for sonen gir en poengverdi på 12 for den antatte mest kritiske del. Dette medfører at sonen plasseres i faregradsklasse "lav", som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng jfr. /2/. På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sonen, relativt sett, ha lav sannsynlighet for at skred skal inntreffe.

Sonen vurderes å få samme faregrad etter utbygging.

5.3 Skredtype og maksimal utbredelse av skred

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i sona kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sona et skred kan medføre.

Basert på topografi og grunnforhold finner vi at mest sannsynlig skredtype er initialskred/rotasjonsskred som starter i et område med lav overflatestabilitet, for eksempel i område ved Helgeland kunnskapssenter. Siden materiale med sprøbruddegenskaper er registrert i relativt stor dybde under terreng, kan heller ikke store monolittiske skred utelukkes.

Vurderingene i dette kapittelet viser **potensiell** skredfare. Beregning av **reell** skredfare er vist i kapittel 5.5.

5.4 Sikkerhetsprinsipper

5.4.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for området er hovedsakelig relatert til

- Stabilitet, både i anleggsfasen og permanent fase for utbygginger.
- Fundamenteringsløsning for planlagt tilbygg i Bekkedalsveien 2.

Stabiliteten må ivaretas både i anleggsfasen og i permanent fase.

5.4.2 Geoteknisk prosjektklasse

Grunnundersøkelsene har påvist sprøbruddmateriale i området. Dette området skal derfor vurderes iht. NVEs ”Retningslinjer for flom- og skredfare i arealplaner”. Da prosjektet medfører tilflytting av mennesker og sonene er klassifisert med ”lav” faregrad blir prosjektet plassert i *Tiltakskategori K3, Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker. Viktige samfunnsfunksjoner*. Dette betyr at prosjektet plasseres i geoteknisk prosjektklasse 3, med bl.a. krav om skjerpet kontroll av et uavhengig firma.

Sikkerhetsnivå mot utglidning representeres ved en materialkoeffisient, γ_M . Krav til sikkerhetsnivå er satt til $\gamma_M \geq 1,4$ iht. krav i NVEs retningslinjer. Dersom dette sikkerhetsnivået ikke oppnås, vil det stilles krav om at sikkerheten skal bedres. Sonene klassifiseres i faregrad ”lav”, og det stilles da krav om ”forbedring” iht. figur 3.1 i vedlegg 1 til NVEs retningslinjer.

5.4.3 Dimensjonerende laster og lastfaktorer

Det er ikke benyttet trafikkklaster i beregningene. Dette skyldes at trafikkklaster i Torggata og Nordahl Griegs gate vil virke stabiliserende på de valgte glideflatene. Østre/øvre del av Kaialundveien og Skolegata, er utenfor beregningsprofilen.

5.4.4 Tolkning av beregningsparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger, treaksialforsøk og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene samt tolkning av skjærstyrke og stivhetsparametre fra CPTU-sonderingene.

Kvalitet av undersøkelser

Prøvetaking av leire med 54 mm sylindrerprøver vurderes å ligge i Kvalitetsklasse 1 – 2.

Prøver tatt i fra 10,0 til 12,8 m dybde under terreng i borpunkt 1 ligger i Kvalitetsklasse 2.

Utførte treaksialforsøk vurderes å være fra akseptabel til perfekt kvalitet. Denne vurdering av forsøkskvalitet er også basert på målt volumtøyning i konsolideringsfasen på treaksialforsøk iht. tabell 5.1 i ref. /4/.

Utførte CPTU-sonderinger vurderes generelt å være av god kvalitet, og ligger i anvendelsesklasse 1 for spissmotstand, friksjon og poretrykk. Dette gjelder for alle tre utførte CPTU-sonderinger, CPTU 1, CPTU 8 og CPTU 9 (borpunkt 1, 8 og 9).

Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er det benyttet gjennomsnittlige verdier. For materialer det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens Vegvesens håndbok 016, ref. /7/.

Se tegning nr. 414832-10 t.o.m. -12 i rapport nr. 414832-1 for geotekniske data.

CPTU og poretrykk

Målt poretrykk i nedsatt piezometre i borpunkt 8 ved 9 m dybde under terreng, tilsvarer ett grunnvannsnivå ca 4,3 m under terreng, dvs. kote +10,8.

I tolkning av CPTU-sonderingene er poretrykket justert i forhold til målt poretrykk.

Hydrostatisk poretrykksfordeling fra 4,0 m under terreng er valgt for borpunkt 8 (konservativt), 1,0 m under terreng i borpunkt 1 og 3,0 m under terreng i borpunkt 9.

Udrenerte styrkeparametre

s_u fra enaks og konus

Verdier for *s_u* fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærstyrke, *s_{uD}*. Rutineundersøkelsene viser store variasjoner i målt udrenert skjærstyrke og indikerer varierende prøve kvalitet. I plot av *s_{uA}* tolket fra CPTU er *s_{uD}* omregnet til *s_{uA}*.

s_{uA} fra treaksialforsøk

Karakteristiske verdier (*s_{uA}*) er tatt ut ved brudd (2 % tøyning).

s_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref. /5/ og /6/. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden.

Metode basert på poretrykk, Δu

$$s_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$$

der, Δu = $u_2 - u_0$, registrert poreovertrykk i CPTU

$N_{\Delta u}$ = tolkningsfaktor på poretrykksbasis

Tolkning av CPTU er basert på $N_{\Delta u}$ bestemt ut fra korrelasjoner mot B_q samt korrelasjoner mot OCR , S_t og I_p basert på erfaringsverdier korrelert mot aktive treaksialforsøk. I korrelasjonen mot OCR , S_t og I_p er det benyttet tolkningsfaktorer for sensitive leirer ($S_t > 15$) i hele tolkningsprofilen (konservativ vurdering). Følgende verdier er lagt inn i tolkningen: $S_t = 15$, $I_p = 12$ og $OCR = 1,2$ (vurdert ut fra aldring av leirmassene) ref. /8/.

For materiale med sprøbruddegenskaper er følgende korrelasjon benyttet:

Tabell 5: Korrelasjoner $N_{\Delta u}$

Empirisk middelvariasjon i B_q	Empirisk middelvariasjon i OCR , S_t og I_p
$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

$$B_q = \frac{\Delta u}{q_n}$$

der, q_n = netto spissmotstand

Metode basert på spissmotstand, q_t

For sammenligning er det tatt med tolkning av CPTU på spissmotstandsbasis. På basis av spissmotstand bestemmes s_{uA} som:

$$s_{uA} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}} = \frac{q_n}{N_{kt}}$$

der, q_t = korrigert spissmotstand
 σ_{v0} = in situ vertikal overlagringstrykk
 N_{kt} = bæreevnemfaktor/konfaktor

N_{kt} er bestemt ut i fra følgende prosedyrer:

Tabell 6: Korrelasjoner N_{kt}

Empirisk middelvariasjon i B_q	Empirisk middelvariasjon i OCR , S_t og I_p
$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

Metode basert på effektiv spissmotstand, q_t'

For sammenligning er det tatt med tolkning av CPTU basert på effektiv spissmotstand. s_{uA} bestemmes da som:

$$s_{uA} = \frac{q_t - u_2}{N_{ke}} = \frac{q_t'}{N_{ke}}$$

der, q_t' = korrigert effektiv spissmotstand
 u_2 = in situ poretrykk målt rett bak nakken på kon
 N_{ke} = bæreevnemfaktor/konfaktor

N_{ke} er bestemt ut i fra følgende prosedyrer:

Tabell 7: Korrelasjoner N_{ke}

Empirisk middelvariasjon i B_q	Empirisk middelvariasjon i OCR, S_t og I_p
$N_{ke} = 13,8 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{ke} = 12,5 - 11,0 \cdot B_q$

Tegning nr. 414832-40.7 til -40.9, -41.7 til -41.9 og -42.7 til -42.9 viser de tolkede skjærstyrkeprofilene med valgt karakteristisk designverdi.

Det er valgt ikke å redusere "peak" verdien på s_{uA} for uttak av karakteristisk styrke. Designverdiene (kun s_{uA}) er i stedet redusert med 15 % i stabilitetsberegningene for kvikkleire/sprøbruddmateriale iht. NVEs retningslinjer. Reduksjonen er modellert ved at anisotropifaktoren for s_{uA} er redusert med 15 %.

Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet

Siden det ikke er registrert prekonsolideringsspenninger av betydning, er SHANSEP-prinsippet ikke benyttet i stabilitetsvurderinger for denne rapporten.

Deformasjonsegenskaper

Ødometerforsøk

Ødometerforsøk utført på opptatte prøver indikerer at grunnen er tilnærmet normal-konsolidert. Se tegning nr. 414832-75.1 til -75.2, -76, -77.1 til -77.2, -78.1 til -78.1, -79 og -80.1 til -80.2 fra rapport 414832-1.

Tolkede parametre fra ødometerforsøk er oppsummert i tabell 8.

Tabell 8: Tolkede parametre fra ødometerforsøk

Bor-punkt [nr]	Terreng-kote [moh]	Type ødometer-forsøk	Dybde [m]	σ_{v0}' [kPa]	Tolket fra ødometerforsøk		Estimert tidligere terreng-nivå [moh]	Valgt $POP = \Delta\sigma_c'$ [kPa]
					σ_c' [kPa]	$POP = \Delta\sigma_c'$ [kPa]		
1	+11,1	Kontinuerlig	8,3	85	150	65	+17,5	0*
8	+15,1	Trinnvis	7,2	105	150	45	+19,5	0*
8	+15,1	Kontinuerlig	7,6	108	120**	12	+16,5	0*
8	+15,1	Kontinuerlig	9,5	125	125**	0,0	+15,0	0*
9	+17,7	Trinnvis	7,5	98	150	52	+23,0	0*
9	+17,7	Kontinuerlig	7,5	98	-**	-	-	-

* I s_v -tolkningen er det lagt inn $POP = 0$ kPa, men $OCR = 1,2$ p.g.a. aldringsprosesser i leira.

**Vanskelig å tolke kontinuerlig ødometerforsøk, grunnet forsøksfeil

På grunn av stor avstand mellom lasttrinnene i det aktuelle spenningsområdet (100, 200, 400 og 700 kPa), er det vanskelig å tolke en klar prekonsolideringsspenning ut fra ødometer-forsøkene.

Terrenget i området understøtter resultat fra ødometerforsøk, som antyder liten overkonsolidering. Tomta har en relativt slak skråningshelning. Sentrum av dagens Mo i Rana lå i randsonen av deltaet til det som nå heter Ranelva. Til tross for landheving etter siste istid, har det pågått lite erosjon fra Ranfjorden, som følge av fjell som ligger svært grunt nær sjøkanten mot vest. Terrenget er i liten grad avlastet i løpet av landhevingen siden siste istid.

I tolkning av s_u på basis av OCR , S_t og I_p er det lagt inn $OCR = 1,2$. Denne overkonsolideringen tilsvarer aldrig i leira som har ligget urørt siden siste istid, ref. /8/

Anisotropi

For ikke sprøbruddmateriale er det fra /5/ valgt følgende anisotropiforhold:

$$\frac{S_{uD}}{S_{uA}} = 0,7$$

$$\frac{S_{uP}}{S_{uA}} = 0,4$$

For sprøbruddmateriale er det ikke empiriske data som tillater bruk av de samme anisotropifaktorene. Det derfor valgt å benytte anisotropifaktorene fra kap 2.9.4 i /7/, som en konservativ vurdering:

$$\frac{S_{uD}}{S_{uA}} = 0,67$$

$$\frac{S_{uP}}{S_{uA}} = 0,33$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for s_{uA} basert på rutinedata og tolket styrke fra treksialforsøk og CPTU.

Effektivspenningsparametre, friksjonsvinkel, ϕ_k

Det er ikke utført treksialforsøk på leire med sprøbruddegenskaper. Dette fordi det ikke ble tatt opp god nok prøver fra den dybden det ble påvist leire med sprøbruddegenskaper.

For effektivspenningsparametre på leira er det tatt ut a - ϕ parametre fra det udrenerte aktive treksialforsøket fra leire 8,4 m under terreng i borpunkt 1. For de andre materialene er det benyttet erfaringsverdier. Bruddstyrken er tatt ut ved 2 % tøyning. Ut i fra treksialforsøket vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være $\phi_k = 27,5^\circ$ ($\tan \phi_k = 0,52$) og attraksjon $a = 5$ kPa. Tolket styrke fra treksialforsøket er vist på vedlagte tegning nr. 414832-81.4.

Materialparametre

Det er utført beregninger for et profil D-D, som vurderes å gå gjennom kritisk snitt av tomta. Grunnforholdene er relativt like langs beregningsprofilen D-D, men mektigheten av de ulike lagene varierer noe. Rutineundersøkelser på opptatte prøver viser forekomst av mindre siltlag i større mektighet av leire. For å kunne se på effekten av ett mer drenerende lag med silt, er det gjort beregninger i forhold til to ulike lagdelinger i beregningsprofilen. Følgende styrke-/materialparametre er benyttet, se tabell 9;

Tabell 9: *Materialparametre*

Løsmasselag	Lagdeling 1			Lagdeling 2		
	Tyngde tetthet γ [kN/m ³]	Friksjon φ_k	Attraksjon a [kPa]	Tyngde tetthet γ [kN/m ³]	Friksjon φ_k	Attraksjon a [kPa]
Fyllmasser	19,0	38,7°	0	19,0	38,7°	0
Tørskorpeleire	20,0	31,0°	0	20,0	31,0°	0
Leire	19,5	27,5°	5	19,5	27,5°	5
Silt	19,5	31,0°	0			
Leire	19,5	27,5°	5			
Kvikkleire	19,5	25,2°	5	19,5	25,2°	5
Morene	20,0	35,0°	20	20,0	35,0°	20

5.5 Stabilitet

5.5.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 4.1.0.13 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller 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.

Det er utført effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser på det utvalgte profilet.

I beregningene er det benyttet sirkulærsylindriske glideflater som er beregnet av programmet. Glideflatene har utgangspunkt i et senterpunkt gitt av den som utfører beregningene. I de første beregningene er det benyttet større søkeområder enn de som er vist på beregningsnittene. Søkeområdene er deretter redusert i etterfølgende beregninger.

5.5.2 Beregninger

I faresonen er det ut fra topografi og grunnundersøkelser valgt to profiler, "Kaialundveien" og "Kirkegata", for vurdering av områdestabilitet. Av de to profilene strekningen fra det gamle posthuset i Nordahl Griegs gate, gjennom tomte og østover til Kaialundveien nr. 11 (profil "Kaialundveien"), vurdert som det mest kritiske, og derfor valgt som beregningsprofil (D-D). Gjennomsnittlig skråningshelning i dette beregningsprofilen er ca. 1:13.

Borpunkt 1 ligger i nedre del av beregningsprofilen, og her er det påvist sensitiv leire fra 10,5 m dybde under terreng, og kvikkleire fra 12,5 m under terreng. For andre borpunkt i dette beregningsprofilen kan vi fra sonderinger anta leire med kvikk-/sprøbruddsegenskaper i noe større dyp. Over leire med kvikk-/sprøbruddsegenskaper er det for hele beregningsprofilen påvist leire med tynne silt-/finsandslag.

Det er utført beregninger for to ulike lagdelinger i det utvalgte beregningsprofil D-D. Beregningene er utført for det som vurderes som den mest kritiske tilstanden i snittet; I anleggsperioden for byggingen av Helgeland kunnskapssenter.

Beregningsprofilen er vist på oversiktskart over sone med sprøbruddmateriale, ref. tegning nr 414832-2, samt tegning nr. 414832-503.

Beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene, oppsummeres som følger, se tabell 10;

Tabell 10: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate
414832-500	Profil D-D, lagdeling 1	$S_u + a\phi$	1,52
414832-501	Profil D-D, lagdeling 2	$S_u + a\phi$	1,43
414832-502	Profil D-D, lagdeling 2	$a\phi$	3,29

Utskrift av beregninger i "GeoSuite Stability" er vist på tegning nr. 414832-500 t.o.m. -502.

Årsaken til at stabiliteten på totalspenningsbasis er såpass lav, mener vi kommer av at CPTU-forsøkene ikke viser høy nok skjærstyrke i den siltige lagdelte leira, samt at ødometerforsøkene ikke gir nok nøyaktige resultater. Bedre ødometerforsøk ville sannsynligvis vist en viss overlaging. Overlaging i massene ville ført til at andre tolkningsmetoder for s_u (f.eks. SHANSEP) kunne gitt høyere skjærstyrke.

5.5.3 Vurdering av stabilitet

Profil Kaialundveien starter i vest midt på området mellom jernbanen og Fridtjof Nansens gate. Østover tangerer profilet Bekkedalsveien nr. 2 i sørkanten av eksisterende parkeringshus, før det videre går tilnærmet parallelt med Kaialundveien, og avsluttes ved Moheia VGS. Profil Kirkegata går midt i Kirkegata fra jernbanen i vest og opp til Skolegata i øst.

Profil Kirkegata har en jevn slak helning fra topp profil og ned til jernbanen på ca. 1:22. Siden dette profilet har et så jevnt hellende terreng, vurderer vi det som lite sannsynlig at et ras kan oppstå uten at det er en større påvirkning utenfra (stor oppfylling eller lignende). Viser her til rapport nr. 20001008-2 fra NGI, ref. /2/; Ved kartlegging av faresoner vurderes kun jevnt hellende terreng brattere enn 1:15.

Profil Kaialundveien har en helning fra topp profil og ned til jernbanen på ca. 1:20. Lokalt er imidlertid skråningshelningen 1:13 der beregningsprofil D-D er valgt satt. Dette vurderes som det mest kritiske profilet i området. De utførte stabilitetsberegningene viser at stabiliteten i profilet er tilfredsstillende, og dermed at områdestabiliteten også er tilfredsstillende.

Sør for profil "Kirkegata" slaker terrenget mer ut, før det er enkelte bratte skrenter ned mot Mobekken. Vi vurderer imidlertid at avstanden til dette området er såpass stort og høydeforskjellen såpass liten, at eventuelle skred i området sør for Kirkegata ikke vil influere på den nordlige delen av sonen.

6. Konklusjon

Områdevurderingen viser at det er tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning i området. Sikkerheten mot utglidning er imidlertid ned mot den fastsatte grensen på 1,4 på totalspenningsbasis, mens den på effektivspenningsbasis er betryggende.

7. Referanser

/1/	NVE Retningslinjer for flom og skredfare i arealplaner (2/2011)
/2/	NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (2008). <i>Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire.</i>
/3/	Karlsruud, K. , Aas, G. and Gregersen, O. (1984). <i>Can we predict landslides hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian Practice and Experiences.</i> Proceedings of the 4th International Symposium on Landslides, Toronto, Vol I, p. 107-130. Også publisert i NGI publikasjon nr. 158.
/4/	CPTU EXTRA. <i>Regneark for avansert tolkning av CPTU.</i> Brukermanual utviklet av Rolf Sandven. Datert 06.10.2009.
/5/	Karlsruud, K. et al. (2005). <i>CPTU correlations for clays.</i> Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 - 702.
/6/	Karlsruud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) <i>Improved CPTU correlations based on block samples.</i> Proceedings, NGM 1996, Reykjavik
/7/	Statens Vegvesen (2009). <i>Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging</i>
/8/	Karlsruud, K (2003). <i>Tolking og fastlegging av jordartsparmetre. Karakteristisk jordprofil.</i> NGF Hell

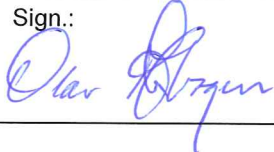
Arkivreferanser:

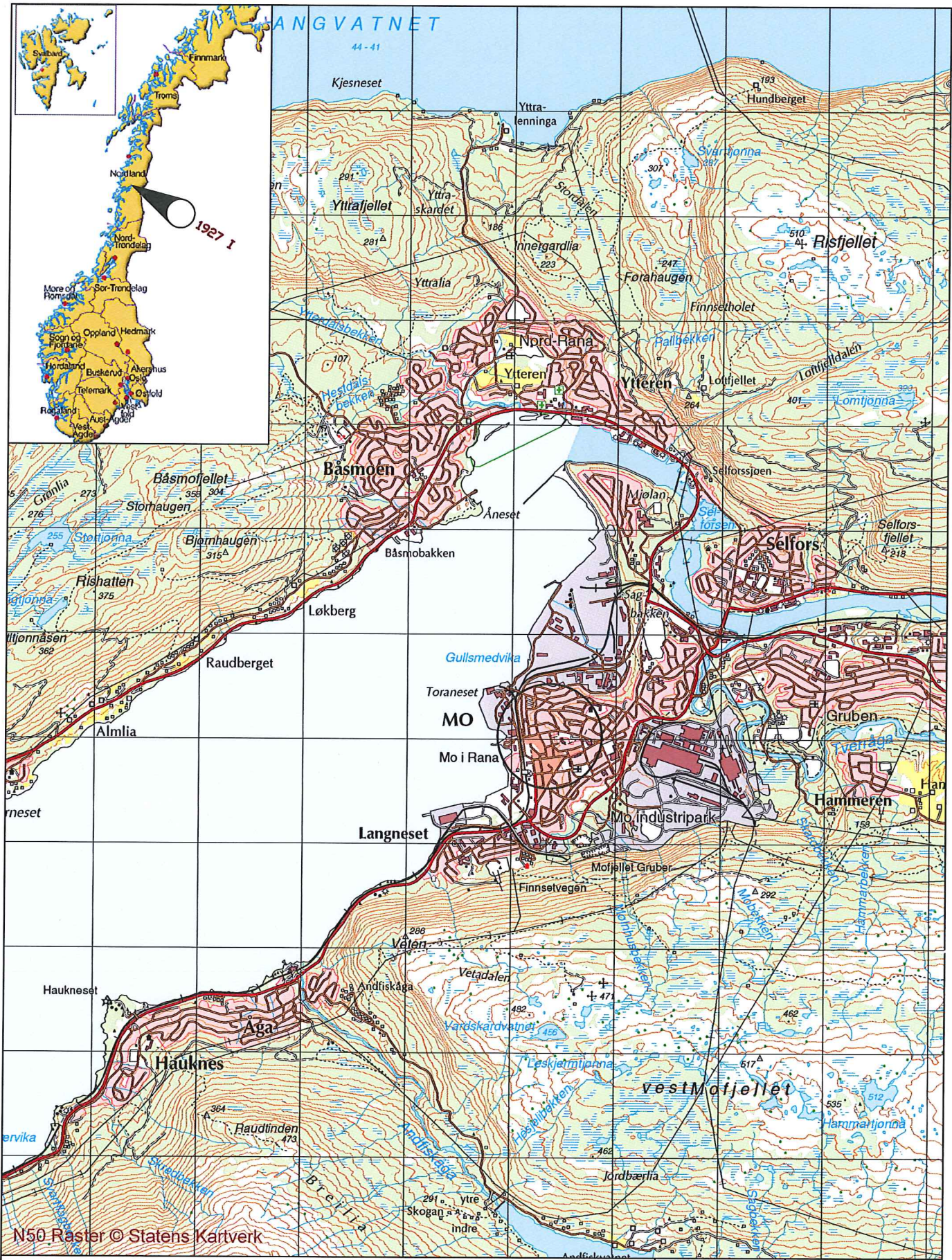
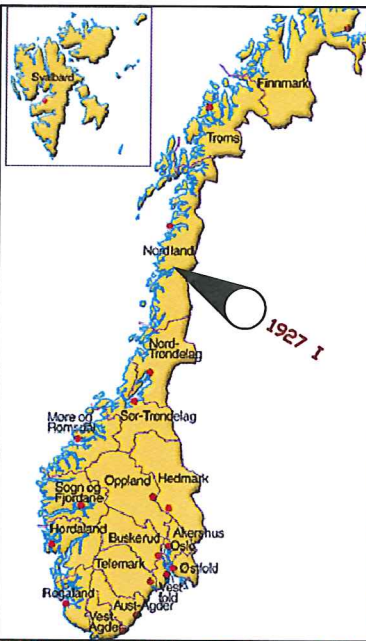
Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Fundamentering, kvikkleire		
Land/Fylke:	Norge/Nordland	Kartblad:	1927 I
Kommune:	Rana	UTM koordinater, Sone:	33 W
Sted:	Mo i Rana	Øst: 4614	Nord: 73549

Distribusjon:

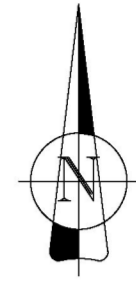
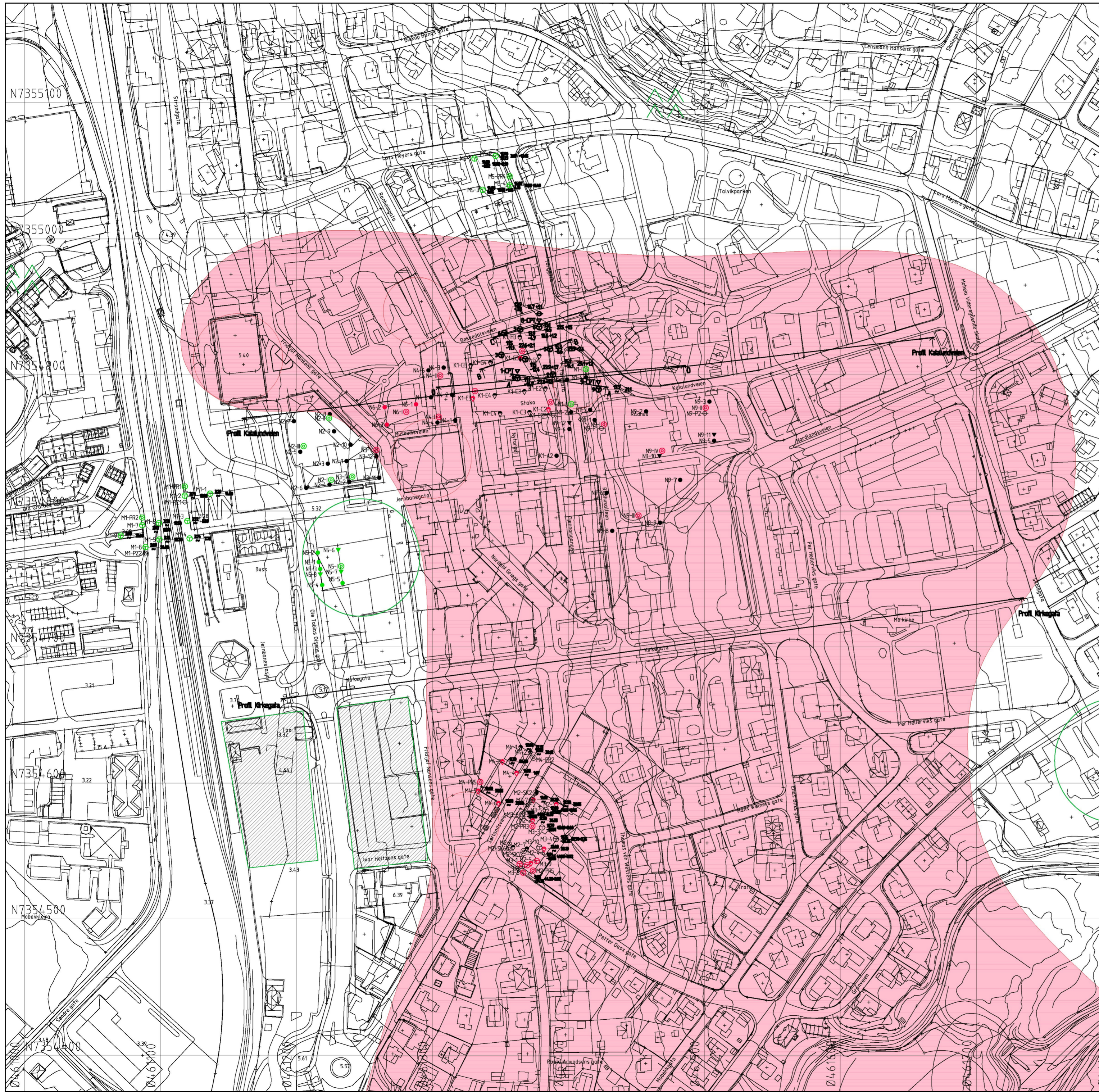
- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 7. oktober 2011		Revisjon 1 21. november 2011		Revisjon 2		Revisjon 3		
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	
Forutsetninger	Utarbeidet	07.10.11	THA	21.11.11	T-HA					
	Kontrollert	07.10.11	RK	21.11.11	RK					
Grunnlagsdata	Utarbeidet	07.10.11	THA	21.11.11	T-HA					
	Kontrollert	07.10.11	RK	21.11.11	RK					
Teknisk innhold	Utarbeidet	07.10.11	THA	21.11.11	T-HA					
	Kontrollert	07.10.11	RK	21.11.11	RK					
Format	Utarbeidet	07.10.11	THA	21.11.11	T-HA					
	Kontrollert	07.10.11	RK	21.11.11	RK					
Anmerkninger										
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)						Dato:	Sign.:			
						23.11.2011				



OVERSIKTSKART		Borplan nr. 414832-2	
Norconsult AS Helgeland kunnskapssenter		Målestokk 1:50 000	
MULTICONSULT AS	Dato 08.09.2011	Tegnet EMB	Kontrollert T-HA
7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70	Oppdragsnr. 414832	Tegningsnr. 0	Godkjent GN



HENVISNINGER

Tidligere borer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik. Tidligere borer er angitt med prefiks foran borhullsnr.

- K1-X: BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. 0.3790 DEL 1 (1982)-STAKOBYGGET
- M1-X: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 300142-1 (1999)-ADKOMST MOBEKKLEIRA
- M2-X: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 412666-1 (2007)-OASEN, BOLIGUTBYGGING
- M3-X: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 412666-2 (2009)-OASEN, BOLIGUTBYGGING, SUPPLERINGER
- M4-X: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 413109-1 (2008)-CIRKELGÅRDEN
- M5-X: BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 413490-1 (2009)-LARS MEYERS GATE 14
- N1-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 1641 (1949)-MO OG NORD-RANA TRYKDEKASSE
- N2-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 2451 (1953)-L.A. MEYER
- N3-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 2455 (1953)-MO SPAREBANK
- N4-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 2780 (1954)-NYTT POSTHUS
- N5-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 4176 (1958)-NORGES KRISTELIGE UNGDOMSFORBUND
- N6-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 4425 (1960)-MUSEUMSBYGG VED NORDAHL OREGS GATE
- N7-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 5673 (1966)-PROSJEKTERT UTFYLING OG BYGGING PÅ OMRÅDET SØR FOR TORANES
- N8-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 5647-1 (1967)-RÅDHUSANLEGGET, BYGGETRINN I. KANTORER
- N9-X: BORINGER FRA NOTEBY SAK 5647-2 (1969)-RÅDHUSANLEGGET, BYGGETRINN II. SAMFUNNSHUS

Nye borpunkter er angitt uten prefiks

Tidligere borer med antatt/påvist sprøbruddmateriale er markert med røde symboler
 Tidligere borer med påvist ikke sprøbruddmateriale er markert med grønne symboler

- Påvist sprøbruddmateriale av andre enn Multiconsult/Noteby/Geoteam
- Påvist ikke sprøbruddmateriale av andre enn Multiconsult/Noteby/Geoteam
- OMFANG SONE MED SPRØBRUDDSMATERIALE
- Grunnundersøkelser utført av Multiconsult sept 2011: foreløpig resultat indikerer ikke sprøbruddmateriale

TEGNFORKLARING

- DREIESONDERING
- ✱ FJELLKONTROLLBORING
- ⊙ PRØVESERIE
- + VINGEBORING
- ENKEL SONDERING
- ⊖ KJERNEBORING
- PRØVEGRDP
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ▼ RAMSONDERING
- ⚡ DREITRYKKSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⚡ FJELL I DAGEN
- ⊕ TOTALSONDERING
- ☒ SKRUPLATEFORSØK
- ⊕ TERRENGKOTE/SJØBNUNNKOTE
- ⊕ BORET DYBBE +BORET I FJELL

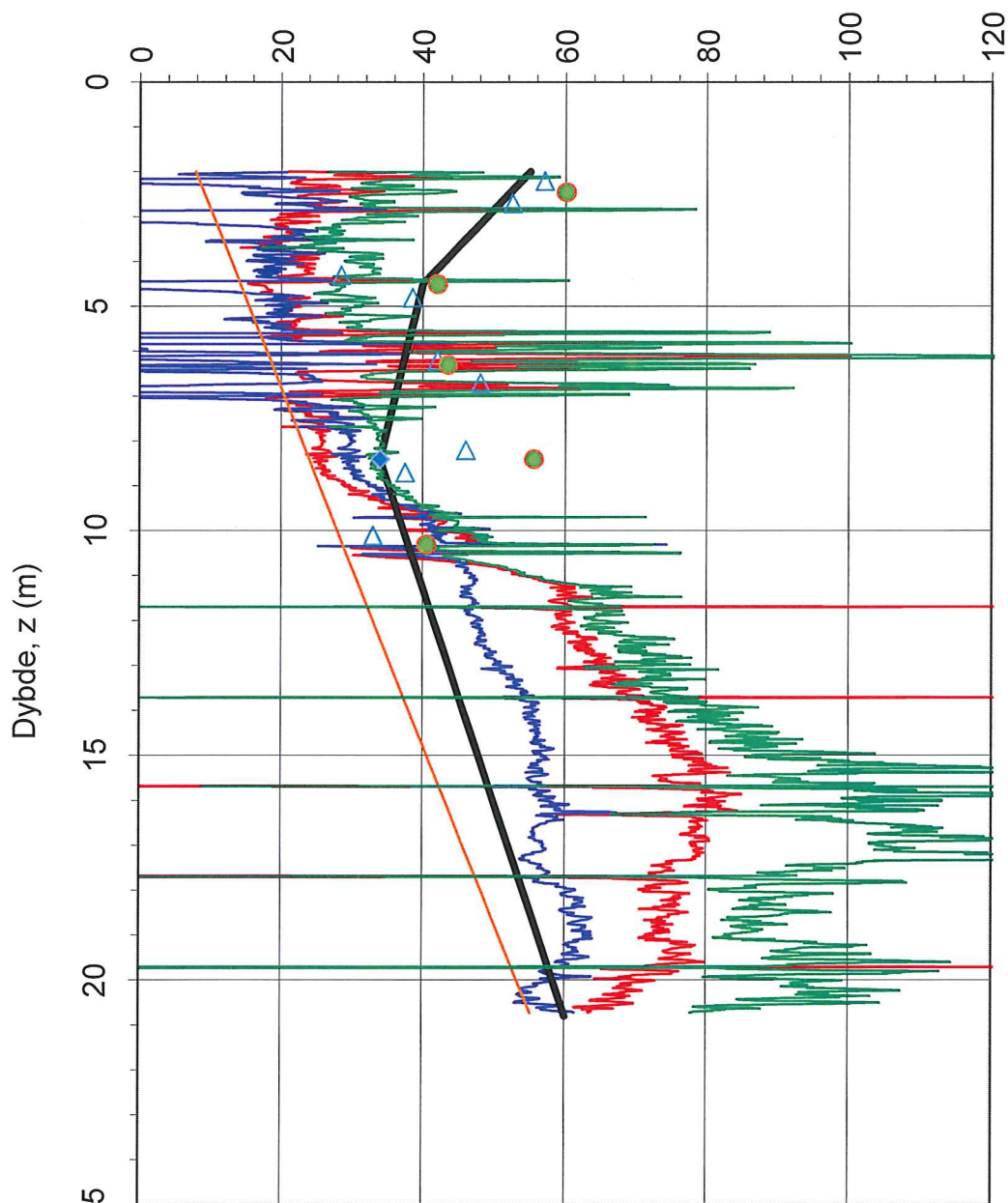
KARTGRUNNLAG: DIGITALT FRA RANA KOMMUNE
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89-UTM
 HØYDEREFERANSE: NN1954 (NGO)
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMET: TRIMBLE GPS

BORBOK NR: 26068
 LAB.BOK NR: 2186

	Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Norconsult AS Helgeland kunnskapscenter Områdevurdering	Original format A2		Fag	
		Omfang sone med sprøbruddmateriale	Målestokk 1:2000			
		MULTICONSULT AS 7496 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Dato 30.9.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert RK	Godkjent AV
			Oppdragsnr. 414832	Tegningsnr. 2		Rev.




Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)

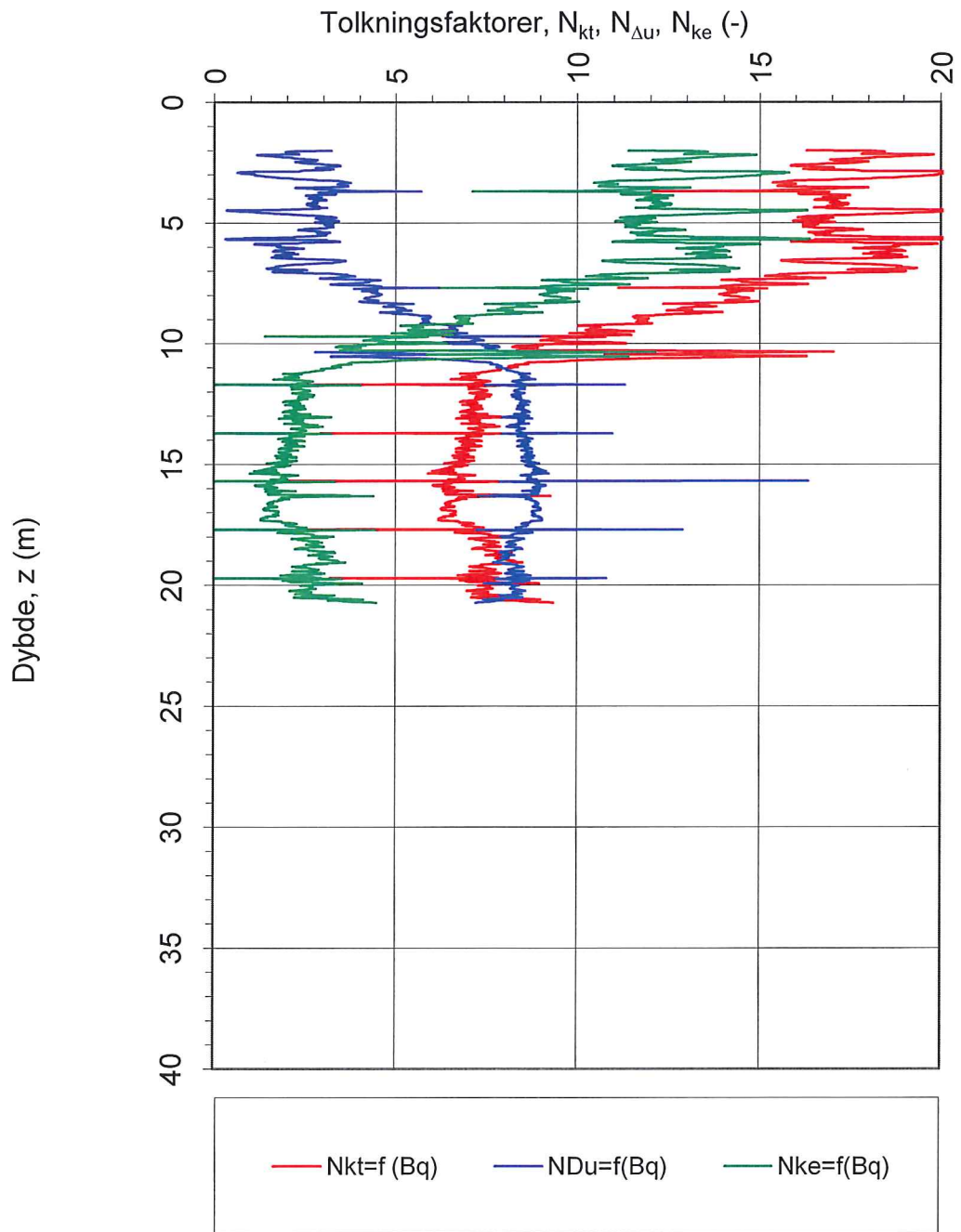


- suA, Nkt=f(Bq) — suA, NDu=f(Bq) — suA, NC, a(po'+a)
- △ suk, konus ● sue, enaks ◆ sutc, treaks
- suA, designlinje — suA, Nke=f(Bq)

$Nkt = (18.7 - 12.5 \cdot Bq)$
 $NDu = (1.8 + 7.25 \cdot Bq)$
 $Nke = (13.8 - 12.5 \cdot Bq)$

α_c valgt: **0.28**



Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapssenter		Tegningens filnavn: CPTU 1.xlxs
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .				
CPTU id.:	1	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 20.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: <i>RK</i>	Godkjent: <i>[Signature]</i>
	Oppdrag nr.: 414832	Tegning nr.: 40.7	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A



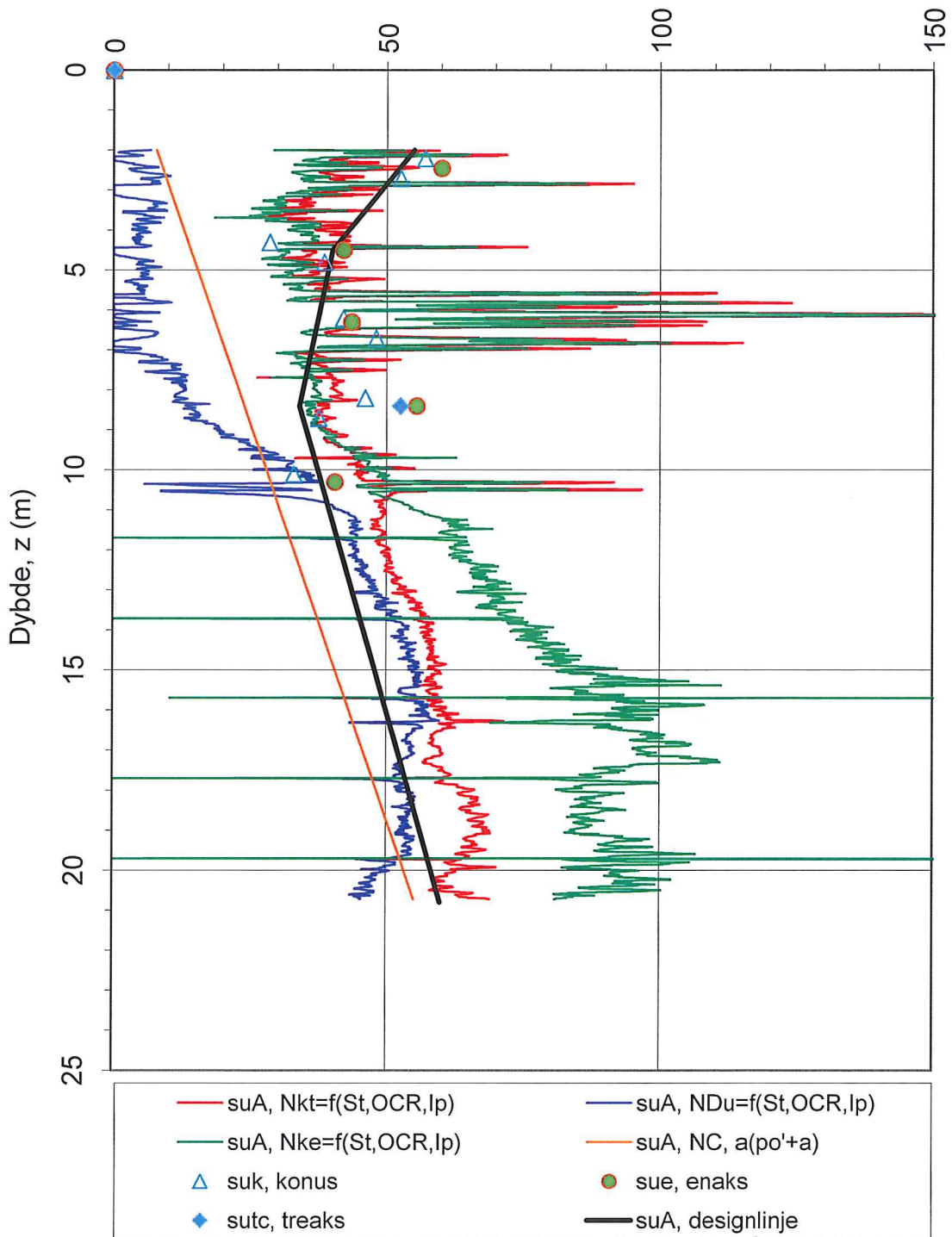
$$N_{kt} = (18.7 - 12.5 \cdot B_q)$$

$$N_{\Delta u} = (1.8 + 7.25 \cdot B_q)$$

$$N_{ke} = (13.8 - 12.5 \cdot B_q)$$

Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapssett		Tegningens filnavn: CPTU 1.xlxs
Faktorer N_{kt} , $N_{\Delta u}$ og N_{ke} korrelert mot B_q .				
CPTU id.:	1	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 20.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: KK	Godkjent: 
	Oppdrag nr.:	414832	Tegning nr.:	40.8
			Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



Sensitivitetsvalg:

St > 15

α_c valgt:

0.28

$$Nkt = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0Ip)$$

$$NDu = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0Ip)$$

$$Nke = (12.5 - 11Bq)$$

Oppdragsgiver:

Norconsult AS

Oppdrag:

Helgeland kunnskapssent

Tegningens filnavn:

CPTU 1.xlxs

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

CPTU id.:

1

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:
20.09.2011

Tegnet:
EMB

Kontrollert:
pk

Godkjent:
OB

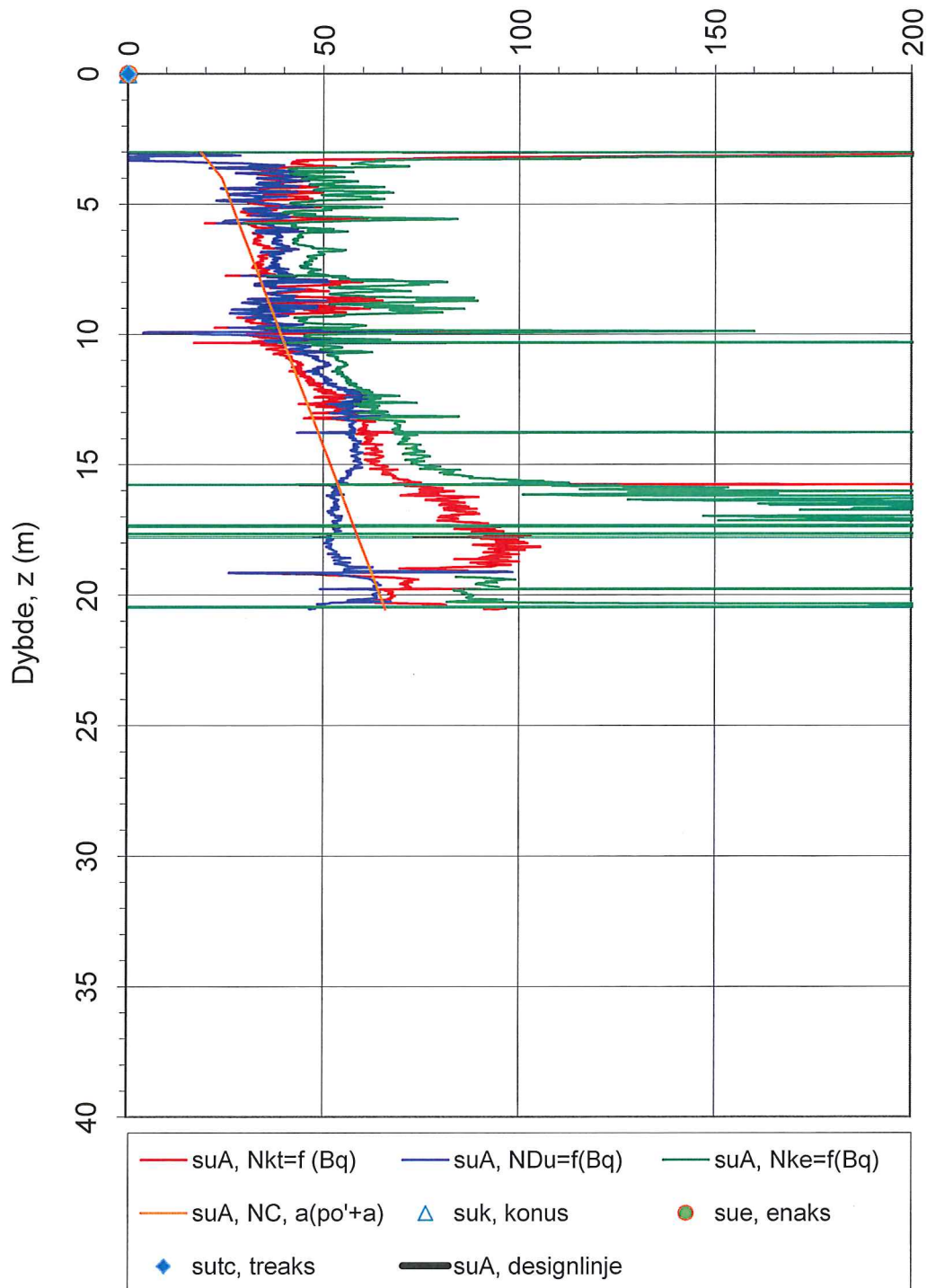
Oppdrag nr.:
414832

Tegning nr.:
40.9

Versjon:
22.05.2011


Revisjon:
A

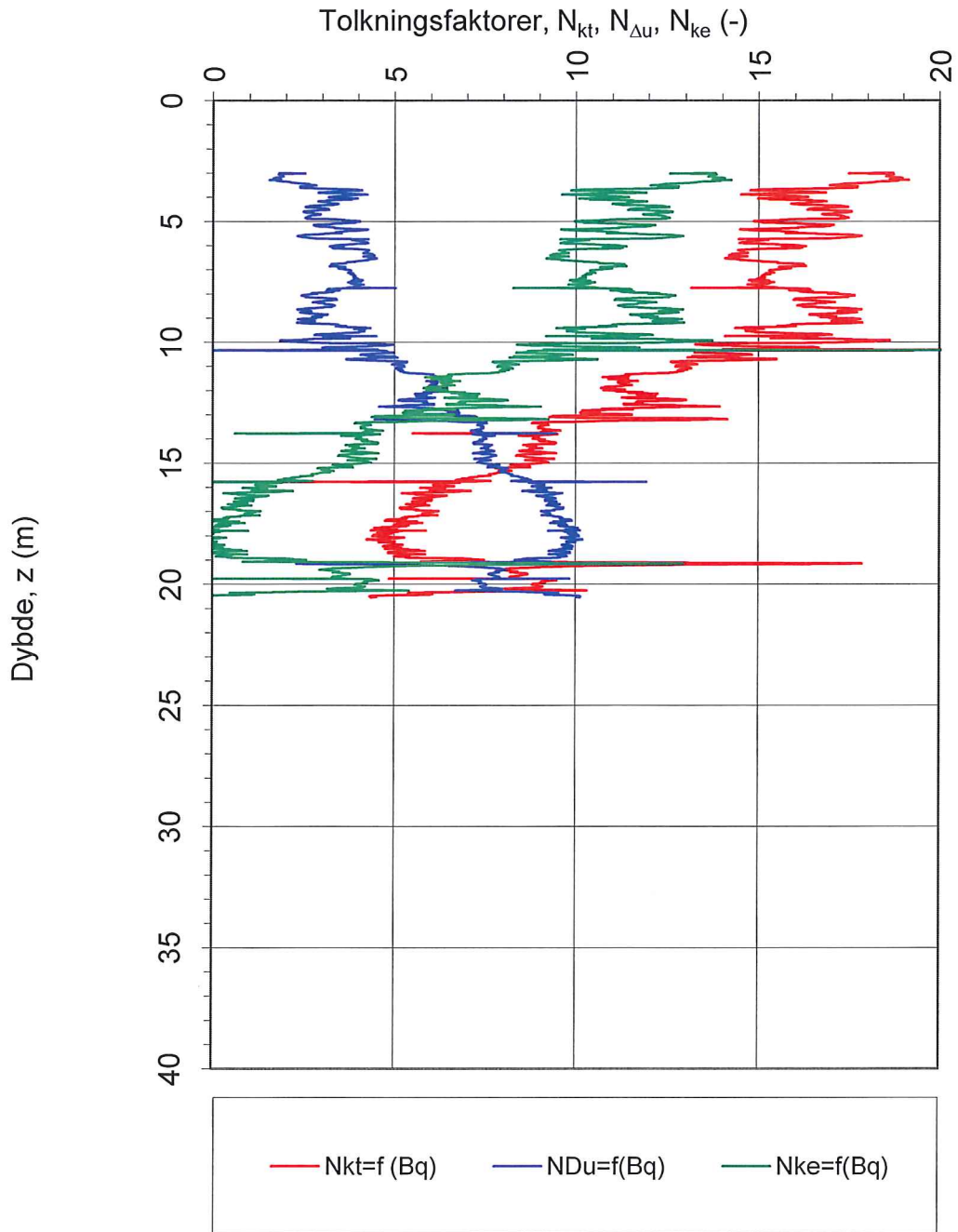
Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)




Nkt = (18.7-12.5·Bq)
 Ndu = (1.8+7.25·Bq)
 Nke = (13.8-12.5·Bq)

α_c valgt: **0.28**

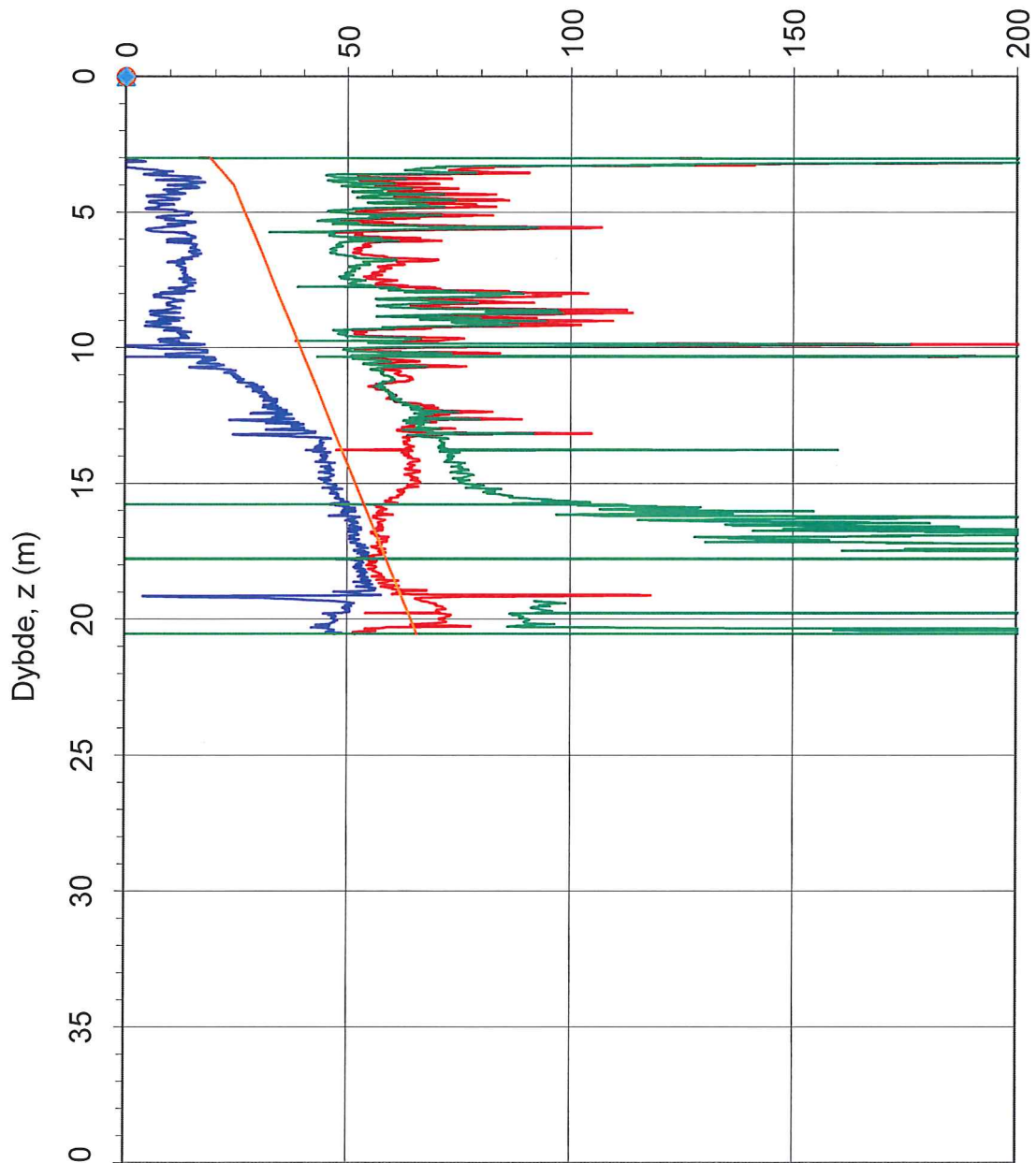
Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapssett		Tegningens filnavn: CPTU 8.xlsx
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .				
CPTU id.:	8	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 23.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: <i>Rk</i>	Godkjent: <i>EMB</i>
	Oppdrag nr.: 414832	Tegning nr.: 41.7	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A



$N_{kt} = (18.7-12.5 \cdot B_q)$
 $N_{\Delta u} = (1.8+7.25 \cdot B_q)$
 $N_{ke} = (13.8-12.5 \cdot B_q)$

Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapssent		Tegningens filnavn: CPTU 8.xlsx
Faktorer N_{kt} , $N_{\Delta u}$ og N_{ke} korrelert mot B_q .				
CPTU id.:	8	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 23.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: <i>RE</i>	Godkjent: <i>OP</i>
	Oppdrag nr.: 414832	Tegning nr.: 41.8	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



- suA, $Nkt=f(St,OCR,Ip)$
- suA, $Nke=f(St,OCR,Ip)$
- suA, $NDu=f(St,OCR,Ip)$
- suA, NC, $a(po'+a)$
- △ suk, konus
- ◇ sutc, treaks
- suA, designlinje

Sensitivitetsvalg:

St > 15



α_c valgt:

0.28

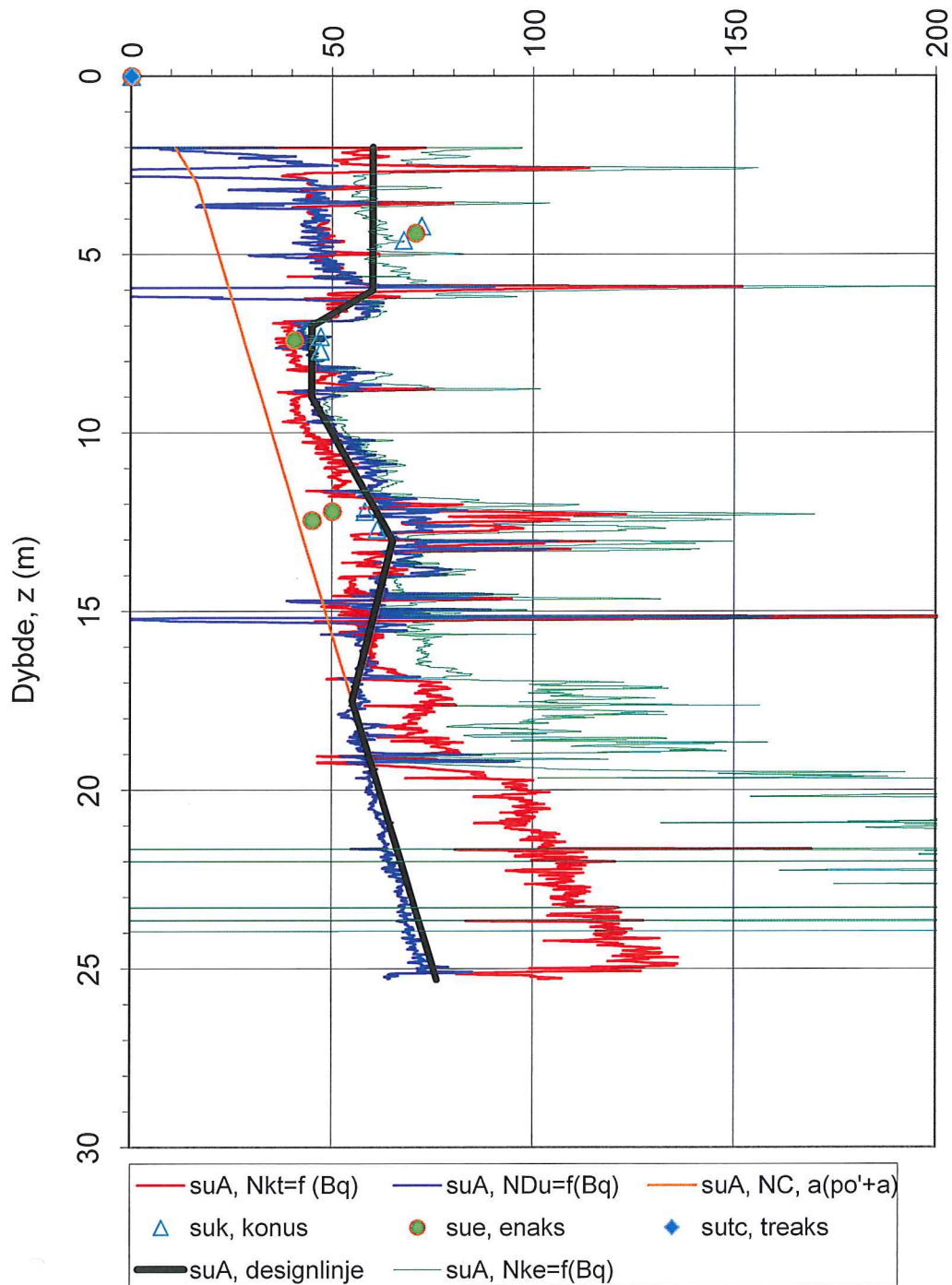
$$Nkt = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0Ip)$$

$$NDu = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0Ip)$$

$$Nke = (12.5 - 11Bq)$$



Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapsent		Tegningens filnavn: CPTU 8.xlxs
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .				
CPTU id.:	8	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 23.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: <i>RK</i>	Godkjent: 
	Oppdrag nr.: 414832	Tegning nr.: 41.9	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A

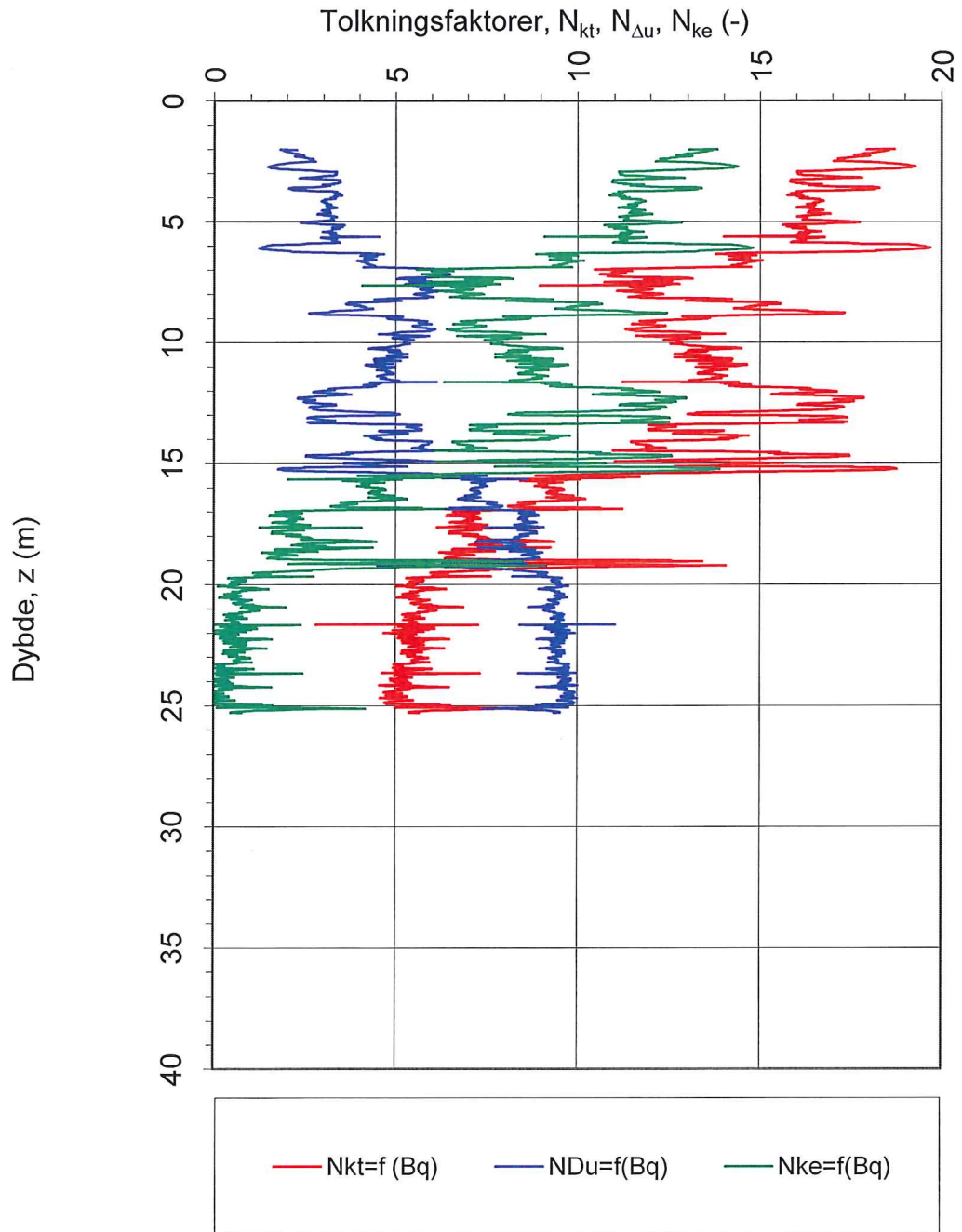
Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



$Nkt = (18.7-12.5 \cdot Bq)$
 $Ndu = (1.8+7.25 \cdot Bq)$
 $Nke = (13.8-12.5 \cdot Bq)$

α_c valgt: **0.28**



Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapssent		Tegningens filnavn: CPTU 9.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 21.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: <i>Rlc</i>	Godkjent: 	
	Oppdrag nr.: 414832	Tegning nr.: 42.7	Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A	



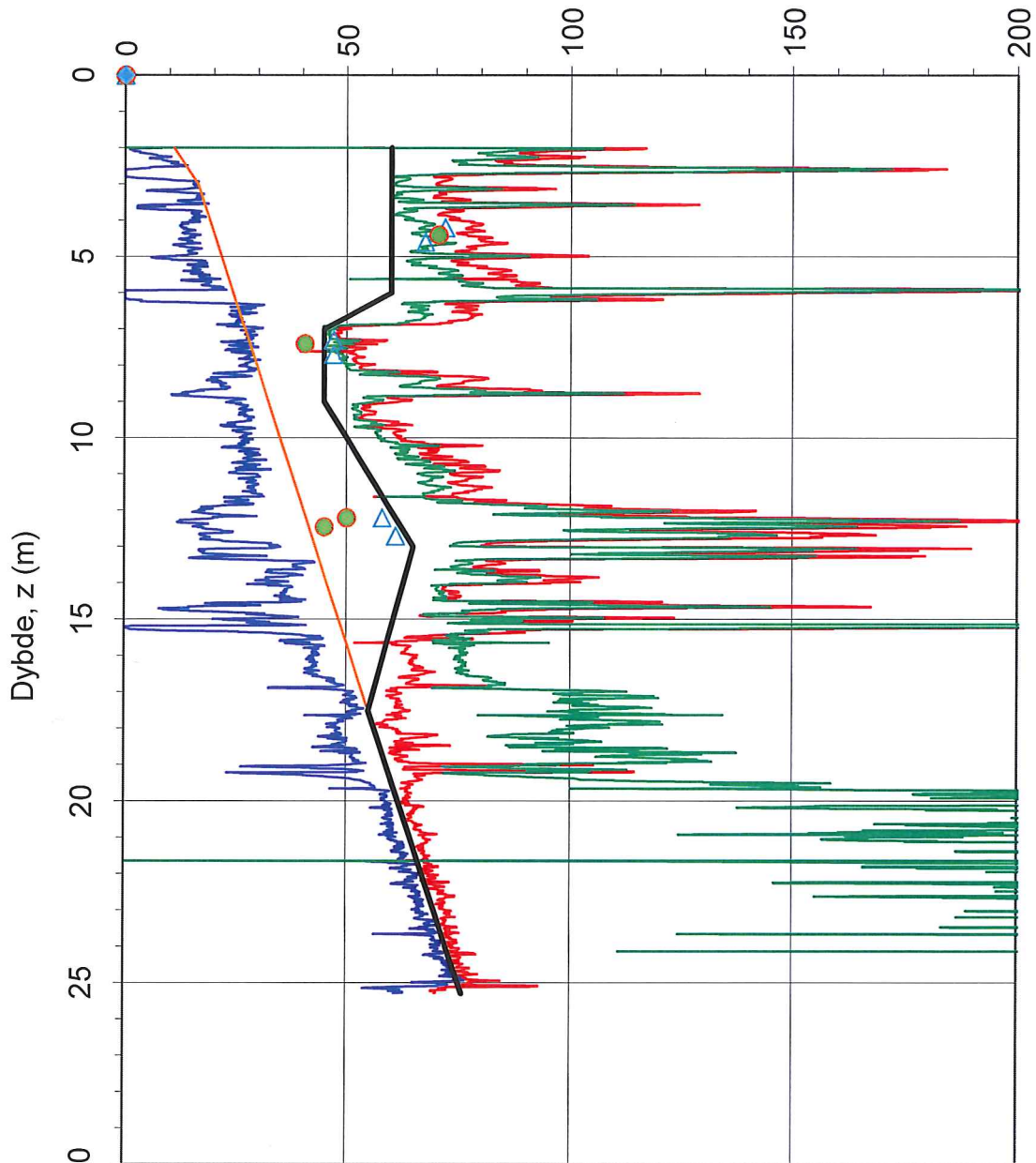
$$N_{kt} = (18.7 - 12.5 \cdot B_q)$$

$$N_{\Delta u} = (1.8 + 7.25 \cdot B_q)$$

$$N_{ke} = (13.8 - 12.5 \cdot B_q)$$

Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapssett		Tegningens filnavn: CPTU 9.xlsx
Faktorer N_{kt} , $N_{\Delta u}$ og N_{ke} korrelert mot B_q .				
CPTU id.:	9	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 21.09.2011	Tegnet: EMB	Kontrollert: RE	Godkjent: 
	Oppdrag nr.:	414832	Tegning nr.:	42.8
			Versjon: 22.05.2011	Revisjon: A

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



- s_{uA} , $N_{kt}=f(St,OCR,I_p)$
- s_{uA} , $N_{Du}=f(St,OCR,I_p)$
- s_{uA} , $N_{ke}=f(St,OCR,I_p)$
- s_{uA} , N_C , $a(p_o'+a)$
- △ s_{uk} , konus
- s_{ue} , enaks
- ◆ s_{utc} , treaks
- s_{uA} , designlinje

Sensitivitetsvalg:

St > 15

α_c valgt:

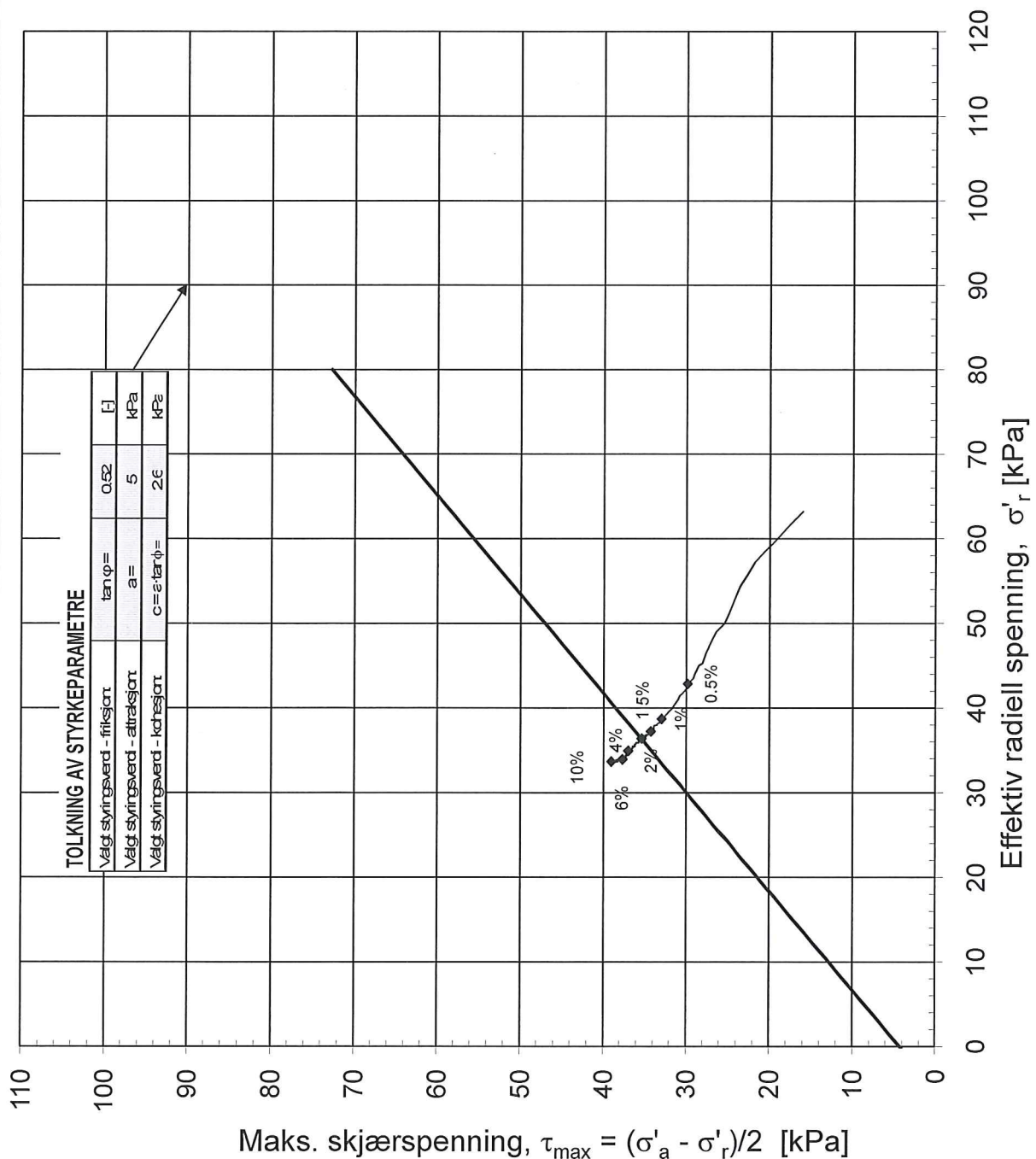
0.28

$$N_{kt} = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{Du} = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{ke} = (12.5 - 11 B_q)$$

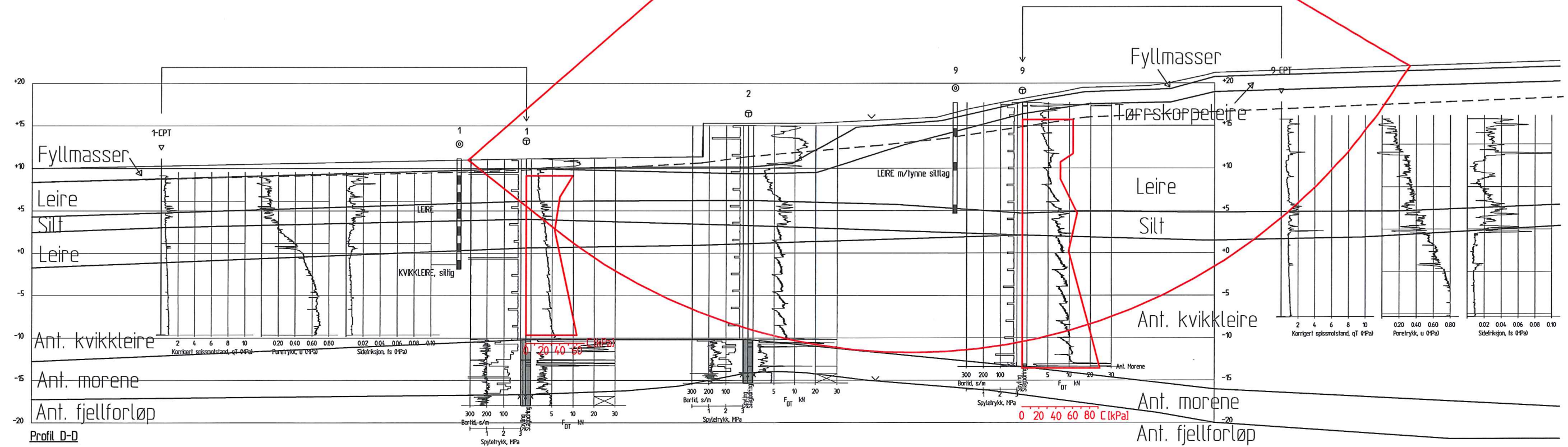
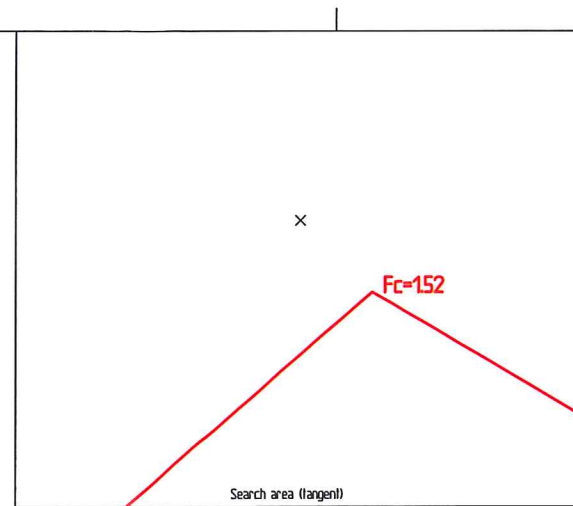
Oppdragsgiver: Norconsult AS		Oppdrag: Helgeland kunnskapsent		Tegningens filnavn: CPTU 9.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .					
CPTU id.:	9	Sonde:	4354		
Dato: 21.09.2011		Tegnet: EMB			
Oppdrag nr.: 414832		Tegning nr.: 42.9		Revisjon: A	



Konsolideringsspenning, aksial: σ'_{ac} (kPa): 95.39
 Konsolideringsspenning, radial: σ'_{rc} (kPa): 63.22
 Volumtøyning i konsolideringsfase: ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: 2.71
 Baktrykk u_b (kPa): 400 B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0.94
 Vanninnhold w_i (%): 36.90 Densitet ρ_i (g/cm³): 1.85

Norconsult AS		Prøvekvalitet	Tegningens filnavn: CAUa,Hull 1, 8.4m.xls
Helgeland kunnskapssenter		Etter volumtøyning:	
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.		Etter poreallsending:	
MULTICONSULT AS Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30		Borpunkt nr.: 1	
Forsøksdato: 12.07.2011	Dybde, z (m): 8.40	Kontrollert: Rk	Godkjent: AW
Forsøk nr.: 1	Tegnet: truk	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 02.02.2011
Oppdrag nr.: 414832	Tegning nr.: 81.4		

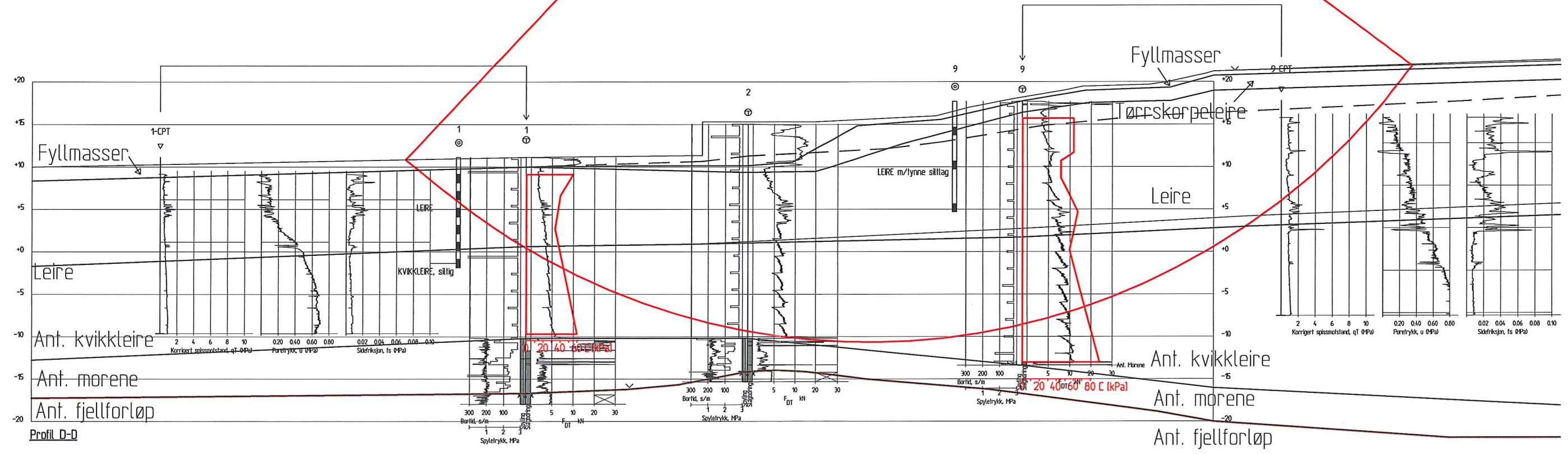
Material	no	Un.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-factor	PWPress.
Fyllmasser	1	19.00	38.7	0.0					0.00	0.00	0.00
Tørnskorpeleire	2	20.00	31.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Silt	4	19.50	31.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	5	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	6	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00
Morene	7	20.00	35.0	14.0					0.00	0.00	0.00
Berg											



A		Endret C-profiler	18.11.2011	EMB	RK	OAA
Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Norconsult AS Helgeland kunnskapssenter Grunnundersøkelser			Original format A3	Fag		
Stabilitetsberegninger Profil D med lagdeling 1 Su + a-fi Fc=1,52			Tegningens filnavn 414832-500 Profil D Su+a-fi.dwg	Underlagets filnavn 414832-500.dwg		
Målestokk 1:500						
MULTICONSULT AS		Dato 28.9.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert RK	Godkjent OAA	
7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 414832	Tegningsnr. 500	Rev. A		

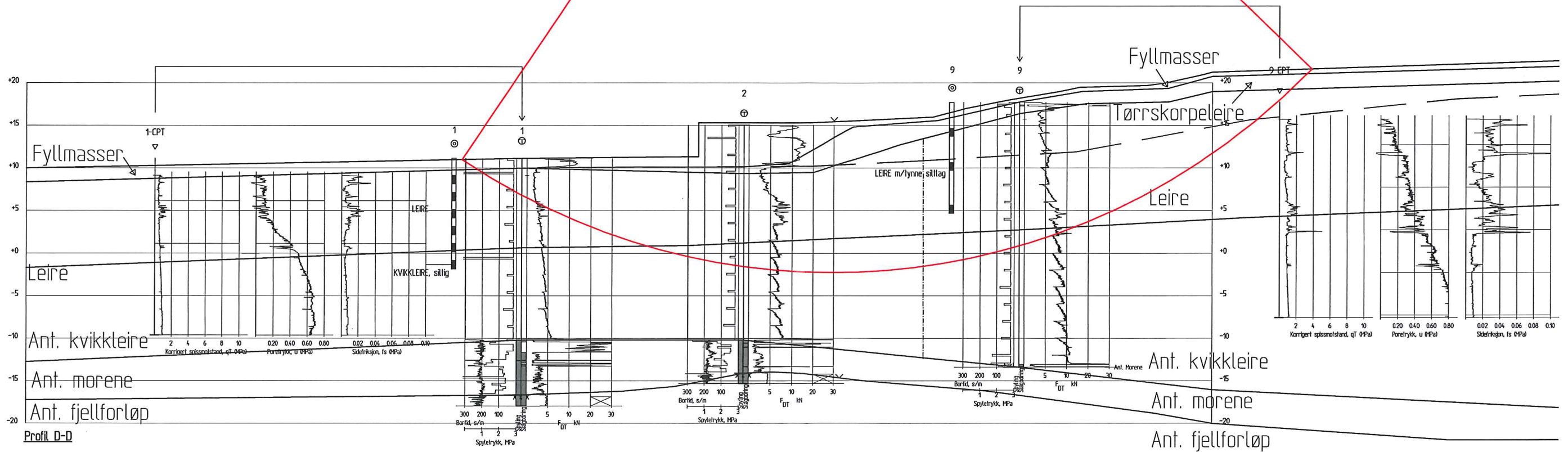
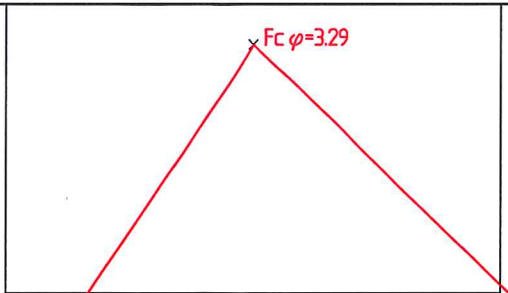
Fc=143

Material	no	Un.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-factor	PWPress.
Fyllmasser	1	19.00	38.7	0.0					0.00	0.00	0.00
Tørrskorpeleire	2	20.00	31.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	4	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00
Morene	5	20.00	35.0	14.0					0.00	0.00	0.00
Berg											

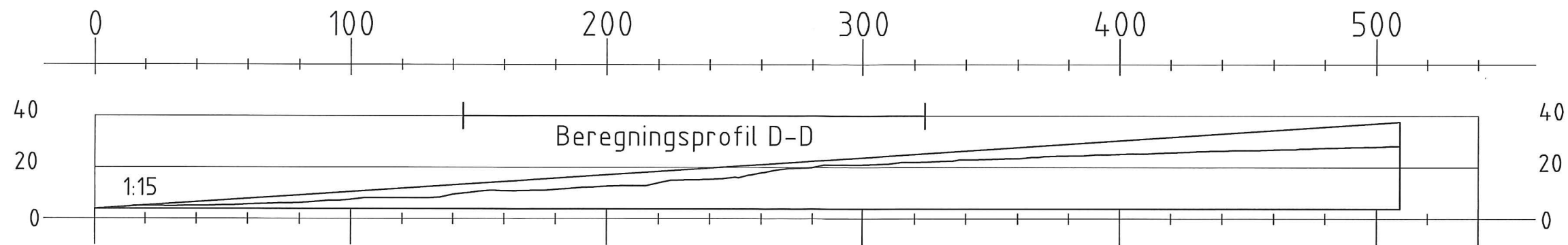


A		Endret C-profiler	18.11.2011	EMB	RK	OP
Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Norconsult AS Helgeland kunnskapssenter Grunnundersøkelser			Original format A3	Fag		
Stabilitetsberegninger Profil D med lagdeling 2 Su + a-fi Fc=1,43			Tegningens filnavn 414832-501 Profil D Su+a-fi.dwg	Underlagets filnavn 414832-500.dwg		
MULTICONSULT AS			Målestokk 1:500			
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Dato 28.9.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert RK	Godkjent ARV	
		Oppdragsnr. 414832	Tegningsnr. 501	Rev. A		

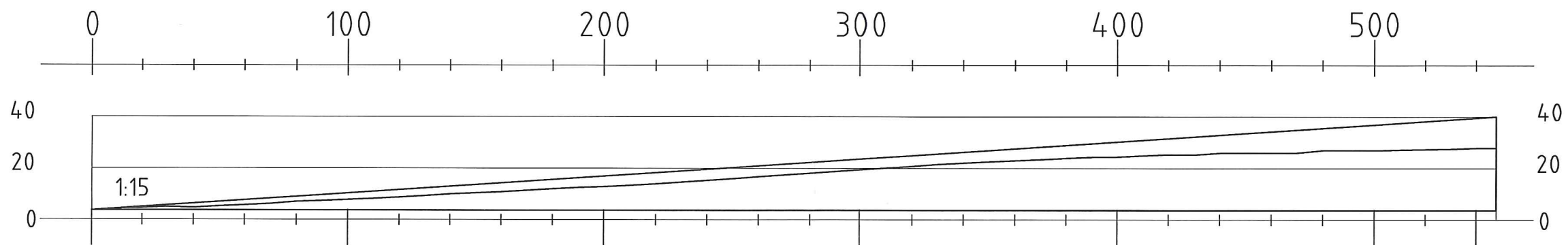
Material	no	Un.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-factor	PWPress.
Fyllmasser	1	19.00	38.7	0.0					0.00	0.00	0.00
Tørsskorpeleire	2	20.00	31.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	3	19.50	27.5	2.6					0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	4	19.50	25.2	2.4					0.00	0.00	0.00
Morene	5	20.00	35.0	14.0					0.00	0.00	0.00
Berg											



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Norconsult AS Helgeland kunnskapssenter Grunnundersøkelser	Original format A3	Fag		
	Stabilitetsberegninger Profil D med lagdeling 2 a-fi-analyse F=3,29	Tegningens filnavn 414832-502 Profil D a-fi.dwg			
		Underlagets filnavn 414832-500.dwg			
		Målestokk 1:500			
	MULTICONSULT AS	Dato 28.9.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert RK	Godkjent AN
	7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Oppdragsnr. 414832	Tegningsnr. 502	Rev.	



Profil Kaialundveien



Profil Kirkegata

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Norconsult AS Helgeland kunnskapssenter Områdevurdering	Original format A3	Fag		
		Tegningens filnavn 414832-100.dwg			
		Underlagets filnavn 414832-2.dwg			
	Profil Kaialundveien og Profil Kirkegata Illustrasjon skredutbredelse 1:15	Målestokk 1:2000			
MULTICONSULT AS		Dato 29.9.2011	Konstr./Tegnet EMB	Kontrollert RK	Godkjent AN
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 414832	Tegningsnr. 503	Rev.	