

## NOTAT

Oppdrag **Hegra barneskole**  
Kunde **Stjørdal kommune**  
Notat nr. **G-not-002**  
Til **Bjørn Bremseth**

**Stjørdal kommune**

Dato 2014-01-13

Rambøll  
Mellomila 79  
P.b. 9420 Sluppen  
NO-7493 TRONDHEIM

T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Fra **Helle Bråtteng Olsen**  
**Per Arne Wangen**

**Rambøll AS**  
**Rambøll AS**

Kopi

Vår ref. 6130064/HBOTRH

## NY BARNESKOLE HEGRA - SKREDVURDERING, KVIKKLEIRE

### Bakgrunn

Stjørdal kommune ser på mulige tomtealternativer for ny barneskole i Hegra. Rambøll AS er engasjert for å utføre geotekniske vurderinger i forbindelse med planleggingen. Rambøll ble i utgangspunktet engasjert for å vurdere tomtealternativ III, dvs. en ca. 20 mål stor tomt like nord for Hegra ungdomsskole og barnehage. Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger, innledningsvis i et begrenset område for å vurdere skredfare iht. NVEs retningslinjer, ref. /1/. Det ble funnet forekomster av kvikk og sensitiv leire i undersøkelsen og det var behov for supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge kvikkleireforekomstens utstrekning og utrede områdestabiliteten iht. ref./1/. Supplerende grunnundersøkelser viste at det er til dels mektige forekomster av kvikk og sensitiv leire i området. Det er imidlertid ikke påvist kvikk sensitiv leire innenfor tomtealternativ III.

For nye planområder stiller NVE krav til sikkerhet mot at slike kan bli berørt av kvikkleireskred. Sikkerhetskravet gjelder ikke bare i forhold til at kvikkleireskred kan utløses innenfor planområdet, men også dersom bebyggelsen/planområdet ligger i utløpsområdet (skredbanen) for kvikkleireskred utløst i tilliggende områder, og som kan medføre kritisk oversvømmelse av planområdet med skredmasser.

Innledende stabilitetsberegninger i et terrengprofil som ligger i retning sørøst fra den aktuelle skoletomta (profil A, se situasjonsplan på tegning 401), nedover ryggen fra utbyggingsområdet langs Kverndalsvegen, viser for lav materialfaktor i forhold til kravene i ref. /1/. Tomtealternativ III ligger "nedstrøms" profil A og vil være utsatt for et evt. kvikkleireskred utløst i profilet. Som alternativ angir ref. /1/ at stabiliteten kan søkes forbedret ved tiltak i skråningen slik at tilfredsstillende %-vis forbedring av stabilitet i skråningen oppnås. Imidlertid forhindrer eksisterende bebyggelse i topp og bunn av skråningen at nødvendige tiltak kan utføres. Det er derfor konkludert med at tomtealternativ III ikke er egnet for utbygging av ny Hegra barneskole på grunn av at krav i ref. /1/ ikke lar seg tilfredsstillende.

Rambøll er blitt bedt om å vurdere en mulig plassering for ny Hegra skole nord for tomtealternativ III, som vi har kalt alternativ IV. Det kan i dette området være mulig at skoletomten vil ligge utenfor utløpsområdet for et tenkt kvikkleireskred fra området representert ved terrengprofil A. Det er i



vurderingen utført supplerende stabilitetsberegninger i profil B og C. Disse ligger nedover hver sin terrengrygg øst for tomtealternativ IV. Multiconsult AS har utført grunnundersøkelser i dette området tidligere og vi har fått tilgang deres data fra området. Datagrunnlaget viser mindre forekomster av kvikk/sensitiv leire i disse profilene, dvs. kvikkleirelagets mektighet er mindre og kvikkleira ligger dypere. Våre beregninger er basert på datagrunnlag fra deres rapporter samt overførbare registreringer som er gjort i de supplerende grunnundersøkelsene som er utført i forbindelse med vurdering av ny skoletomt.

Vurderingen har som mål, ut fra en studie av topografi og foreliggende grunnforholdsdata, å belyse i hvilken utstrekning et evt. kvikkleireskred utløst innenfor det foreløpig uavgrensede kvikkleireområdet øst for tomtealternativ III og IV, kan gi følgerisiko for skader innenfor mulig tomtealternativ IV som ligger "nedstrøms" sonen. Her vil det være de utstrømmende skredmassers påvirkning på befolkning, bebyggelse etc. som utgjør skaderisikoen.

Det foreligger imidlertid lite av både erfaring og beregningsmodeller som grunnlag for slike vurderinger. Her vises til NGI Publikasjon nr. 158, ref. /2/, som det eneste grunnlag i denne sammenheng. For øvrig vil vurderinger måtte baseres på skjønn. Resultatet må sees på denne bakgrunn. Metodikken er som følger:

Data for grunnforhold og kvikkleirelagets utstrekning innen sonen, med en tilhørende vurdering av mulig skredvolum, er koblet sammen med det foreliggende erfaringsmateriale, ref. /2/. Samlet gir dette holdepunkter for vurdering/anslag på skredbanens retning og utstrekning.

Det er utført grunnundersøkelser i skråningen som ligger nord for tomtealternativ IV, for å kontrollere hvorvidt det kan forekomme kvikk/sensitiv leire også der. De utførte sonderinger avkrefter dette og ettersom det heller ikke er registrert kvikk/sensitiv leire ned på "sletta" hvor tomtealternativ III og IV ligger (det er ikke utført grunnundersøkelser innenfor tomtealternativ IV så langt da dette ikke var et av de opprinnelige alternativene) er det valgt å fokusere på mulige skredscenarioer fra området i øst.

## **1. Topografi og grunnforhold**

### **Topografi**

En mulig avgrensning for ny kvikkleiresone i området er vist på tegning 401. Sonen har naturlige avgrensninger mot ravinene i øst, og de utførte grunnundersøkelsene viser at sonen mest sannsynlig kan avgrensnes på østsiden av FV 752, samt i bunnen av skråningene ned mot E14 i sør.

Sonen strekker seg i retning øst - vest over en distanse på opp mot 500 m. Bredden i retning nord - syd er også ca. 900 m, og totalt areal er anslått i størrelsesorden 450 mål.

Kvikkleireområdet, slik det framstår i dag, er preget av et sterkt ravinert terreng i nordvest, og bakenforliggende slake platåer. Mot sørvest er det et mer jevnt helende terreng ned mot FV 752, helning ca. 1:12. Mellom ravinene er det gjenstående terrengrygger, dels med bratte skråninger ut mot ravinene og gropene. Det er vanskelig å identifisere eldre skredgroper i terrenget. Det er ikke funnet noen nedtegnelser om skred her i følge skrednett.no, og evt. skredbevegelser her antas å ha foregått i førhistorisk tid.

Området er forholdsvis tett utbygd med villabebyggelse, hovedsakelig lagt på og ut i sidene på høydedragene, som er planert for å gi gode tomter.

### Grunnforhold

Det er gjennomført et relativt betydelig omfang av geotekniske grunnundersøkelser i området, se situasjonsplanen på tegning 401.

Det er også utført grunnundersøkelser i området "nedstrøms" sonen, i området mellom FV 752 og E14. Det er her påvist kvikk/sensitiv leire stedvis, men omfanget av utførte grunnundersøkelser her er for lite til å konkludere mht. en evt. utbredelse av disse forekomstene. Det vurderes imidlertid på grunnlag av de siste utførte grunnundersøkelser at det ikke forekommer kvikk/sensitiv leire som kommuniserer fra tomtealternativ III og IV ned mot registrerte forekomst av kvikk/sensitiv leire ved idrettshallen.

Alle punkter hvor det er registrert kvikk/sensitiv leire er markert med rød farge på situasjonsplanen på tegning 401.

Med formål å etablere en oversikt over kvikkleiras utbredelse og volum i det området som vurderes å være kritisk for tomtealternativ IV, er det tatt utgangspunkt i profil A og kvikkleiras beliggenhet og omfang i profilet. Borpunktene i profilet er tegnet inn med sitt virkelige terrengnivå, og boringer som ikke er utført i profilet vil derfor vises med avvikende høyde i forhold til det oppteignede terrengprofilet.

Ut fra profilet er følgende hovedtrekk vurdert:

- Gjennomsnittlig terrengforløp
- Gjennomsnittlig overdekning over kvikkleira (overdekning med tørrskorpe og annen leire)
- Mektighet og kontinuitet av kvikkleirelaget

Mektigheten av kvikkleirelaget er generelt stor i hele profilet, men ut mot "sletta" der tomtealternativ III og IV ligger kiler kvikkleirelaget ut et sted mellom borpunktene ute på "sletta" og FV 752. Det er til dels stor overdekning av tørrskorpe og vanlig leire i hele skråningen, men mektigheten er på det største mot toppen av skråningen, opp mot 20 meter.

Kvikkleira i området er definisjonsmessig bløt til middels fast og fast, men meget sensitiv. Sensitiviteten varierer fra 117 - 530 i de opptatte prøvene i og omkring profil A og omrørt skjærstyrke er i så og si alle kvikkleireprøvene registrert å være 0,1 kPa. Dette innebærer at leira vil være tilnærmet flytende og ha svært lav viskositet i omrørt tilstand. Det kan her vises til litteratur utarbeidet av Vikas Thakur i Vegdirektoratet, ref. /3/ for en nærmere beskrivelse av leiras oppførsel i omrørt tilstand.

## 2. Materialparametere

Grunnlag for materialparametere er fra følgende grunnundersøkelser:

- Rambøll, G-rap-001 6130064 Hegra barneskole, 10.4.2013
- Rambøll, G-rap-002 rev. 01 6130064 Hegra barneskole, 18.12.2013.
- Rambøll, G-rap-003 Hegra barneskole, 18.12.2013.

### Romvekt

Løsmassenes romvekt (tyngdetetthet) er bestemt ut fra utførte laboratorieundersøkelser. Benyttet romvekt er vist på tegning 403 – 408.

### Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet i løsmassene er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. Det er valgt å benytte fasthetsprofil basert på CPTU i punkt 8 og 9 fra G-rap-002 rev. 01 6130064. Tolkede CPTU er vist på tegning 409 – 410, og valgte fasthetsprofil er vist som *designlinje*. Trykksondering fra punkt 19 fra Multiconsults undersøkelser er også lagt til grunn for fasthetsprofil i toppen av terrenget i profil D. Fasthetsprofilene er vist på tegning 403, 405 og 407.

Designlinje ble i utgangspunktet lagt lavere, men da stabilitetsberegninger i profil A viste materialfaktor for totalspenningsanalysen lavere enn 1,0 ble designlinjen justert opp. Designlinjen ble justert opp til materialfaktor tilnærmet lik 0,9 ble oppnådd, og disse ble så benyttet videre i beregningene.

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leiren, dvs. at udrenert skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet i *beregningene* er udrenert aktiv skjærfasthet  $c_{uA}$  tolket fra CPTU. Forholdet mellom aktiv og direkte skjærfasthet er satt til  $c_{uD} = 0,7 * c_{uA}$  (fasthet for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten) og forholdet mellom aktiv og passiv skjærfasthet er satt til  $c_{uP} = 0,4 * c_{uA}$  (fasthet der glideflaten ligger i passiv sone).

For tolking av CPTU er direkte skjærfasthet  $c_{uD}$  fra konus- og enaksialforsøk lagt inn i tolkningsprofil for CPTU som aktivt skjærfasthet med samme ADP-forhold som beskrevet over,  $c_{uA} = c_{uD}/0,7$ .

Iht. til anbefalinger i ref. /1/ er det lagt inn en fasthetsreduksjon på 15 % i lag med sprøbruddmateriale. For sprøbruddmateriale benyttes dermed et ADP-forhold på 0,85 – 0,59 – 0,34. Fasthetsreduksjonen legges inn i beregningene og ikke ved tolking av skjærfasthet. Vurdering av leirens sensitivitet er gjort på grunnlag av utførte laboratorieundersøkelser og tolking av totalsonderinger og CPTU.

### Effektiv skjærfasthet

For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk i punkt 9 (G-rap-002 rev. 01). Benyttede parametere er vist på tegning 403 - 408.

### Poretrykksforhold

Det er utført poretrykksmålinger i 2 punkter. To hydrauliske poretrykksmålere er plassert i punkt 9, midt i terrengryggen i profil A. Det er disse målingene som er benyttet i beregningene og tolking av CPTU. Målinger utført av Multiconsult i punkt 20 lenger oppe i terrenget er benyttet i topp av terrenget i profil D. Det er også utført hydrostatiske målinger i punkt 13, men disse er ikke benyttet i beregningene.

I bunn av terrengprofil er poretrykket lagt hydrostatisk. Dette anses som konservativt.

Benyttede poretrykksprofil er vist på tegning 403 – 408.

### 3. Stabilitet

Det er utført stabilitetsberegninger i 3 profiler, profil A, C og D. Beregningene er utført ved hjelp av dataprogrammet *GeoSuite Stability*. Det er utført totalspenningsanalyse (tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen) og effektivspenningsanalyse (representativ for langtidssituasjon). Profilenes plassering er vist på situasjonsplan, tegning 401. Profilene er valgt for skredvurdering for tomtealternativ IV.

Tolket lagdeling er vist på tegning 403 – 408. Lagdelingen er valgt på grunnlag av utførte boringer og resultater fra laboratoriet. Det er knyttet noe usikkerhet til lagdeling i profil C og D, da det ikke foreligger materialparametere fra laboratorium i dypere lag. Sonderinger er derfor tolket på bakgrunn av det opptatte prøver fra liknende sonderinger viser.

Terrenget i profilene er generert med utgangspunkt i digitalt kartgrunnlag (SOSI) mottatt fra oppdragsgiver.

#### Profil A

På totalspenningsbasis oppnås det ikke tilfredsstillende materialfaktor iht. krav i NVEs retningslinjer. Beregningene er vist på tegning 403.

For effektivspenningsanalysen er laveste oppnådde materialfaktor for glideflater som berører kvikkleire 1,55, dvs. tilfredsstillende iht. ref. /1/. Beregningene er vist på tegning 404.

#### Profil C og D

Det oppnås tilfredsstillende materialfaktor både for totalspennings- og effektivspenningsanalysen iht. ref. /1/. Beregningene er vist på tegning 405 – 408.

### 4. Skredvurdering

Ved en vurdering av topografi og kvikkleireutbredelse i plan og dybde for området omkring profil A, har vi kommet fram til en omtrentlig avgrensning av antatt største skredomfang i "en omgang", som vist inntegnet på tegning 402. Det viste omfanget anses som et verst tenkte tilfelle.

Det viste omfanget er basert på at det inntreffer et initialskred i en av de bratteste skråningene ned mot FV 752, og at dette utløser en sirkulær glideflate som beregnet i profil A, se tegning 403. Plane glideflater har i dette tilfellet vist seg å være mindre kritiske i beregningene. Retrogressiviteten vurderes å være liten på grunn av den mektige leira og tørrskorpeleira som ligger over kvikkleira i dette tilfellet, og massene i skredgropa vurderes å kunne stabilisere de bakenforliggende løsmassene relativt raskt etter at et evt. skred inntreffer.

Tørrskorpelaget og de fastere leiravsetningene over kvikkleira, vil i en evt. skredsammenheng utgjøre store "øyer" eller "flak". I en skredsituasjon antas at disse flakene stopper opp tidlig, mens den underliggende kvikkleira presses lengre fram. Vi har i denne sammenhengen vurdert at et skred som utvikler seg fra en sirkulær glideflate tilsvarende den kritiske glideflaten beregnet i profilet, se tegning 403, vil gi størst andel skredmateriale i området nedstrøms skredet. I et slikt skred vil de ovenforliggende massene av leire og tørrskorpe gli ned i skredgropa og fortrenge kvikkleira som presses ut i foten av skrånningen og strømmer videre utover utløpsområdet. På tegning 402 er vist de potensielle

retningene skredmaterialet vil følge og hvordan disse vil fordele seg over området. Volumet av det potensielle skredmaterialet som består av lite viskøs kvikkleire, er beregnet ved at arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten på tegning 403 er multiplisert med en tenkt utstrekning av et skred i skråningen. Utstrekningen er vist på tegning 402 og representerer en del av en sirkelsektor. Sektorens lengde er ca. 110 meter og arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten er  $2400\text{m}^2$ . Dette gir et volum av kvikkleire på ca.  $264\ 000\ \text{m}^3$ .

I rasvurderingen er det lagt til grunn at 50 % av kvikkleirevolumet vil strømme ut av skredgropa og at 50 % av disse massene vil ta veien i retning sør, ned mot E14, umiddelbart. De resterende massene vil fordele seg ut over jordet nedstrøms skredet. Arealet av dette området er beregnet å være ca.  $27\ 500\ \text{m}^2$ . Dette gir en "dam" av kvikkleire fordelt utover området med dybde ca. 2,4 meter. Mye av denne massen vil i løpet av kort tid trolig forsvinne og ta minste motstands vei mot vest og sør når de øvrige skredmassene fordeler seg utover utløpsområdet. Hvorvidt et eventuelt skred umiddelbart etter utløsning vil fortone seg som en "flodbølge" av omrørt kvikkleire er vanskelig å forutsi, men kan tenkes mulig. Skredmassen vil i så fall ha en viss hastighet på sin vei utover utløpsområdet og kan tenkes å medføre at skredmassen raskere fordeler seg over et større område og medfører mindre mektighet i utløpsområdet, samtidig som fronten av "flodbølgen" kan være en del høyere.

Mulig utstrømningslengde for skredet er vurdert med utgangspunkt i erfaringsdokumentasjon gjort i artikkelen "Can We Predict Landslide Hazards in Soft Sensitive Clays", ref. /2/.

Her er det som gjengitt i fig. 2 nedenfor vist en sammenheng mellom utstrømningsdistanse og involvert skredvolum (kvikkleire), og som en funksjon av høydeforskjell mellom skredets bakkant og terrenghøyde foran skredmassene.

#### Parametere benyttet i beregning av utløpsdistanse:

- Overslagsmessig kvikkleirevolum i skredbevegelse  $\approx$  ca  $264\ 000\ \text{m}^3 = 2,64 \times 10^5\ \text{m}^3$
- Mellom øvre skredkant og terrengnivå i utløpsområdet, ligger høydedifferansen  $Z = \Delta h$  på ca. 32 m.

Fig. 1 viser grensen "upper limit", som ut fra forutsetningene gjelder for bløte og svært sensitive leirer. Den legges til grunn i dette tilfellet da kvikkleira har lav omrørt skjærstyrke og er meget sensitiv. I figuren fremkommer en  $\alpha$ -verdi ( $X/Z$ ) på ca. 55.

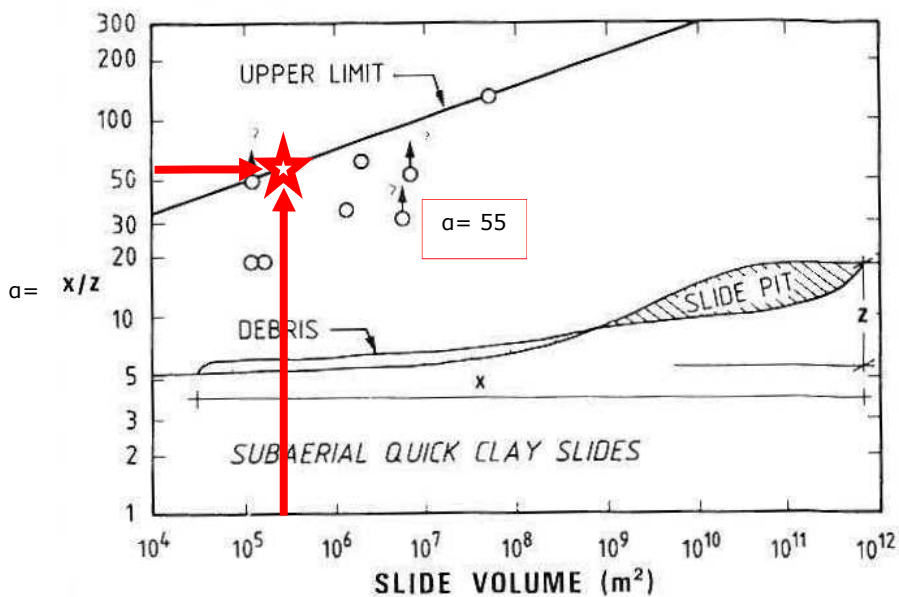


Fig 1: Normalized run-out distance of Norwegian quick clay flows in relation to total slide volume (from Karlsrud and By, 1981).

**Utløpsstrekningen X blir med dette utgangspunkt:**

$X = 32 (Z) \times 55 (\alpha) = \text{ca. } 1760 \text{ m}$ , regnet fra øvre skredkant.

### Kommentarer til resultatene

Det er knyttet en god del usikkerhet til anslagene som ligger til grunn for resultatet foran. Imidlertid, det er systematisk valgt konservative forutsetninger for beregning av potensielt skredvolum. Derfor vurderes resultatet å ligge på "sikker" side. I tillegg vurderes det å ligge en betydelig sikkerhetsmargin i den "oppdemmingseffekt" som de mange obstruksjoner (bygninger, terrengformasjoner) i skredbanen representerer. Derfor anses de foreliggende resultater å representere et verst tenkte tilfelle.

### Konklusjoner

Basert på estimert maksimalt omfang (volum) av potensielt skreddisponert kvikkleire i området som kan tenkes å påvirke tomtealternativ IV (ca. 264 000 m<sup>3</sup>), og de aktuelle terrenghelninger i løsn- og utløpsområdet for potensielle skredmasser i sonen, anses det – som et verst tenkte tilfelle – ut fra foreliggende erfaringskriterier som sannsynlig at skredmassene vil strømme ca. 1760 m nedenfor skredgropens bakkant.

Dette tilsier at skredmassene vil kunne strømme langt og at de også vil kunne passere E14. Med hensyn til tomtealternativ IV synes det tilstrekkelig at tomten skal kunne heves opp til kt. +45, evt. høyere da utløpsområdet omkring tomten ligger på ca. kt. +42. Det kan også være nødvendig på etablere en voll omkring tomten på ca. 1 - 2 meter som ledevoll for evt. skredmasser. Det må imidlertid påpekes at annen infrastruktur i forbindelse med en utbygging av ny skole i dette området nødvendigvis må

passere det området som iht. ref. /1/ er skredutsatt og at gjennomførbarheten av disse kan være utfordrede da også disse må oppfylle krav iht. ref. /1/.

Det gjøres oppmerksom på at det tenkte skredscenario er lite realistisk i dagens situasjon, men at en skredhendelse kan fremprovoseres ved menneskelig aktivitet i området. Eksempler på dette kan være graving og fyllingsarbeider o.l., eller naturlige prosesser som erosjon i bekkeløp etc. I beregningene fremkommer dette ved at dagens situasjon er representert ved effektivspenningsanalysen, som representerer en langtidssituasjon, dvs. når terrenget har ligget urørt i lang tid. I denne beregningen oppnås tilfredsstillende materialfaktor i skråningen,  $\gamma_m \approx 1,4$ . I totalspenningsanalysen, som representerer en korttids udrenert situasjon fremprovosert av plutselige spenningsendringer i grunnen (graving/fylling, erosjon etc.), oppnås imidlertid ikke tilfredsstillende materialfaktor,  $\gamma_m \approx 0,9$ . Det er derfor svært viktig at terrenginngrep i området ikke utføres uten i samråd med geoteknisk fagkyndig og at en forhindrer videre erosjon i bekkeløp og i utsatte skråninger.

Vår vurdering kan ikke betraktes som endelig før den er godkjent av en 3.partskontrollør som beskrevet i ref. /1/.

Med vennlig hilsen  
Rambøll Norge AS

Dokumentet er utarbeidet av:



**Per Arne Wangen**  
Sivilingeniør geoteknikk

M 47 75 67 21  
per.arne.wangen@ramboll.no

Dokumentet er kontrollert av:



**Helle Bråtteng Olsen**  
Sivilingeniør geoteknikk

M 99 38 55 97  
helle.b.olsen@ramboll.no

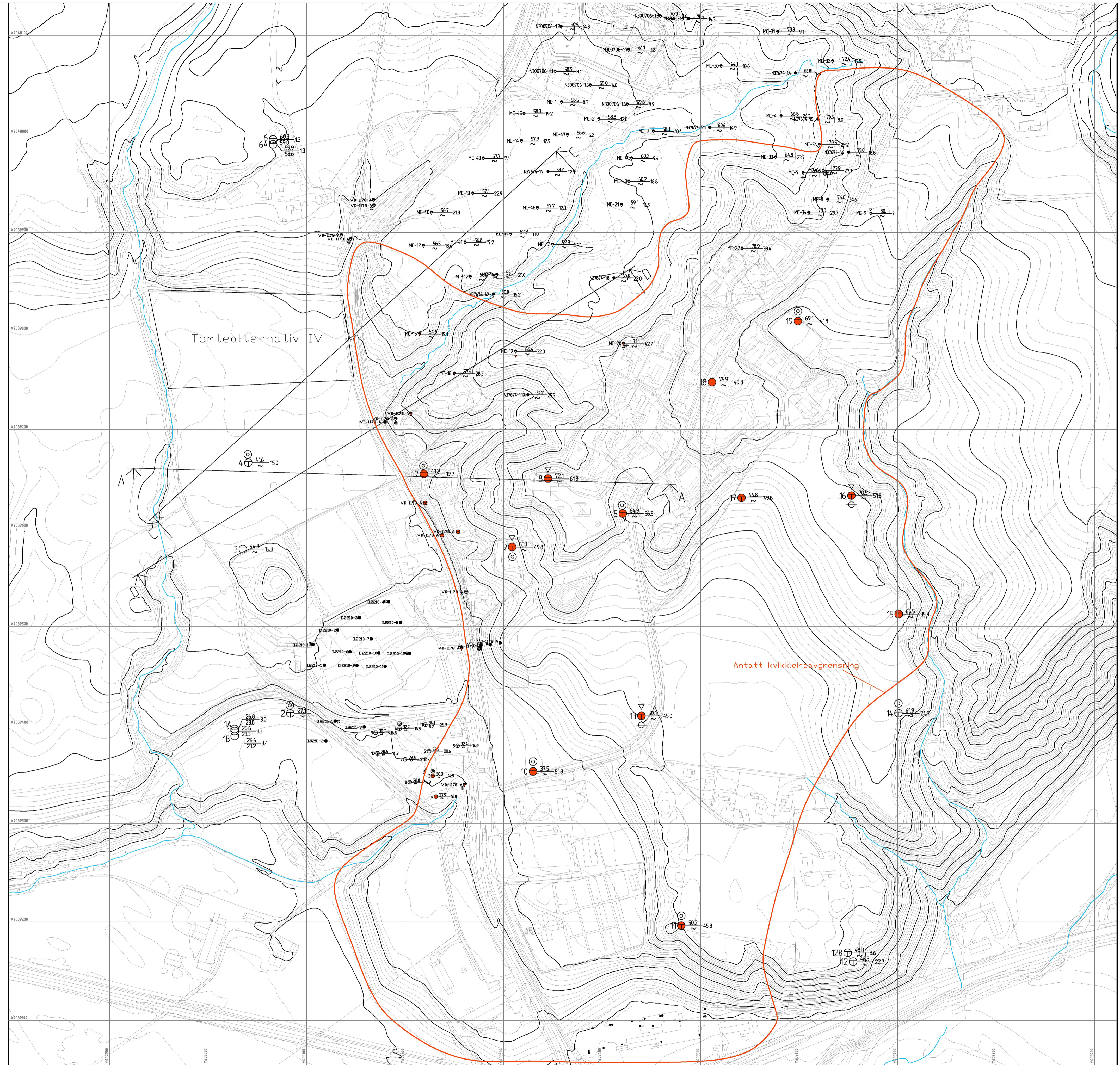
## Tegninger

401	Situasjonsplan
402	Situasjonsplan med skredvurdering
403	Totalspenningsanalyse - ADP profil A
404	Effektivspenningsanalyse profil A
405	Totalspenningsanalyse – ADP profil C
406	Effektivspenningsanalyse profil C
407	Totalspenningsanalyse – ADP profil D
408	Effektivspenningsanalyse profil D
409	Tolket CPTU punkt 8
410	Tolket CPTU punkt 9



**Referanser**

- /1/ NVEs retningslinjer 2/2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar". Vedlegg 1: Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /2/ NGI Publikasjon 158, Oslo 1985
- /3/ Vikas Thakur, 2012 "Utbredelse av skred i sensitive leirer", Teknologidagene Statens vegvesen 2012



Tomtealternativ IV

Antatt kvikkleireavgrensning

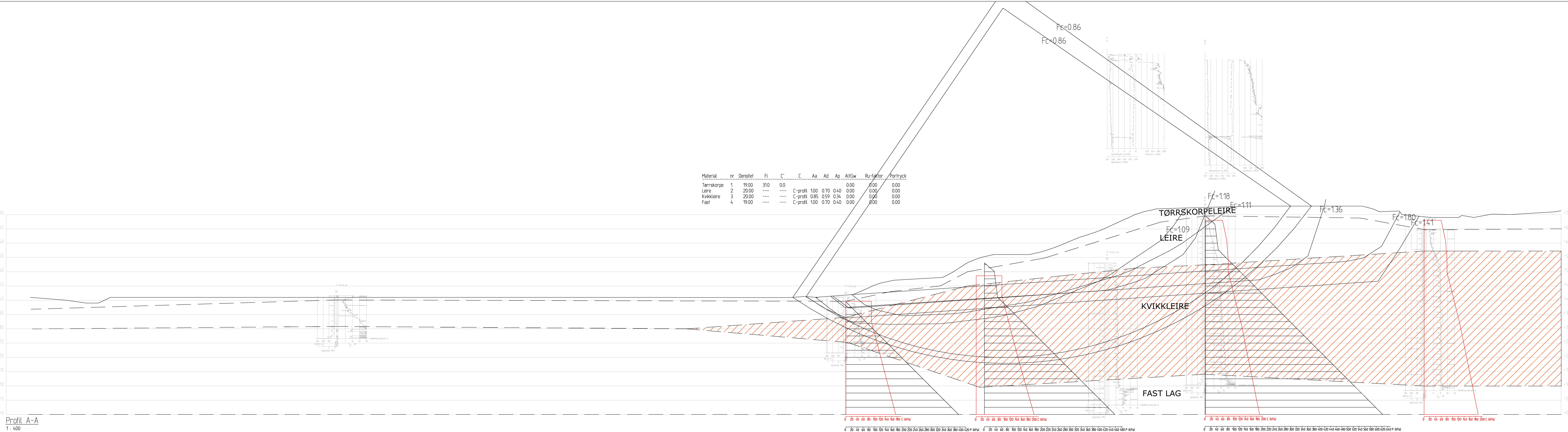
OPDRAG	Hegra barneskole	INNHOLD	SITUASJONSPLAN	OPDRAG NR.	MÅLSTOKK	BLAD NR.	AV
OPDRAGSGIVER	Stjørdal kommune	OPDRAGSGIVER	<input checked="" type="checkbox"/> Totalsondering <input checked="" type="checkbox"/> Prøvetaking <input checked="" type="checkbox"/> Trykksøndering (CPTU)	6130064	1:2000 (A1)	-	-
TEGNINGSSTATUS		TEGN	KONTR	GODKJ		TEGNING NR.	REV.
						401	

**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomliå 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

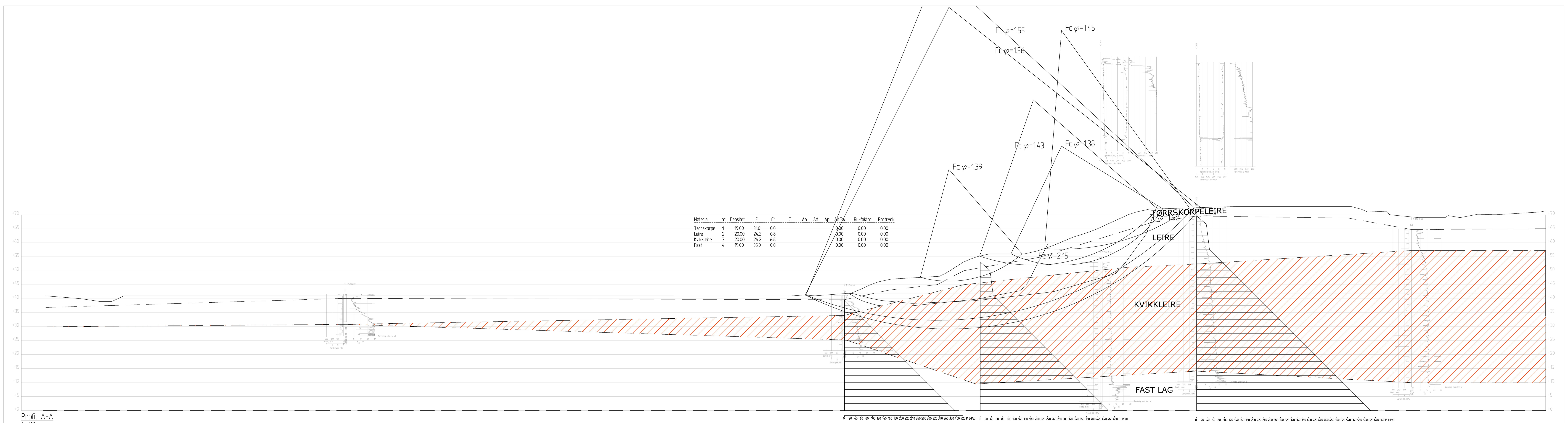
REV.	00	13.1.2014	ENDRING	HBO	HBO	PAW
TEGNINGSSTATUS				TEGN	KONTR	GODKJ



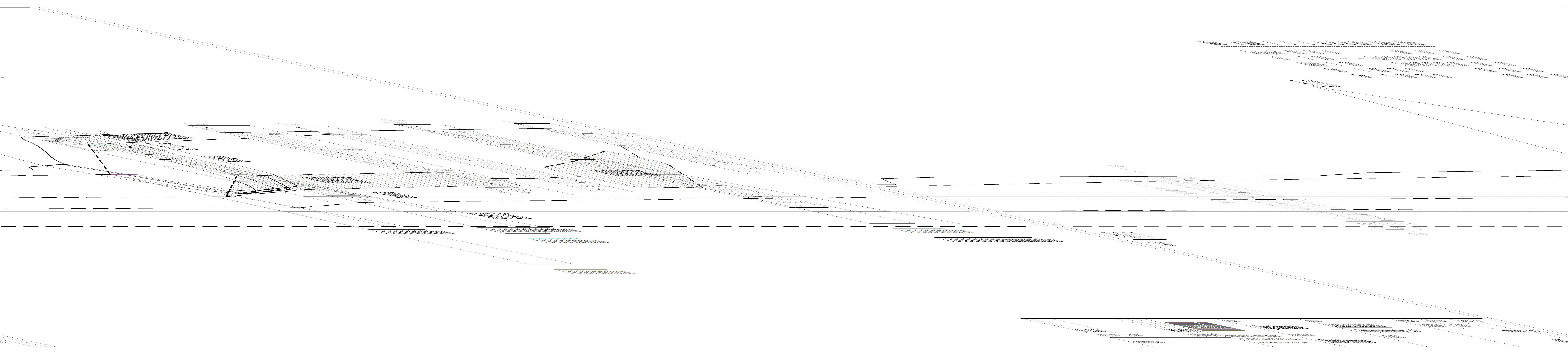
Material	nr	Densitet	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-faktor	Portryck
Tærskorpe	1	19.00	310	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	2	20.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.59	0.34	0.00	0.00	0.00
Fast	4	19.00	---	---	C-profil	1.00	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00

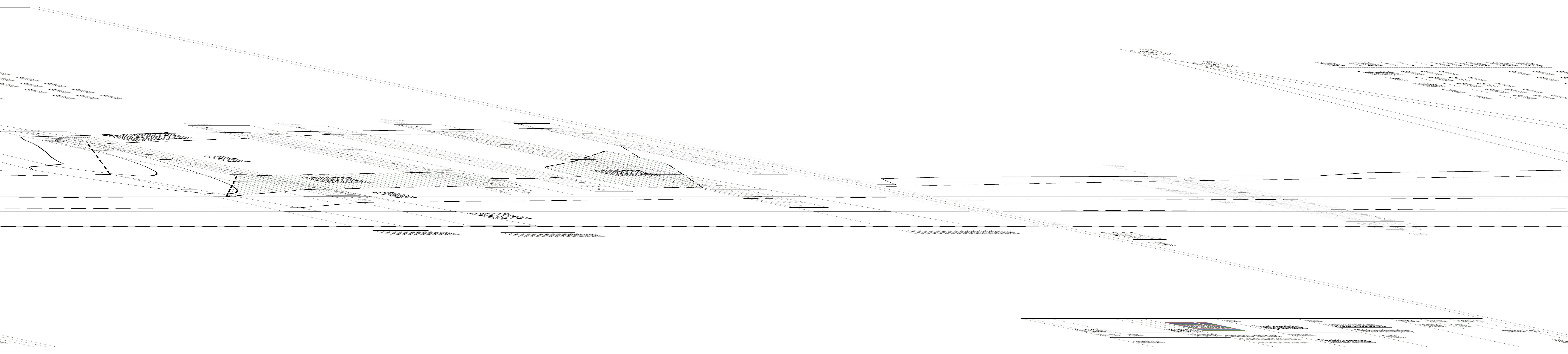


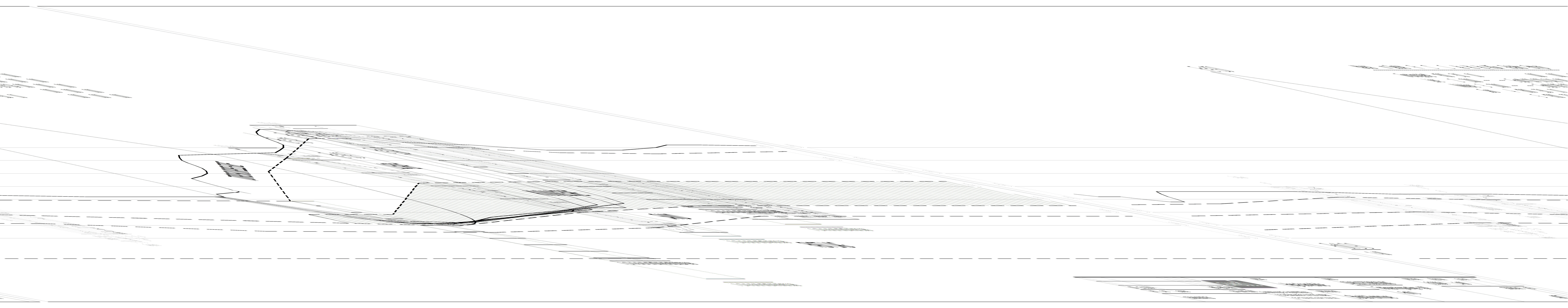
Profil A-A  
1 : 400



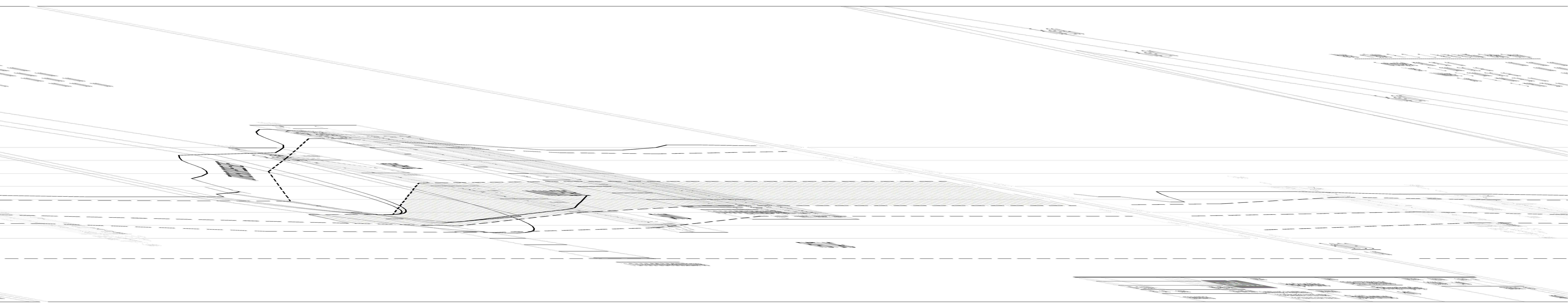
Profil A-A  
1 : 400

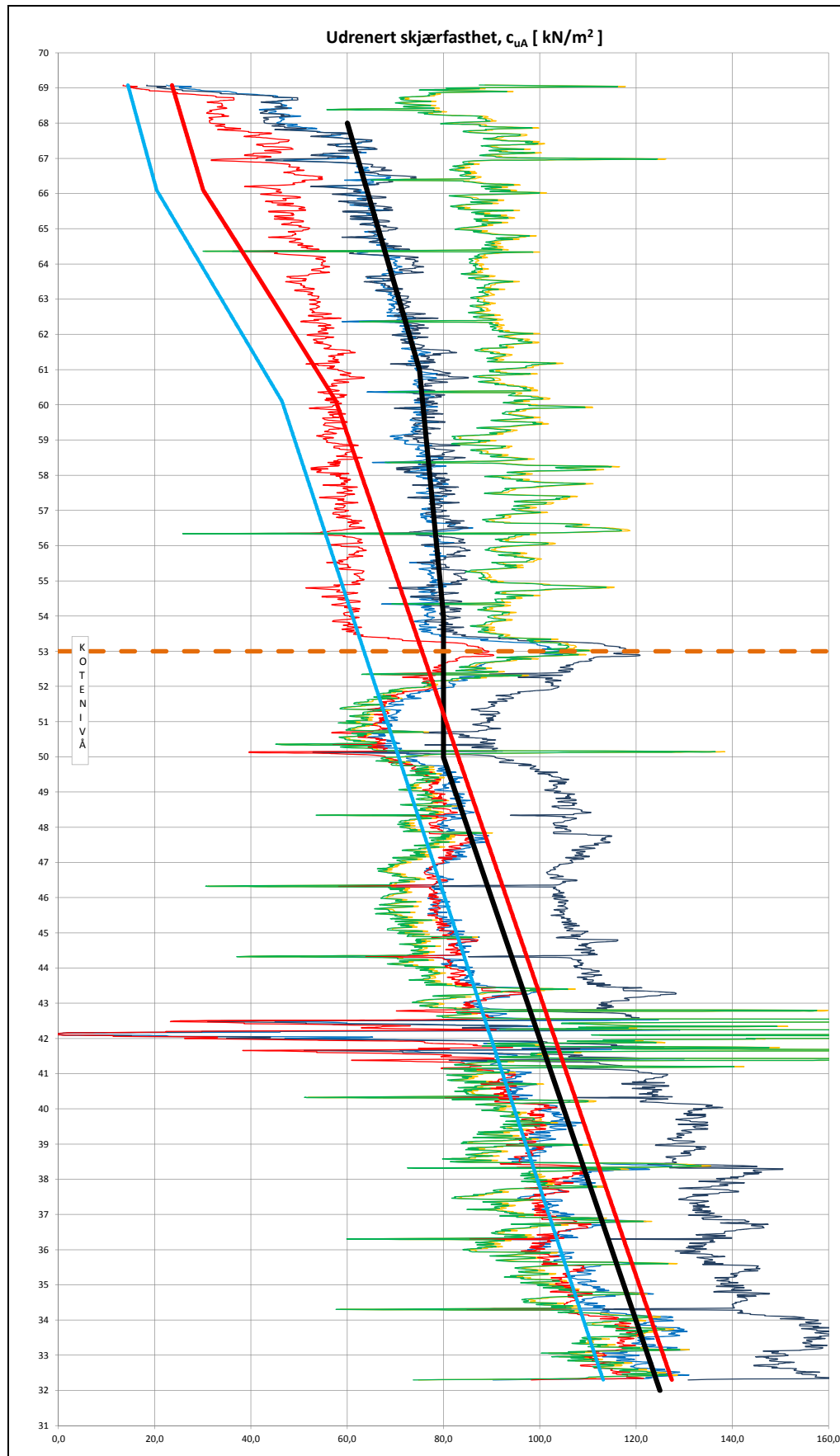




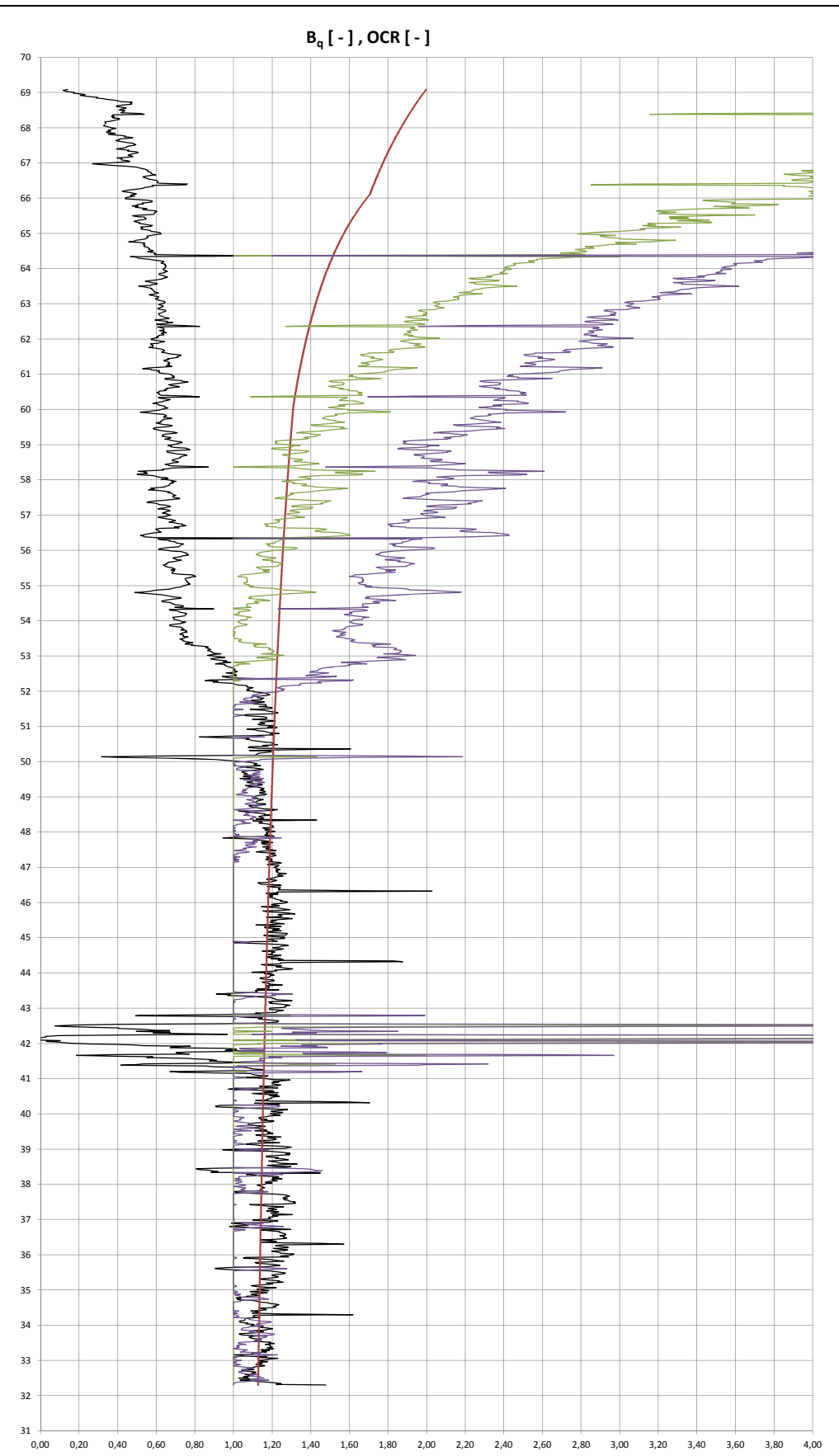







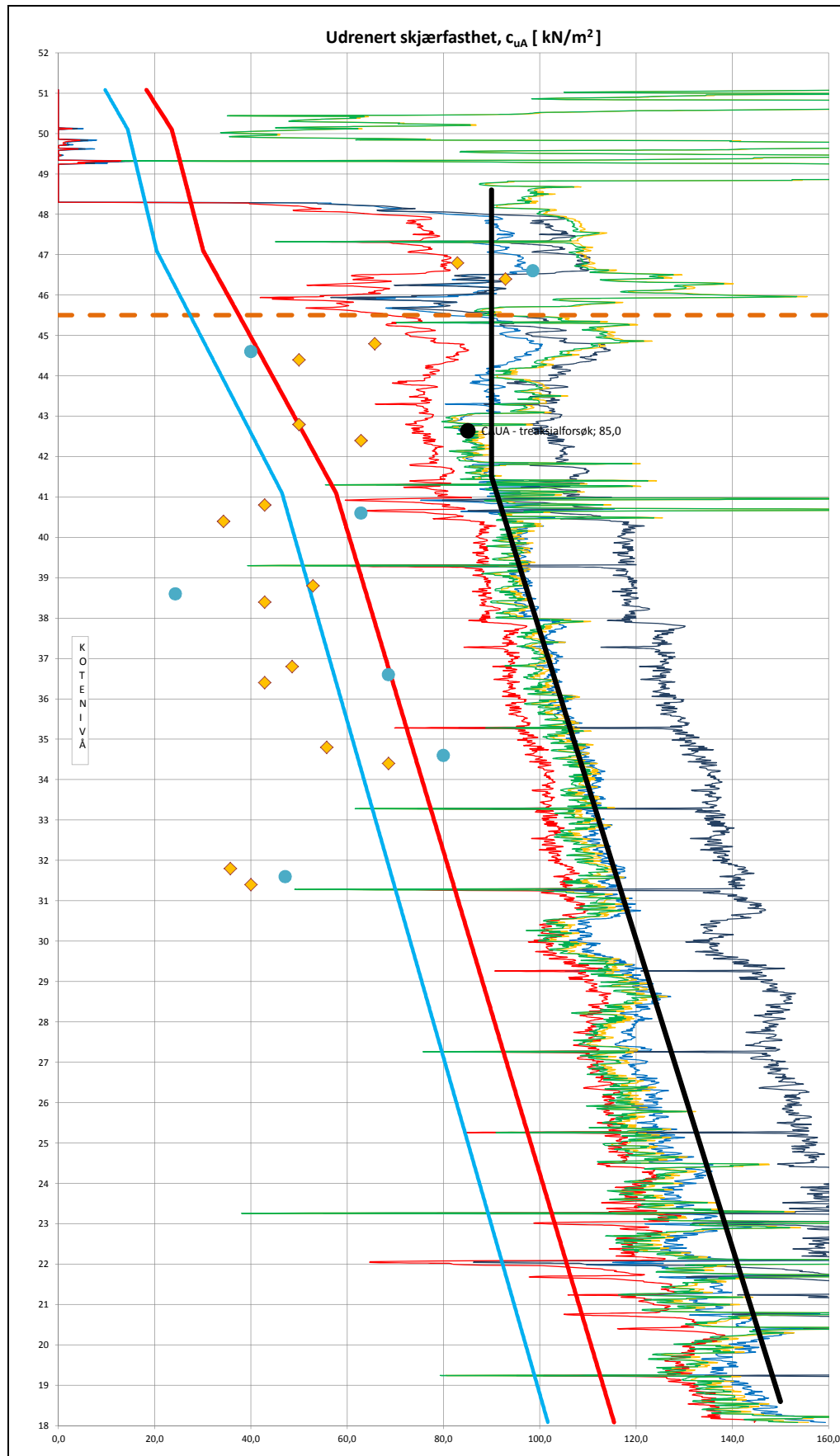


- $N_{du}=4+4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR+0.07 \cdot p) - St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR+0.082 \cdot p) - St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- CAUA - treksiallforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◆ Konus
- Enaks
- SHANSEP
- $SuA=0.24 \cdot p_0'$

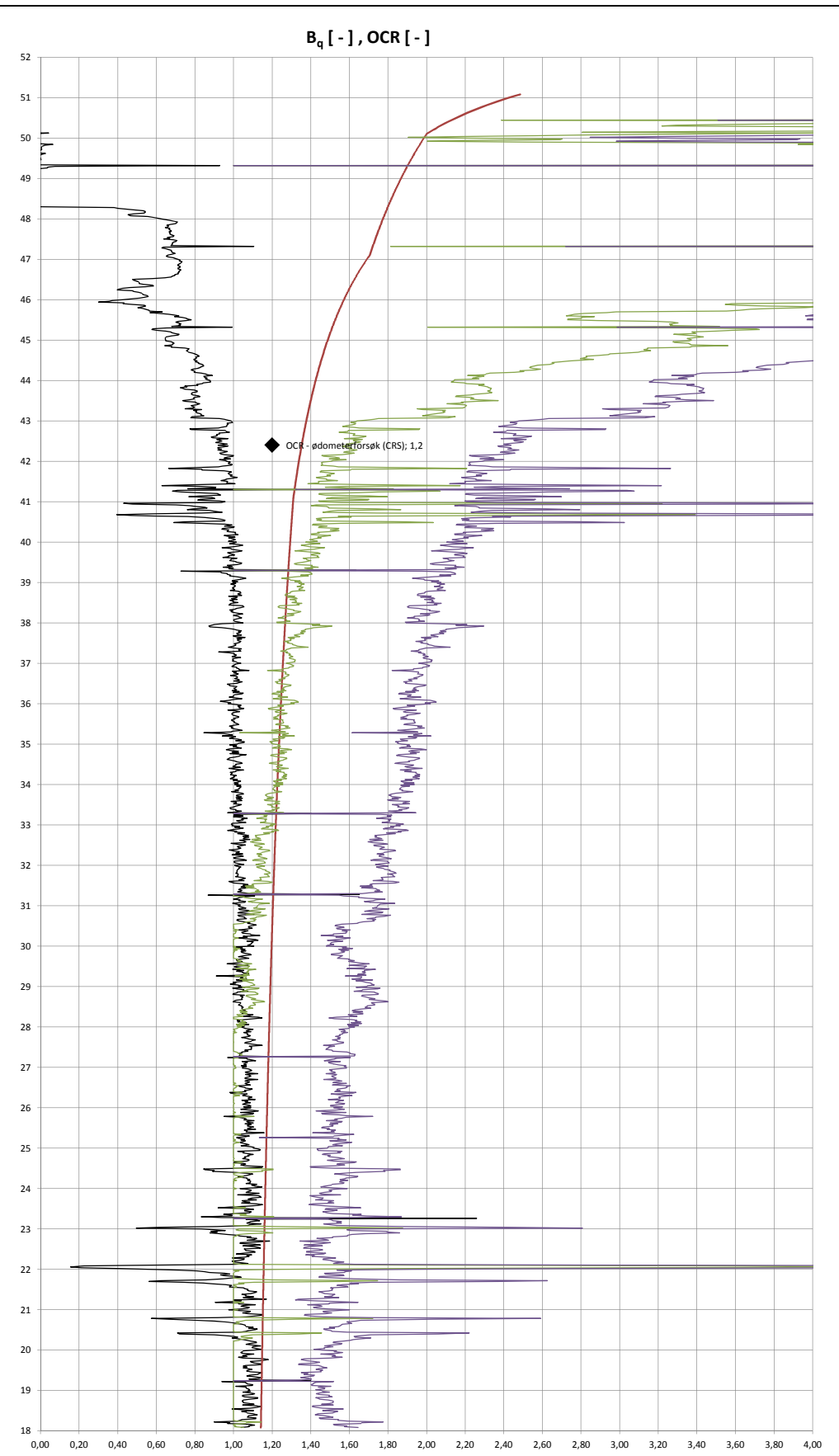


- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR  $f(Q, St < 15)$
- OCR  $f(Q, St > 15)$
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)


	Stjørdal kommune		Oppdrag 6130064
	Hegra Barneskole		Tegn./kontr. HBO/PAW
	Borpunkt: 8	Terrenkote: 72,1	Vedlegg -
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.12.2013



- $N_{du} = 4 + 4.5 \cdot B_q$
- $N_{du} = 6.9 - 4.0 \cdot \log(OCR) + 0.07 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 \cdot \log(OCR) + 0.082 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{du} = 9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- CAUA - treaksjalforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◆ Konus
- Enaks
- SHANSEP
- $SuA = 0.24 \cdot p_o'$



- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q, St < 15)
- OCR f(Q, St > 15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

	Stjørdal kommune		Oppdrag 6130064
	Hegra barneskole		
	Borpunkt: 9	Terrengkote: 53,1	-
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærstyrke og OCR		
			Dato 18.12.2013