

Børsa sentrum

Ny reguleringsplan. Geotekniske vurderinger.

20061762-2

2. mai 2007

Oppdragsgiver: Skaun kommune

Kontaktperson: Anne Irene Ulfsnes
Kontraktreferanse: Kontrakt, signert 08.01.07

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder:



Odd Gregersen

Rapport utarbeidet av:

Ragnar Moholdt

Arbeid også utført av:



Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt (NGI) har vurdert stabilitetsforhold og egnethet for utbygging innenfor ulike områder som blir berørt av ny reguleringsplan for Børsa sentrum. Vi har gjennomgått tilgjengelig materiale fra tidligere grunnundersøkelser, og utført supplerende grunnundersøkelser som grunnlag for stabilitetsberegninger og ytterligere kartlegging av kvikkleireforekomst.

Innenfor et område nord for idrettsplassen vil det, forut for enhver utnyttelse av området, være nødvendig å utføre stabilitetsforbedrende tiltak. Området egner seg generelt best til prosjekter som lett kan tilpasses terrenget, dvs. boliger og annen lett bebyggelse. Oppfylling av ravinen i sydvest, helt fram til idrettsbanen, er en forutsetning for all utbygging innenfor vestre del av området. Vestre del av området anbefales ikke som tomt for ny barneskole. På østre del av området betinger en eventuell utnyttelse til skoletomt at det etableres en motfylling for tilstrekkelig forbedring av sikkerheten. Motfyllinga skal også kompensere for stabilitetsforverrende inngrep.

Stabiliteten av et område rundt dagens barneskole anses som akseptabel for situasjonen i dag. Ved utbygging i området må det settes krav til at stabilitetsforholdene ikke forverres, hverken lokalt eller globalt.

Sikkerheten for et område som omfatter skråningen ned mot Børselva nordøst for rådhuset og sykehjemmet anses å være noe lav for dagens situasjon. Særlig aktsomhet bør her utvises i forbindelse med ny byggeaktivitet. Ved utbygging innenfor området må det settes krav til at prosjektene ikke forverrer områdestabiliteten og at stabiliteten lokalt forbedres noe. I skråningen nordøst for sykehjemmet kan foreslått bebyggelse tillates under visse forutsetninger. Her må det bla. legges ut en stabiliserende motfylling.

Innenfor et område avgrenset av Børselva, E.39 og Fv. 800 er stabilitetsforholdene funnet akseptable for dagens situasjon. Ved utbygging innenfor området må det dokumenteres at stabiliteten ikke forverres verken lokalt eller globalt.

Innhold

1	INNLEDNING	5
2	REGULERINGSOMRÅDET	5
2.1	Område nord og vest for idrettsplassen	5
2.2	Område rundt dagens barneskole.....	5
2.3	Skråning mot Børselva nordøst for rådhuset og sykehjemmet	6
2.4	Område øst for Børselva mellom E.39 og Fv. 800	6
3	GRUNNLAGSMATERIALE	6
3.1	Geometrigrunnlag	6
3.2	Tidligere grunnundersøkelser / geotekniske prosjekteringsforutsetninger.....	6
4	FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	6
4.1	Undersøkellesmetoder	6
4.2	Undersøkelser utført av NGI i 2007	7
4.3	Tidligere grunnundersøkelser	8
5	BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE.....	9
5.1	Kvartærgeologi	9
5.2	Terrengforhold, lagdeling og beskrivelse av løsmasser.....	10
5.3	Kvikkleire	11
5.4	Poretrykk.....	12
5.5	Fasthetsegenskaper	13
6	STABILITETSBEREGNINGER.....	14
6.1	Bregnede profiler og forutsetninger	14
6.2	Materialparametere	15
6.3	Grunnvannsstand og poretrykk.....	15
6.4	Laster	15
6.5	Beregningsmetode	16
6.6	Resultater	16
7	STABILITET OG EGNETHET FOR UTBYGGING I DELOMRÅDER17	
7.1	Område nord og vest for idrettsplassen	17
7.2	Område rundt dagens barneskole.....	18
7.3	Skråning mot Børselva nordøst for rådhuset og sykehjemmet	19
7.4	Område øst for Børselva mellom E.39 og Fv. 800	20
8	RETTIGHETER TIL OG BRUK AV BEREGNINGSGRUNNLAGET .	21
9	REFERANSER	21

Figurer

Figur 1 Oversiktskart

- Figur 2 Områder som er vurdert i forbindelse med ny reguleringsplan
M = 1:5000
- Figur 3 Plan med nye og gamle boringer, beliggenhet av profiler
M = 1:2000
- Figur 4-10 Profil A-A – M-M

Vedlegg

- Vedlegg A Tolket skjærfasthet fra trykksonderinger (CPTU)
- Vedlegg B Tolkning av ødometerforsøk
- Vedlegg C Tolkning av treaksialforsøk
- Vedlegg D Poretrykksmålinger
- Vedlegg E Opprinnelige havbunnskoter basert på tolket prekonsolidering
fra ødometerforsøk og terrengstudier

Kontroll- og referanseside



1 INNLEDNING

Skaun kommune har gitt Norges Geotekniske Institutt (NGI) i oppdrag å vurdere områdestabilitet og muligheter for utbygging i forbindelse med at det utarbeides ny reguleringsplan for Børsa sentrum, jf. oversiktskart i Figur 1.

Tidligere grunnundersøkelser har påvist kvikkleire i grunnen over store deler av Børsa sentrum. NGI har kartlagt området gjennom det landsdekkende prosjektet "Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred." Sonene Børsa og Einan, som dekker det aktuelle området, har gjennom en faregradsevaluering kommet henholdsvis i "middels" og "høy" faregradsklasse.

NGI har i januar 2007 utført supplerende grunnundersøkelser, jf. /3/. Siktemålet med disse undersøkelsene har vært å skaffe seg et bedre grunnlag for analyser, vurderinger og dokumentasjon av områdestabilitet.

Rapporten inneholder tolkning av felt- og laboratorieundersøkelser, resultater fra stabilitetsanalyser og vurderinger knyttet til utbygging av delområder.

2 REGULERINGSOMRÅDET

Vårt arbeid er hovedsakelig knyttet til vurdering av stabilitet og muligheter for utbygging / arealdisponering innenfor 4 delområder, jf. Figur 2.

2.1 Område nord og vest for idrettsplassen

Området avgrenses av idrettsplassen i sør og Fv. 773 mot nord og øst. I vest er området avgrenset av en ravine / bekk.

Området vurderes som tomt for ny barneskole med 3000-4000 kvadratmeter grunnflate, men kan også være aktuelt for eneboliger.

2.2 Område rundt dagens barneskole

Dette området strekker seg fra Børselva og opp til og med dagens barneskoleomt. Området ligger mellom Brubakken og Meieriskogen ca. 80 meter øst for Fv. 803.

En utvidelse av dagens barneskole er aktuelt innenfor denne delen av reguleringsområdet.



2.3 Skråning mot Børselva nordøst for rådhuset og sykehjemmet

Området strekker seg fra Børselva og opp til rådhuset, fra Meieriskogen, ca. 80 meter øst for Fv. 803, og fram til og med sykehjemtomta.

Innenfor dette området er det bl.a. foreslått å utvide sykehjemmet med bebyggelse på 2-3 etasjer i skråningen nordøst for dagens sykehjem.

2.4 Område øst for Børselva mellom E.39 og Fv. 800

En gammel skredgrop deler området i en søndre og en nordre del. Området er aktuelt for utbygging av boliger.

3 GRUNNLAGSMATERIALE

3.1 Geometrigrunnlag

- Digitalt kartgrunnlag (omfatter ikke bunnkoter i Børselva) oversendt fra Skaun kommune.
- Rapport med profiler langs og på tvers av Børselva utarbeidet av NVE i forbindelse med sikringsarbeider i 2002, jf. /27/.

3.2 Tidligere grunnundersøkelser / geotekniske prosjekteringsforutsetninger

- Rapporter med tidligere utførte grunnundersøkelser fra Skaun kommune sitt arkiv, jf. /7/-/26/ og /28/-/29/.
- Rapportene /1/ - /6/ samt /27/ og /30/ har vi fra eget arkiv.
- Rapport /31/ har vi fått oversendt fra Statens Vegvesen.

4 FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Beliggenhet av boringer og bormetoder vist på plan i Figur 3. Boringene omfatter grunnundersøkelsene utført av NGI i 2007 og boringer fra tidligere grunnundersøkelser som vi har fått tilgang til, jf. kap. 3.

4.1 Undersøkelsesmetoder

I det følgende gis en kort beskrivelse av de grunnundersøkelsesmetoder som hovedsakelig er benyttet i Børsa.

4.1.1 Sonderinger

Dreie-, dreietrykk- og totalsondering blir brukt for en innledende grovkartlegging av løsmassene. Disse bormetodene gir informasjon vedrørende lagdelinger, jordarter, sensitivitet og dybder til fjell / faste masser. Trykksondering (CPTU) gir i tillegg et grunnlag for tolkning av udrenert skjærfasthet gjennom korrelasjoner mot treaksial- og direkte skjærforsøk (DSS) utført i laboratorium.

4.1.2 Vingeboringer

Ved vingeboring måles jordas udrenerte, direkte skjærfasthet, dvs. skjærfastheten på horisontale plan. Metoden egner seg godt for å påvise kvikkleire.

4.1.3 Poretrykksmålinger

Vanntrykket i bakken (poretrykket) måles i ett eller flere nivåer ved hjelp av stigerør / måleceller. Målingene indikerer hvor grunnvannstanden står. Poretrykksforholdene påvirker skjærfastheten.

4.1.4 Prøveserier – rutineundersøkelser

Rutineundersøkelser omfatter som regel visuell jordartsbeskrivelse samt måling av vanninnhold, romvekt og skjærfasthet ved konus- og enaksiale trykkforsøk.

4.1.5 Treaksial- og ødometerforsøk

Dette er avanserte laboratorieforsøk som utføres på prøver tatt i felt. Treaksialforsøk gir direkte målinger av skjærfasthet, mens ødometerforsøk utføres for å bestemme prekonsolidering og setningsegenskaper.

4.2 **Undersøkelser utført av NGI i 2007**

Feltundersøkelsene ble utført i første halvdel av januar 2007. Borpunktene er nummerert fra 101-123 på borplanen i Figur 3. Det ble utført 23 dreietrykkssonderinger og 5 trykkssonderinger (CPTU). Videre ble det installert poretrykksmålere i 2 nivåer ved 4 borpunkter. Prøver ble tatt ved 2 borpunkter, i alt 4 stk.

Laboratorieundersøkelsene omfattet rutineundersøkelser (jf. 4.1.4), bestemmelse av plastisitets- og flytegrenser samt måling av saltinnhold. Ødometerforsøk ble utført på 3 prøver.

For fullstendig dokumentasjon av måldata fra felt og laboratorium henvises til vår datarapport, jf. /3/. Sonderingskurver og poretrykksmålinger, samt

beliggenhet og dybder for prøver, er vist sammen med resultater fra tidligere grunnundersøkelser i profil A-A til M-M, Figur 4-10. Tolkning av udrenert skjærfasthet fra trykksonderingene (CPTU) finnes i Vedlegg A. Resultater og tolkede parametere fra ødometerforsøkene finnes i Vedlegg B, likeledes finnes poretrykksmålingene i Vedlegg D (Vedlegg B og D inneholder også data fra tidligere grunnundersøkelser).

4.3 Tidligere grunnundersøkelser

4.3.1 Sonderinger

Alle rapportene over tidligere grunnundersøkelser inneholder en eller flere typer sonderinger. Noen av sonderingene er presentert på profilene i Figur 4-10.

CPTU-sonderinger er utført i forbindelse med prosjektene:

- Barnehage – Rambøll, jf. /9/
- Infrastrukturanlegg – Multiconsult, jf. /25/
- E.39 Klett – Bårdshaug, NGI, jf. /4/ og /5/

4.3.2 Vingeboringer

Slike boringer er utført i forbindelse med:

- Gjenbrukstorg – Kummeneje, jf. /11/
- Skaun ungdomsskole, jf. /19/
- E.39 Klett – Bårdshaug, Statens Vegvesen, jf. /30/
- Børsa bru – Rv. 65, Statens Vegvesen, jf. /28/
- Hovedveganl. Buvik – Orkanger, jf. /31/

4.3.3 Poretrykksmålinger

Poretrykksmålinger er utført i forbindelse med:

- Infrastrukturanlegg – Multiconsult 411175, jf. /25/
- Børsa bru – Rv. 65, Statens Vegvesen jf. /28/ og /29/
- E.39 Klett – Bårdshaug, NGI og Statens Vegvesen jf. /4/ og /30/

Aktuelle poretrykksmålinger er presentert på profilene i Figur 4-10, videre er måleresultatene å finne i Vedlegg D.

4.3.4 Prøveserier – rutineundersøkelser

Det er god dekning av prøveserier med rutineundersøkelser innenfor reguleringsområdet. Slike undersøkelser er utført for prosjektene:

- Tradisjons Hus – Moan, Scandiaconsult, jf. /7/
- Reguleringsplan Børsa Vest, Rambøll jf. /8/
- Gjenbrukstorg – Kummeneje, jf. /11/
- Barnehage – Rambøll, jf. /9/
- Børsa barneskole – Kummeneje, jf. /18/ og /23/
- Idrettsanlegg – Kummeneje, jf. /17/
- Serviceområde Naustan – Kummeneje, jf. /16/
- Infrastrukturanlegg – Multiconsult, jf. /25/
- Skaun Rådhus – Kummeneje, jf. /14/
- Børsa samvirkelag - Kummeneje, jf. /12/
- Børsa sykehjem - Kummeneje, jf. /10/, /15/ og /20/
- Skaun ungdomsskole - Kummeneje, jf. /19/
- Reguleringsplan – Kummeneje, jf. /13/
- E.39 Klett – Bårdshaug, jf. /4/, /5/ og /30/
- Børsa bru – Rv. 65, Statens Vegvesen jf. /28/
- Hovedveganl. Buvik – Orkanger, jf. /31/

4.3.5 Treksial- / ødometerforsøk

Det er utført treksial- / ødometerforsøk i forbindelse med følgende prosjekter:

- Børsa samvirkelag - Kummeneje 5073, jf. /12/
- Skaun Rådhus – Kummeneje 5018, jf. /14/
- Barnehage – Rambøll 640399A, jf. /9/
- Infrastrukturanlegg – Multiconsult 411175, jf. /25/
- E.39 Klett – Bårdshaug, jf. /4/, /5/ og /30/
- Børsa bru – Rv. 65, jf. /28/

I Vedlegg B er det gitt en oversikt over alle ødometerforsøk av brukbar kvalitet med tolkning av prekonsolideringsspenning. I tillegg er det lagt ved en tabell med en mer fullstendig oversikt over måledata og tolkede parametere for ødometerforsøkene utført av NGI.

I Vedlegg C finnes en tabell med oversikt over måledata og tolkede parametere fra treksialforsøk utført av NGI.

5 BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDENE

5.1 Kwartærgeologi

Naturlige løsmasser domineres av siltig leire avsatt under havnivå i løpet av avsmeltingsperioden etter siste istid. Landet hevet seg som følge av at isen smeltet ned, og områder som tidligere lå under havoverflata er i dag tørt land. Det siste gjelder alle områder under den såkalte marine grense deriblant Børsa

sentrum. Landskapet slik det fremstår i dag er utformet, i første rekke av geologiske prosesser som bekkeerosjon og skred, fra opprinnelig å være tilnærmet flat havbunn. Opprinnelig havbunnsnivå har ligget høyere enn dagens terreng over det aller meste av reguleringsområdet.

Grunnvannstrømning ut mot de eroderte dalene har vasket ut saltet i leira, og det har blitt dannet kvikkleire. Denne leirtypen har sprøbruddoppførsel og blir fullstendig flytende ved omrøring. Det finnes mange spor etter kvikkleireskred i Børsa, blant annet ligger en tydelig skredgrop like øst for Børselva mellom E.39 og Fv. 800 og en annen ligger like vest for Rossvoldbrua (utløst ca. år 1820).

Enkelte steder finnes toppmasser av elveavsatt sand og silt med organisk innhold. Dette er yngre avsetninger fra tiden etter at landskapsutformingen hadde kommet i gang og vegetasjon var etablert. Slike masser vitner om erosjon og terrengsenkning.

5.2 Terrengforhold, lagdeling og beskrivelse av løsmasser

5.2.1 Topografi

Området som er studert i denne rapporten strekker seg fra sjøen og opp til Rossvoldbrua, området begrenses videre av overgangen til morenedekke / fjell øst for E.39 og nord for Fv. 773. Børselva har et fall på ca. 3 meter fra Rossvoldbrua og ned til sjøen. Fra elva stiger terrenget på begge sider, med gjennomsnittlig helning på ca. 1:5 eller slakere, opp til relativt markerte platåer ved ca. kt. +20-25. Lengst inn på platåene begynner terrenget å stige på igjen oppover mot åssidene.

5.2.2 Inngrep

Børselva er erosjonssikret på den aktuelle strekningen og elveløpet er hevet med gjennomsnittlig ca. 2 meter i størrelsesorden.

I Børsa sentrum er to opprinnelige raviner / bekkefar, som tidligere munnet ut i hverandre mellom barneskolen og ungdomsskolen, fylt opp på en strekning mellom Moan og Børselva.

Bakkeplanering er utført i begrenset omfang i forbindelse med jordbruk og opparbeidelse av tomter blant annet ved ungdomsskolen og i området mellom rådhuset og E.39.

5.2.3 Løsmasser

Resultater fra tidligere og nye grunnundersøkelser er sammenstilt på profilene i Figur 4-10.

Øverst finnes et lag bestående av matjord / tørrskorpeleire / sand – silt. Mange steder er dette laget svært tynt (noe som for øvrig er ugunstig med tanke på fundamentering og anleggsarbeider). Spesielt gjelder dette for området nord og vest for idrettsplassen, jf. område 2.1, men også i området rundt barneskolen og Meieriskogen, jf. område 2.2 og 2.3. Der hvor toppmassene består av sand-silt, som for eksempel ved sykehjemmet, er massene løst lagret med organisk innhold (slike masser kan være problematiske med tanke på fundamentering og setninger).

Den underliggende laget av leire er relativt ensartet over området. Leirmassene er siltige og derav "lite" – "middels" plastiske. Leira er som oftest "bløt" – "middels fast" øverst, hvorfra fastheten øker med dybden. Fastheten av leira varierer forøvrig med graden av forkonsolidering, jf. 5.4. Massene er sensitive ned til et nivå som omtrent samsvarer med drenasjenivå for nærliggende dalsøkk, jf. 3.2.4 om kvikkleire.

Over fjell finnes flere steder et tynt morenedekke.

Mektigheten av løsmasser er generelt stor ved midten av dalføret og avtar mot åssidene hvor fjellet kommer opp mot dagen. Mange borer i Børsa sentrum er avsluttet i 30 og 40 meter dybde uten å påtreffe fjell. Ved Børselva er det bl.a. boret 80 meter til fjell ved et brufundament for Rossvoldbrua. I de høyeste delene av reguleringsområdet, mot nord og nordvest, er fjell påtruffet i få meters dybde.

5.3 Kvikkleire

Utbredelsen av kvikkleire er markert med skravur på profilene A-A til M-M i Figur 4-10.

5.3.1 Utbredelse

De aller fleste boringene innenfor reguleringsområdet indikerer / viser kvikkleire. Unntakene er borpunkter nede ved Børselva på en ca. 300 meter lang strekning nedstrøms Rossvoldbrua, borpunkter i skråningen nord for ungdomsskolen samt noen få borpunkter lengst opp mot Fv. 773 nord for idrettsplassen.

Kvikkleira er altså sammenhengende praktisk talt over hele området. Ved barneskolen synes kvikkleirelaget mindre gjennomgående enn for øvrig (jf. område 2.2 samt profil F-F og G-G i Figur 6 og 7).

5.3.2 Dybder og mektighet

Kvikk- / sensitiv leire påtreffes flere steder så grunt som 3-5 meter under terreng, for eksempel nord og vest for idrettsplassen (område 2.1), ved barneskolen (på en del av område 2.2), Meieriskogen (på en del av område 2.3)

og på søndre del av reguleringsområdet øst for Børselva (jf. område 2.4). Ved rådhuset og sykehjemtomta ligger toppen av kvikkleirelaget noe dypere, ca. 5-10 meter under terreng (på en del av område 2.3). Det siste er også tilfelle for nordre del av reguleringsområdet øst for Børselva (jf. område 2.4).

Kvikkleirelaget går generelt ned til fjell eller et dyp hvor grunnvannsstrømningen er for liten til at det har blitt dannet kvikkleire. Normalt samsvarer dette nivået med nærliggende dalbunn (drenasjenivå). På de fleste steder i reguleringsområdet medfører disse begrensningene at maksimal kvikkleiremektighet ligger mellom 10 og 15 meter. I området omkring dagens barneskole er mektigheten av kvikkleire mindre, ca. 5-6 meter.

5.3.3 Spesielle forhold

Det er to forhold en spesielt skal være oppmerksom på med hensyn på kvikkleira i Børsa:

- Overgangen til kvikkleire ligger flere steder mindre enn 5 meter under terreng. Dette kan medføre anleggstekniske problemer, men også stabilitetsmessige problemer med fare for grunnbrudd i kvikkleira. Den relativt store mektigheten øker faren for at det kan inntre dype glidninger og dermed store skred.
- Leira er på mange steder svært sensitiv, sensitiviteter over 100 er målt flere steder. Ved omrøring vil leira bli helt flytende. Dette innebærer at mindre initialskred / grunnbrudd lett vil kunne utvikle seg til å bli meget omfattende.

5.4 Poretrykk

I Vedlegg D finnes en oversikt over poretrykksmålinger, beliggenhet av målingene er vist på plan i Figur 3. Målinger fra nærliggende borpunkter er dessuten presentert på profil i Figur 4-10. De presenterte målingene er utført til forskjellige årstider, og det forventes en viss variasjon over året.

De høyeste poretrykkene er målt ved idrettsplassen, jf. område 2.1. Her er det ved ett borpunkt (102) målt artesisk trykk, dvs. stigehøyde over terreng, for målere både i 10 og 19 meter dybde. Dette skyldes nok at det er forbindelse til et høyere grunnvannsnivå lenger opp i skråningen. De øvrige målingene i samme område tilsvarer omtrent hydrostatisk poretrykk fra 2 meter dybde.

Ved Meieriskogen (borpkt. 113), jf. område 2.3, er det målt poretrykk som omtrent tilsvarer hydrostatisk trykk fra 2-3 meter under terreng. Oppe på plataet øst for Børselva, ved E.39 jf. område 2.4, viser målinger en lignende poretrykksfordeling.

Målinger mellom rådhusomtå og Rossvoldbrua viser lave poretrykk i skråningen vest for Børselva, jf. /25/. Det samme gjelder for ett målepunkt ca. 100 meter vest for Børselva langs Fv. 800. Disse målingene kan tyde på drenerasje ut i skråningene.

Ved Børselva tilsvarer målte poretrykk omtrent hydrostatisk trykk fra elvenivå. Målinger er gjort ved Rossvoldbrua og bru for Fv. 800.

5.5 Fasthetsegenskaper

Stabilitetsforholdene er bestemt på basis av udrenert skjærfasthet, s_u . Dette er den praktiske konsekvens av erfaringer fra skred og laboratoriedata på kvikkleire. Erfaringene viser at når opptredende skjærspenninger overskrider en kritisk terskelverdi, tilsvarende udrenert skjærfasthet, skjer en eksplosiv poretrykksøkning og derved brudd i leira, jf. /2/.

Udrenert skjærfasthet har i løpet av de seneste årene i økende grad blitt bestemt gjennom CPTU-forsøk. Korrelasjoner mellom CPTU-resultater, overkonsolideringsforhold og udrenert skjærfasthet er utviklet for bløt til middels fast leire. Korrelasjonene er basert på sammenstilling av CPTU-resultater mot udrenert aktiv treaksial skjærfasthet, s_u^A , og forkonsolideringstrykk bestemt på høykvalitets blokkprøver fra 17 ulike lokaliteter, jf. /1/. Det foreligger korrelasjoner mellom udrenert skjærfasthet og ulike CPTU – faktorer. Sammenstillingene viser at poretrykksfaktoren, $N_{\Delta u}$, gir den mest konsistente korrelasjonen med udrenert skjærfasthet, og er derfor lagt mest vekt på i dette tilfellet.

For å kunne benytte korrelasjonene i Børsa sentrum, er overkonsolideringsgraden for de ulike delene av reguleringsområdet kartlagt gjennom tolkning av ødometerforsøk, jf. 4.2-4.3 og Vedlegg B. Opprinnelige havbunnskoter tolket fra ødometerforsøk og terrengstudier er vist i Vedlegg E. Her er også beliggenhet av borer med tolkede ødometerforsøk (grunnlagsdata) vist. Det er benyttet korrelasjoner for sensitiv / kvikk leire.

I Vedlegg A er skjærfasthetsprofiler for de ulike borestedene vist (uten sprøbruddreduksjon, se under). Skjærfasthetsprofilene er beregnet ved hjelp av korrelasjonene beskrevet over. Aktiv skjærfasthet, s_u^A , er her vist både på grunnlag av poretrykksfaktor, $N_{\Delta u}$ (sort kurve), og spissmotstandsfaktor, N_{kt} (rød kurve).

Følgende uttrykk er funnet å gi best tilpasning mellom dagens effektivspenning, forkonsolideringstrykk og udrenert aktiv skjærfasthet bestemt gjennom CPTU-korrelasjoner (blå kurve):

$$s_u^A = 0,3 * p_0' * OCR^{0,7}$$



- Der:
- p_0' betegner vertikal effektivspenning
 - $OCR = p_c' / p_0'$, betegner overkonsolideringsforholdet
 - p_c' betegner forkonsolideringstrykk

I stabilitetsberegningene er skjærfasthetsprofiler beregnet i henhold til uttrykket over benyttet. Lokale forhold knyttet til poretrykk og forkonsolidering (jf. Vedlegg B og D) gjør at udrenert skjærfasthet varierer så vel mellom delområder som innenfor hver enkelt skråning. I kvikkleire er udrenert skjærfasthet i forhold til uttrykket over redusert med 15%, og i sensitiv leire er udrenert skjærfasthet redusert med 10%. Reduksjonen er gjort for å ta hensyn til sprøbruddoppførsel og tids-effekter, som medfører at laboriørebestemt skjærfasthet er noe høyere enn "virkelig" skjærfasthet. Det siste skyldes at belastnings-situasjonen under laborieforsøk ikke helt kan tilpasses den virkelige belastnings-situasjonen.

6 STABILITETSBEREGNINGER

6.1 Beregnede profiler og forutsetninger

Aktuelle profiler (A-A til M-M) er vist på plan i Figur 3.

6.1.1 Dagens situasjon

Beregninger er utført for alle profilene bortsett fra profilene A-A og D-D hvor grunnforhold / geometri tilsier at stabiliteten er bedre enn for nærliggende profiler.

6.1.2 Situasjonen før plastring og heving av elveløpet i Børselva

For profilene E-E, F-F, G-G og L-L er det utført beregninger for situasjonen før plastring langs Børselva. Beregningene er utført for å kunne vurdere hvor stor forbedring av stabiliteten tiltaket har medført.

6.1.3 Situasjonen før oppfylling i ravine nord for ungdomskolen

For profil M-M er det utført stabilitetsberegninger for situasjonen før oppfylling i ravinen mellom dagens barnehage og ungdomsskole. Opprinnelig nivå for bunn ravine / bekk er beheftet med noe usikkerhet pga. dårlig kartgrunnlag (interpolasjon av koter for opprinnelig terreng mellom ungdomsskolen og barneskolen). Beregningen er utført for å kunne vurdere i størrelsesorden hvor stor forbedring av stabiliteten tiltaket har medført. Oppfylling med tørrskorpeleire er modellert. Det er antatt en maksimal oppfyllingshøyde på 2,5 meter ved bunnen av den opprinnelige ravinen, jf. Figur 10.



6.1.4 Mulig stabilisering av skråningen nordøst for sykehjemmet

For profil L-L er det utført beregninger for å vurdere effekten av oppfylling på plataået ved ca. kt. +5. Det er modellert oppfylling med 2,5 meter stein. Fyllinga med utkilinger strekker seg helt fra bredden av Børselva (dagens kt.+4) og nesten opp til veien (dagens kt. +12,5).

6.2 Materialparametere

6.2.1 Plastring

Det er modellert plastring med stein langs Børselva.

Romvekt: $\gamma_m = 19,0 \text{ kN/m}^3$

Friksjonsvinkel / attraksjon: $\varphi = 42 / a = 0$

6.2.2 Tørreskorpeleire – silt og sand

Boringene viser liten mektighet, i beregningene er laget modellert bare på den øverste meteren.

Romvekt: $\gamma_m = 18,5 \text{ kN/m}^3$

Friksjonsvinkel / attraksjon: $\varphi = 32 / a = 0$

6.2.3 Leire

Laget strekker seg fra underkant tørreskorpe og ned til fjell.

Romvekt: $\gamma_m = 18,5 \text{ kN/m}^3$

Udrenert skjærfasthet: s_u^A valgt i henhold til 5.5

Anisotropiforhold: $ADP = 1,0-0,7-0,4$, jf. 6.5

6.3 Grunnvannsstand og poretrykk

Vi har for stabilitetsberegningene forutsatt at grunnvannstanden ikke står høyere enn underkant av tørreskorpelaget. Det underliggende laget av leire er modellert som udrenert materiale. Disse forholdene tilsier at det er unødvendig å modellere poretrykk i beregningene. Poretrykksforholdene er tatt hensyn til gjennom bestemmelsen av skjærfasthetsprofil, jf. 5.5.

6.4 Laster

Det er kontrollert at permanente laster fra dagens bebyggelse ikke har forverret beregnet sikkerhet for kritiske glidesirkler av betydning (globalstabilitet).

Midlertidige laster fra for eksempel kjøretøyer er ikke modellert.

Vannfylt terrengsprekk ned til 2 meter under terreng er modellert i alle beregningene.

6.5 Beregningsmetode

Til stabilitetsberegningene har vi benyttet programmet "GeoSuite stabilitet" for modellering og presentasjon. Regnemetoden Beast er valgt for beregning av materialfaktor / sikkerhet. Beast benytter lamellemetoden, og er basert på en likevektsbetraktning (horisontalt, vertikalt og moment) i bruddgrensetilstand.

I beregningene er det tatt hensyn til at udrenert skjærfasthet i leire er anisotrop, dvs. at udrenert skjærfasthet er ulik på plan med forskjellig helning.

Vi har benyttet aktiv skjærfasthet (s_u^A), som beskrevet i 5.5, og følgende anisotropiforhold:

$$s_u^{DSS} = 0,7 * s_u^A \text{ (skjærfasthet på horisontale plan)}$$

$$s_u^P = 0,4 * s_u^A \text{ (passiv skjærfasthet)}$$

Anisotropiforholdet er valgt på grunnlag av erfaringsdata / sammenstillinger av udrenert skjærfasthet bestemt ved aktive og passive treaksialforsøk, samt direkte skjærforsøk ("Direct simple shear").

6.6 Resultater

I Figur 4-10 er kritiske glidesirkler og beregnet sikkerhet vist for de ulike profilene. En oversikt over beregningsresultater er gitt i tabellen under.

Tabell 1: Beregnet materialfaktor / sikkerhet for kritisk profil

Profil	Materialkoeffisient (γ_m) for situasjonen i dag, jf. 6.1.1	Materialkoeffisient (γ_m) for plastring / oppfylling, jf. 6.1.2 og 6.1.3	Materialkoeffisient (γ_m) for mulig oppfylling, jf. 6.1.4
Profil A-A	-	-	
Profil B-B	1,83	-	
Profil C-C	1,13	-	
Profil D-D	-	-	
Profil E-E	1,20	1,17	
Profil F-F	1,56	1,41	
Profil G-G	1,39	1,28	
Profil H-H	1,23	-	
Profil I-I	1,35	-	
Profil J-J	1,40	-	
Profil K-K	1,57	-	
Profil L-L	1,29 (lokalt), 1,38 (globalt)	1,23 (globalt)	1,41 (globalt)
Profil M-M	1,45	1,32	

7 STABILITET OG EGNETHET FOR UTBYGGING I DELOMRÅDER

Mektige avsetninger av kvikkleire, betydelige høydeforskjeller samt flere gamle skredgroper tilsier at det er potensiell skredfare innenfor reguleringsområdet. Sikkerhet for liv og eiendom er avgjørende for vurdering av type og omfang av utbyggingsprosjekter. For å vurdere sikkerheten mot skred, er det utført stabilitetsanalyser i 11 profiler i tilknytning til de 4 delområdene hvor det er foreslått utbygging, jf. kap. 6.

Fundamenteringstekniske problemstillinger med tanke på setninger, grunnvannstand mm. inngår ikke i dette oppdraget og er således ikke vurdert.

7.1 Område nord og vest for idrettsplassen

Områdebegrensning og foreslått utbygging er beskrevet i kap. 2.1 og vist i Figur 2.

7.1.1 Stabilitetsforhold

Kvikkleira påtreffes stort sett fra 2-5 meter dybde og strekker seg ned til fjell. Terrenget har slak helning, typisk 1:8 og høydeforskjellen mellom idrettsplassen og fylkesveien er ca. 20 meter midt på området. Grunnen har lite eller ingen forkonsolidering ettersom dagens terrengnivå ikke er nederodert i vesentlig grad. Grunnundersøkelsene viser at leira har lav fasthet.

Områdestabiliteten for vestre halvdel av området er lav, jf. profilene B-B, C-C og H-H i Figur 4, 5 og 8. Beregnet sikkerhet mot utglidning for situasjonen i dag er 1,13 for ugunstigste profil, profil C-C. (Beregningsmessig sikkerhet >1,40 anses som tilfredsstillende). Sikkerheten er lav også for profil H-H (1,23), mens stabiliteten er bedre lengst vest ved profil B-B (1,83).

I østre del av området er stabiliteten for dagens situasjon noe bedre, jf. profilene I-I og M-M i Fig 8 og 10. Beregnet sikkerhet mot utglidning er 1,35 vest for barnehagen, profil I-I, og 1,45 for et profil gjennom barnehagen, profil M-M. Ved profil M-M har oppfylling i den opprinnelige ravinen nord for ungdomsskolen medført at beregnet sikkerhet er hevet med ca. 10 % (beregningmessig sikkerhet for situasjonen før oppfylling er 1,32).

7.1.2 Vurdering vedrørende utbygging på vestre halvdel

En eventuell utbygging på vestre halvdel vil forutsette betydelige stabiliserende tiltak. Stabilitetsforbedringen bør i hovedsak oppnås ved en oppfylling av ravinen i sydvest, helt frem til idrettsbanen. Oppfylling til kote 38-40 kan være aktuelt. I tillegg må utbyggingen tilpasses terrengforholdene og i seg selv ikke medføre en forverring av stabiliteten.



Området anses således ikke egnet som tomt for ny barneskole, som vil betinge betydelige stabilitetsforverrende terrenginngrep (graving/oppfylling).

Etablering av boliger kan være aktuelt, men forutsetter en utbygging som tilpasses terrengforholdene.

Oppfylling av ravinen forutsettes utført forut for enhver utnyttelse av dette området.

Kostnadene ved oppfylling av ravinen vil være sterkt avhengig av tilgangen på egnet fyllmasse. Anslagsvis vil kostnadene kunne beløpe seg til 2-5 millioner kroner.

7.1.3 Vurdering vedrørende utbygging på østre halvdel

På østre halvdel kan utbyggingsprosjekter tillates så sant det kan dokumenteres at utbyggingen medfører en viss forbedring av områdestabiliteten.

Området er således best egnet til prosjekter som kan tilpasses terrengforholdene. Dette vil kunne omfatte boligutbygging og annen mindre og lett bebyggelse.

Å benytte området som tomt for utbygging av ny skole, vil betinge etablering av motfylling for nødvendig forbedring av sikkerheten samt å kompensere for stabilitetsforverrende terrenginngrep.

7.2 **Område rundt dagens barneskole**

Områdebegrensning og foreslått utbygging er beskrevet i kap. 2.2 og vist på plan i Figur 2.

7.2.1 Stabilitetsforhold

Barneskolen ligger på ca. kt. +15, herfra faller terrenget slakt med helning i størrelsesorden 1:15 ned til toppen av elvebrinken som ligger på kt. +7-10. Elvebrinken er bratt, opptil 1:2, og 8-9 meter høy. Grunnundersøkelsene viser kvikkleire i grunnen. Mektigheten av kvikkleire er imidlertid en god del mindre enn hva tilfellet er ovenfor idrettsplassen, og kvikkleirelaget ser ikke ut til å være like gjennomgående. Videre er leira fastere. Dette kommer av at leira er konsolidert for et opprinnelig terrengnivå som har ligget på ca. kt. +25-30. Det er uvisst hvorvidt kvikkleira strekker seg helt ned til og under Børselva; boringene indikerer at så er tilfelle lengst nedstrøms (profil G-G). Lenger oppstrøms tyder boringene på at kvikkleirelaget kiler ut ved elvebrinken (profil F-F).

Stabilitetsanalyser er foretatt i 2 profiler; profil F-F (jf. Fig. 6) og G-G (jf. Fig. 7). Det ene strekker seg fra barneskolen og ned til svingen i Børselva, det andre

går gjennom parkeringsplassen nord for barneskolen (kt. + 9-10) og ned til elva.

Lokalstabiliteten av elvebrinken mot Børselva er relativt sett dårligst innenfor området på grunn av bratt terrenghelning. Laveste beregnede sikkerhet for dagens situasjon er 1,39 ved profil G-G. Elveløpet er hevet i forbindelse med NVE sitt program for sikring av vassdrag. Dette har for profil G-G medført en bedring av sikkerheten på ca. 8-9 % (beregnet sikkerhet er 1,28 for situasjonen før inngrepet). Tiltaket har i tillegg stanset all erosjon i vassdraget slik at stabilitetsforholdene ikke lenger forverres med tiden. I profil F-F er beregnet sikkerhet lik 1,56 for situasjonen i dag. Her har inngrepet langs Børselva medført ca. 10-11% forbedring av sikkerheten (beregnet sikkerhet er 1,41 for situasjonen før inngrepet).

7.2.2 Vurdering vedrørende utbygging

Stabiliteten av dette området er akseptabel for dagens situasjon. Ved utbygging i området må det settes krav til at stabilitetsforholdene ikke forverres, hverken lokalt eller globalt.

7.3 **Skråning mot Børselva nordøst for rådhuset og sykehjemmet**

Områdebegrensning og foreslått utbygging er beskrevet i kap. 2.3 og vist på plan i Figur 2.

7.3.1 Stabilitetsforhold

Skråningen har opptil 20-22 meter høydeforskjell og gjennomsnittlig helning ca. 1:5. Kvikkleire er påvist i skråningen og oppe på plataet. Mektigheten av kvikkleire er relativt stor øverst i skråninga (10-15 meter). Boringene indikerer at kvikkleirelaget kiler ut i skråninga ned mot Børselva. Grunnen er nederodert fra et opprinnelig terrengnivå på ca. kt. +25 – 30.

Vi har utført stabilitetsanalyser i 2 profiler; ett fra rådhuset til Børselva (profil E-E, jf. Fig. 6) og ett fra sykehjemmet til Børselva (profil L-L, jf. Fig. 10).

Sikkerheten mot utglidning nordøst for rådhuset (profil E-E) er beregnet til 1,20 for situasjonen i dag. Sikringsarbeidene langs Børselva har her bare medført en forbedring av beregnet sikkerhet på 2-3 % (beregnet sikkerhet er 1,17 for situasjonen før inngrepet). Tiltaket har imidlertid stanset all erosjon i vassdraget slik at stabilitetsforholdene ikke lenger forverres med tiden.

Nordøst for sykehjemmet (profil L-L) er beregnet sikkerhet lik 1,29 for situasjonen i dag (lokalt i skråningen ovenfor plataet på kt. +5) og 1,38 for glidning helt ut i elva (globalt). Børselva er hevet med minst 1,5 – 2 meter og løpet er flyttet ca. 4 meter i forbindelse med NVE sitt program for sikring av vassdrag. Dette har medført en forbedring av områdestabiliteten på 12-13 %



(beregnet sikkerhet er 1,23 for situasjonen før inngrepet). Tiltaket har i tillegg stanset all erosjon i vassdraget slik at stabilitetsforholdene ikke lenger forverres med tiden. Lokalt nedenfor sykehjemmet er sikkerheten imidlertid uforandret. Her kan sikkerheten heves ved å fylle opp som beskrevet i kap. 6.1.4. Det siste medfører at beregnet sikkerhet for kritisk glideflate heves fra 1,29 (lokalt) til 1,41 (globalt).

7.3.2 Vurdering vedrørende utbygging

Områdestabiliteten i dag er beregningsmessig noe lav for dette området. NVEs sikringsarbeider i Børselva har imidlertid medført en forbedring av sikkerheten og fjernet faren for fremtidig erosjon. Særlig aktsomhet bør utvises i forbindelse med ny byggeaktivitet. Ved utbygging innenfor området må det settes krav til at prosjektene ikke forverrer områdestabiliteten og at stabiliteten lokalt forbedres noe.

I skråningen nordøst for sykehjemmet kan foreslått bebyggelse tillates under forutsetning av at det legges ut en stabiliserende fylling med 2-3 meter høyde fra plataået på kt. +5 og helt ned til elva. I tillegg må det dokumenteres at stabiliteten av skråninga mot sørøst ikke forverres.

7.4 **Område øst for Børselva mellom E.39 og Fv. 800**

Områdebegrensning og foreslått utbygging er beskrevet i kap. 2.4 og vist på plan i Figur 2.

7.4.1 Stabilitetsforhold

Vi har utført stabilitetsanalyser for antatt ugunstigste profil både på søndre og nordre del (henholdsvis profil J-J og K-K, jf. Figur 9).

Total høydeforskjell innenfor området er ca. 20 meter, og bratteste skråningshelning er 1:4 – 1:5. Kvikkleiremektighet er stor oppe på plataået; av profil J-J går det fram at mektigheten er mer enn 20 meter oppe ved E.39. Boringene nedover mot Børselva indikerer at kvikkleirelaget kiler ut og at det ikke strekker seg helt ned til elva.

Beregnet sikkerhet for situasjonen i dag er 1,40 og 1,57 henholdsvis for profilene J-J og K-K. Kritiske glidesirkler går ikke helt ned til Børselva (områdestabilitet). Det siste medfører at beregnet sikkerhet er upåvirket av NVEs sikringsarbeider langs Børselva.

7.4.2 Vurdering vedrørende utbygging

Stabiliteten for dagens situasjon er akseptabel. Ved utbygging innenfor området må det dokumenteres at stabiliteten ikke forverres verken lokalt eller globalt. Dette oppnås ved å sørge for riktig massebalanse. Planering må i hovedsak utføres slik at masser forflyttes fra toppen til foten av skråningene.

8 RETTIGHETER TIL OG BRUK AV BEREGNINGSGRUNNLAGET

Grunnlagsmaterialet til stabilitetsanalysene er presentert i foreliggende rapport og vår datarapport 20061762-1, datert 19. februar 2007. Stabilitetsanalysene er basert på en inngående tolkning / evaluering av dette materialet, og er NGIs forståelse av foreliggende data. Vi vil derfor presisere at tolkninger / evalueringer utført av NGI ikke må anvendes av andre i fremtidige prosjekter, under henvisning til NGIs arbeid. Grunnlagsmaterialet må tolkes / evalueres i hvert enkelt tilfelle. NGI er ikke ansvarlig for hvordan andre måtte anvende vårt beregningsmateriale.

9 REFERANSER

- /1/ Karlsrud, K.; Lunne, T.; Kort, D.A.; Strandvik, S.
CPTU correlations for clays.
International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 16. Osaka 2005. Proceedings, Vol. 2, pp. 683-702.
Norges Geotekniske Institutt (NGI)
- /2/ Karlsrud K., Aas G. and Gregersen O. (1984)
Can we predict landslide hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian practise and experiences. International Symposium on Landslides. Torino 1984. Proceedings Vol. 1, pp. 107-130. Also publ. in: Norwegian Geotechnical Institute. Publication 158.
- /3/ Børsa sentrum
Grunnundersøkelser. Datarapport.
NGI 20061762-1, 19. februar 2007
- /4/ OPS - E.39 Klett – Bårdshaug
Grunnundersøkelser - Datarapport.
NGI 20031160-1, 19. juni 2003
- /5/ OPS – E.39 Klett – Bårdshaug
Grunnundersøkelser – Datarapport
NGI 20011623-1, 30. august 2002
- /6/ Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred
Rapporten omfatter kartbladet Orkanger
NGI 810074-2, 18. mars 1994
- /7/ Tradisjons Hus AS
Boligfelt Moan
Skaun kommune
Vegomlegging Fv. 773, Skaun ungdomsskole
Grunnundersøkelse. Grunnforhold. Datarapport.



Scandiaconsult 630227A Rapport nr. 1, 17.07.2003

- /8/ Skaun kommune
Reguleringsplan Børsa vest
Datarapport fra grunnundersøkelse
Rambøll 6050077A Rapport nr. 1, 12.04.05
- /9/ Skaun kommune
Barnehage Børsa
Datarapport fra grunnundersøkelse
Rambøll 640399A Rapport nr. 1, 02.12.04
- /10/ Utvidelse av Rossvoldheimen
Supplerende grunnundersøkelse. Datarapport.
Scandiaconsult 610428A Rapport nr. 1, 13.12.02
- /11/ Skaun gjenbrukstorg, Børsa
Grunnundersøkelser. Stabilitetsforhold.
Scandiaconsult Kummeneje 12154 Rapport nr. 1, 25.11.97
- /12/ Orkla samvirkelag
Børsa samvirkelag, Børsa
Geotekniske undersøkelser. Datarapport.
Kummeneje O.5073, 12. desember 1984
- /13/ Regulering av Børsa sentrum.
Generell geoteknisk vurdering.
O.3512 Rapport nr. 2, 23. sept. 1981
- /14/ Skaun kommune
Skaun rådhus, Børsa
Geotekniske undersøkelser. Stabilitet. Fundamentering. Graveforhold.
Kummeneje O.5018, 3. desember 1984
- /15/ Skaun kommune
Tilbygg Børsa sykehjem
Grunnundersøkelse. Stabilitets-, grave- og fundamenteringsforhold.
Kummeneje 10360 Rapport nr. 1, 03.05.1994.
- /16/ Serviceområde, Naustan
Børsa
Grunnundersøkelser. Geotekniske vurderinger.
Kummeneje O.7312 Rapport nr. , 17.08.1989
- /17/ Skaun kommune
Idrettsanlegg Børsa
Datarapport fra grunnundersøkelse




Kummeneje O.7909 Rapport nr. 1, 21.01.91

- /18/ Veg og tomteområde Børsa.
Grunnundersøkelse og geotekniske vurderinger.
Kummeneje O.1852, 18. juni 1974.
- /19/ Grunnundersøkelse og fundamenteringsforhold.
Skaun Ungdomsskole, Børsa.
Kummeneje O.742, 13. desember 1967
- /20/ Skaun kommune
Utvidelse av Børsa sykehjem
Grunnundersøkelse. Datarapport.
O.3609 Rapport nr. 1, 17. februar 1987
- /21/ Forbygning langs Børselva i Børsa sentrum
Forbygningsplan 94/1061 og videre sørover
Kummeneje Best. nr. 12048, 10.02.1994
- /22/ Rossvoldheimen, Børsa
Geoteknisk notat vedrørende utvidelser nordover.
Rambøll 6010428E01 Notat nr. 01, 05.01.2006
- /23/ Herredshus Skaun
Supplerende grunnundersøkelser. Stabilitets- og
fundamenteringsvurdering.
Kummeneje O.2908, 26. januar 1979.
- /24/ Notat RIG 01 – Foreløpig
Skaun kommune – Infrastrukturanlegg Børsa sentrum
Stabilitetsvurderinger
Multiconsult 411175, 2. mai 2005
- /25/ Asplan Viak
Skaun kommune
Infrastrukturanlegg i Børsa sentrum
Grunnundersøkelser. Datarapport.
Multiconsult 411175-1, 17. juni 2005.
- /26/ Revidert reguleringsplan for Børsa sentrum, Skaun kommune i Sør-
Trøndelag – første av to høringer
NVE 200700494-3, arkiv 323, 15.01.2007
- /27/ Tiltak i vassdrag
Samlet plan for sikringstiltak mot erosjon og ras i Buvika, Børsa og
Viggja. Tillegg til detaljplan. Lengde- og tverrprofiler i Børsa.
Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) 200202741, 14.03.03

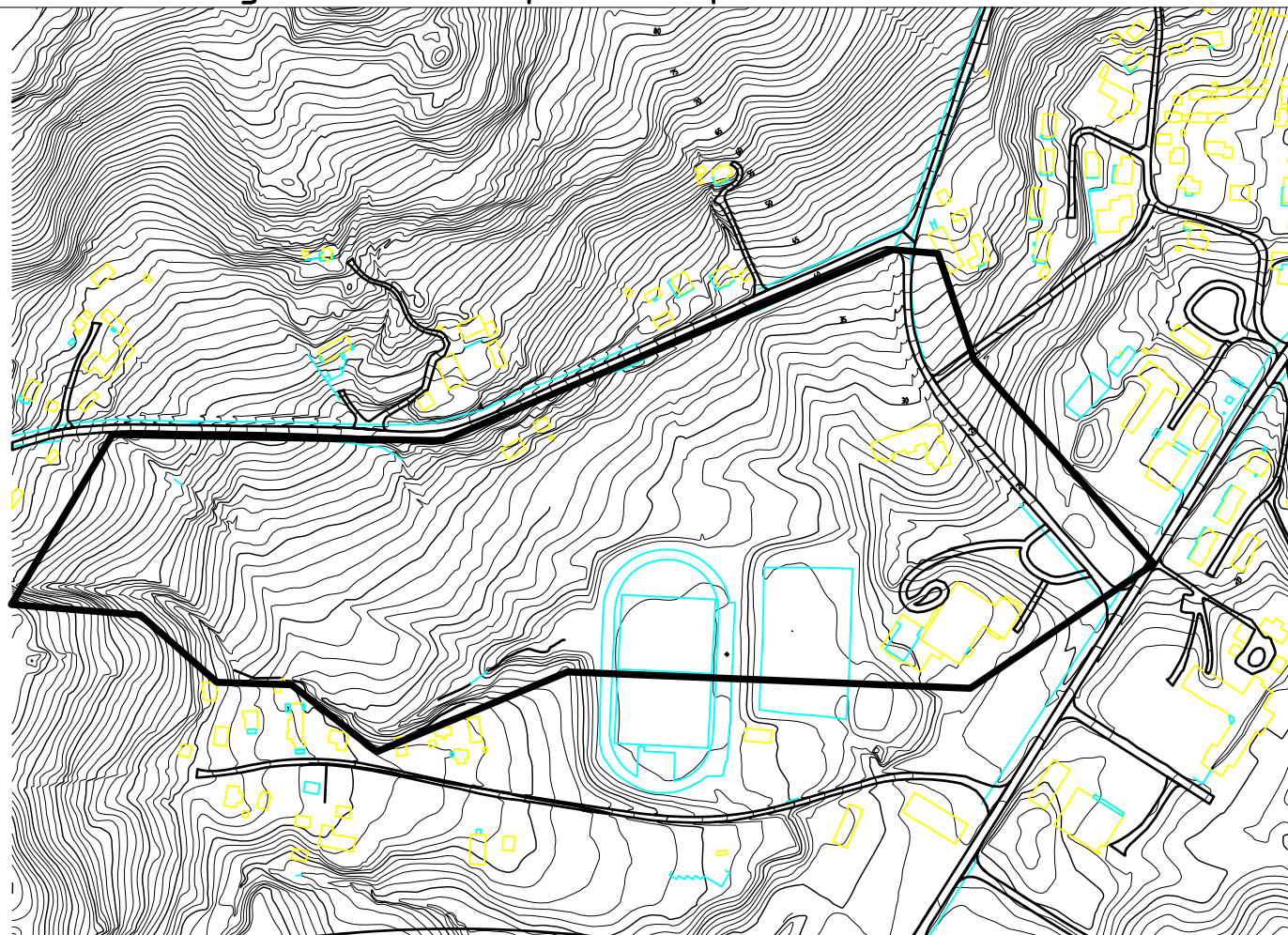


- /28/ Grunnundersøkelser Rv. 65 Børsa bru.
Datarapport.
Statens Vegvesen Ud 611 A, 1991-03-01
- /29/ Grunnundersøkelser Rv. 65 Børsa bru.
Vurderingsrapport.
Statens Vegvesen Ud 611 A, 1991-08-23
- /30/ E.39 Øysand – Thamshavn
Børsa revidert datarapport
Statens Vegvesen Ud 547 B, 2001-01-31
- /31/ Rapport om grunnundersøkelse
Hovedveganl. Buvik – Orkanger
Omlegging i Børsa sentrum
Statens Vegvesen U 17, 1963-07-12

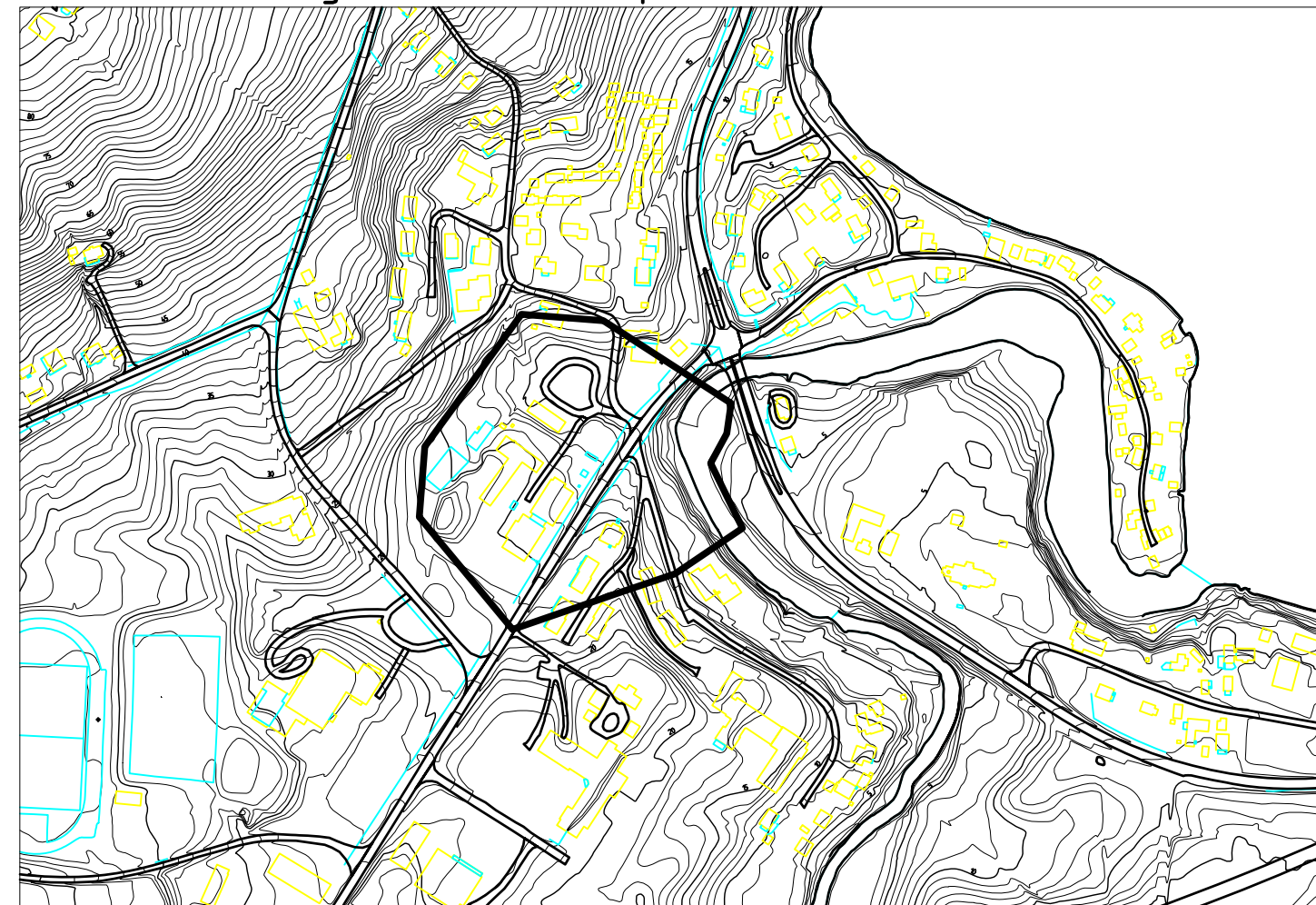


BØRSA SENTRUM	Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. 1
Oversiktskart	Tegner RMO	Dato 2007-02-12
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	

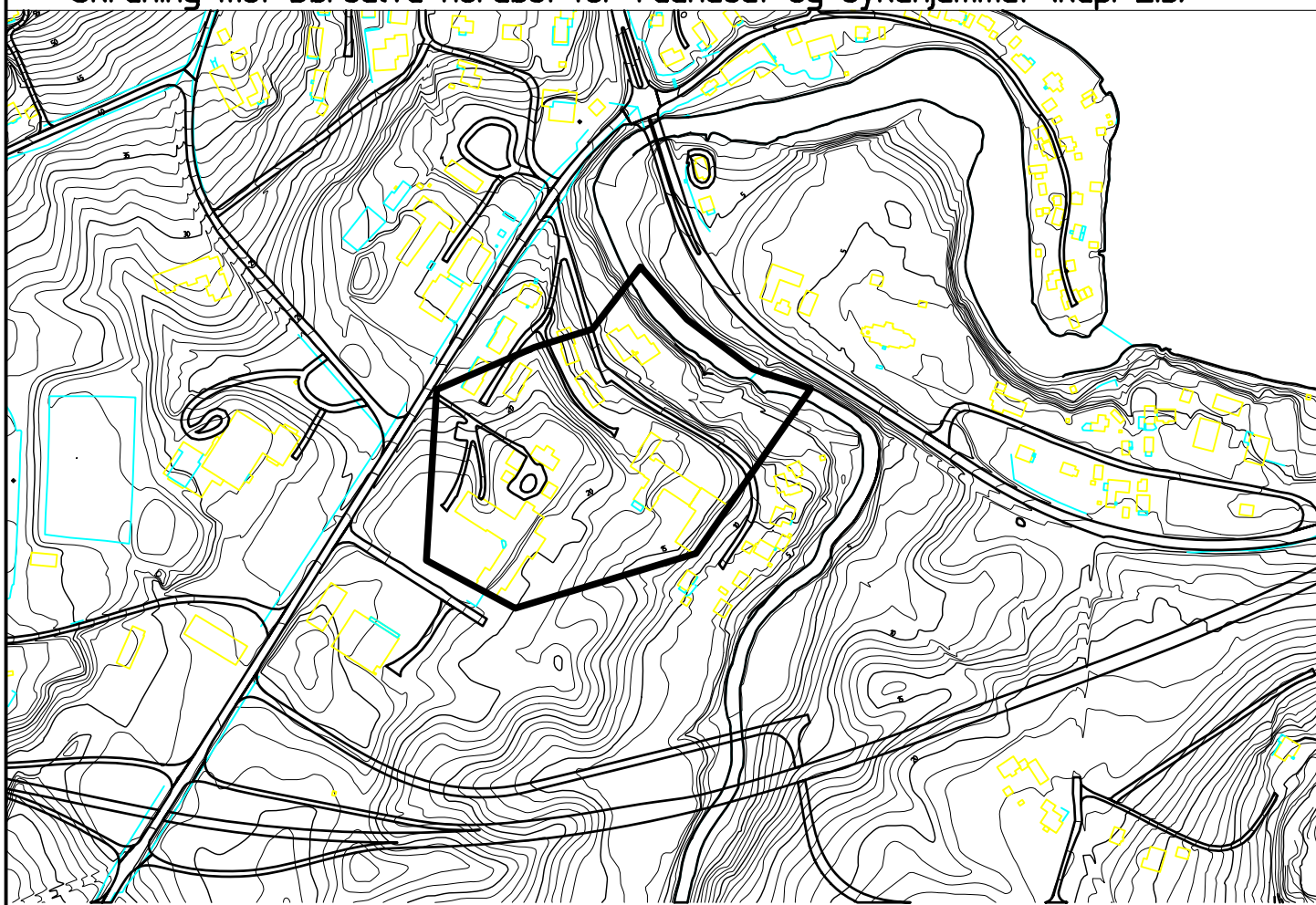
Område nord og vest for idrettsplassen (kap. 2.1)



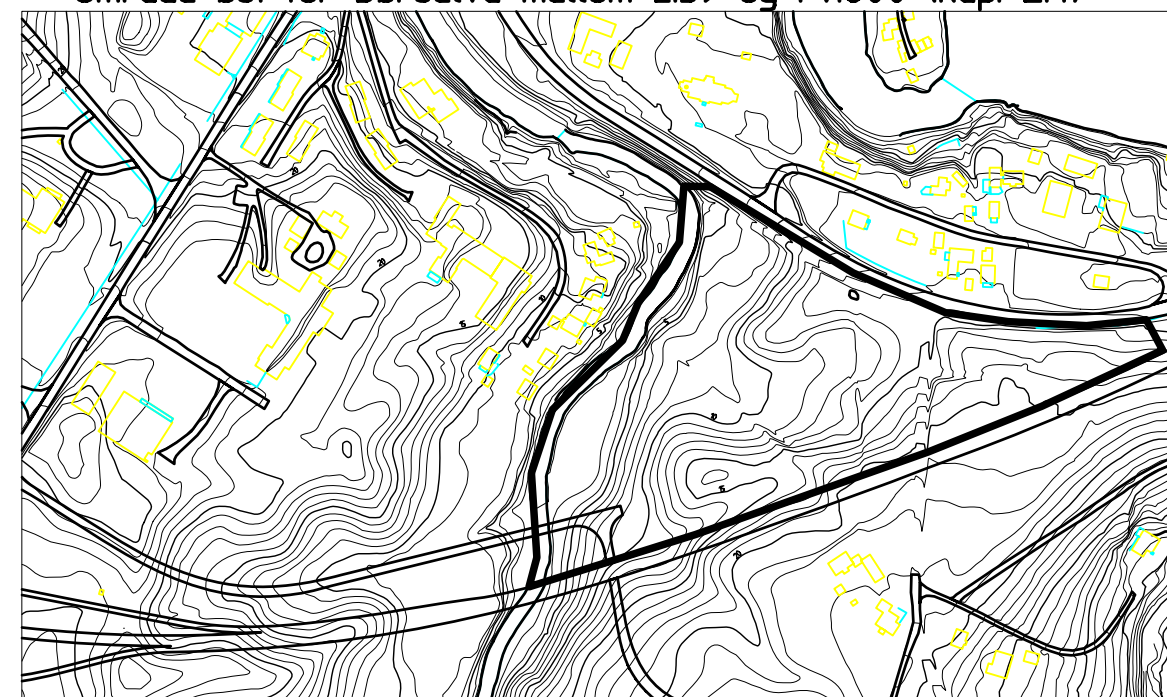
Område rundt dagens barneskole (kap. 2.2)



Skråning mot Børselva nordøst for rådhuset og sykehjemmet (kap. 2.3)



Område øst for Børselva mellom E.39 og Fv.800 (kap. 2.4)



BØRSA SENTRUM

Områder som er vurdert i forbindelse med ny reguleringsplan
M = 1 : 5000

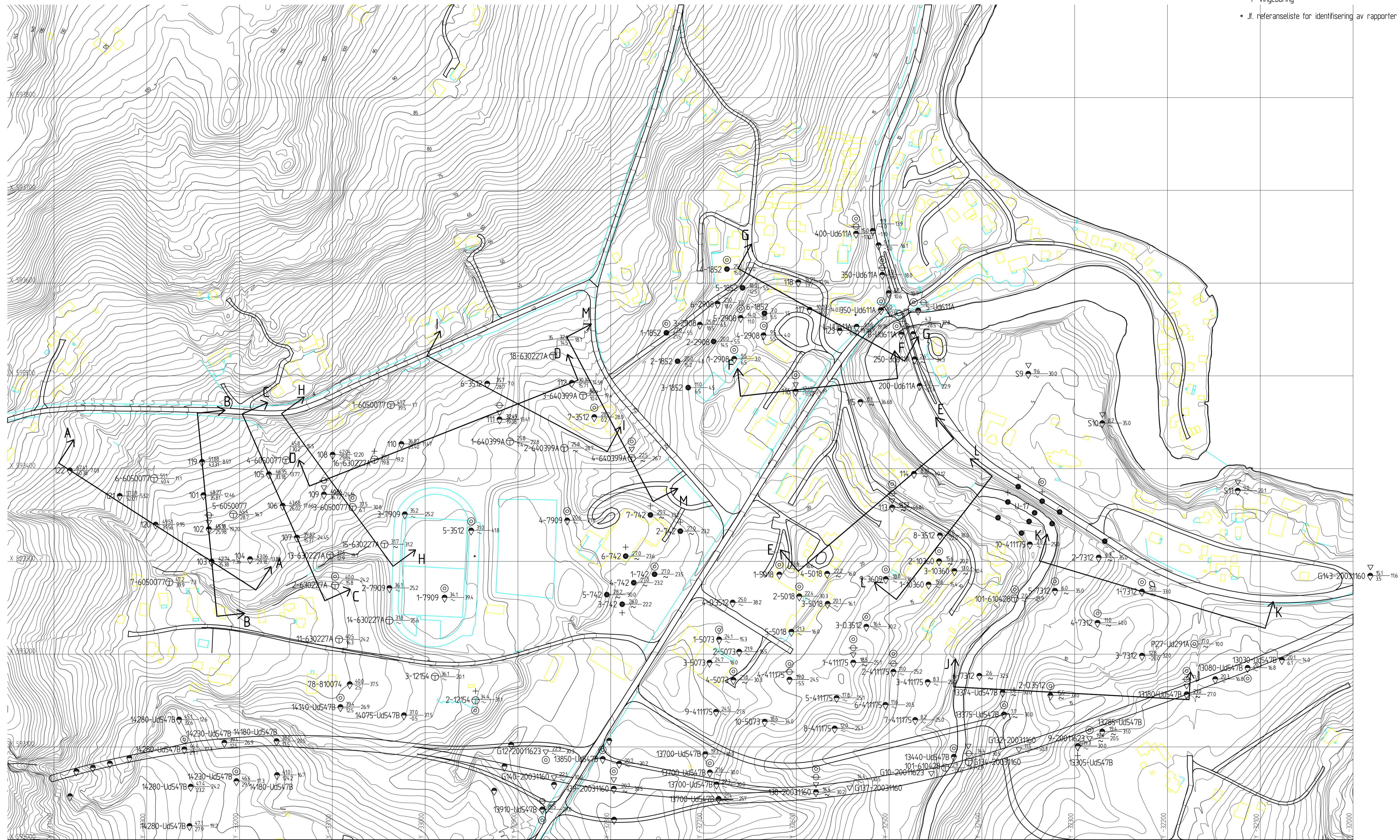
Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. 2
Tegner RMO	Dato: 13.04.07
Kontrollert OG	
Godkjent OG	

Tegnforklaring:

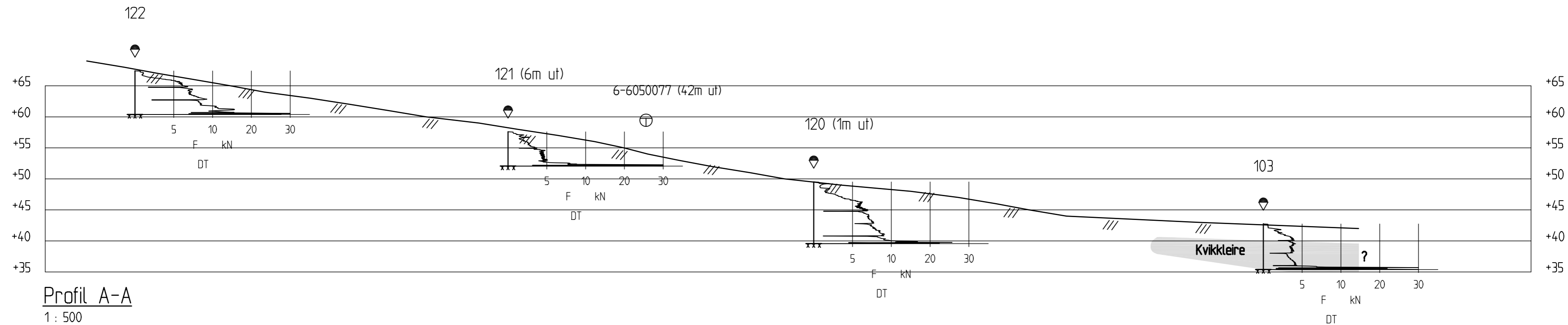
- ◆ Dreietrykkssondering
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksøndering (CPTU)
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⊙ Prøveserie
- Dreiesondering
- + Vingeboring



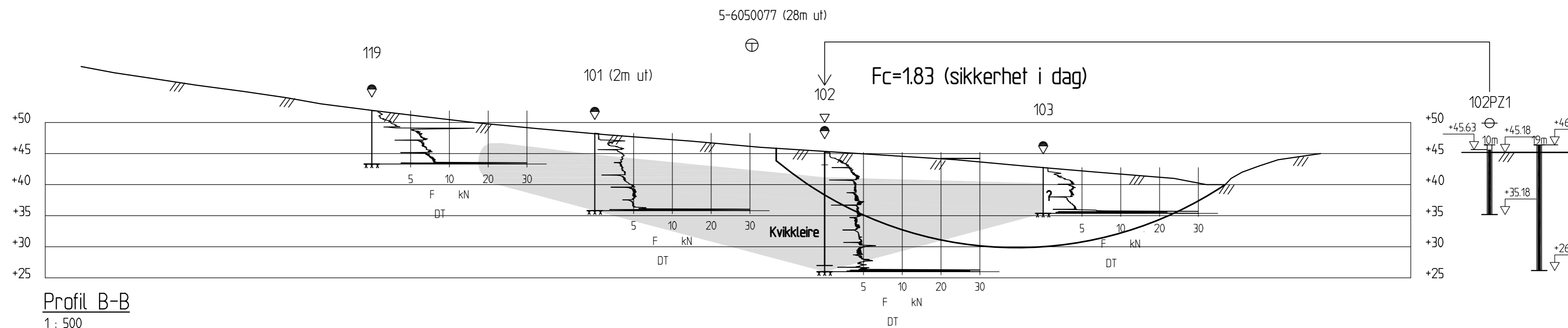
* Jf. referanseliste for identifisering av rapporter



BØRSA SENTRUM		Rapport nr. 20061762-1	Figur nr. 3
Plan med nye og gamle boringer, beliggenhet av profiler M = 1 : 2000		Tegner RMa	Dato 26.03.07
		Kontrollert OG	
		Godkjent OG	



Profil A-A
1 : 500




Profil B-B
1 : 500

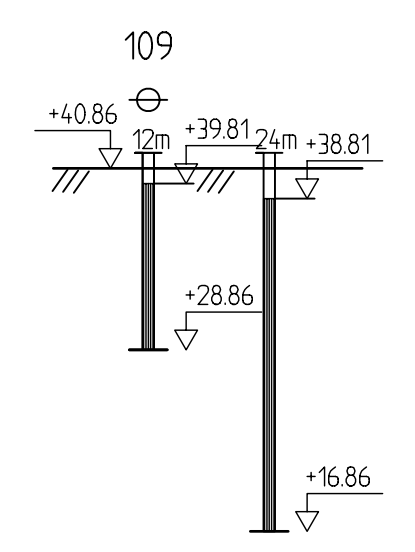
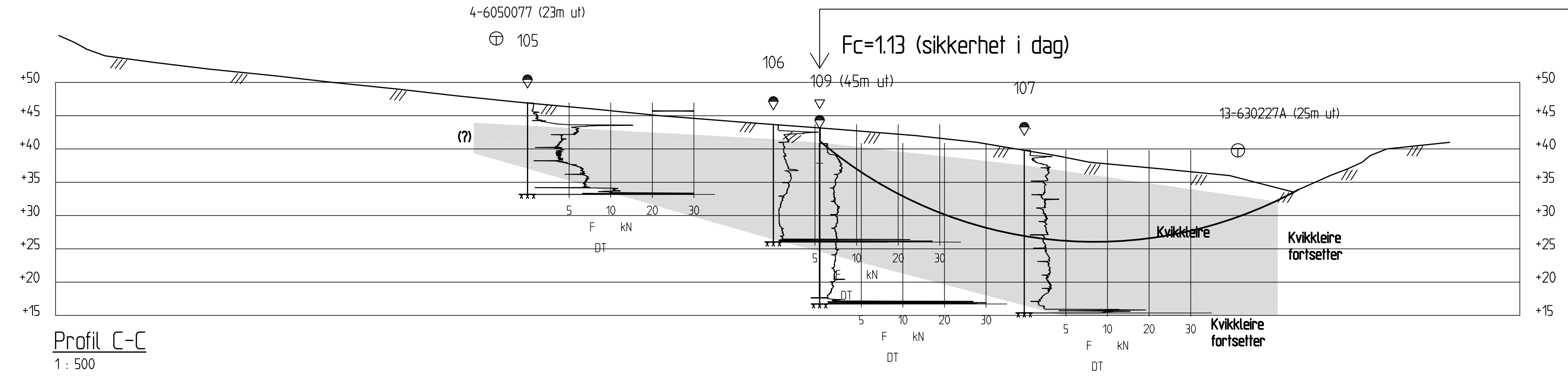
Tegnforklaring:

- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ⊖ Hydraulisk piezometer
- ⊙ Prøveserie
- *** Antatt fjellnivå

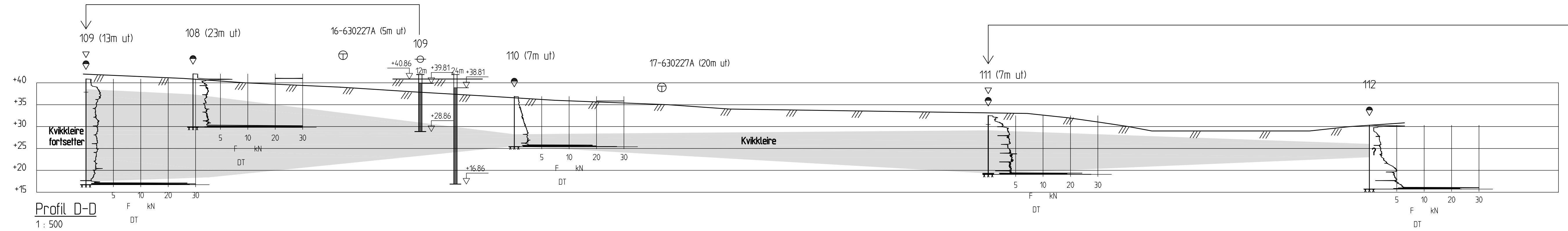
BØRSA SENTRUM

Profil A-A og B-B
M = 1 : 500

Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. 4
Tegner RMo	Dato: 28.03.07
Kontrollert OG	
Godkjent OG	




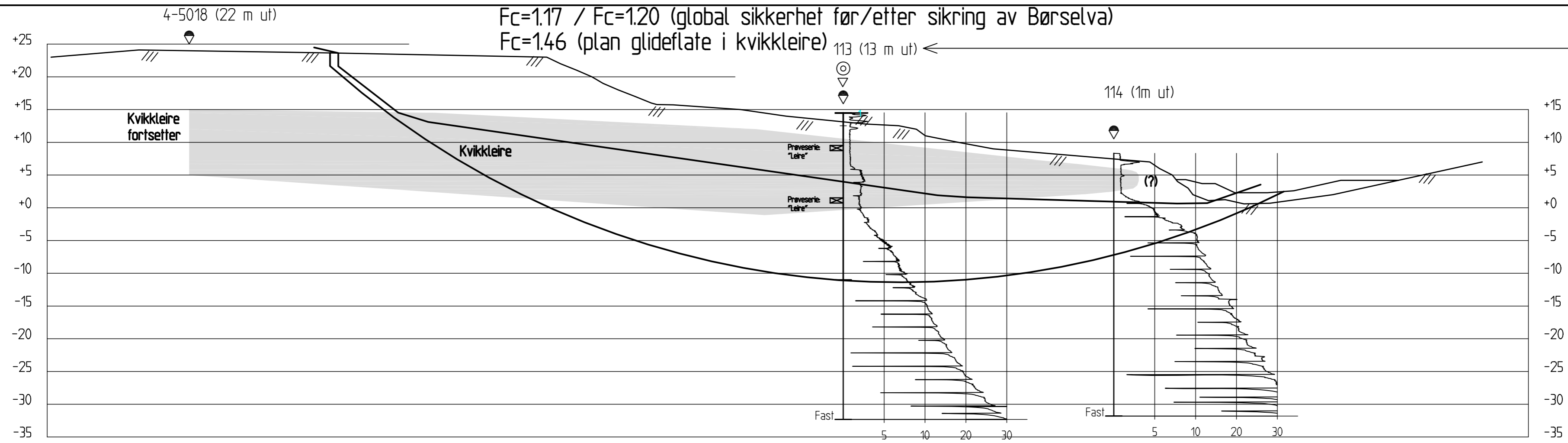
Profil C-C
1 : 500



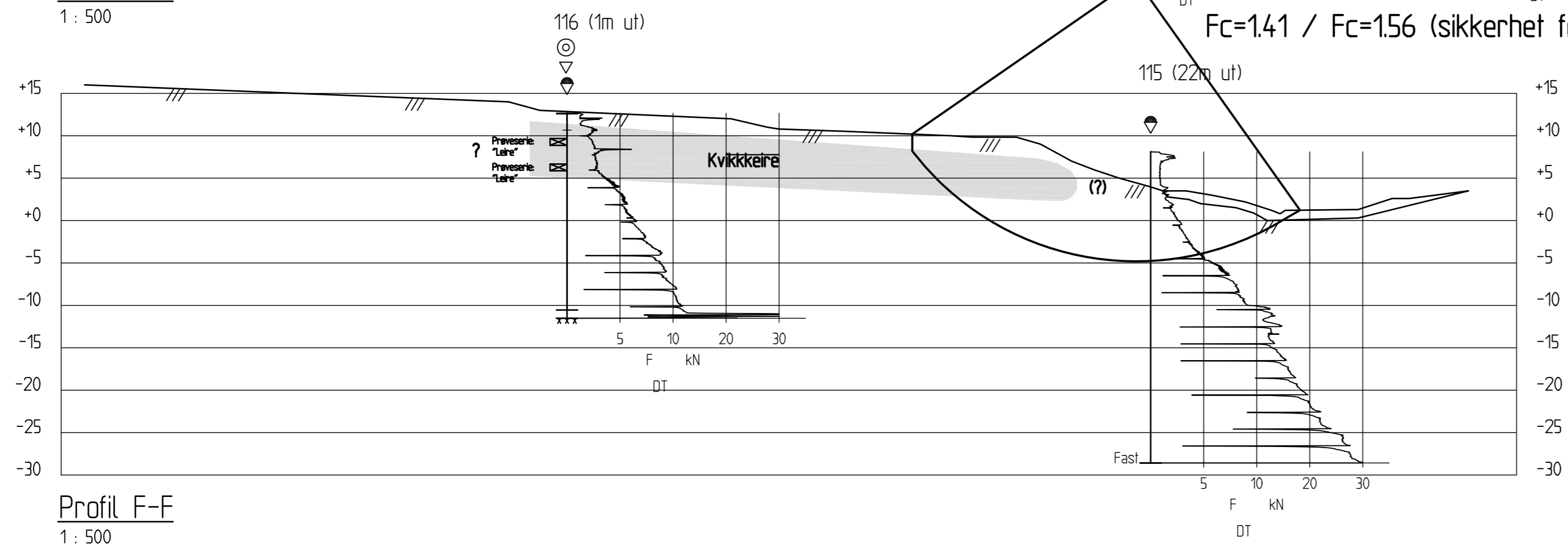
Profil D-D
1 : 500

- Tegnforklaring:
- ◆ Dreielektrykksone
 - ⊕ Totalsondering
 - ▽ Trykksone (CPTU)
 - ⊖ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - *** Antatt fjellnivå

BØRSA SENTRUM		Rapport nr. 20061762-1	Figur nr. 5
Profil C-C og D-D M = 1 : 500		Tegner RMO	Dato 28.03.07
		Kontrollert OG	
		Godkjent OG	




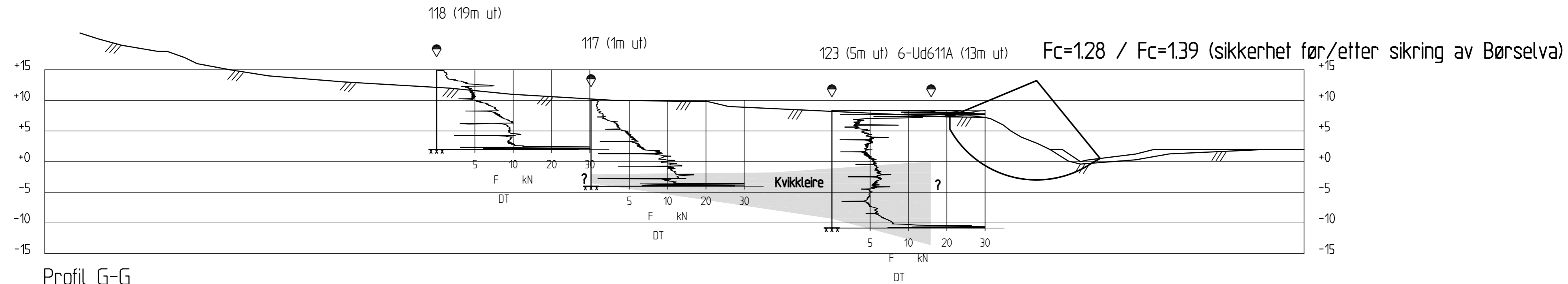
Profil E-E
1 : 500



Profil F-F
1 : 500


- Tegnforklaring:
- ◆ Dreietrykkssondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ▽ Trykksondering (CPTU)
 - ⊖ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - *** Antatt fjellnivå

BØRSA SENTRUM Profil E-E og F-F M = 1 : 500	Rapport nr. 20061762-1	Figur nr. 6
	Tegner RMO	Dato: 28.03.07
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	

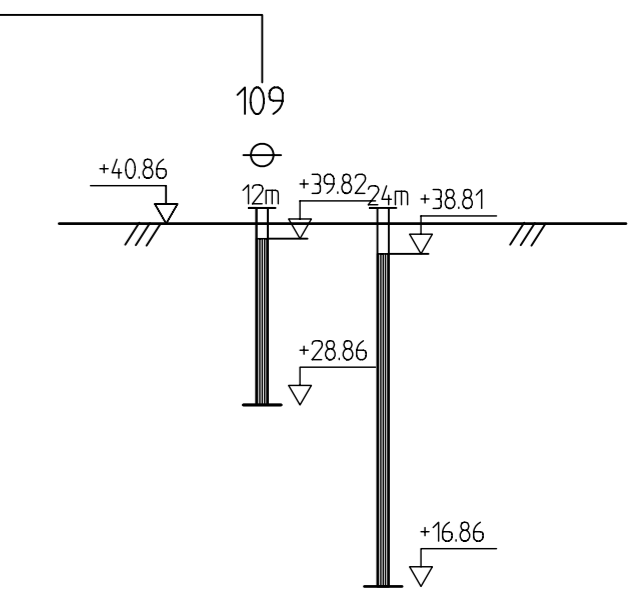
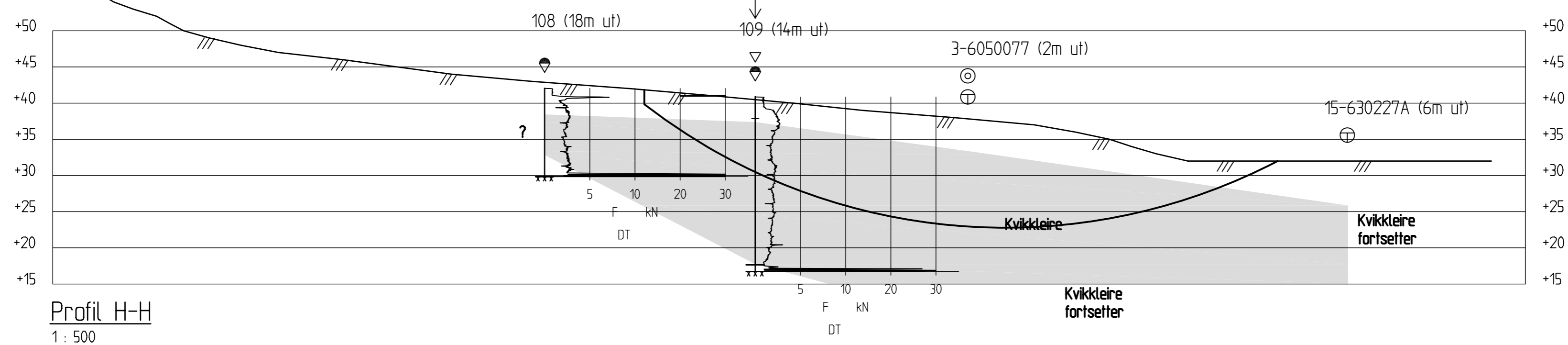


Profil G-G
1 : 500

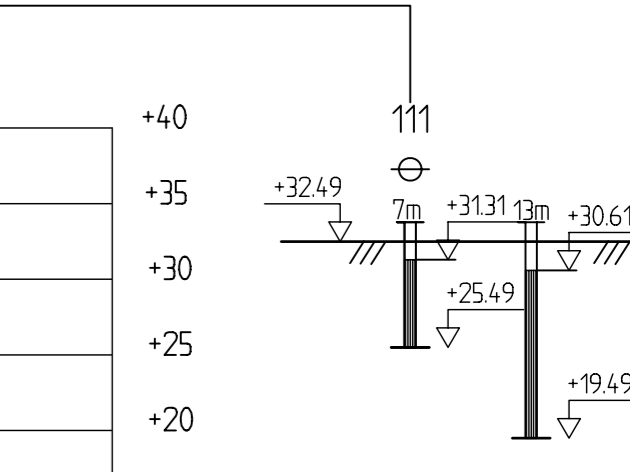
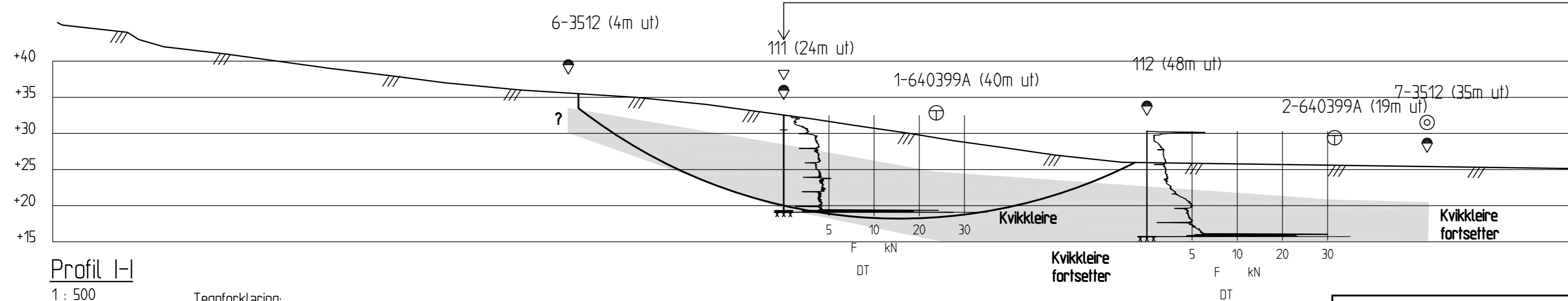
- Tegnforklaring:
- ◆ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ▽ Trykksondering (CPTU)
 - ⊖ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - *** Antatt fjellnivå

BØRSA SENTRUM	Rapport nr. 20061762-1	Figur nr. 7
	Tegner RMO	Dato: 28.03.07
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	


Fc=1.23 (sikkerhet i dag)



Fc=1.35 (sikkerhet i dag)



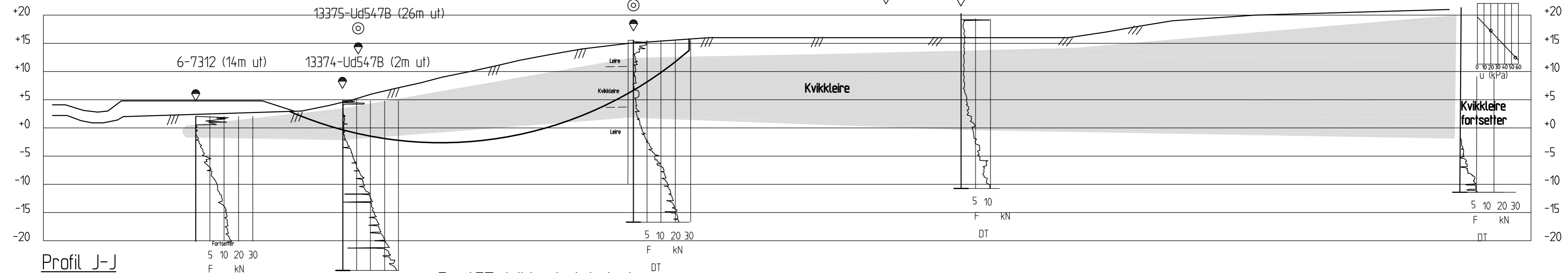
- Tegnforklaring:
- ◆ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ▽ Trykksondring (CPTU)
 - ⊖ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - *** Antatt fjellnivå

<p>BØRSA SENTRUM</p> <p>Profil H-H og I-I M = 1 : 500</p>	Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. 8
	Tegner RMa	Dato: 28.03.07
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	

Fc=1.40 (sikkerhet i dag)

9-20011623 (42 m ut)
 13285-Ud547B (39 m ut)

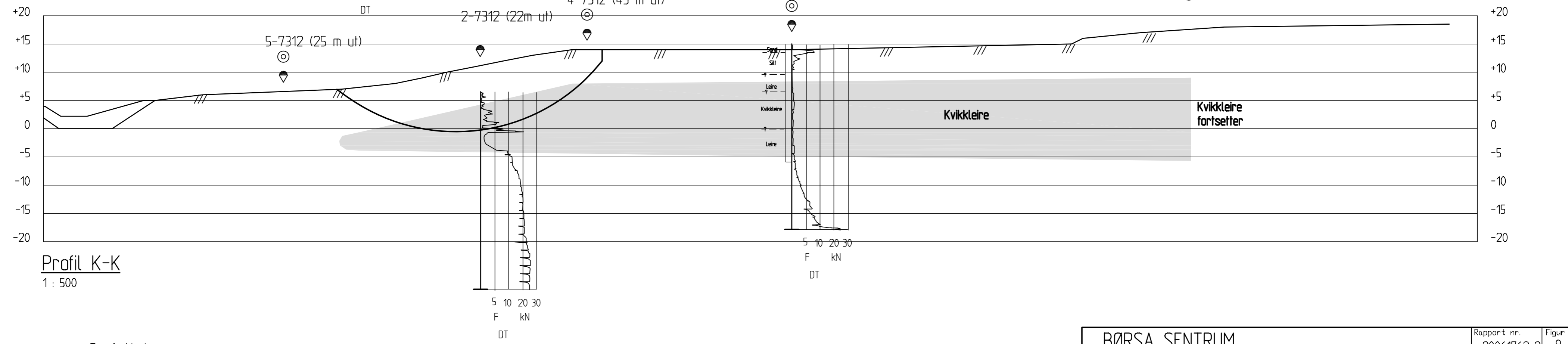
13180-Ud547B (3 m ut)



Profil J-J
 1 : 500


Fc=1.57 (sikkerhet i dag)

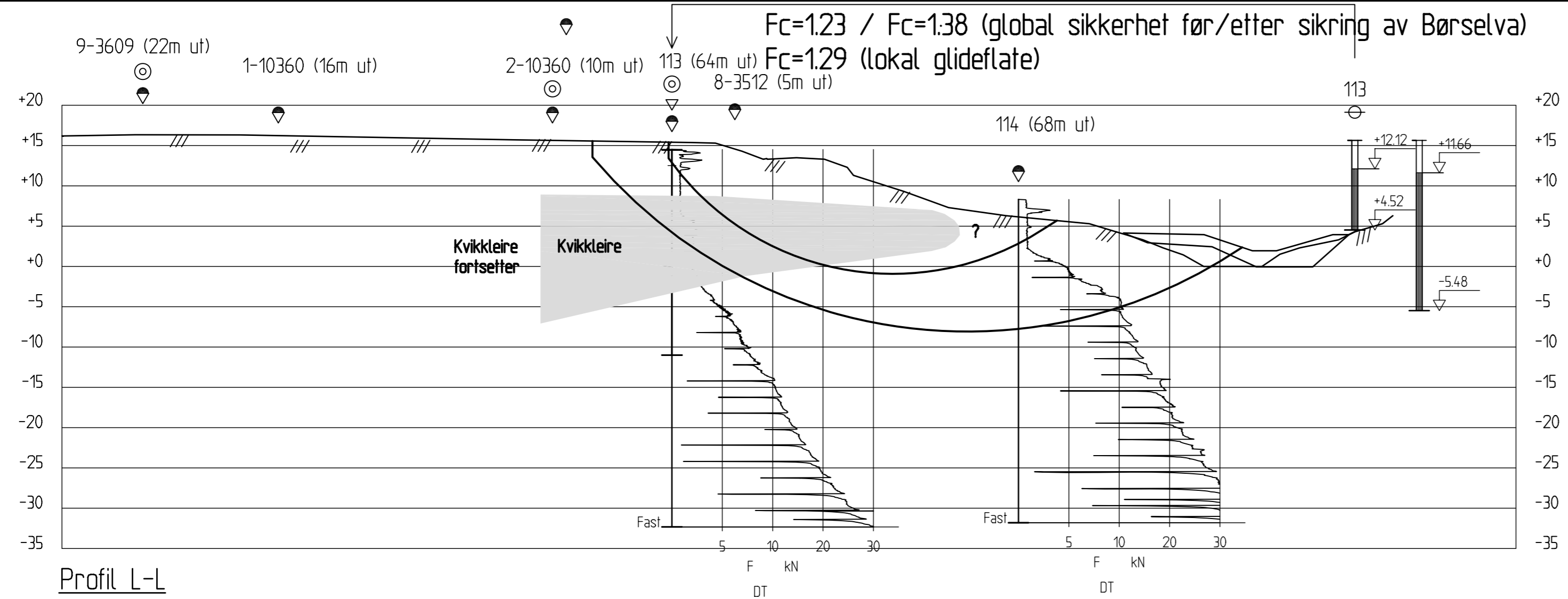
P27-Ud291A (37m ut)



Profil K-K
 1 : 500

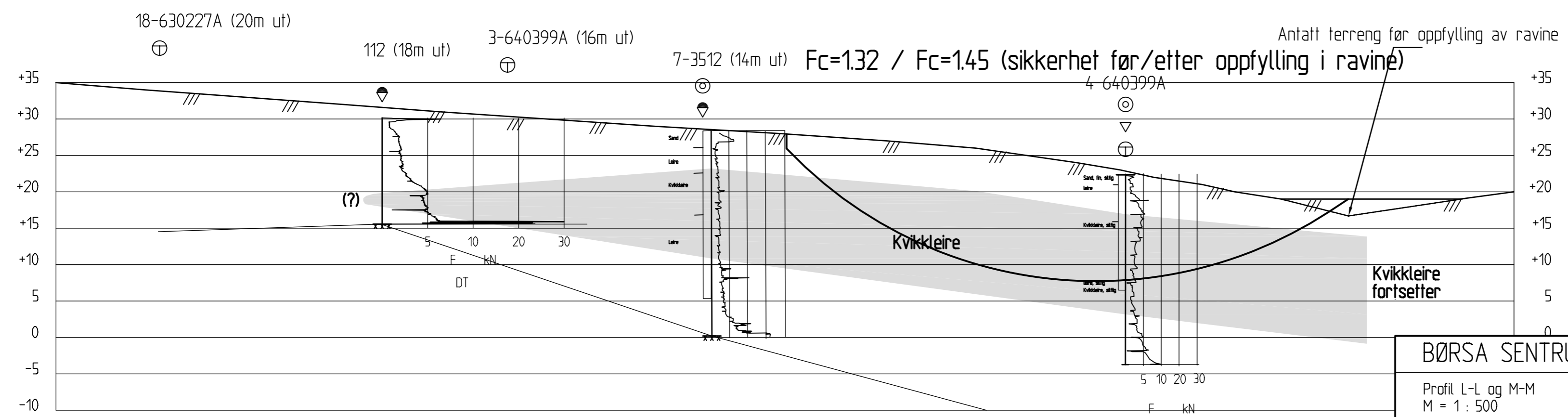
- Tegnforklaring:
- ◆ Dreietrykksondring
 - ▽ Trykksondring (CPTU)
 - ⊖ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - *** Antatt fjellnivå

BØRSA SENTRUM Profil J-J og K-K M = 1 : 500	Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. 9
	Tegner RMO	Dato: 28.03.07
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	




- Tegnforklaring:
- ◆ Dreietrykkssondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ▽ Trykksondering (CPTU)
 - ⊖ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - *** Antatt fjellnivå

Profil L-L
1 : 500



Profil M-M
1 : 500

<p>BØRSA SENTRUM</p> <p>Profil L-L og M-M M = 1 : 500</p>		Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. 10
		Tegner RMO	Dato: 28.03.07
		Kontrollert OG	
		Godkjent OG	

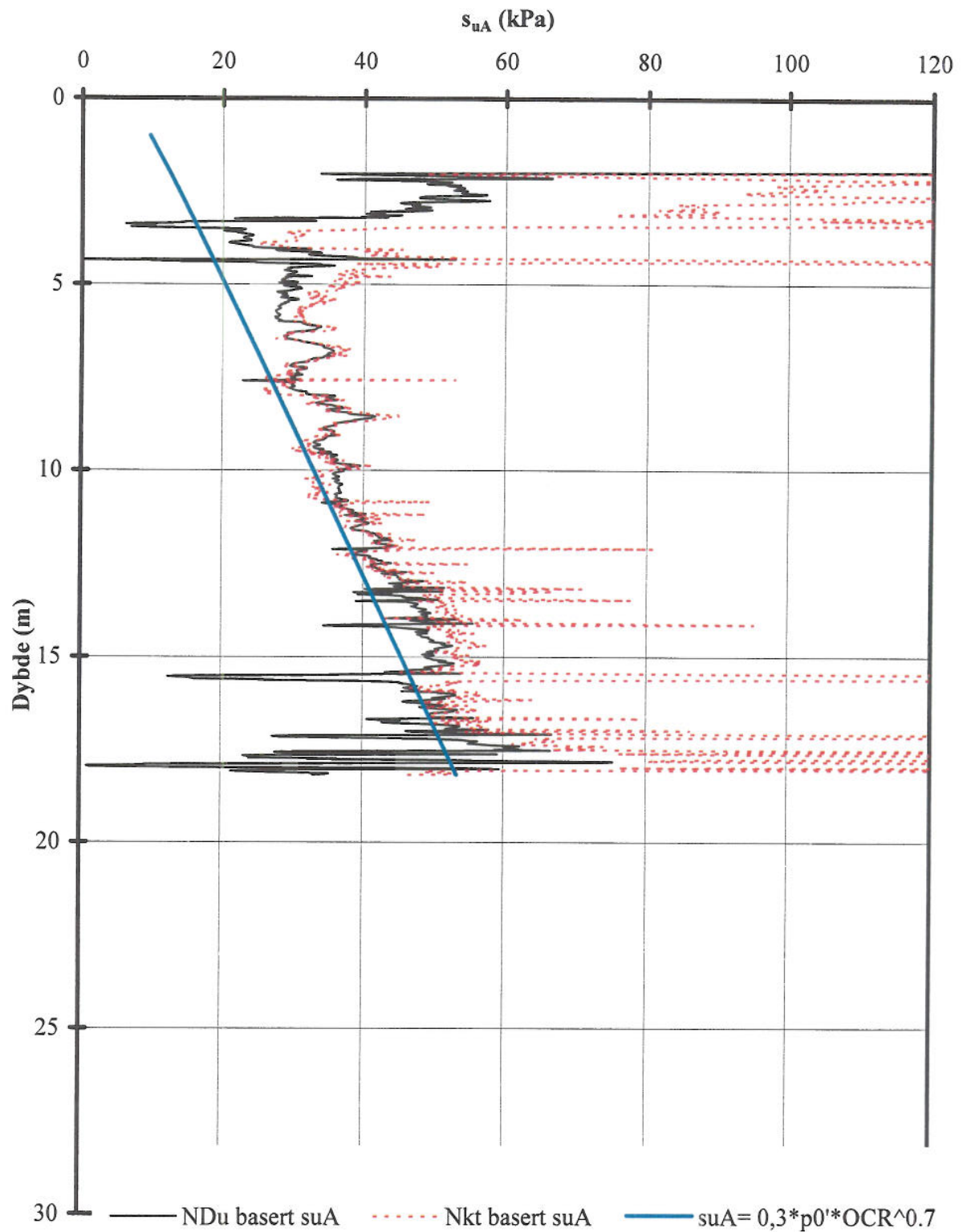


Vedlegg A - Tolket skjærfasthet fra trykksonderinger (CPTU)

INNHold


Figurer

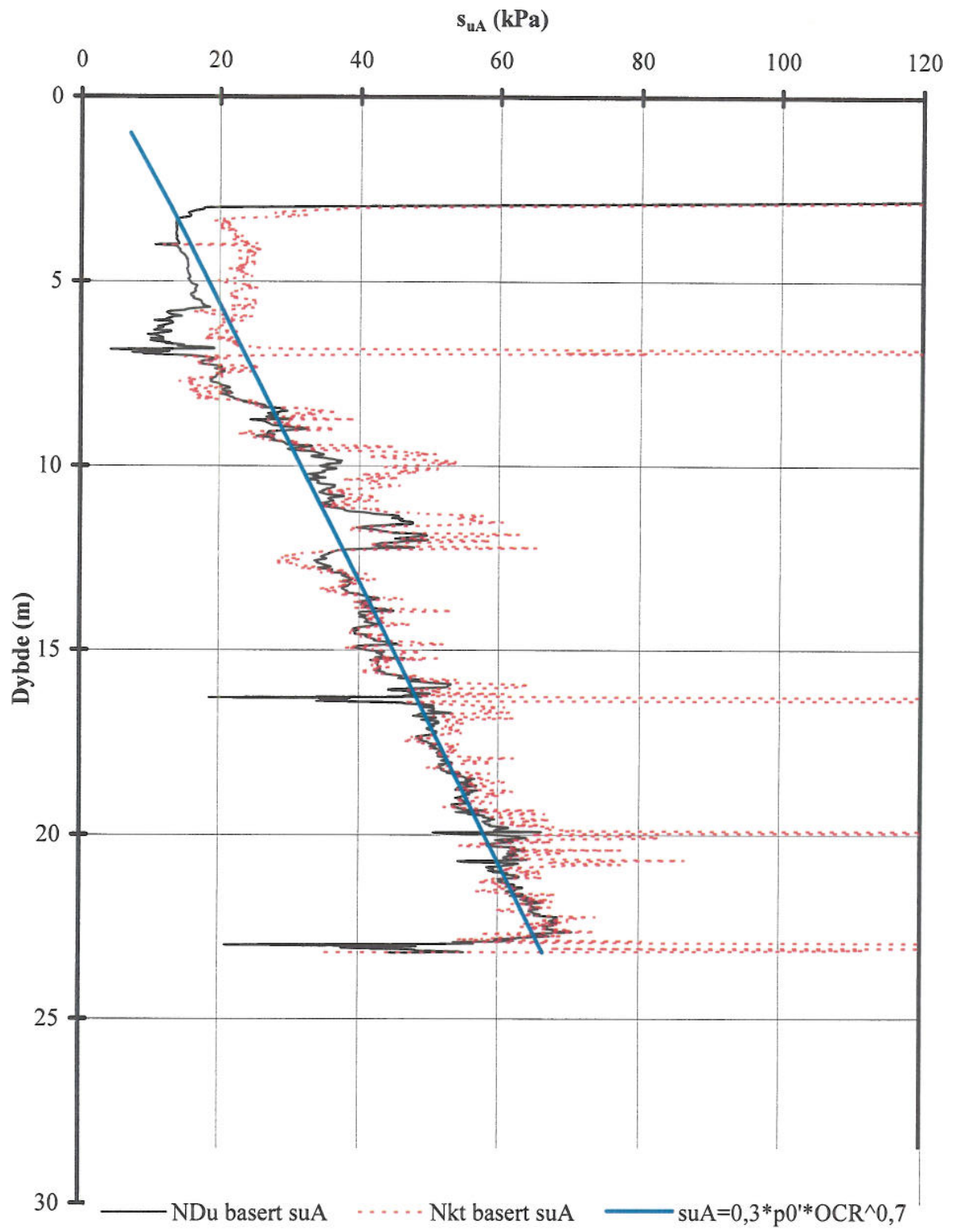
Figur A1-A5 Aktiv skjærfasthet basert på trykksondering



Terrengkote : 45.2 m


F:\p\2006\17\20061762\Rap\Rapport m vurderinger\[Vedlegg A1 - 102 CPTU-tolk2006.xls]sua profil

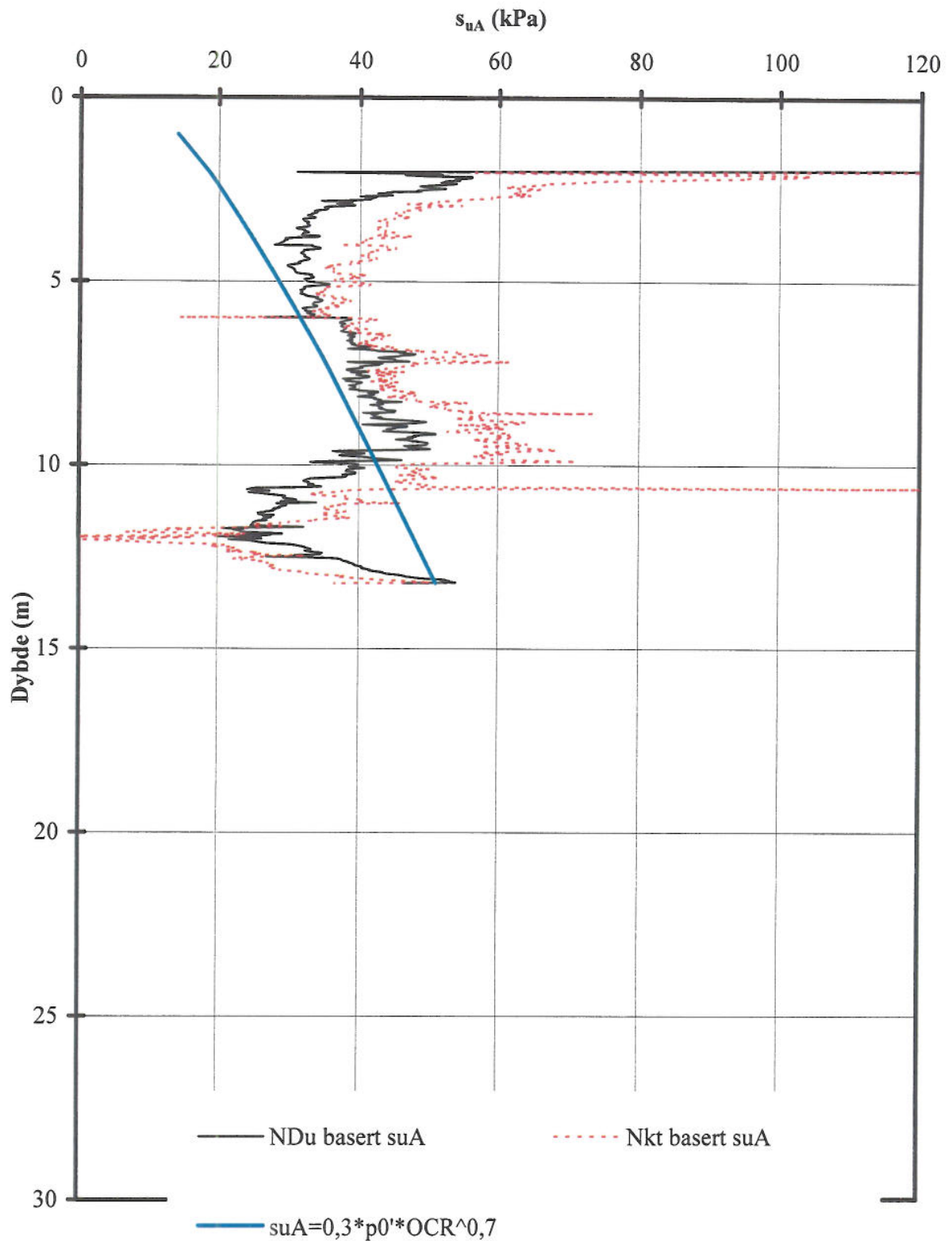
Børsa sentrum	Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. A1
	Tegner Rmo	Dato 19.02.2007
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og Shanshep. Borhull102	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	
	OG	



Terrengekote : 40.9 m


F:\p\2006\17\20061762\Rap\Rapport m vurderinger[Vedlegg A2 - 109 CPTU-tolk2006.xls]sua profil

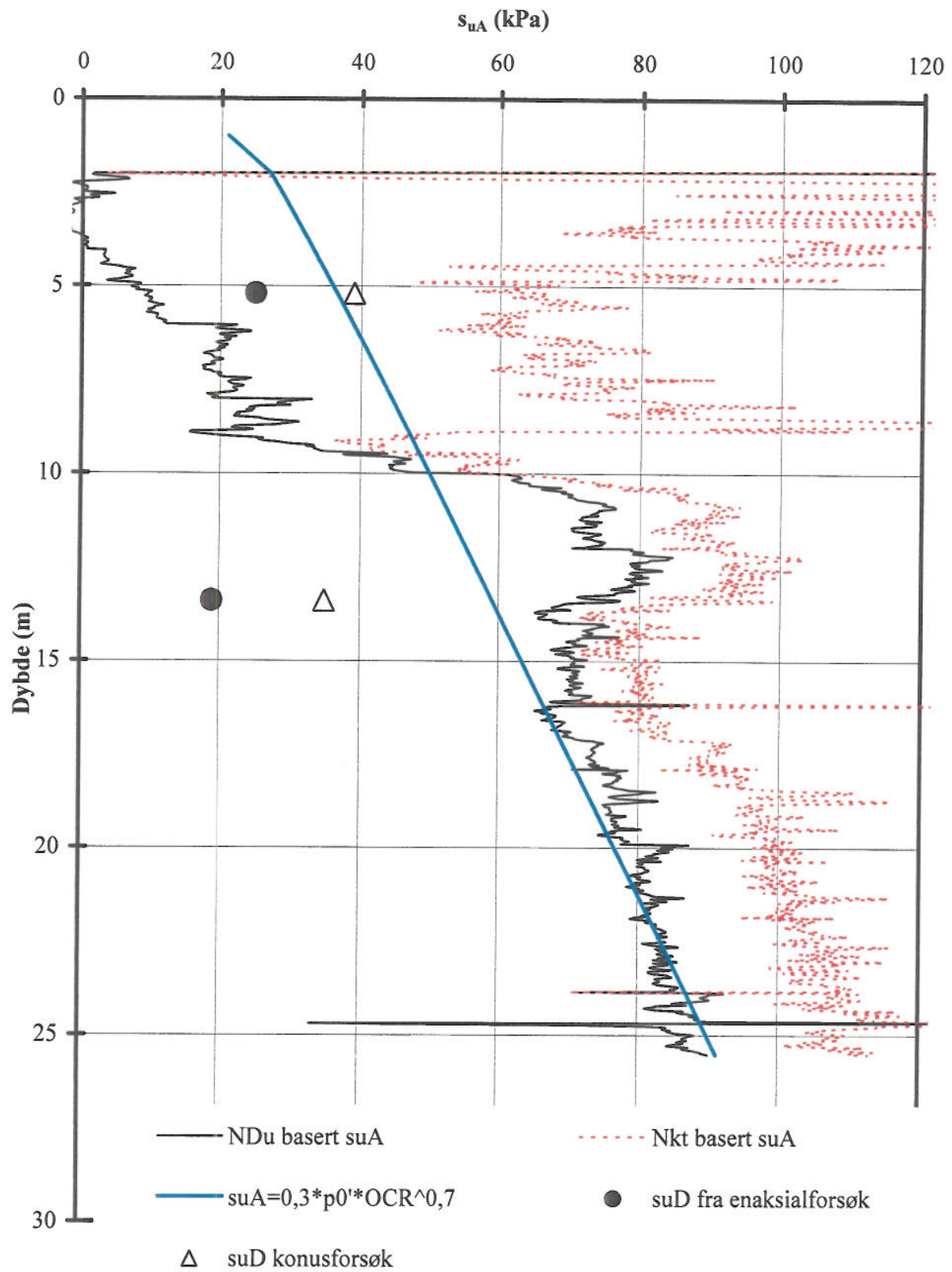
Børsa sentrum Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og Shanshep. Borhull109	Rapport nr.	Figur nr.
	20061762-2	A2
	Tegner	Dato
	Rmo	19.02.2007
Kontrollert		
OG		
Godkient		
OG		



Terrengkote : 32.5 m

F:\p\2006\17\20061762\Rapl\Rapport m vurderinger[Vedlegg A3 - 111 CPTU-tolk2006.xls]sua profil

Børsa sentrum Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og Shanshep. Borhull111	Rapport nr.	Figur nr.
	20061762-2	A3
	Tegner	Dato
	Rmo	19.02.2007
Kontrollert		
OG		
Godkjent		
OG		



Terrengkote : 14.5 m

F:\p\2006\17\20061762\Rap\Rapport m vurderinger\Vedlegg A4 - Borpkt 113 CPTU-tolk2006.xls\sua profil

Børsa sentrum

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og Shanshep.

Borhull113

Rapport nr.

20061762-2

Figur nr.

A4

Tegner

Rmo

Dato

19.02.2007

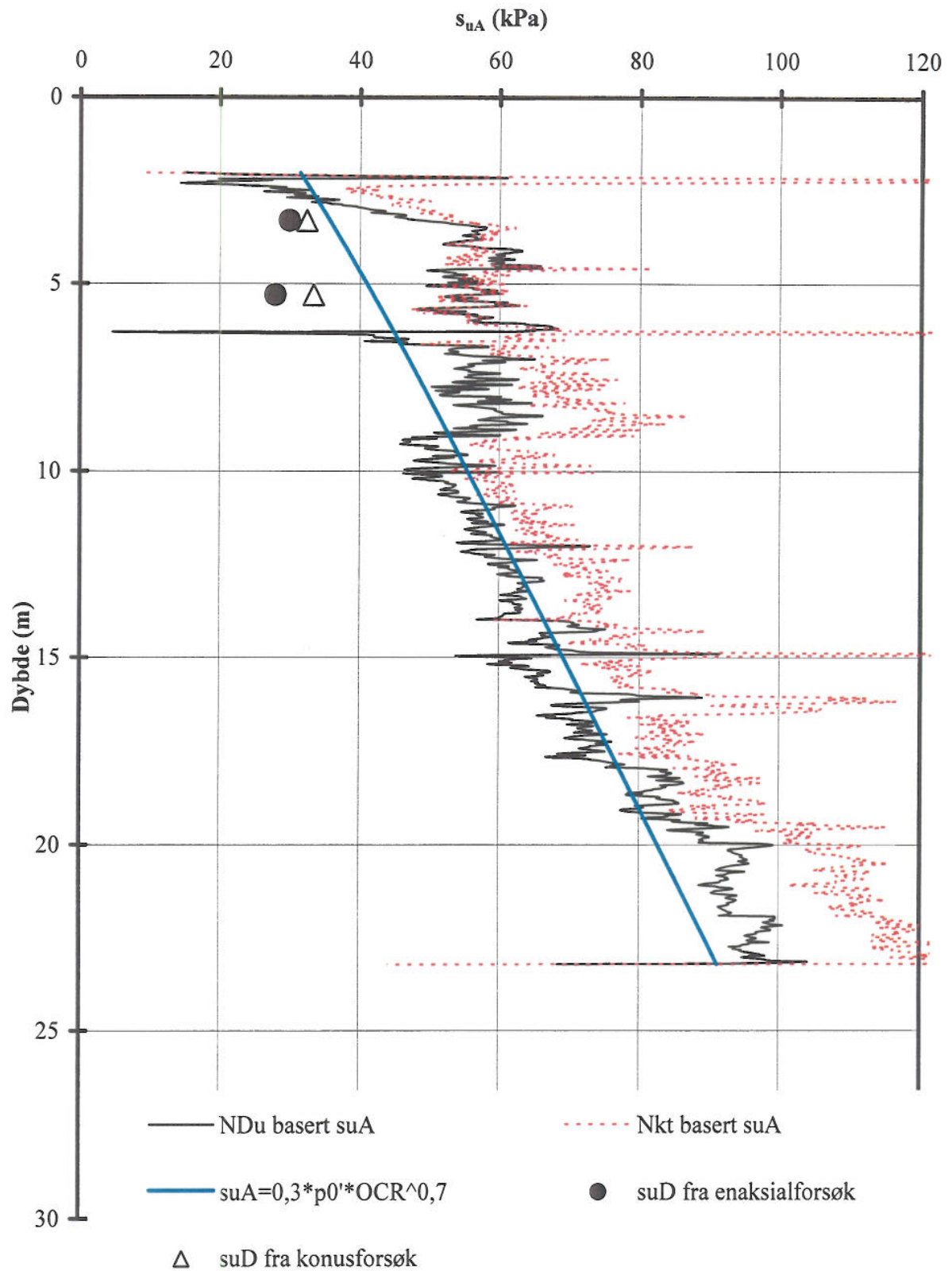
Kontrollert

OG

Godkient

OG





Terrengkote : 12.7 m

F:\p\2006\17\20061762\Rap\Rapport m vurderinger[Vedlegg A5 - Borpkt 116 CPTU-tolk2006.xls]sua profil

Børsa sentrum

Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og Shanshep.

Borhull116

Rapport nr.

20061762-2

Figur nr.

A5

Tegner

Rmo

Dato

19.02.2007

Kontrollert

OG

Godkjent

OG





Vedlegg B - Tolkning av ødometerforsøk

INNHold

Figurer


Figur B1 Tolkning av prekonsolidering fra ødometerforsøk

Tabeller

Tabell B1 Sammenstilling av ødometerforsøk utført av NGI

Tolkning av prekonsolidering fra ødometerforsøk

Rapport (nr.)	Boring (nr.)	Terrengkote (moh)	Dybde (m)	Tolket prekonsoliderings- spenning - p_c' (kPa)	Opprinnelig havbunnsnivå (moh)	Terrengsenkning (m)
NGI – 20061762-1	113	14,5	10,1	160	28,1	13,6
NGI – 20061762-1	116	12,7	6,3	200	29,9	17,2
Kummeneje – 5073	4	21,8	5,5	160	35,1	13,3
Rambøll – 640399	4	22,5	6,7	180	37,0	14,5
Multiconsult – 411175	4	19,0	4,5	120	28,6	9,6
Multiconsult – 411175	4	19,0	8,5	220	36,4	17,4
NGI – 20011623-1	9	19,4	9,2	170	30,2	10,8
NGI – 20031160-1	138	14,4	10,1	210	29	14,6
NGI – 20031160-1	138	14,4	17,1	334	36,6	22,2
NGI – 20031160-1	139	20,7	5,2	210	40,2	19,5
NGI – 20031160-1	139	20,7	8,3	260	43,0	22,3
NGI – 20031160-1	139	20,7	11,2	290	43,6	22,9

BØRSA SENTRUM	Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. B1
Tolkning av prekonsolidering fra ødometerforsøk	Tegner RMO	Dato 2007-03-28
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	

TABELL B.1 : SAMMENSTILLING AV ØDOMETERFORSØK UTFØRT AV NGI

PRØVE IDENTIFISERING				INDEKSPARAMETERE						KONSOLIDERING					TOLKEDE PARAMETERE						Rapport Referanse		
Hull nr.	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w _i	w _l	w _p	I _p	Leir Innh.	γ _{tot}	p' _{0v}	p' _c	OCR	Δv/v ved p' ₀	Δe/e _i	m ₁	p _r	M _{OC} ¹	M _{OC} ²	k ₀	C _{vOC}	C _{vnc}	C _{vOC} ²	
		m		%	%	%	%	%	kN/m ³	kPa		kPa	%			kPa	MPa	Mpa	m/år	m ² /år	m ² /år	m ² /år	
113	54mm	5.2	Leire, siltig	42.5	31.8	21.3	10.5	-	18.7	69.0	135.0	1.96	2.55	0.047	18.8	110	4.0	9.0	0.079	12.6	15.8	71.1	20061762-1
113	54mm	13.4	Leire, siltig	33.2	29.1	20.4	8.7	-	18.7	156.0	207.0	1.33	5.30	0.111	21.9	-	-	-	0.047	12.6	(15,8)	-	20061762-1
116	54mm	6.3	Leire, siltig	38.3	29.3	20.2	9.1	-	18.4	80.0	144.0	1.80	2.25	0.044	15.6	0	5.5	9.4	0.041	15.8	11.0	37.6	20061762-1
9	76mm	9.2	-	38.8	33.6	20.2	13.4	33.9	18.5	108.0	170.0	1.57	1.70	0.033	-	-	-	-	-	-	-	-	20011623-1
138	250mm	10.1	Leire, kvikk	33.6	24.9	17.1	7.8	32.5	19.1	116.0	210.0	1.81	-	-	24.0	110	6.8	7.9	0.063	26.8	11.0	49.7	20031160-1
138	250mm	17.1	Leire, kvikk	33.4	32.0	19.3	12.7	32.6	19.8	183.0	334.0	1.83	-	-	21.7	250	9.3	10.9	0.006	3.2	1.6	6.6	20031160-1
139	76mm	5.2	Leire, kvikk	45.2	29.8	20.5	9.3	45.3	17.8	57.0	210.0	3.68	-	-	18.0	53	-	8.5	0.028	-	3.9	24.2	20031160-1
139	76mm	8.3	Leire, kvikk	37.4	-	-	-	-	18.4	86.0	260.0	3.02	-	-	19.4	150	7.5	8.5	0.085	42.6	18.9	72.5	20031160-1
139	76mm	11.2	Leire, siltig	33.7	24.8	17.3	7.5	27.4	19.1	120.0	290.0	2.42	-	-	19.8	0	-	14.4	0.041	-	12.6	58.9	20031160-1

- p'_c Forkonsolideringstrykk basert på direkte tolkning av ødometerforsøk
- M_{OC}¹ Modul direkte tolket fra ødometerforsøk ved belastning p'_{0v} til p'_c
- M_{OC}² Modul beregnet fra : $M_{OC}^2 = 3.0 * m_1 * p'_c$
- k₀ Permeabilitet fra ødometerforsøk ved ε = 0
- C_{vOC} Konsolideringskoeffisient tolket direkte fra ødometerforsøk ved belastning p'_{0v} til p'_c
- C_{vnc} Konsolideringskoeffisient tolket direkte fra ødometerforsøk ved belastning > p'_c
- C_{vOC}² Konsolideringskoeffisient beregnet fra : $C_{vOC}^2 = M_{OC}^2 * k_0 / \gamma_w$
- OCR Overkonsolideringsgrad p'_c/p'_{0v}
- p_r Referansetrykk
- m₁ Modultall, kurve gjennom p_r



Vedlegg C - Tolkning av treaksialforsøk

INNHold

Tabeller

Tabell C1 Sammenstilling av treaksialforsøk utført av NGI

20061762-2

Børsa sentrum

TABELL C.1 : SAMMENSTILLING AV TREAKSIALFORSØK UTFØRT AV NGI

Utført: Rmo

Kontroll: OG

PRØVE IDENTIFISERING				INDEKSEGENSKAPER						KONSOLIDERING										UDRENERT SKJÆRING					Rapport referanse
Hull nr.	Sylinder Del	Dybde	Jordart	w _i	w _l	w _p	I _p	Leir Innh.	γ _{tot}	Type forsøk	p' _{ov}	σ' _{ac}	σ' _{rc}	K ₀ '	ε _{vol}	ε _{ac}	Δe/e ₀	B	τ _f	u _f	ε _f	τ _f /p' _{ov}	τ _f /σ' _{ac}		
		m		%	%	%	%	%	kN/m ³		kPa	kPa	kPa		%	%		%	kPa	kPa	%				
9	76mm	9.3	-	39.0	33.6	20.2	13.4	33.9	18.5	CAUC	109	109.1	65.4	0.60	1.96	-	0.038	99.8	50	-	1.0	0.46	0.46	20011623-1	
138	250mm	10.1	Leire, kvikk	32.7	24.9	17.1	7.8	32.5	19.0	CAUC	116.0	115.9	75.0	0.65	1.83	1.10	0.039	98.4	54.8	25.0	0.9	0.47	0.47	20031160-1	
138	250mm	10.1	Leire, kvikk	32.7	24.9	17.1	7.8	32.5	19.1	CAUC	116.0	115.9	75.0	0.65	1.83	1.17	0.039	98.8	18.0	-0.9	1.2	0.16	0.16	20031160-1	
138	250mm	17.1	Leire	31.1	32.0	19.3	12.7	31.6	19.3	CAUC	183.0	182.9	110.0	0.60	1.99	1.24	0.043	97.7	84.3	35.4	0.7	0.46	0.46	20031160-1	
138	250mm	17.1	Leire	31.5	32.0	19.3	12.7	31.6	19.3	CAUC	183.0	183.0	110.0	0.60	2.28	1.43	0.049	98.0	26.1	1.3	1.3	0.14	0.14	20031160-1	
139	76mm	5.3	Leire, kvikk	43.4	29.8	20.5	9.3	45.3	18.0	CAUC	58.0	57.9	37.5	0.65	2.64	1.32	0.049	99.0	27.1	12.8	2.4	0.47	0.47	20031160-1	
139	76mm	11.3	Leire,siltig,	33.8	24.8	17.3	7.5	27.4	19.0	CAUC	122.0	122.1	78.9	0.65	2.07	1.49	0.043	95.5	43.7	29.3	1.3	0.36	0.36	20031160-1	

w_i In-situ vanninnholdw_l Flytegrensew_p UtrullingsgrenseI_p Plastisitettsindeks, I_p = w_l - w_pp'_{ov} In-situ vertikal effektivspenningσ'_{ac} Vertikal konsolideringsspenningσ'_{rc} Horizontal konsolideringsspenningε_{vol} Volumetrisk tøyning ved konsolideringε_{ac} Vertikal tøyning ved konsolideringB Skemptions poretrykksfaktor, Δu/σ_mτ_f Skjærspenning ved bruddu_f Poretrykk i prøven ved bruddε_f Vertikal tøyning ved brudd




Vedlegg D - Poretrykksmålinger

INNHold

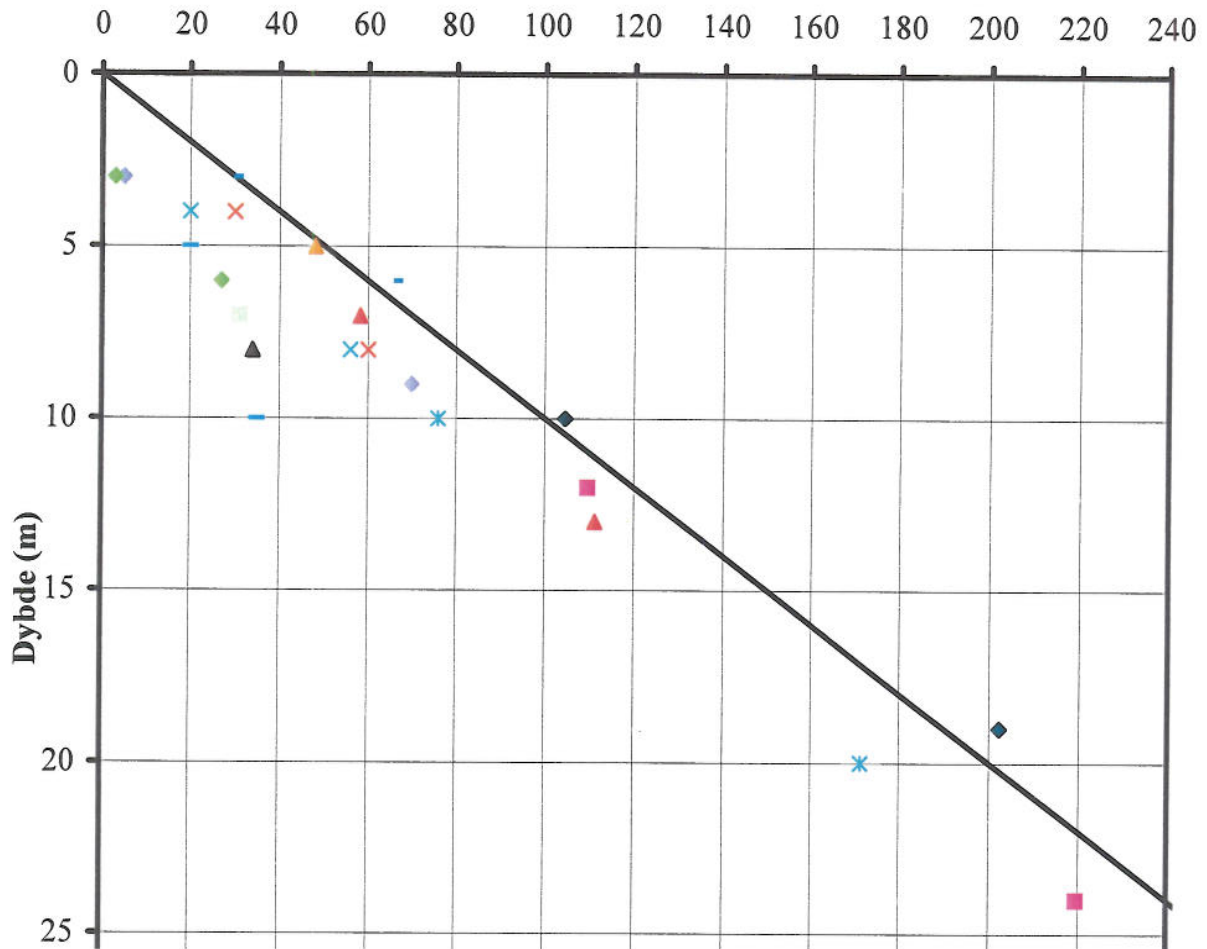
Figurer

Figur D1	Poretrykksmålinger
Figur D2	Poretrykk versus dybde


Rapport (nr.)	Boring (nr.)	Område	Terrengkote (moh)	Dybde (m)	Målt poretrykk (kPa)
NGI 20061762-2	102	Vest for idrettsplass	+45,2	10	104,5
NGI 20061762-2	102	Vest for idrettsplass	+45,2	19	202,2
NGI 20061762-2	109	Nord for idrettsplass	+40,9	12	109,6
NGI 20061762-2	109	Nord for idrettsplass	+40,9	24	219,5
NGI 20061762-2	111	Nordøst for idrettsplass	+32,5	7	58,2
NGI 20061762-2	111	Nordøst for idrettsplass	+32,5	13	111,2
NGI 20061762-2	113	Meieriskogen - Rossvoldheimen	+14,5	10	76
NGI 20061762-2	113	Meieriskogen - Rossvoldheimen	+14,5	20	171,4
NGI 20031160	134	Rossvoldbrua – østsida	+3,3	5	48
Multiconsult 411175	1	Mellom rådhuset og E39	+18,5	5	20
Multiconsult 411175	2	Mellom rådhuset og E39	+11,0	7	31
Multiconsult 411175	4	Mellom rådhuset og E39	+19,0	8	34
Statens Vegvesen Ud 547 B	13185	Naustan	+21,0	4	20
Statens Vegvesen Ud 547 B	13185	Naustan	+21,0	8	56
Statens Vegvesen Ud 547 B	13880	Børsakrysset	+25,5	4	30
Statens Vegvesen Ud 547 B	13880	Børsakrysset	+25,5	8	60
Statens Vegvesen Ud 611 A	280	Bru over Fv. 800	+0,7	3	30
Statens Vegvesen Ud 611 A	280	Bru over Fv. 800 (øst)	+0,7	6	66
Statens Vegvesen Ud 611 A	310	Bru over tidl. Rv 65 (vest)	+4,5	3	5
Statens Vegvesen Ud 611 A	310	Bru over tidl. Rv 65 (vest)	+4,5	9	70
Statens Vegvesen Ud 611 A	400	Fv. 800 – 100m vest for brua	+15,0	3	3
Statens Vegvesen Ud 611 A	400	Fv. 800 – 100m vest for brua	+15,0	6	27

BØRSA SENTRUM	Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. D1
Poretrykksmålinger	Tegner RMO	Dato 2007-03-28
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	

Poretrykk (kPa)



- ◆ 102 (10m)
- ▲ 111 (7m)
- ◆ 102 (19 m)
- ▲ 111 (13m)
- 1-411175
- 2-411176
- × 13185-Ud547B
- ◆ 310-Ud611A
- 280-Ud611A
- ◆ 400-Ud611A
- ▲ 134-20031160
- × 13880-Ud547B
- 109 (12m)
- × 113 (10m)
- 109 (24m)
- × 113 (20m)
- 1-411175
- ▲ 4-411177
- × 13185-Ud547B
- ◆ 310-Ud611A
- 280-Ud611A
- ◆ 400-Ud611A
- × 13880-Ud547B
- Ref. linje hydrostatisk poretrykk

Børsa sentrum Målte poretrykk versus dybde	Rapport nr. 20071262-2	Figur nr. D2
	Tegner RMO	Dato 09.03.2007
	Kontrollert OG	
	Godkjent OG	



Vedlegg E - Opprinnelige havbunnskoter

INNHold

Figurer

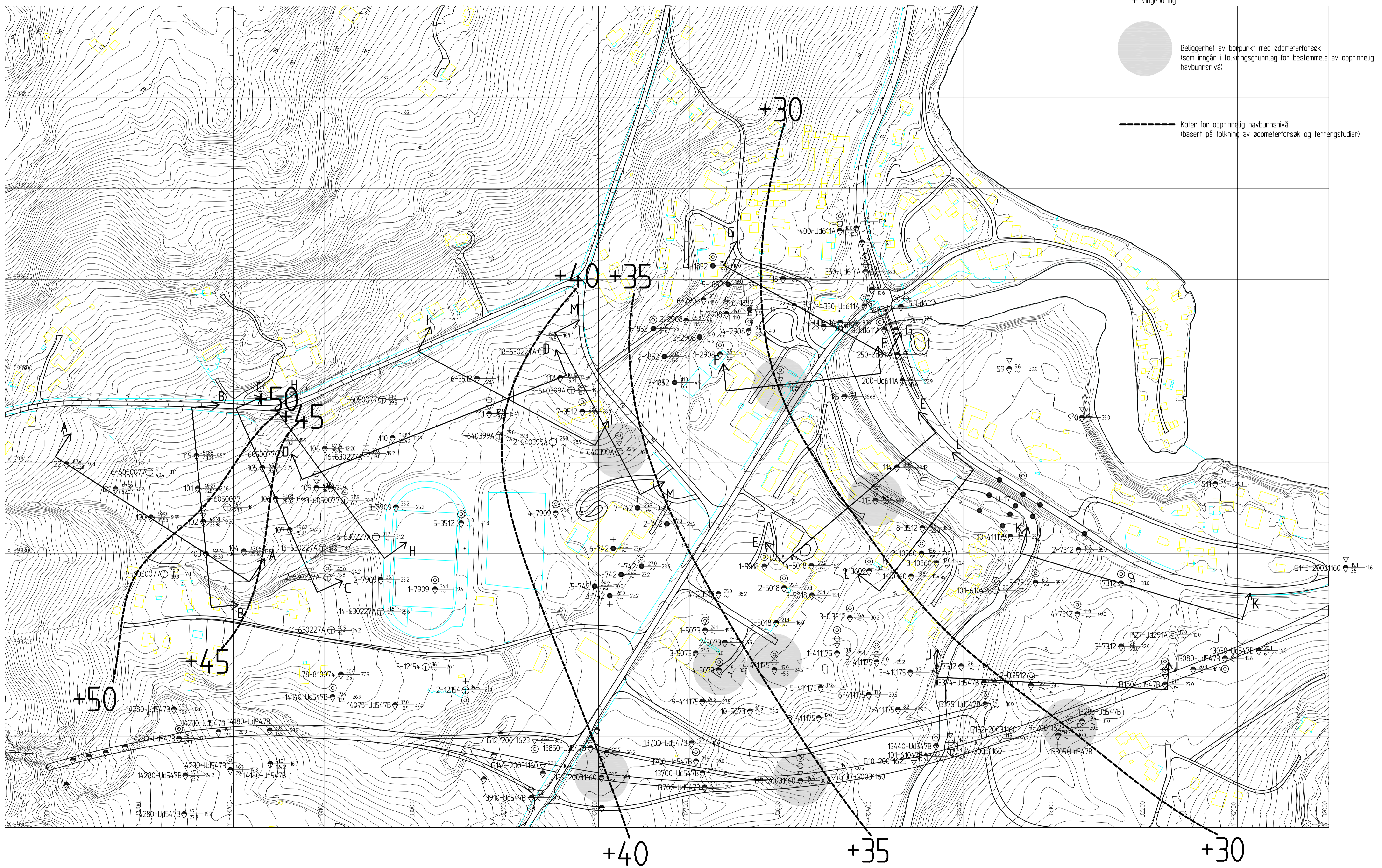
- Figur E1 Opprinnelige havbunnskoter basert på tolket prekonsolidering fra ødometerforsøk og terrengstudier



- Tegnforklaring:
- Dreiertrykksondring
 - ⊕ Totalsondring
 - ▽ Trykksondring (CPTU)
 - ⊕ Hydraulisk piezometer
 - ⊙ Prøveserie
 - Dreiesondring
 - + Vingeboring

Beliggenhet av borpunkt med ødometorforsøk (som inngår i tolkningsgrunnlag for bestemte av opprinnelig havbunnsnivå)

----- Koter for opprinnelig havbunnsnivå (basert på tolkning av ødometorforsøk og terrengstudier)



BØRSA SENTRUM		Rapport nr. 20061762-2	Figur nr. E1
Opprinnelige havbunnskoter basert på tolket prekonsolidering fra ødometorforsøk og terrengstudier M = 1:2000		Tegner RMo	Dato 26.03.07
		Kontrollert OG	
		Godkjent OG	

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title Børsa sentrum			Dokument nr./Document No. 20061762-2		
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 2. mai 2007	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No.	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited			
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
Oppdragsgiver/Client Skaun kommune					
Emneord/Keywords stability, quick clay,					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Sør-Trøndelag			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Skaun kommune			Felt navn/Field name		
Sted/Location Børsa			Sted/Location		
Kartblad/Map 1521-1			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates 32VNR535224					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Original dokument	RMo		OG	5
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 02.05.2007	Sign. Prosjektleder/Project Manager Odd Gregersen		