

NOTAT

Oppdrag **Brandenga skole**
 Kunde **Drammen Eiendom KF**
 Notat nr. **G-not-001**
 Til **Lars Einar Teien**

Fra **Aiga de Zeeuw**
 Kopi **Helge Martens, Rambøll**

Dato 2015-03-17

GEOTEKNISKE VURDERINGER FOR REGULERINGSPLAN BRANDENGA SKOLE

1. Innledning

Rambøll Norge AS skal på oppdrag av Drammen kommune utarbeide forslag til reguleringsplan for utvidelse av Brandenga skole. I den forbindelse har Rambøll utført geotekniske grunnundersøkelser i området.

Denne rapporten omhandler geotekniske vurderinger for reguleringsplan for utvidelse av skoleområdet med nytt skolebygg, flerbrukshall, parkeringsplasser og fri-/idrettsarealer.

Rambøll
 Hoffsvæien 4
 Pb 427 Skøyen
 NO-0213 OSLO

T +47 22 51 80 00
 F +47 22 51 80 01
 www.ramboll.no

Vår ref. 1350008835/ADZ

2. Terreng- og grunnforhold

Grunnforholdene er rapportert i følgende rapport:

- Rambøll, grunnundersøkelsesrapport nr. 1350004892:»Drammen eiendom KF, Grunnundersøkelser Brandenga skole», datert 10.09.2014

Det er gjennomført ti totalsonderinger, to prøvetakinger og en CPTU-sondering.

Terrenget på tomten er ganske flat og stiger svak fra kote +2,5 i øst til kote +4,5 i vest. Grunnundersøkelsene viser fyllmasser over silt og leire. Leira defineres som kvikkleire fra 5 til minst 11 m dybde i borpunkt 40 nordøst på tomten. Leira defineres som sprøbruddmateriale fra 4 til minst 10 m dybde i borpunkt 1 helt vest på tomten. Dybde til berg varierer fra kote -1,4 sørøst på tomten til kote -22,0 helt i vest. Ødometertest antyder normalkonsolidert leire.

Grunnvannsnivå antas å ligge mellom kote +1,5 og +2,5. Det antas at grunnvannet har hydrostatisk poretrykksfordeling basert på topografi.



3. Krav til utredning

Det er påvist kvikkleire i prøveserie i punkte 10 og sprøbruddmateriale i prøveserie i pkt. 1. På grunn av forekomst av kvikkleire skal vurderinger også utføres i henhold til NVEs retningslinjer 7/2014: «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Tabell 5.2 i veilederen gir krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i kvikkleire.

4. Materialparametere

Valgte designparametere er basert på utførte grunnundersøkelser, presentert i vår datarapport nr. 1350004892-1 og Statens vegvesen håndbok V220.

4.1 Tyngdetetthet

I de geotekniske vurderingene er det benyttet $19,0 \text{ kN/m}^3$ som tyngdetetthet for fyllmasser, silt og leire.

4.2 Udrenert skjærstyrke

Den udrenerte skjærstyrken som benyttes i stabilitetsberegningene er valgt på grunnlag av CPTU-sondering (se vedlegg 1) og klassifiseringsforsøk (enaks og konus) utført på uforstyrrede $\varnothing 54 \text{ mm}$ prøver i laboratoriet.

Vurdering av leiras sensitivitet er basert på utførte laboratorieundersøkelser og tolkning av totalsonderinger

4.2.1 Tolket skjærstyrke

Vi viser til vedlegg 1 for tolkning av et skjærstyrkeprofil fra CPTU-sondering i punkt 10.

4.3 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropien i leira, dvs. at udrenert skjærstyrke varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærstyrke s_{uA} (styrke der glideflaten ligger i aktiv sone).

Direkte og passiv skjærstyrke er beregnet ut fra følgende sammenheng:

- $s_{uD} = 0,63 s_{uA}$ (styrke for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $s_{uP} = 0,35 s_{uA}$ (styrke der glideflaten ligger i passiv sone)

Aktiv skjærstyrke er redusert med 15% for kvikkleire.

4.4 Drenert skjærfasthet

Bestemmelse av effektive skjærstyrkeparametere i leiren (som også inkluderer kvikkleire og sprøbruddmaterialet) er basert på erfaringsverdier. Følgende verdier er benyttet for kohesjon og friksjonsvinkel:

Fyllmasser	$c=0 \text{ kN/m}^2$	$\phi=31,0^\circ$
Leire/Silt	$c=5 \text{ kN/m}^2$	$\phi=26,0^\circ$
Kvikkleire/sprøbruddmateriale	$c=0 \text{ kN/m}^2$	$\phi=22,0^\circ$

4.5 Poretrykk

Det antas hydrostatisk poretrykkfordeling av grunnvann. Grunnvannsnivå antas opp til kote +2,5 helt vest på tomten og mellom kote +1,5 og +2,0 øst på tomten.

5. Stabilitet

5.1 Generelt om områdestabilitet

Tomten og området rundt tomten er ganske flat med maksimal høydeforskjell på 2 m. Helning mot Drammenselva er slak med i snitt 1:100 og en høydeforskjell mindre enn 5 m. Ifølge NVE veileder 7/2014 kap. 4.5 ansees området ikke som aktsomhetssone for kvikkleireskred pga. slak terrenghelning og lav høydeforskjell. Det er derfor ikke utført noen stabilitetsberegninger for dagens situasjon, og kravene i TEK10 §7-3 (skredssikkerhet) vurderes som tilfredsstilt. Når det gjelder evt. utgraving for skoleutbygging så vil dette føre til en avlastning og en prinsipiell forbedring av stabilitet mot Drammenselva. Det er derfor bare kontrollert lokal stabilitet av en eventuell byggegrop i neste kapittel.

5.2 Lokal stabilitet

Rambøll har utført stabilitetsanalyser med dataprogrammet GeoSuite Stability, både for effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse (ADP).

Det ble utført stabilitetsanalyser for et profil som går i vest-øst-retning gjennom planlagt flerbrukshall (A-A). Det ble kontrollert til hvilken dybde en åpen graveskråning tilfredsstiller sikkerhetskrav uten jordforsterkning. Resultater er presentert i tabell 1. For nærmere resultater se tegninger nr. 101-102.

Tabell 1 - Resultater fra stabilitetsberegninger for dagens tilstand

	Totalspennings-analyse (ADP)	Effektivspennings-analyse
Profil A-A (øst, graving til kote +1,5)	1,48	1,40

Sikkerhet av lokal stabilitet er tilfredsstillende for graving til maks. kote +1,5 med skråningshelning 1:1,75.

6. Setninger

Det ble utført et ødometerforsøk på leira, som viser normalkonsolidert leire. Det forventes setninger under eventuelle fyllinger som er høyere enn dagens terreng. Videre forventes det i utgangspunkt setninger under direktefundamenterte bygg.

Setninger under fundamenter og fyllinger må beregnes ved detaljprosjektering. Det anbefales å tilstrebe kompensert fundamentering hvis det ønskes direkte fundamenterte bygg.

7. Fundamentering

Vi anbefaler at skolebyggene fundamenteres på peler til berg. Mindre, lette bygg (f.eks. sykkelbur) kan vurderes å direktefundamenteres.

Hvis det ønskes oppsjon for bygging med kjeller er dette mulig. Flerbrukshall kan bygges med en eller to-etasjers kjeller. Hvis kjellernivå skal være under grunnvannsnivå må den bygges vanntett og bygget må sikres mot oppdrift med strekkpeler. Graving med åpen graveskråning dypere enn til kote +1,5, må sannsynligvis utføres ved bruk av jordforsterkning. Byggegropp for flerbrukshall med kjeller må sikres med spunt ned til berg ved graving. Videre må byggegropen forsterkes med kalk/semment-innblanding ved graving. I tabell nedenfor har vi skissert behov for spunt, og omfang kalk/semment-stabilisering for graving ned til kote +0,5 (antatt et kjellernivå) og kote -2,5 (antatt to kjellernivåer). Vi gjør oppmerksom på at anslaget er grovt.

	Spuntdimensjon	Avstivning	Behov kalk/semment
Graving kote +0,5	$W_x \geq 800 \text{ cm}^3$ Spunt til berg, festet med fotbolt	Avstivning i et nivå med fjellstag, antatt $N_d \geq 600 \text{ kN c/c} = 4,2 \text{ m}$	Ja, det forventes behov for kalk/semment-forsterkning mellom kote -4,0 og +0,5. Midlere skjærstyrke skal være $s_u \geq 45 \text{ kPa}$
Graving kote -2,5	$W_x \geq 1400 \text{ cm}^3$ Spunt til berg, festet med fotbolt	Avstivning i to nivåer med fjellstag, antatt $N_d \geq 1350 \text{ kN}$, $c/c = 3,4$ i øvre nivå og $c/c = 2,5$ m i nedre nivå	Ja, det forventes behov for kalk/semment-forsterkning mellom bergnivå og kote +0,5. Midlere skjærstyrke skal være $s_u \geq 60 \text{ kPa}$

Når det gjelder skolebygget så er det også mulig å bygge den med kjeller. Siden bergnivå er ikke kjent i dette området kan det ikke sies om det er mulig å sikre byggegrop med spunt med avstivning med bakliggende fjellstag. Hvis bergnivået ligger for lavt kan det det være aktuell med en svevende spunt med innvendig avstivning. Også her vil det være aktuell med kalk/semment-forsterkning i byggegrop. Spuntdimensjoner og omfang av kalk/semment-forsterkning vil være avhengig av bergnivå og gravedybde.

8. Bæreevne for utearealer

Utearealer, veger og parkeringsplasser kan fundamenteres direkte på fyllmasser eller silt/leire, dersom områdestabilitet og lokalstabilitet er tilfredsstillende. Massene er meget telefarlige (telegruppe T4). Dette krever frostsikring av konstruksjoner. Bæreevne er kontrollert med totalspenningsanalyse for silt/leire med gjennomsnittlig $s_{uD} = 27 \text{ kPa}$, hvor vannnivå ikke er relevant.

Organiske lag i toppen må alltid fjernes under veier og fundamenter.

Beregning av dimensjonerende bæreevne for utearealer

Bæreevnen beregnes ifølge formler gitt i Statens vegvesen håndbok V220 for totalspenningsmateriale (leire/silt):

$$\sigma_v = N_c \cdot \tau_d + p_v = 93 \text{ kPa} + p_v$$

σ_v = vertikal bæreevne (dimensjonerende)

N_c = Bæreevnefaktor (se figur 6.10 SV håndbok 016) $\approx 5,2$ for leire

$\tau_d = s_u / \gamma_m$ = Dimensjonerende styrke (udrenert, konservativ antatt midlere $s_u = 27 \text{ kPa}$)

$p_v = \gamma \cdot z$ = vertikalt overlagringstrykk ved siden av fundament

γ_m = materialkoeffisient ($\gamma_m = 1,5$ for totalspenningsanalyse)

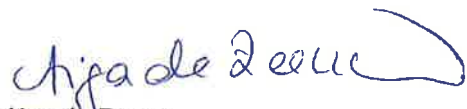
Denne formel gjelder bare for rene vertikallaster og antatt last i dagens terrengnivå. Bæreevne avtar med dybden og må angis spesiell hvis det skal bli gravearbeider.

9. Supplerende grunnundersøkelser

Det anbefales at det utføres supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljplanleggingsfase. Det er ønskelig å ha mer informasjon om bergnivå og løsmasser ved planlagt nytt skolebygg. Videre er det ønskelig å få eksakt informasjon om grunnvannsnivå.

10. Konklusjon

- Skolebygg anbefales fundamentert på peler til berg.
- Grunnen er setningsgivende og oppfyllinger eller direktefundamenterte bygg vil være utsatt for setninger.
- Graving med åpen graveskråning kan utføres til ca. kote +1,5.
- Ved bygging med kjeller må det påregnes spunting og kalk/sement-forsterkning
- Kravene i TEK10 §7-3 (skredssikkerhet) vurderes som tilfredsstillt



Aiga de Zeeuw



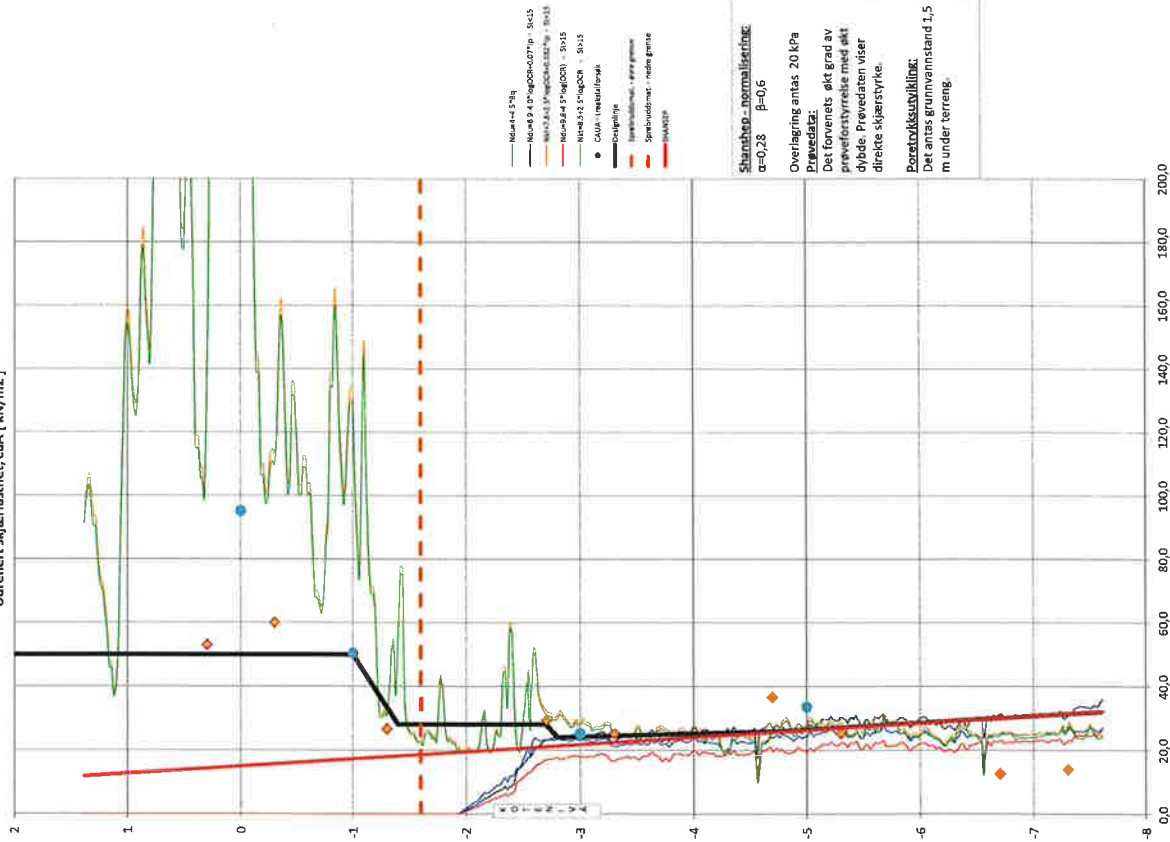
Morten Tveit

Vedlegg: 1 CPTU-tolkningsark

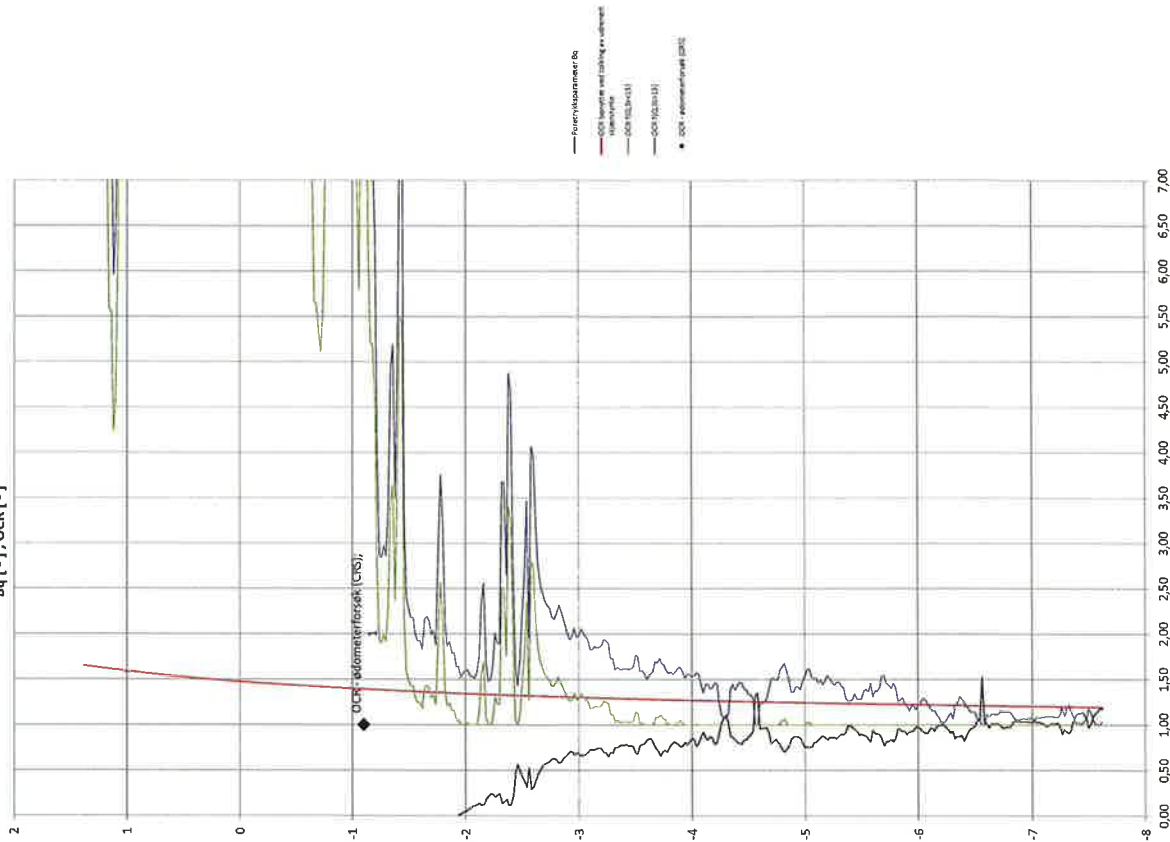
Tegning nr.

1	Forslag til reguleringsplan
100	Situasjonsplan
101-102	Stabilitetsberegninger

Udrenert skjærfasthet, c_uA [kN/m²]



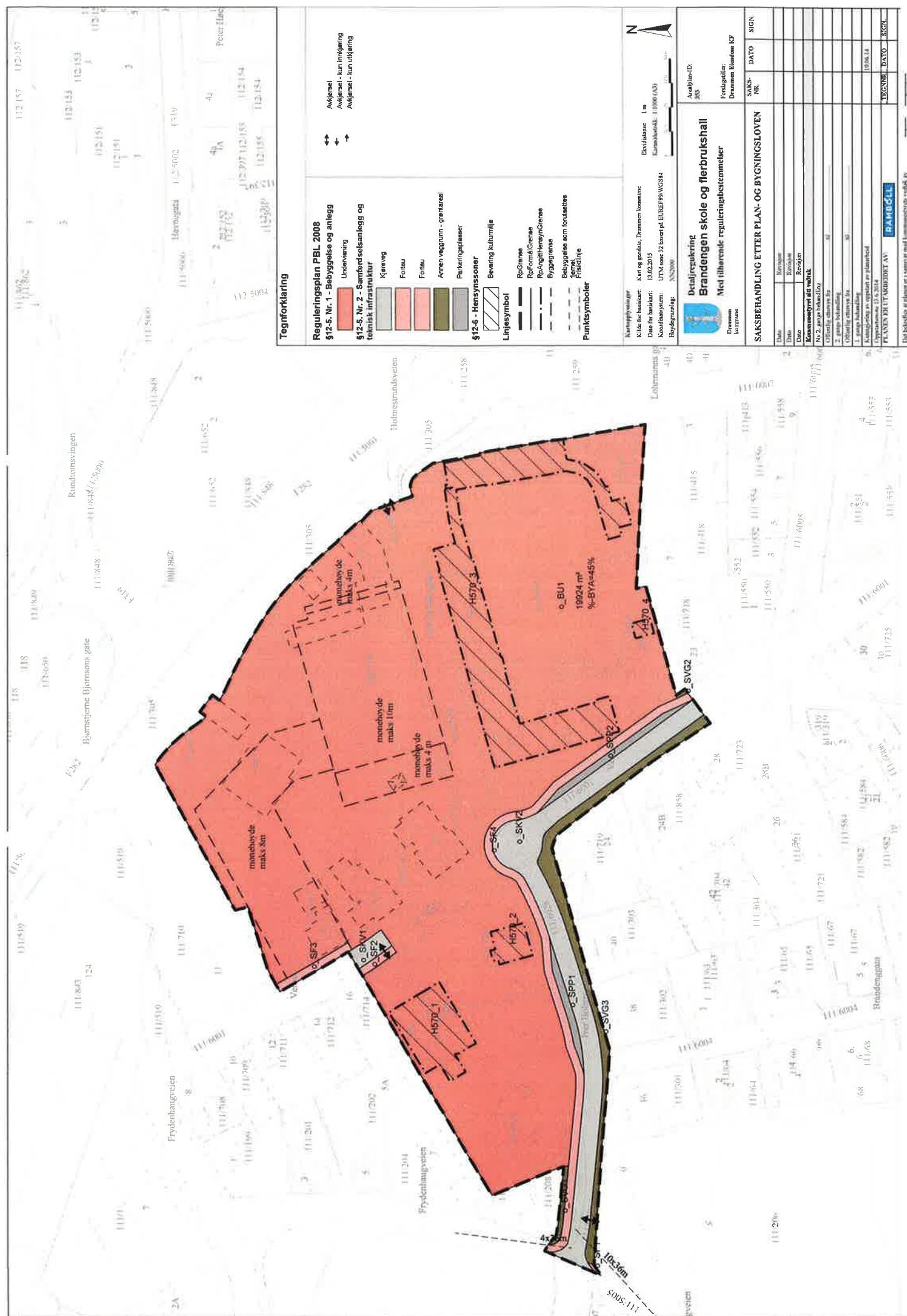
B_q [-], OCR [-]



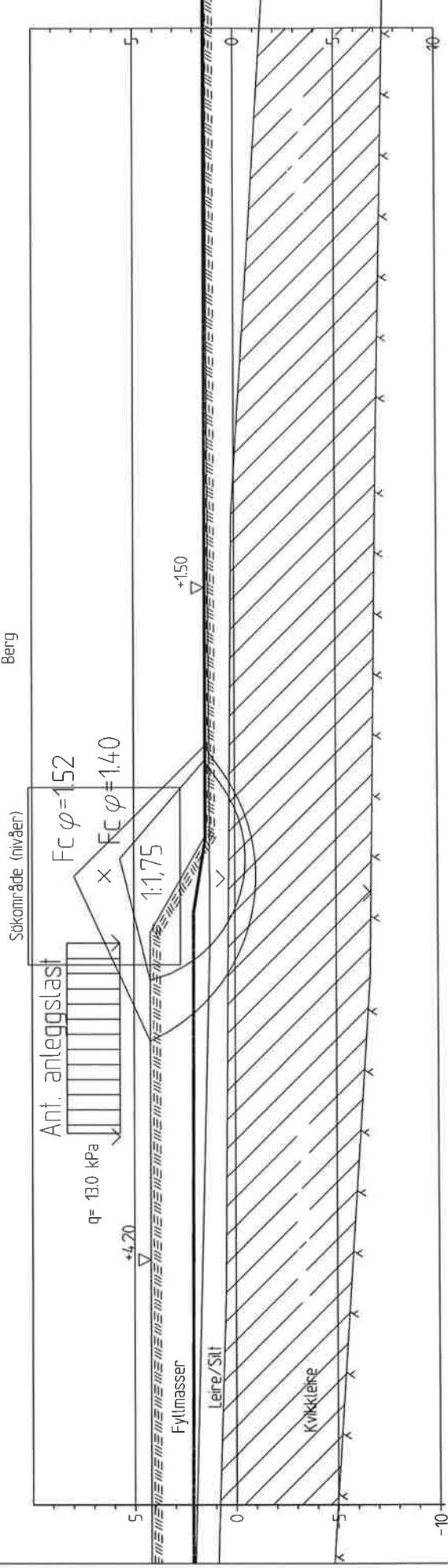
Ved kote -4 vurderer vi styrken til å ligge i henhold til utførte rutineundersøkelser fremfor CPTU sondering. Ndu kurvene ligger glennongående litt lavere enn hva rutineundersøkelsene tilsier, designlinjen legges derfor på SHANSEP fra kote -5.

Drammen Eiendom KF		Oppdrag
Brandenga		1350008835
Borupunkt: 10C	Terrengkote: 3,4	Tegn./kontr. Bilag
Tolkning/presentasjon av CPTU		ANDGM/TV 1
Udrenert skjærfasthet og OCR		Tegn. Nr. 04.03.2015





Material	nr	Densitet	Fi	C'
Fyllmasser	1	19.00	310	0.0
Leire/Silt	2	19.00	26.0	5.0
Kvikkleire	3	19.00	22.0	0.0
Berg				



0		11.03.2015	ADZ	MTV	ADZ	01		01	01
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTROLT	TEGN	OPDRAG NR.	MÅLSTOKK	BLAD NR.	AV
TEGNINGSSTATUS		Drammen eiendom KF		Brandenga skole		Stabilitetsberegning		1:200	
						Profil A-A		102	
						Utgraving til kote +1,5		REV.	
						Effektivspenningsanalyse		0	

RAMBOLL

Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.O. Box 910, 2007 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no