

RAPPORT

Ladebekken 11 og 15

OPPDRAGSGIVER

Heimdal Eiendom AS

EMNE

Utredning av faresone ved Ladebekken

DATO / REVISJON: 16. oktober 2015 / 00

DOKUMENTKODE: 417209-RIG-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Ladebekken 11 og 15	DOKUMENTKODE	417209-RIG-RAP-002
EMNE	Utredning av faresone ved Ladebekken	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Heimdal Eiendom AS	OPPDRAAGSLEDER	Tor-Helge Vehn Antonsen
KONTAKTPERSON	Kjell Ivar Kjølhamar	UTARBEIDET AV	Alberto Montafia
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5715 NORD: 70359	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	414 / 310 / - / Trondheim		

SAMMENDRAG

Heimdal Eiendom AS planlegger å bygge boliger og næringslokaler i Trondheim, på tomtene som avgrenses av Strandveien i vest, Lade allé og Sigmunds vei i nord, Jarleveien i øst og Ladebekken i sør.

Foreliggende rapport omhandler utredningen av aktsomhetsområdet som dekker deler av det aktuelle prosjektområdet. Innhold av foreliggende rapport underlegges uavhengig tredjepartskontroll i henhold til NVEs veileder 7/2014.

Foreliggende rapport inneholder også geotekniske vurderinger vedrørende etablering av byggegroper, fundamentering og øvrige anleggstekniske forhold.

00	16.10.2015	Første utsendelse til 3. partskontroll	AWM	T-HVA	Arne Vik AW
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlag.....	6
3	Terreng- og grunnforhold.....	7
	3.1 Topografi.....	7
	3.2 Grunnforhold	7
	3.3 Poretrykksforhold	8
4	Soneavgrensning	8
	4.1 Bakgrunn.....	8
	4.2 Avgrensning av løsneområde.....	8
	4.3 Faregradsklassifisering.....	9
5	Planlagt utbygging	9
6	Stabilitetsberegninger	10
	6.1 Generelt	10
	6.2 Materialparametere	10
	6.3 Sikkerhetskrav.....	10
	6.4 Resultater	11
7	Vurdering av stabiliteten	12
	7.1 Områdestabilitet.....	12
	7.2 Lokal stabilitet.....	12
	7.3 Avgrensning av utløpsområdet	12
8	Geotekniske vurderinger	13
	8.1 Generelt	13
	8.2 Fundamentering	13
	8.3 Rekkefølge	13
9	Sluttkommentar	13
10	Referanser	13

VEDLEGG

Vedlegg A – Faregradsklassifisering av faresone «Ladebekken»
Vedlegg B – Endringer i områdets topografi fra tidlig på 1900-tallet
Vedlegg C – Valg av materialparametere
Vedlegg D – Stabilitetsberegninger

TEGNINGER

417209-RIG-TEG-	002	Borplan med fargekode
	003	Plassering beregningsprofiler
	050.5	CPTU3, tolket OCR
	050.6	CPTU3, tolket skjærstyrke
	051.5	CPTU4, tolket OCR
	051.6	CPTU4, tolket skjærstyrke
	200	Tolket lagdeling profil A-A
	201	Tolket lagdeling profil B-B
	202	Tolket lagdeling profil C-C
	203	Tolket lagdeling profil D-D
	204	Tolket lagdeling profil E1-E1
	205	Tolket lagdeling profil E2-E2
	206	Tolket lagdeling profil F-F
	300	Resultat stabilitetsberegninger profil A-A, dagens situasjon
	301	Resultat stabilitetsberegninger profil B-B, dagens situasjon
	302	Resultat stabilitetsberegninger profil C-C, dagens situasjon
	303	Resultat stabilitetsberegninger profil D-D, dagens situasjon
	304	Resultat stabilitetsberegninger profil E1-E1, dagens situasjon
	305	Resultat stabilitetsberegninger profil E2-E2, dagens situasjon
	306	Resultat stabilitetsberegninger profil F-F, dagens situasjon
	310	Resultat stabilitetsberegninger profil A-A, etter utbyggingen
	311	Resultat stabilitetsberegninger profil B-B, etter utbyggingen
	312	Resultat stabilitetsberegninger profil C-C, etter utbyggingen
	313	Resultat stabilitetsberegninger profil D-D, etter utbyggingen
	314	Resultat stabilitetsberegninger profil E1-E1, etter utbyggingen
	315	Resultat stabilitetsberegninger profil E2-E2, etter utbyggingen
	316	Resultat stabilitetsberegninger profil F-F, etter utbyggingen

1 Innledning

Heimdal Eiendom AS planlegger å bygge boliger og næringslokaler i Trondheim, på tomtene som avgrenses av Strandveien i vest, Lade allé og Sigmunds vei i nord, Jarleveien i øst og Ladebekken i sør.

Foreliggende rapport omhandler utredningen av faresonen som dekker deler av det aktuelle prosjektområdet, utført i henhold til NVEs retningslinjer (ref. /1/).

Foreliggende rapport inneholder også geotekniske vurderinger vedrørende etablering av byggegrop, fundamentering og øvrige anleggstekniske forhold.

2 Grunnlag

Følgende geotekniske rapporter ligger til grunn for våre vurderinger:

Tabell 1: Oversikt over relevante geotekniske rapporter for prosjektet

Rapport	Firma	År
R. 0168 «Lade allé»	Trondheim kommune	1970
R. 1030 «Sigmunds vei 1. Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering»	Trondheim kommune	1998
R. 1030-2 «Sigmunds vei. Supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering»	Trondheim kommune	1999
5737.01 «Lade alle 16 – 22»	A/S Geoteam	1979
6090888 G-rap-001 «Lade allé 3. Grunnundersøkelser, datarapport»	Rambøll Norge AS	2010
6120227 G-rap-001 «Strandveien 75, reguleringsplan. Grunnundersøkelser, datarapport»	Rambøll Norge AS	2012
6130725 G-rap-001 «Boligbygg Lade Allé 9. Grunnundersøkelser, datarapport»	Rambøll Norge AS	2013
6130725 G-NOT-001 rev.02 «Geoteknisk vurdering og utbygging av boligbygg i Lade allé 9»	Rambøll Norge AS	2014
416489-RIG-NOT-001 «Boligbygg Lade allé 9. Tredjepartskontroll datarapport og stabilitetsutredning»	Multiconsult AS	2014
417209-RIG-RAP-001 «Ladebekken 11 og 15, Trondheim. Grunnundersøkelser geoteknikk – datarapport»	Multiconsult AS	2015
Verifikasjonsrapport utført 3. partskontroll 1350010408 nr. 01	Rambøll AS	2015

3 Terreng- og grunnforhold

3.1 Topografi

Terrenget på aktuelt område varierer mellom kote +3,0 helt i vest ved Nyhavna og kote +11,5 helt i øst ved foten av fyllingen ved Jarleveien. Terrenget nord for Lade allé består av en forholdsvis bratt skråning vest for Jarlheimbakken, mens øst for denne veien stiger terrenget med en slakere helning i ca. 120-150 m før skråningen blir brattere igjen (nord for Jarlsborgveien).

Mellom tomtene på Ladebekken 11 og 15 og boligene på sørsiden av Sigmunds vei finnes det en ca. 9 m høy skråning med gjennomsnittlig terrenghelning mellom 1:2,5 og 1:3,0. Denne skråningen er den gamle raskanten fra skredet som gikk på dette området i 1944. Etter skredet ble de bratteste skråningene som lå igjen utslaket, og det ble tilfylt noen steder. Ladebekken ble lagt i rør fra 1960-tallet. Nordvest for Sigmunds vei har terrenget et slakt fall (slakere enn 1:20) mot sørvest.

Endringene i områdets topografi fra tidlig på 1900-tallet er vist i Vedlegg B.

3.2 Grunnforhold

I østre del av prosjektområdet (Ladebekken 9, 11 og 15) er grunnforhold relativt homogene. Sonderingene utført på disse tomtene viser at et topplag, som varierer i mektighet mellom 3 og 5 m, ligger over et ca. 25 m dyp lag med leire. Sett bort fra et borpunkt ved grensen mellom tomtene på Ladebekken 9 og 11 langs Lade allé (R3-5 på tegning 417209-RIG-TEG-002), er det ikke påvist kvikkleire gjennom prøvetaking. Sprøbruddmateriale ble påvist i en prøve fra ca. kote -2,5. Verken prøven tatt 2 m grunnere eller prøven tatt 2 m dypere viser sprøbruddmateriale. En sondering utført langs Lade allé ca. 30 m nord for boligene på Sigmunds vei (BP.6 på tegning 417209-RIG-TEG-002) viser tegn på mulig sprøbruddmateriale mellom kote +10 og +5 m. Dette ble imidlertid ikke påvist gjennom prøvetaking. Prøven som viser omrørt skjærfasthet på 1,3 kPa, tatt opp fra borpunkt M11 på 5 m dyp, vurderes å være et isolert tilfelle, ettersom sonderingen som ble utført rett ved siden ikke viser tegn som tyder på sprøbruddmateriale.

I vestre del av prosjektområdet er det påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i 3 borpunkt, og minst ytterlige 4 borpunkt viser tegn som tyder på kvikkleire/sprøbruddmateriale. Generelt ligger punktene som viser eller tyder på sprøbruddmateriale, nærmere Lade allé enn tomtenes søndre grense. Topp lag sprøbruddmateriale varierer betydelig, mellom kote 0,0 og kote -6,0. Også mektigheten til dette laget viser mye variasjon, fra 2,5 m til opp til ca. 18 m (i borpunkt R1-7, tolket). Ved eksisterende bygg helt i vest mot Strandveien er det ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Nord for Lade allé er det påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale både i øst og vest, fra eiendommene på Lade allé 10 til boligene på Lade allé 22. Ved Lade allé 10 er topp sprøbruddmateriale påvist fra ca. kote +10 mens lengre øst ved Lade allé 22/22B er det tolket sprøbruddmateriale fra under kote +19.

Nivå bergoverflate varierer mellom ca. kote -16 i øst og opp til kote -27 i vest. Det kan forventes en del variasjon i berghorisonten på aktuelt område.

3.3 Poretrykksforhold

Poretrykk ble målt i tomte på Lade allé 3 i 2009-2010, og målingene viste poreovertrykk med dybden. Måling av grunnvannivå utført i uke 21 i 2015 på Ladebekken 15, det vil si i en betydelig avstand fra de første målingene, viser at grunnvannet her ligger ca. 0,7 m under bakken.

De nye målingene viser imidlertid tegn på poreundertrykk i dybden. Avlesningen fra poretrykksmåleren med spiss plassert 6 m under terreng tilsier at grunnvannet er 0,7 m under bakken. Fra poretrykksmåleren med spiss plassert 12 m under terreng er det målt en vannsøyle på 9,7 m (GV 2,3 m under bakken).

4 Soneavgrensing

4.1 Bakgrunn

Prosjektområde ligger i rasgrova til et kvikkleireskred som gikk i 1944.

Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i flere borpunkt både innenfor og i nærhet av tomtene hvor det planlegges å bygge.

Det finnes ikke noe kartlagt tidligere utredet faresone på eller ved de aktuelle tomtene på nåværende tidspunkt. Det vurderes at denne utredningen må utføres før behandling av reguleringsplan i kommunen. Faresonen kan kalles for «Ladebekken».

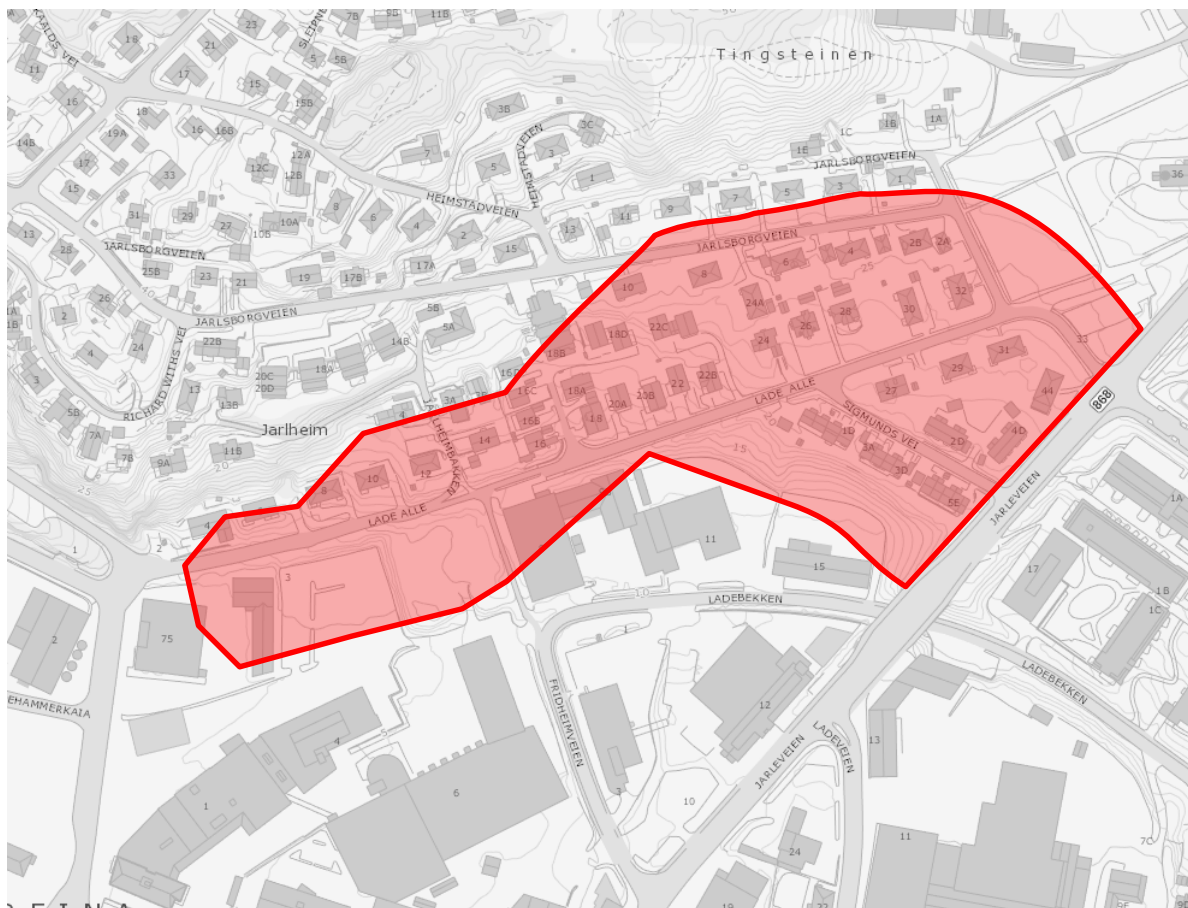
4.2 Avgrensning av løснеområde

Grensen til løснеområdet trekkes basert på både topografiske vurderinger og resultatet av grunnundersøkelser utført på aktuelt område. Avgrensningen vist på tegning 417209-RIG-TEG-003 tar hensyn til kommentarene fra 3. partskontroll av Multiconsult sitt notat 417209-RIG-NOT-001 (ref. /2/ og /3/)

I vestre del av prosjektområdet kan den nordre grensen til løснеområdet trekkes like ved sonderinger R2-5, R2-7, R1-2, R1-16 og G-3. Løснеområde i sør strekker seg ikke lenger enn borpunkter R1-5 og R1-14, men forbi borpunkt R1-8.

Avgrensning av løснеområdet på østsiden er i større grad basert på topografiske vurderinger. Avgrensningen i nord vil følge foten av skråningen bak boliger som ligger på Jarlsborgveien 9, 7, 5, 1E, 1C og 1B. Siden det ikke foreligger grunnundersøkelser på området nordøst for Sigmunds vei og i området ved Lade kirke, må løснеområdets grense trekkes basert på høyden til skråningen ved Ladebekken 15. Skråningen er 9-10 m høy, og derfor ligger grensen ca. 150 m (Hx15) bak skråningen. Det er ikke påvist kvikkleire i ovennevnte skråning.

Ved utførelse av supplerende grunnundersøkelser som dekker området nord for Sigmunds vei vil det være mulig å avgrense løснеområdet på en annen måte. Avgrensningen basert på topografien vurderes å være på den konservative siden. Hvis det utføres supplerende grunnundersøkelser som ikke viser kvikkleire/sprøbruddmateriale, kan utbredelse av løснеområdet reduseres.



Figur 4-1: Omtrentlig avgrensning av løseområdet for faresone «Ladebekken»

4.3 Faregradsklassifisering

Faresonen er klassifisert med kriteriene fremstilt i tabellen i NVEs veileder 7/2014, kapittel 4.5 punkt 9. Faregradsevaluering er presentert i foreliggende rapport som eget vedlegg (Vedlegg A)

Faresonen får for dagens situasjon en poengsum på 16, som innebærer at den kan klassifiseres med *lav faregrad*. Etter utbygging er resulterende poengsum fortsatt 16, som betyr at klassifiseringen til faresonen ikke endres.

5 Planlagt utbygging

Det planlegges å utvikle hele området mellom Strandveien i vest, Lade allé og Sigmunds vei i nord, Jarleveien i øst og Ladebekken i sør, med boliger og næringslokaler.

Prosjektområdet er delt i 6 delområder (A til F). Det planlegges sokkeletasje under de fleste delområdene. Ved område A er det planlagt også parkeringskjeller. Sokkeletasje vil være på ca. samme nivå som den nye gate Ladebekken, mens 1. etasje vil være på ca. samme nivå som Lade allé.

I forbindelse med utbyggingen skal gatene Lade allé og Ladebekken utvides og renoveres. I tillegg vil Ladebekken (bekken) få ett nytt løp i forlenget/ny kulvert.

Plan-/situasjonstegning over området kan fremskaffes fra arkitekt ved behov.

6 Stabilitetsberegninger

6.1 Generelt

Stabilitetsanalyser omfatter beregninger av stabiliteten i kritiske beregningsprofiler som også vurderes å være representative for delområdene i prosjektet. Det er valgt å beregne stabiliteten i 7 profiler, ett for hvert delområde unntatt delområde E, hvor det er tegnet 2 profiler. Stabilitet beregnes både i dagens tilstand og etter ferdig utbygging.

Lagdelingen i valgte beregningsprofiler er vist på tegningene 417209-RIG-TEG-200 t.o.m. -206.

6.2 Materialparametere

Valg av materialparametere omhandles i Vedlegg C.

6.3 Sikkerhetskrav

Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K4 og faresonen er faregradsklassifisert med lav risiko. Dette innebærer at følgende sikkerhetskrav gjelder for prosjektet (ref. /1/):

- Beregningsmessig sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ etter tiltak
- Forbedring av beregningsmessig sikkerhetsfaktor hvis $F < 1,4$ etter tiltak

6.4 Resultater

Resultatene av stabilitetsberegninger er her oppsummert i tabellarisk form.

Tabell 2: Oppsummering resultater stabilitetsberegninger

Profil	Tegning nr.	Beregning	Analyse	γ_m kritisk glideflate	Merknad
A-A	300	Dagens tilstand	ADP	1,54	
	310	Etter utbygging		1,42	
	-	Etter utbygging	a- ϕ	>2,0	
B-B	301	Dagens tilstand	ADP	1,96	
	311	Etter utbygging		1,50	
	-	Etter utbygging	a- ϕ	-	Ikke funnet
C-C	302	Dagens tilstand	ADP	1,40	
	312	Etter utbygging		1,40	
	-	Etter utbygging	a- ϕ	>2,0	
D-D	303	Dagens tilstand	ADP	1,47	
	313	Etter utbygging		1,41	
	-	Etter utbygging	a- ϕ	>2,0	
E1-E1	304	Dagens tilstand	ADP	1,24	
	314	Etter utbygging		1,30	Forbedring 5%
	-	Etter utbygging	a- ϕ	-	Ikke funnet
E2-E2	305	Dagens tilstand	ADP	1,25	
	315	Etter utbygging		1,31	Forbedring 5%
	-	Etter utbygging	a- ϕ	>2,0	
F-F	306	Dagens tilstand	ADP	1,09	
	316	Etter utbygging		1,24	Forbedring 13%
	-	Etter utbygging	a- ϕ	1,53	

Resultater av stabilitetsberegninger er vist i tegningene 417209-RIG-TEG-300 t.o.m. -306 samt 417209-RIG-TEG-310 t.o.m. -316. I vedlegg D er bakgrunn og forutsetningene for stabilitetsberegningene kommentert nærmere.

Merknaden «*ikke funnet*» ved enkelte effektivspenningsberegninger betyr at det ikke ble funnet en glideflate som er vurdert å være representativ for områdets stabilitet.

7 Vurdering av stabiliteten

7.1 Områdestabilitet

Områdestabilitet i dagens tilstand er generelt bedre i vestre del av prosjektområde enn i øst (se Tabell 2). Imidlertid er terreng og grunnforhold slik at det er enklere å tilfredsstillende NVEs krav på beregningsmessig sikkerhetsfaktor for østre del av prosjektområdet enn for vestre del.

Med terrengtiltak i form av motfyllinger rett sør for Lade allé og ved skråningsfoten i østre dele av reguleringsområdet er det mulig å oppnå tilfredsstillende sikkerhet i alle beregningsprofiler.

Bruk av kalksementpeler som tiltak for å forbedre grunnens styrke har også vært vurdert som mulig tiltak for å tilfredsstillende NVEs krav. Denne løsningen er imidlertid lite aktuell. For å kunne utnytte potensialet av et slikt tiltak, må kalksementpeler etableres i den såkalte «aktive» sonen av en mulig utglidning. I dette tilfelle tilsvarer den aktive sonen den øverste delen av skråningen nord for Lade allé, som er nesten helt bebygget fra før. En effektiv utførelse av stabiliseringen her, vurderes å bli veldig utfordrende med tanke på utførelse, samt meget kostnadsdrivende.

7.2 Lokal stabilitet

I foreliggende rapport er det lagt større vekt på områdestabilitet enn på lokal stabilitet siden det i reguleringsfasen må dokumenteres vedrørende prosjektets gjennomførbarhet og dets påvirkning på området globale stabilitet.

Det vurderes likevel at ivaretagelse av lokal stabilitet i reguleringsområdet er fullt ut overkommelig å ivareta. Vi finner at det vil være mulig å etablere byggegropene i åpen skjæring i de fleste delene av reguleringsområdet. Behov for eventuell oppstøtting av utgravninger må vurderes nærmere og dimensjoneres i detaljprosjekteringsfasen.

Omlegging av vann- og avløpsledninger vil også ha betydning i forhold til lokal stabilitet. Vi finner at seksjonsvis utgraving og/eller bruk av grøftekassetter vil være aktuelle løsninger. Nærmere vurderinger og eventuelle beregninger må også her utføres senest i detaljprosjekteringsfasen.

7.3 Avgrensning av utløpsområdet

Vurderinger vedrørende utløpsområdet av et eventuelt kvikkleireskred er basert på en helhetlig vurdering av områdets topografi, resultater av stabilitetsberegningene og leiras omrørt skjærfasthet.

I profilene C, D og E1 vil de største volumene med leire bli berørt av eventuelle utglidninger. I disse profilene er høydeforskjellen forholdsvis liten, gjennomsnittlig terrenghelning er forholdsvis slak, og de kritiske glideflatene går dypt under terrengnivået ved skråningsfot. Massene vurderes dermed å ha lite potensiell energi slik at de ikke vil kunne forflytte seg over store avstander. Da kvikkleireskredet gikk på dette området i 1944, hadde skredmassene en tilsvarende oppførsel.

Kvikkleirens omrørte skjærfasthet ved profiler A og B i vestre del av planområdet, er lavere enn i østre del. Med bakgrunn i dette vurderes det at skredmassene her vil kunne flyte noe mer ut mot sør og mot Nyhavna.

Utløpsområdet er markert med blå skravur på tegning 417206-RIG-TEG-003.

8 Geotekniske vurderinger

8.1 Generelt

Multiconsult vurderer at planlagt utbygging er gjennomførbar, forutsatt at nødvendige stabiliserende tiltak (motfyllinger ved Lade allé fremkommer av tegningene 417209-RIG-TEG-310 t.o.m. -316) er utført i forkant av gravearbeidene forøvrig.

8.2 Fundamentering

Fundamentering av byggene direkte på grunnen vurderes å ikke være en godt egnet løsning for denne utbyggingen. Selv med de mest omfattende utgravningene for parkeringskjeller/sokkeletasje vil det ikke være mulig å få til kompensert fundamentering. På grunn av egenskapene til massene, vil forventede laster som påføres jordmassene på reguleringsområdet, forårsake betydelige setninger.

Stabilisering og forbedring av leiras mekaniske egenskaper med kalksementpeler kunne i utgangspunktet ha muliggjort direkte fundamentering. Grunnet delområder innenfor reguleringsområdet med meget inhomogene grunnforhold, finner vi imidlertid det tvilsomt at man i disse delområdene vil kunne klare å etablere kalksementpeler på en tilfredsstillende måte i forhold til hensikten. I tillegg er det slik at omfanget av et slikt tiltak vil kunne bli meget stort på grunn av størrelse av arealet som vil kunne vært berørt.

Den mest aktuelle fundamenteringsløsningen vurderes å være borede/rammede spissbærende peler til berg. Vår erfaring med borede peler til berg i sensitiv leire, viser at metoden er skånsom mot jordmassene. Rystelser forårsaket intallasjon av borede peler er også begrenset i forhold til rammede peler. Med borede peler vil det også oppstå mindre poretrykkoppbygning i leire, på grunn av begrenset massefortrengning. Dette er et viktig moment for å ivareta stabiliteten både lokalt og i området.

Vi finner at det ikke vil oppstå skadelige setninger av byggene hvis det velges å fundamenterer på peler til berg. Imidlertid kan grunnen mellom pelene sette seg noe med tiden.

8.3 Rekkefølge

Når det gjelder områdets stabilitet, vil det være mer gunstig å begynne å oppføre byggene som ligger på laveste nivå først (delområde A), for så å gå oppover mot Jarleveien.

9 Sluttkommentar

Videre planlegging og prosjektering må utføres i nært samarbeid med geotekniker. Valg av fundamenteringsmetoder, terrenginngrep og etablering av byggeproper må detaljprosjekteres i samråd med RIG.

10 Referanser

- /1/ NVE, veileder 7/2014 «sikkerhet mot kvikkleireskred» (april 2014)
- /2/ Multiconsult ASA, notat 417209-RIG-NOT-001 «Ladebekken 11 og 15. Identifikasjon og avgrensning av aktsomhetsområde ved Ladebekken» (26. mai 2015)
- /3/ Rambøll AS, Verifikasjonsrapport utført 3. partskontroll 1350010408 nr. 01 (26. juni 2015)

FAREGRADSKLASSIFISERING AV FARESONE "LADEBEKKEN"

Etter NVEs veileder 7/2014 (pkt. 9, kap. 4.5)

ANALYSE

<i>Faktorer</i>	<i>Input</i>	<i>Score</i>	<i>Poeng</i>
Tidligere skredaktivitet	Høy	3	3
Skråningshøyde, meter	9	0	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	1,2	2	4
Poretrykk, overtrykk, kPa	10	1	3
Poretrykk, uhndertrykk, kPa	0	0	0
Kvikkleiremektighet	H/2 til H/4	2	4
Sensitivitet	60	2	2
Erosjon	Ingen	0	0
Inngrep, forverring	Noe	2	6
Inngrep, forbedring	Noe	2	-6

RESULTAT

<i>Sum</i>	16
<i>% av maksimalpoengsum</i>	28 %
<i>Klassifisering</i>	Lav faregrad

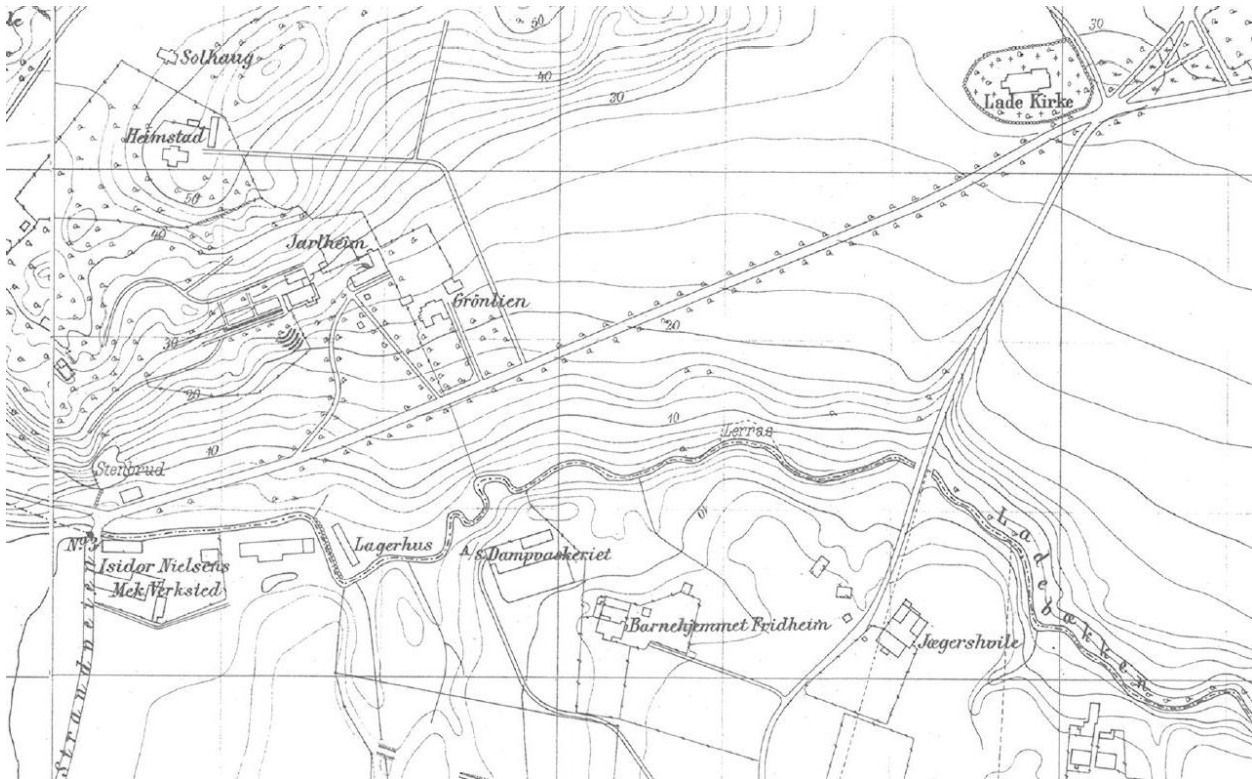
REFERANSETABELL

<i>Faktorer</i>	<i>Vekttall</i>	<i>Faregrad, score</i>			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 til 30	15 til 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 og 1,1	1,2 til 1,4	1,5 til 2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	>30	10 til 30	0 til 10	Hydrostatisk
Poretrykk, uhndertrykk, kPa	-3	>50	20 til 50	0 til 20	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 til H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30 til 100	20 til 30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Oppdragsgiver:	Oppdrag:	MULTICONSULT AS		
Heimdal Eiendom AS	Ladebekken 11-15			
Faregradklassifisering av faresoner, iht NVE 7/2014				
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	15.10.2015	ALM	THVA	ARV
	Oppdrag nr.:	Vedlegg	Versjon:	Revisjon:
	417209	A	1.0	0

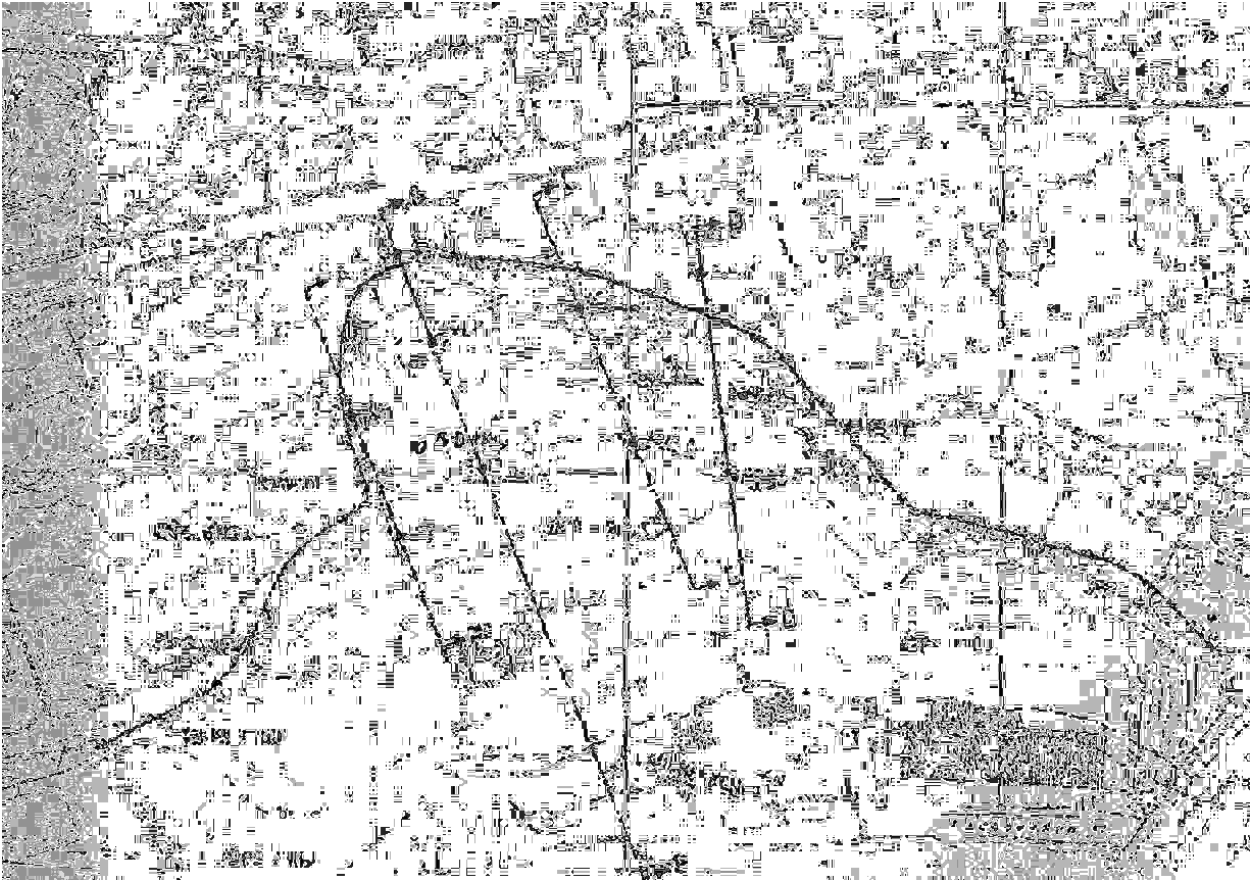
Vedlegg B - Endringer i områdets topografi

1 Områdets topografi, ca. 1909



Figur 1-1: Utsnitt av kart over aktuelt område før skred i 1944 (Trondhjems stadskontørkontor, 1909)

2 Områdets topografi, 1979



Figur 2-1: Utsnitt fra borplan, Geoteam rapport 5737.01 (eget arkiv, april 1979)

Vedlegg C - Materialparametere

1 Tolkning av materialparametere for stabilitetsberegninger

Materialparameterne er i hovedsak hentet og tolket fra resultatene av grunnundersøkelsene utført av Multiconsult i vår 2015. Det er i tillegg benyttet data fra andre relevante rapporter, nevnt i kapittel 2, samt erfaringsverdier hentet fra Statens vegvesens Håndbok V220.

1.1 Kvalitet

Kvaliteten av undersøkelsene som ligger til grunn for valg av materialparametere er variabel. Dokumentasjon av målenøyaktighet for CPTU sonderingene utført av Multiconsult i 2015 er vist på tegninger 417209-RIG-TEG-050.4 og -051.4 i rapport 417209-RIG-RAP-001 «Ladebekken 11 og 15. Datarapport grunnundersøkelser». Der hvor prøvekvaliteten vurderes å ikke være tilfredsstillende, er erfaringsverdier hentet fra Statens vegvesens Håndbok V220.

2 Spenningshistorie og tidligere overlagering

2.1 Generelt

Det er ikke utført ødometerforsøk på opptatte prøver fra tomtene på Ladebekken 11 og 15 og bestemmelse av overkonsolideringsforhold baserer seg på resultater av tidligere utførte grunnundersøkelser, CPTU-korrelasjoner, og topografiske vurderinger.

2.2 CPTU-korrelasjoner

Tolket spenningshistorie OCR ved BP.3 og 4 basert på CPTU-ene utført av Multiconsult på tomtene Ladebekken 11 og 15 er vist på tegninger 416235-RIG-TEG-050.5 og -051.5. For disse tolkningene er det brukt empiriske korrelasjoner på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er følgende forhold benyttet i tolkingen:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cq}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cq} = \frac{q_n}{\alpha * N_{kt}} - a$$

Der:

- α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha=0,25$ er benyttet
- N_{kt} = spissmotstandsfaktor
- q_n = Netto spissmotstand fra CPTU-sondering
- σ'_{v0} = in situ vertikal effektivspenning
- σ'_{cq} = Prekonsolideringsspenning

Bæreevnefaktor N_{kt} beregnes som:

$$N_{kt} = 18,7 - 12,5 * B_q$$

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cu}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cu} = \frac{u_2 - u_0}{\alpha * N_{\Delta u}} - a$$

Der:

- α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha=0,25$ er benyttet
- $N_{\Delta u}$ = poretrykksfaktor
- u_2 = målt poretrykk i CPTU
- u_0 = in situ poretrykk
- σ'_{cu} = Prekonsolideringsspenning

Bæreevnefaktor $N_{\Delta u}$ beregnes som:

$$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 * B_q$$

Dessuten er det også benyttet den empiriske korrelasjonen etablert av Chen & Mayne (1996) som uttrykker prekonsolideringsspenningen som:

$$\sigma'_c = 0,53 * (u_2 - u_0)$$

Denne formelen har for øvrig i tidligere erfaringer vist seg å samsvare godt med ødometerforsøk av god kvalitet og anses som en veldig pålitelig måte for å estimere spenningshistorien på.

2.3 Kommentar

Basert på områdets topografi før det ble utviklet, samt resultater av grunnundersøkelsene, kan det antas at tidligere terrengnivå på prosjektområdet lå mellom ca. kote +11 i vestre del av prosjektområdet ved Nyhavna og ca. +22/+24 ved Jarleveien. Mye tyder på at grunnen på prosjektområdet er erodert av Ladebekken, siden denne delen av byen steg over havnivå.

3 Totalspenningsanalyse (ADP-analyse)

3.1 Generelt

I totalspenningsanalyse er det for materialene betegnet som «Leire» og «Sprøbruddsmateriale» benyttet skjærstyrkeprofiler hvor anisotropiforhold, altså forhold mellom aktiv, direkte og passiv skjærstyrke, er ivare tatt (ADP-analyse). Udrenerte styrkeparametere er bestemt med bakgrunn i både felt- og laboratorieundersøkelser.

Verdier for c_u fra enaks- og konusforsøk er i våre vurderinger betraktet som verdier for direkte skjærstyrke c_{uD} . Verdier fra treaksialforsøk (hentet fra tidligere rapporter) anses som jordens aktive skjærstyrke c_{uA} . Aktiv skjærstyrkeprofiler er også tolket fra resultater av både nye og tidligere CPTU sonderinger.

3.2 CPTU-korrelasjoner

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderinger korrelert iht. empiriske baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl. (1996).

På poretrykksbasis bestemmes c_{uA} som:

$$c_{uA} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

Der bæreevnefaktor $N_{\Delta u}$ beregnes som:

$$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 * B_q$$

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

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

Der bæreevnefaktor N_{kt} regnes som:

$$N_{kt} = 18,7 - 12,5 * B_q$$

Reduksjon av designverdier i sprøbruddsmateriale er ivarettatt via nedjustering av ADP-faktor for aktiv skjærstyrke, i henhold til NVEs retningslinjer 2/2011. Tolket skjærstyrke for ovennevnte CPTU sonderingene utført i BP.3 og BP.4 er vist på tegninger 416235-RIG-TEG-050.6 og -051.6.

3.3 SHANSEP-betraktning

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in situ effektivspenninger og leirens overkonsolideringsgrad OCR. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av OCR. Udrenert skjærfasthet avhengig av OCR kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet:

$$c_{uA} = \alpha * OCR^m * \sigma'_0$$

Der:

- α = Stigningstall som varierer vanligvis mellom 0,27 og 0,32 for aktiv skjærstyrke
- OCR = Overkonsolideringsgrad = σ'_c / σ'_0
- M = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leiren og forsøkstype
- σ'_{v0} = In situ vertikal effektivspenning
- σ'_c = Prekonsolideringsspenning

På tegninger 416235-RIG-TEG-050.6 og -051.6 vises også skjærstrykeprofiler tolket med SHANSEP-metoden. Tabell 1 oppsummerer parameterne som ble valgt for de aktuelle sonderingene:

Tabell 1: Oversikt over valgte SHANSEP-parametere

CPTU	m	α	Bestemmelse OCR
3	0,85	0,28	POP=150 kPa / OCR fra designlinje
4	0,80	0,30	POP=65 kPa / OCR fra designlinje

For begge CPTU er det valgt å etablere et styrkeprofil basert på ulike antagelser vedrørende overkonsolideringsforholdene.

Der hvor det ikke foreligger CPTU sonderinger er det benyttet SHANSEP-betraktningen for å hente ut skjærstyrkeprofilen. Generelt er det benyttet m og α parametere på henholdsvis mellom 0,75-0,85 og 0,27-0,30 for å tilpasse seg til lokale forhold (tolket fra tidligere grunnundersøkelser).

3.4 Anisotropiforhold

Tabell 2 oppsummerer anvendte ADP-faktorer i udrenerte materialer:

Tabell 2: Oversikt over valgte ADP-faktorer

Material	γ (kN/m ³)	c_{uA} -koeffisient	c_{uD} -koeffisient	c_{uP} -koeffisient
Leire	20,0	1,00	0,63	0,35
Sprøbruddmateriale	20,0	0,85	0,63	0,35

Verdiene for anisotropikoeffisientene ligger på den konservative siden fordi det antas at plastisitetsindeks I_p alltid er mindre eller lik 10%.

4 Effektivspenningsanalyse (a ϕ -analyse)

Drenert materialparametere er tolket fra resultater av tidligere laboratorieundersøkelser, samt hentet fra erfaringsverdier i Statens vegvesens Håndbok V220. Følgende parametere er benyttet i beregningene:

Tabell 3: Oversikt over valgte effektivspenningsparametere

Material	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	a (kPa)	c' (kPa)	Kilde
Topplag	19,0	9,0	32,0	4,8	3,0	Erfaringsverdier
Sprøbruddmateriale	20,0	10,0	25,0	9,0	4,0	Erfaringsverdier
Leire	20,0	10,0	26,0	10,0	5,0	Erfaringsverdier/treaksialforsk

«Topplag» er brukt for å modellere både fyllmasser og tørrskorpa.

Vedlegg D - Stabilitetsberegninger

1 Stabilitetsberegninger

1.1 Generelt

Stabilitetsanalyser omfatter beregninger av stabiliteten i kritiske beregningsprofiler som også vurderes å være representative for delområdene i prosjektet. Det er valgt å beregne stabiliteten i 7 profiler, ett for hvert delområde unntatt delområde E, hvor det er tegnet 2 profiler.

Stabilitet beregnes både i dagens tilstand og etter ferdig utbygging. Beregningene er utført med både total- og effektivspenningsparametere.

Det forutsettes at samtlige bygg fundamenteres på spissbærende peler til berg, slik at byggenes vekt ikke føres til grunnen men til underliggende berg.

Tegningene produsert av Per Knudsen Arkitektkontor AS datert 11. og 30. september 2015 legges til grunn for beregningene. Utgravingene modellert i stabilitetsberegningene tar i utgangspunkt at kote traubunn vil ligge ca. 1 m under kote ferdig gulv.

1.2 Lagdeling

Lagdeling er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige grunnundersøkelser. Typisk lagdeling i de fleste profiler består av et topplag av opp til 4-5 m mektighet over leire. I de fleste profilene er det tolket kvikkleire. Dybde til kvikkleire og kvikkleiras mektighet varierer en del over prosjektområde (jfr. kapittel 3.2 i rapporten), og dette gjenspeiles i beregningsprofilene. Lagdeling i valgte beregningsprofiler er vist på tegningene 417209-RIG-TEG-200 t.o.m. -206.

Sonderingene som ble benyttet til å tolke lagdelingen er også tatt med. Ettersom Multiconsult ikke besitter tidligere grunnundersøkelser utført av andre aktører i digitalt format, er kun plassering og dybde til berg/fast lag vist i profiltegnene. Resultater av grunnundersøkelser utført av Multiconsult på tomtene Ladebekken 11 og 15 er vist i ovennevnte tegninger.

1.3 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 14.0.5.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

1.4 Materialparametere

Valg av materialparametere er omhandlet i Vedlegg C.

1.5 Laster

Ved stabilitetsberegningene er trafikken på Lade allé og Jarlsborgvegen modellert som en jevnt fordelt trafikklast på 10 kPa for hele vegens bredde inkludert skuldre, med lastkoeffisient 1,3. Dette resulterer i en last på 13 kPa.

Trafikklast er ikke inkludert i stabilitetsberegninger når lastens påvirkning vil virke positivt på beregnet sikkerhetsfaktor.

1.6 Terrengtiltak

Det ble valgt å innføre stabilitetstiltak kun i form av terrengtiltak, nemlig motfyllinger ved skråningenes fot. Det forutsettes at materialet som blir brukt i fyllingene har egenvekt $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$ (minimum).

1.7 Sikkerhetskrav

Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K4 og faresonen er faregradsklassifisert med lav risiko. Dette innebærer at følgende sikkerhetskrav gjelder for prosjektet:

- Beregningsmessig sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ etter tiltak
- Forbedring av beregningsmessig sikkerhetsfaktor hvis $F < 1,4$ etter tiltak

2 Resultater

2.1 Totalspenningsanalyse

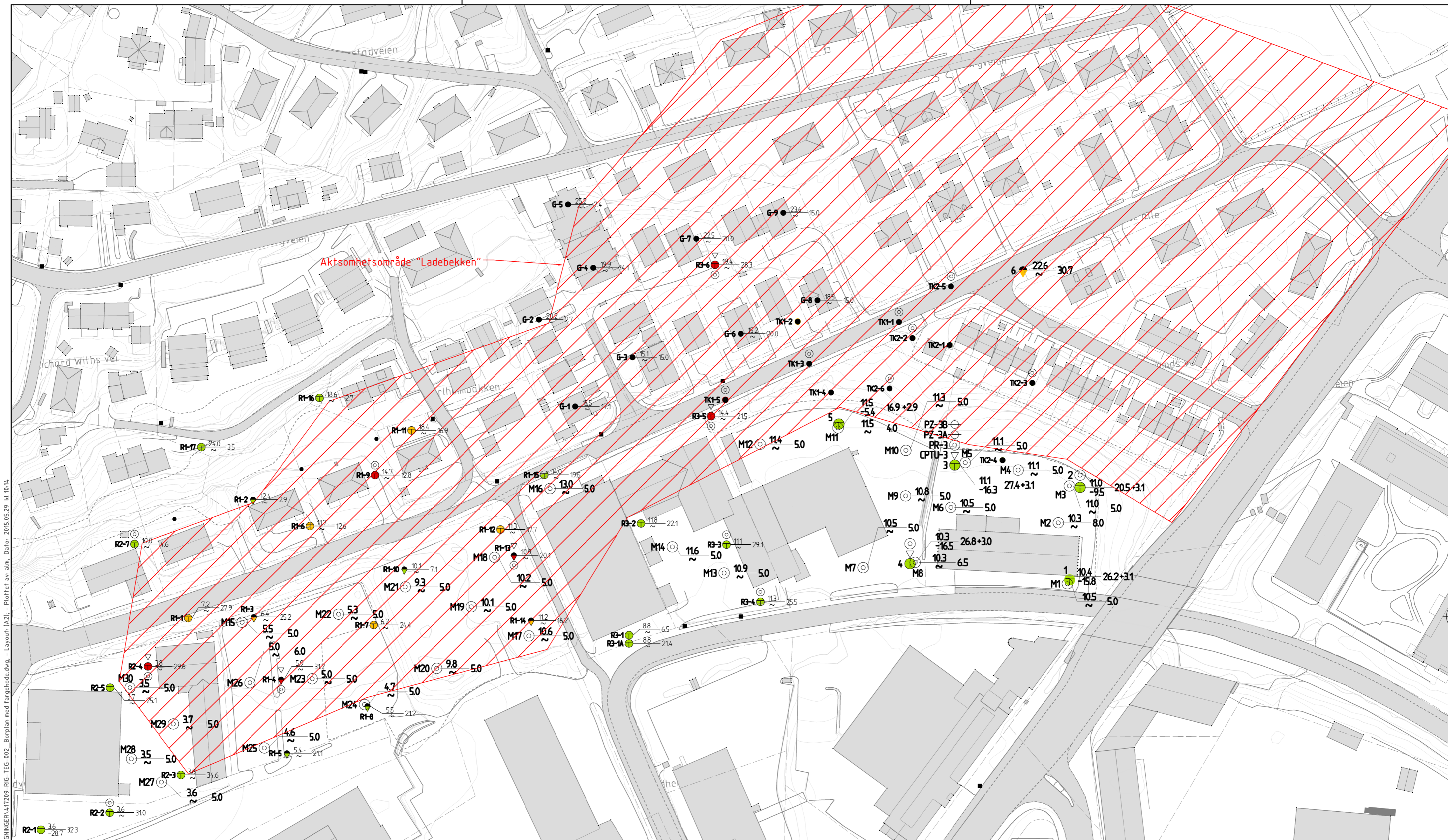
Resultatene av stabilitetsberegningene utført på totalspenningsbasis er presentert i tegningene 417209-RIG-TEG-300 t.o.m. -306 samt 417209-RIG-TEG-310 t.o.m. -316.

I ovennevnte tegninger er det kun vist den mest kritiske glideflaten som vurderes å være representativ for områdets stabilitet i hvert profil. Alle glideflatene som ble funnet å være kritisk er sirkulære.

2.2 Effektivspenningsanalyse

Det er valgt å ikke vise de kritiske glideflatene for effektivspenningsanalysen siden i noen profiler var det ikke mulig å finne glideflater som var representative for den drenerte tilstanden etter utbyggingen. Områdets topografi viser ikke bratte skråninger typiske for kritiske stabilitetsforhold i drenert tilstand. Dette gjenspeiles i oppnådd sikkerhetsfaktor betydelig høyere enn minimumskravet i alle profiler.

Z:\NO4\17209\17209-03 ARBEIDSRÅDE\17209-01 RIG\17209-04 TEGNINGER\17209-RIG-TEG-002_Borplan med fargekode.dwg - Layout: (A2) - Plottet av: alm. Dato: 2015.05.29 kl. 10:14



FORKLARING:

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ▽ TRYKSONDERING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊙ PRØVESERIE
 - PRØVEGROP
 - ⊖ DREITRYKSONDERING
 - ⊗ SKRUPLATEFORSØK
 - + VINGEBORING
 - ⊕ PORETRYKTMÅLING
 - ⊖ KJERNEBORING
 - ⊗ FJELLKONTROLLBORING
 - ⊕ BERG I DAGEN
- KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM: Digitalt kart fra xx
 UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLETT: GPS GLONAS CPDS
 BORDBOK NR: XXX
 LÅBOK NR: XXX
- EXEMPEL
 BP 1 ⊕ 4.30 / 28.2
 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

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

TK1-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.0168 (1970)-LADE ALLÉ
 TK2-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.1030 (1998)-SIGMUNDS VEI 1
 R1-X BORINGER FRA RAMBØLL RAPPORT NR. 6090888 (2010)-LADE ALLÉ 3
 R2-X BORINGER FRA RAMBØLL RAPPORT NR. 6120227 (2012)-STRANDVEIEN 75, REGULERINGSPLAN
 R3-X BORINGER FRA RAMBØLL RAPPORT NR. 6130725 (2013)-BOLIGBYGG LADE ALLÉ 5
 G-X BORINGER FRA GEOTEAM RAPPORT NR. 5737.01 (1979)-ADE ALLÉ 16-22 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Format
	Ladebekken 11-15		Geoteknikk		A2
			Cato	26.05.2015	
	Oversikt over relevante sonderinger		Format/Målestokk:		
	Med fargekode		1:1000		
			-		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
www.multiconsult.no		Utsendt	ALM/AMG	THVA	ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		417029	RIG-TEG-002		00



TEGNFORKLARING:

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊗ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ⊙ DREIETRYKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊕ PORETRYKMMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊕ FJELLKONTROLLBORING
- ⊕ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra xx
 KOORDINATSYSTEM: UTM Sone 32V
 HØYDEREFERANSE: NN 2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLING: GPS GLONASS CPDS
 BORRØK NR: XXXX
 LABBOK NR: XXXX

ESKEMPEL TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 $\frac{430}{282}$ 14.8 +2.4 — BORET DYBDE · BORET I BERG
 ANTALL BERGKOTE

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er oppgjetret fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
 Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

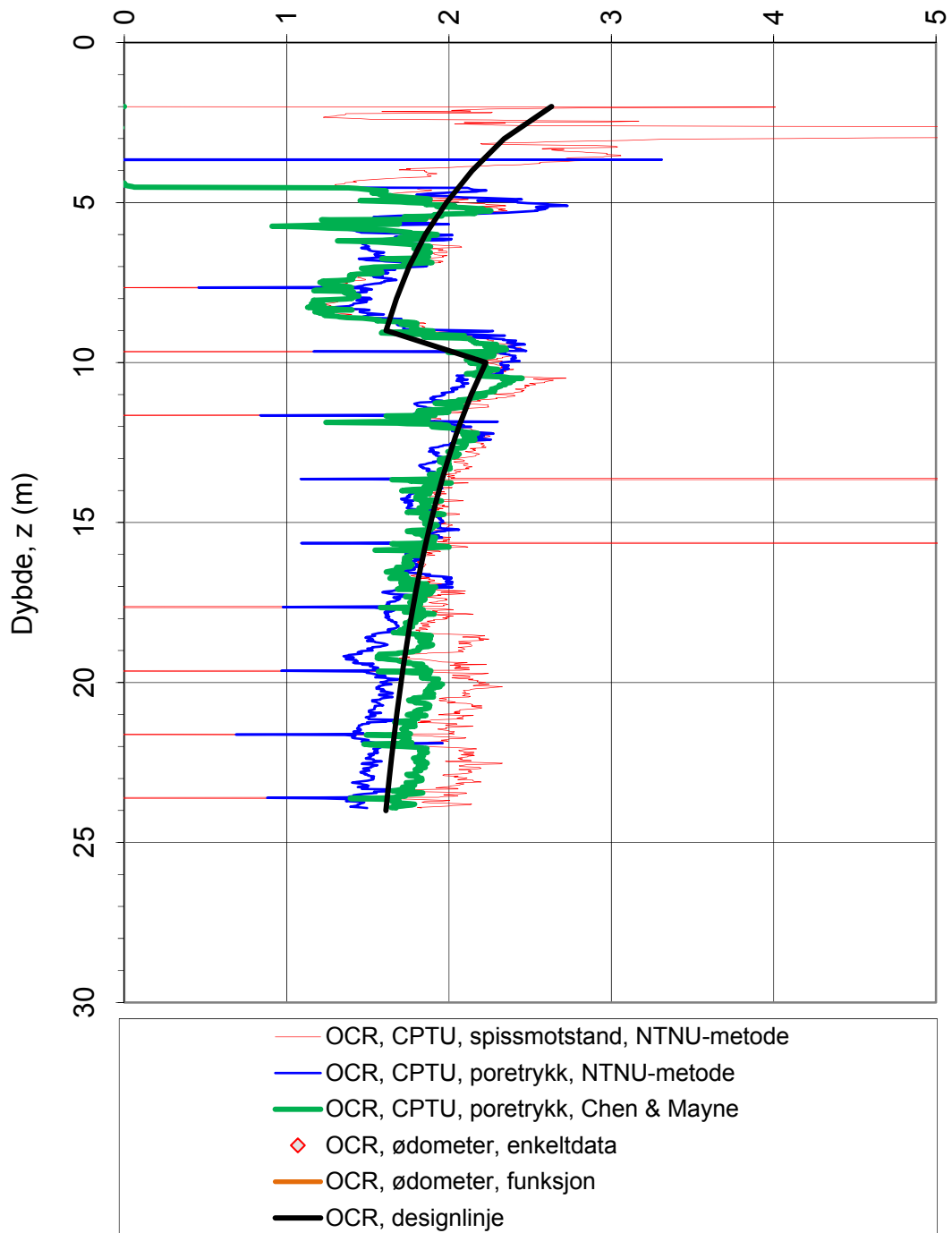
TK1-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.0168 (1970)-LADE ALLÉ
 TK2-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R.1030 (1998)-SIGMUND VEI 1
 R1-X BORINGER FRA RAMBOLL RAPPORT NR. 6090888 (2010)-LADE ALLÉ 3
 R2-X BORINGER FRA RAMBOLL RAPPORT NR. 6120223 (2012)-STRANDVEIEN 7S, REGULERINGSPLAN
 R3-X BORINGER FRA RAMBOLL RAPPORT NR. 5130725 (2013)-BOLBYGG LADE ALLÉ 9
 G-X BORINGER FRA GEOTEAM RAPPORT NR. 5731.01 (1979)-ADE ALLÉ 16-22 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS				
	Ladebekken 11-15				
	Plassering beregningsprofiler				
	Løsne- og utløpsområder faresone Ladebekken				
	Status		Konstr./Tegnet		Godkjert
	Utsendt		ALM/AMG		THVA
	Oppdragsnr.		Tegningsnr.		ARV
	471029		RIG-TEG-003		00

Kartgrunnlag: Digitalt kart fra xx
 Koordinatystem: UTM Sone 32V
 Høydereferanse: NN 2000
 Utgangspunkt for nivellering: GPS GLONASS CPDS
 Borrøk nr: XXXX
 Labbok nr: XXXX

T:\04\1\12121\12121-03-ARBESONMÅLE\12121-03-ARBESONMÅLE\12121-03-TEG-003_Plassering_beregning_profiler_Ladebekken_Ladebekken.dwg - Ladebekken - 2015.05.15 11:52:29

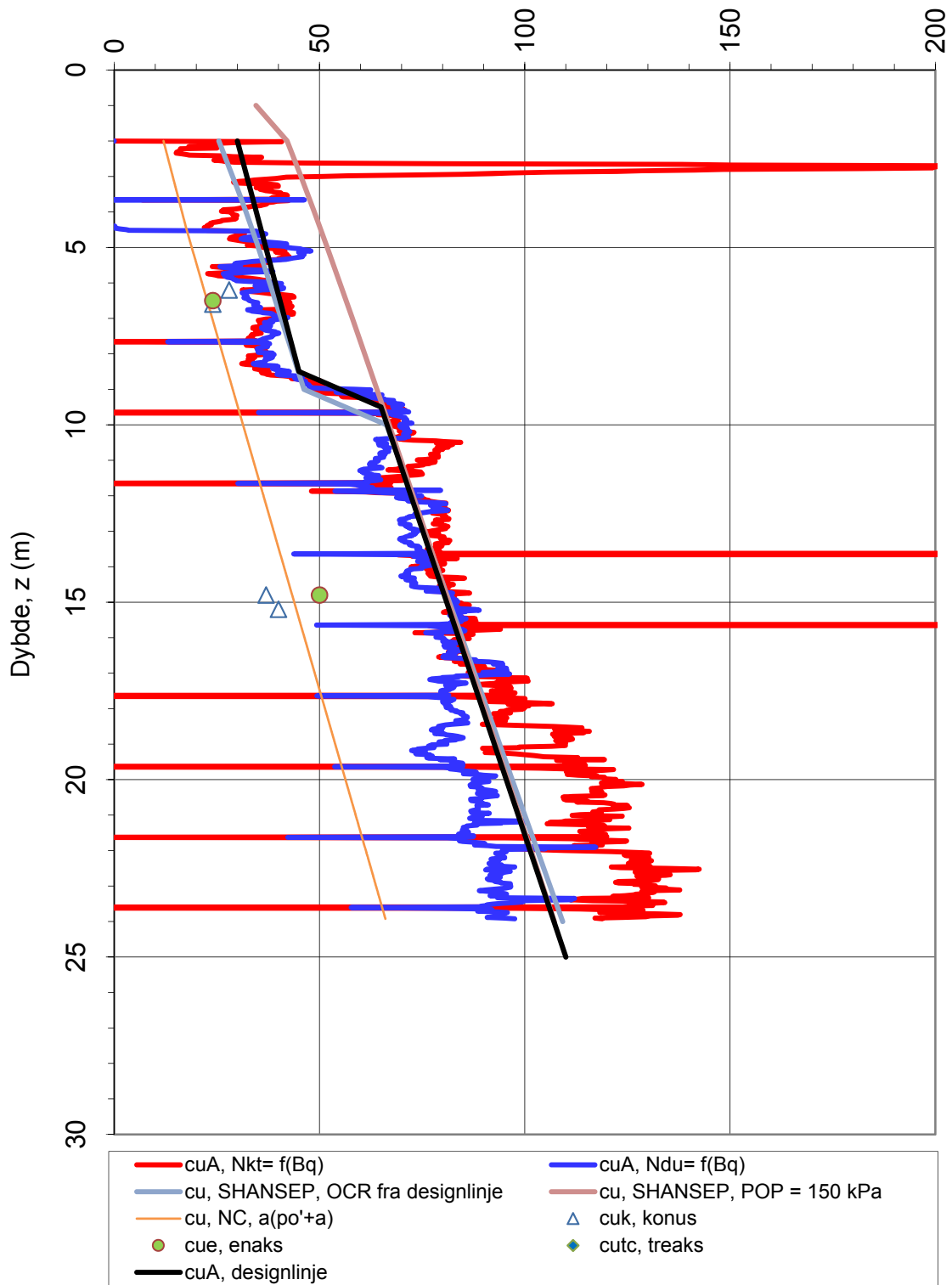
Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}' (-)$



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver: Heimdal Eiendom AS		Oppdrag: Ladebekken 11 og 15		Tegningens filnavn: 417209_CPTU3_v5	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	3	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 18.09.2015	Tegnet: ALM	Kontrollert: THVA	Godkjent: OAA	
	Oppdrag nr.: 417209	Tegning nr.: 50,5	Versjon: 01.10.2014	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0,25

N_{du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Heimdal Eiendom AS

Oppdrag:

Ladebekken 11 og 15

Tegningens filnavn:

417209_CPTU3_v5

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

Multiconsult

CPTU id.:

3

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

18.09.2015

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

THVA

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

417209

Tegning nr.:

50,6

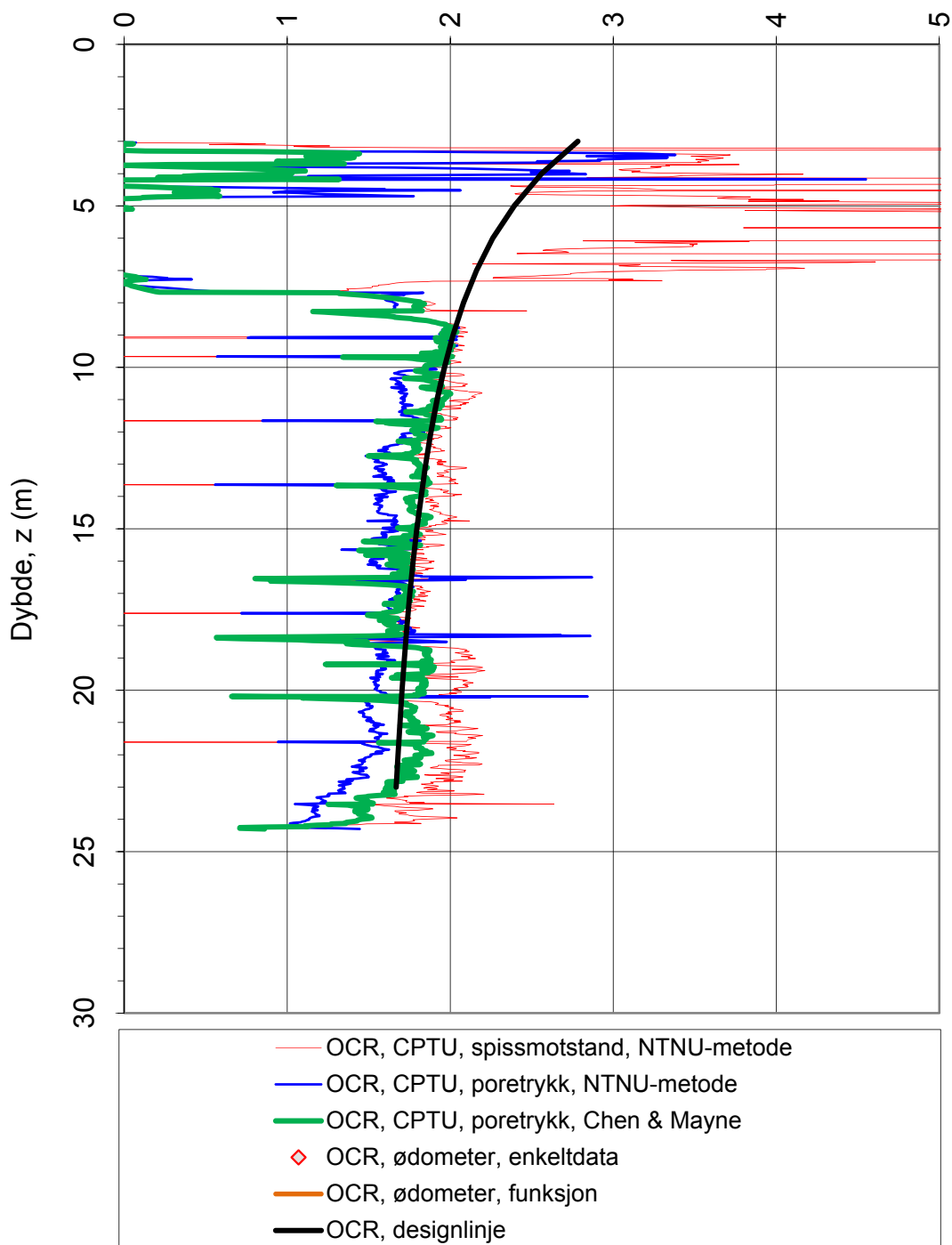
Versjon:

01.10.2014

Revisjon:

0

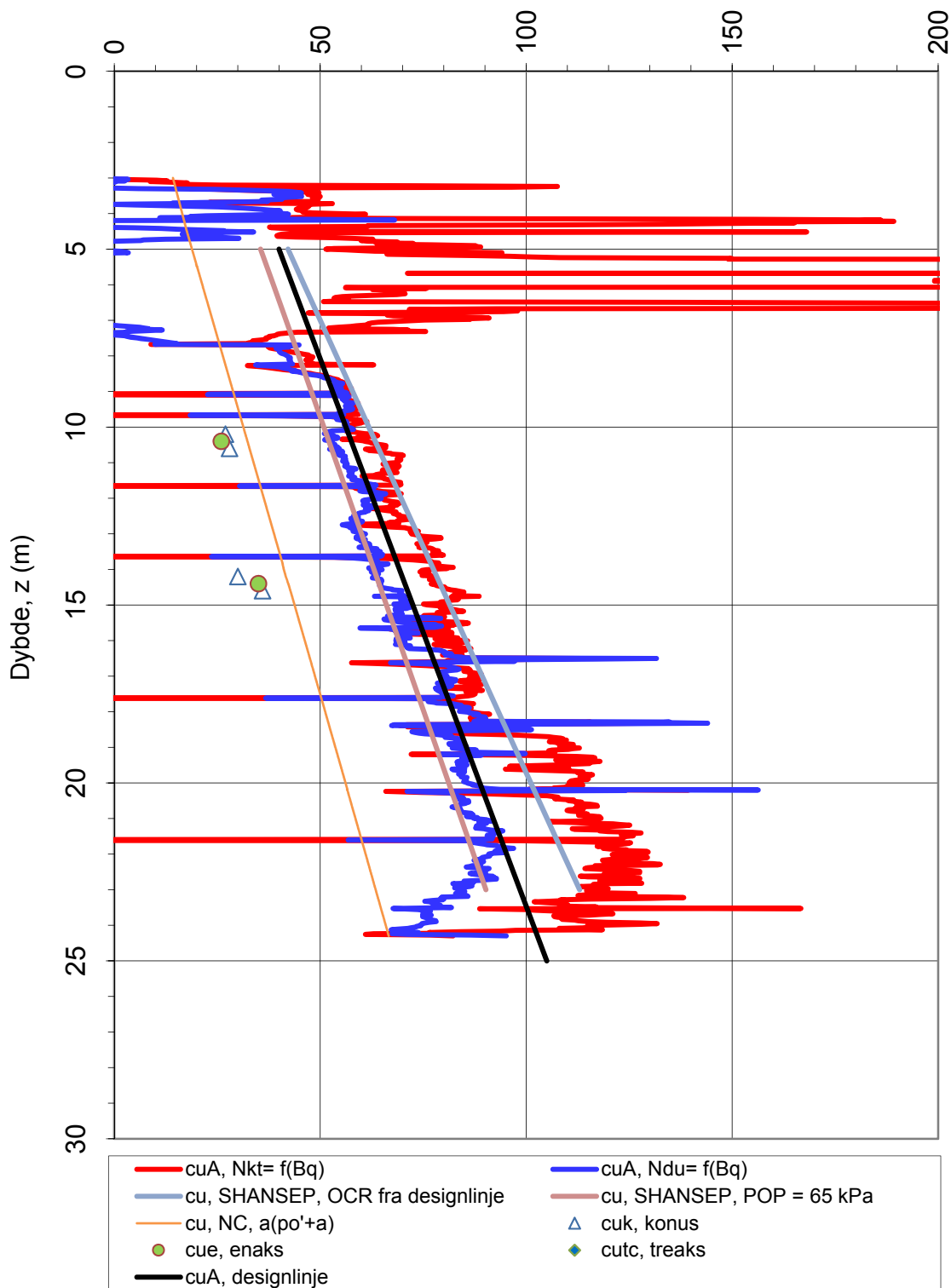
Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}' (-)$



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver: Heimdal Eiendom AS		Oppdrag: Ladebekken 11 og 15		Tegningens filnavn: 417209_CPTU4
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$.				Multiconsult
CPTU id.:	4	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 12.10.2015	Tegnet: ALM	Kontrollert: THVA	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 417209	Tegning nr.: 51,5	Versjon: 01.10.2014	Revisjon: 0

Udrenert skjærfasthet, c_{uA} (kN/m²)



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0,25

N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Heimdal Eiendom AS

Oppdrag:

Ladebekken 11 og 15

Tegningens filnavn:

417209_CPTU4

Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

Multiconsult

CPTU id.:

4

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

12.10.2015

Tegnet:

ALM

Kontrollert:

THVA

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

417209

Tegning nr.:

51,6

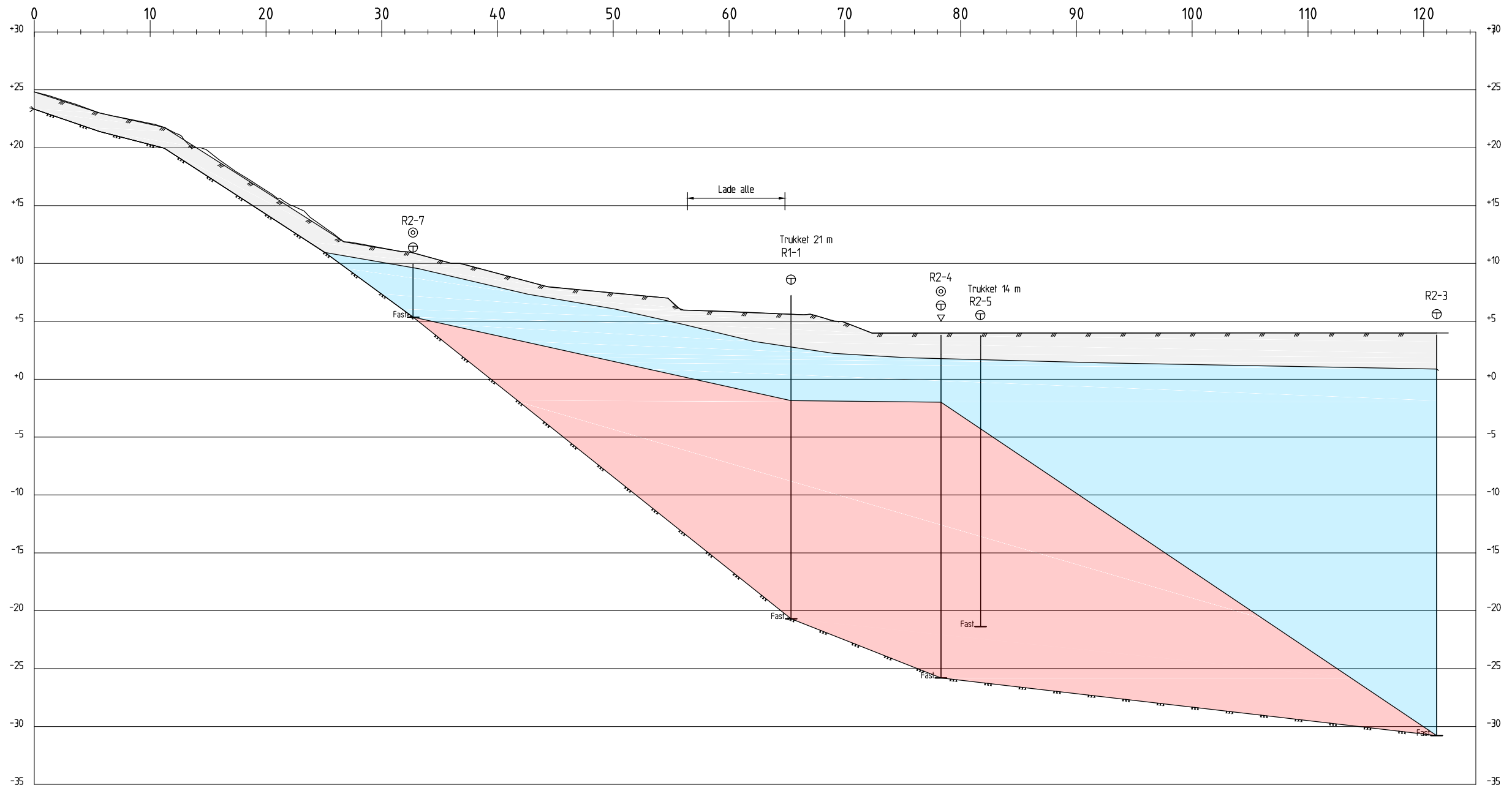
Versjon:

01.10.2014

Revisjon:

0

Z:\04\17\417209\417209-03 ARBEIDSMÅRÅDE\417209-01 RIG\417209-04 TEGNINGER\417209-RIG-TEG-200 Lagdeling profil A.dwg, - Plottet av: alm, Dato: 2015.10.10 kl. 11:50

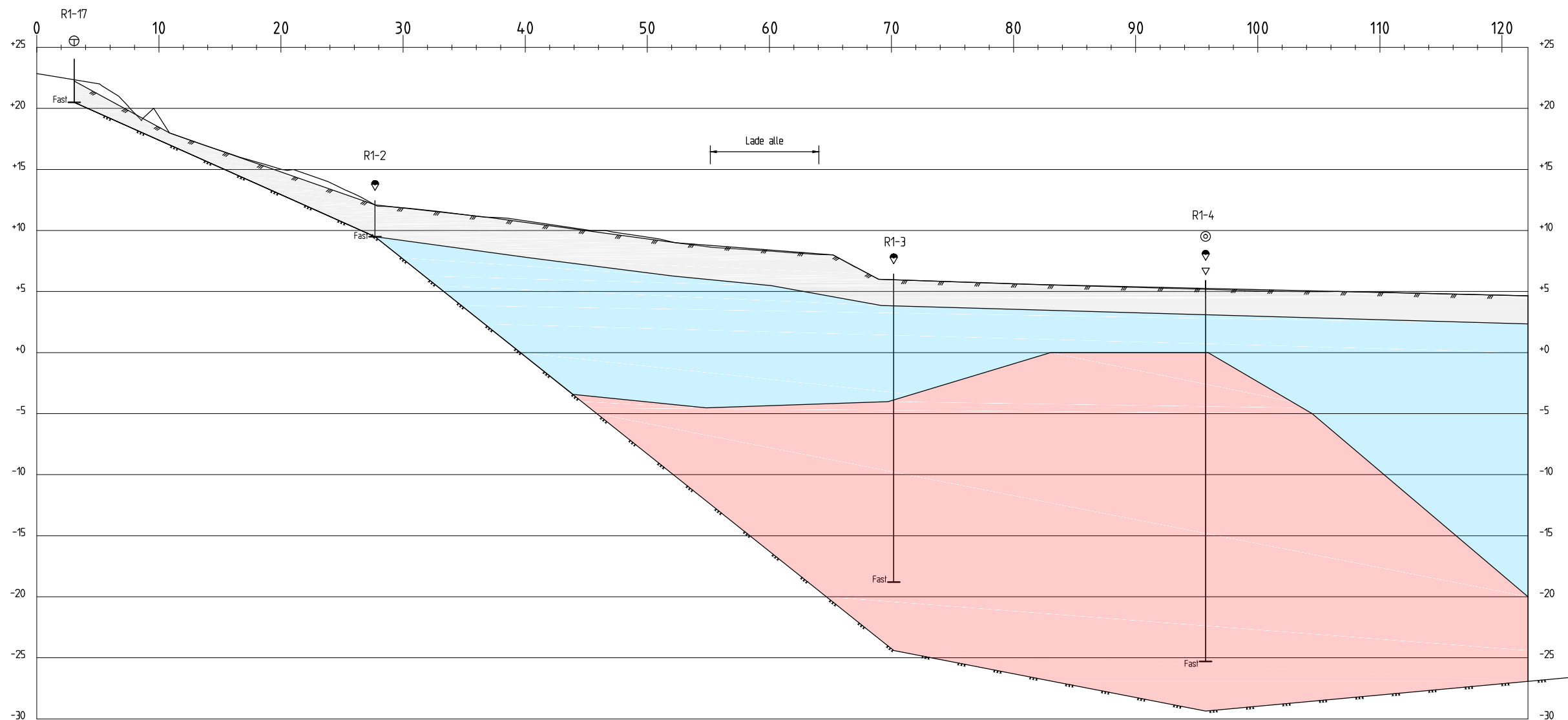


Profil A-A
1 : 400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS Ladebekken 11 og 15		Fag Geoteknikk		Format A3
	Tolket lagdeling Profil A-A		Dato 10.10.2015		Format/Målestokk: 1:400 -
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet ALM	Kontrollert THVA	Godkjent ARV
		Oppdragsnr. 417209	Tegningsnr. RIG-TEG-200		Rev. 00

Z:\04\17\417209\417209-03 ARBEIDSMÅRÅDE\417209-01 RIG\417209-04 TEGNINGER\417209-RIG-TEG-201 Lagdeling profil B.dwg. - Layout: (A3); - Plottet av: alm, Dato: 2015.10.10 kl. 12:01

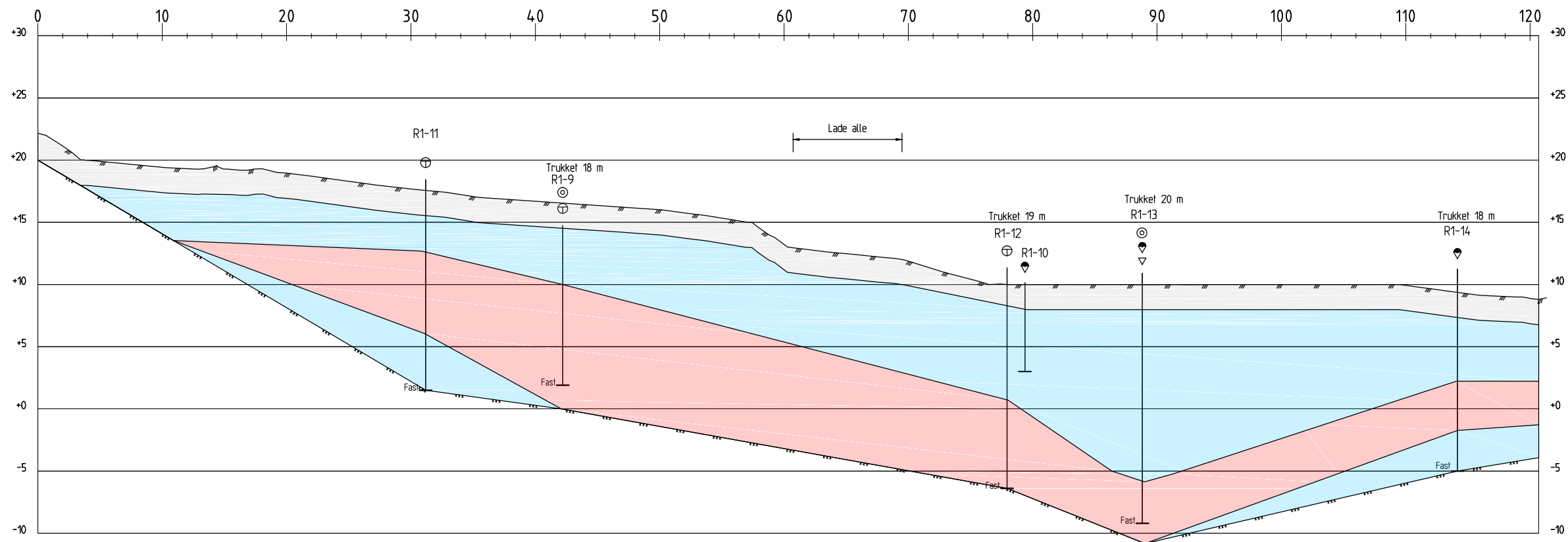


Profil B-B
1 : 400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Format	
	Ladebekken 11 og 15		Geoteknikk		A3	
			Dato	10.10.2015		
	Tolket lagdeling		Format/Målestokk:	1:400		
	Profil B-B			-		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		Utsendt	ALM	THVA	ARV	
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.	
	417209	RIG-TEG-201			00	

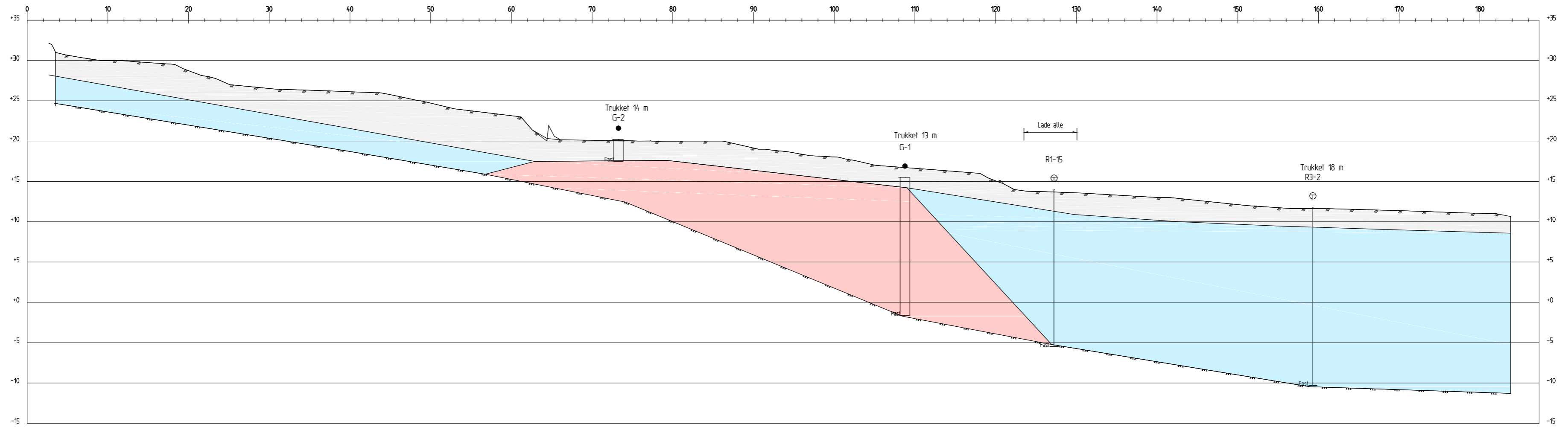
Z:\04\17\417209\417209-03 ARBEIDSSOMRÅDE\417209-01 RIG\417209-04 TEGNINGER\417209-RIG-TEG-202 Lagdeling profil C.dwg. - Layout: (A3); - Plottet av: alm, Dato: 2015.10.10 kl. 12:17



Profil C-C
1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

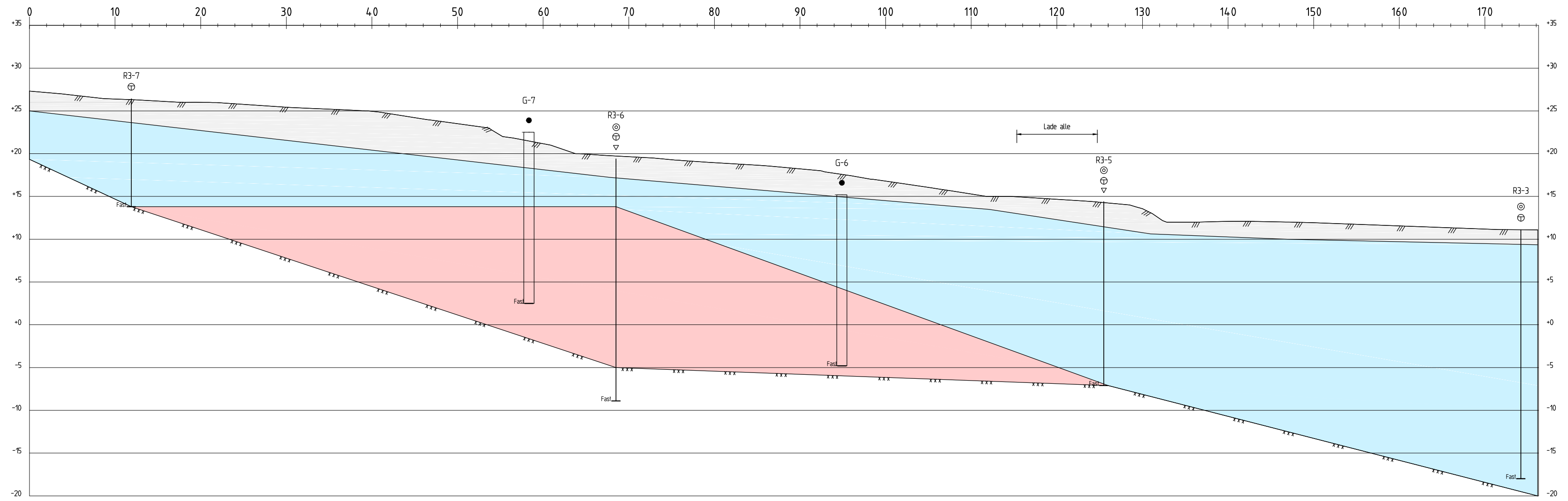
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS Ladebekken 11 og 15		Fag Geoteknikk	Format A3	
	Tolket lagdeling Profil C-C		Dato 10.10.2015	Format/Målestokk: 1:400	
Multiconsult		Status Utsendt	Konstr./Tegnet ALM	Kontrollert THVA	Godkjent ARV
		Oppdragsnr. 417209	Tegningsnr. RIG-TEG-202		Rev. 00



Profil D-D
1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
	Heimdalen Eiendom AS		Fag	Format		
	Ladebekken 11 og 15		Geoteknikk	A3L		
			Dato	10.10.2015		
	Tolket lagdeling		Format/Målestokk:	1:400		
	Profil D-D			-		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		Utsendt	ALM	THVA	ARV	
Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.		
417209	RIG-TEG-203			00		

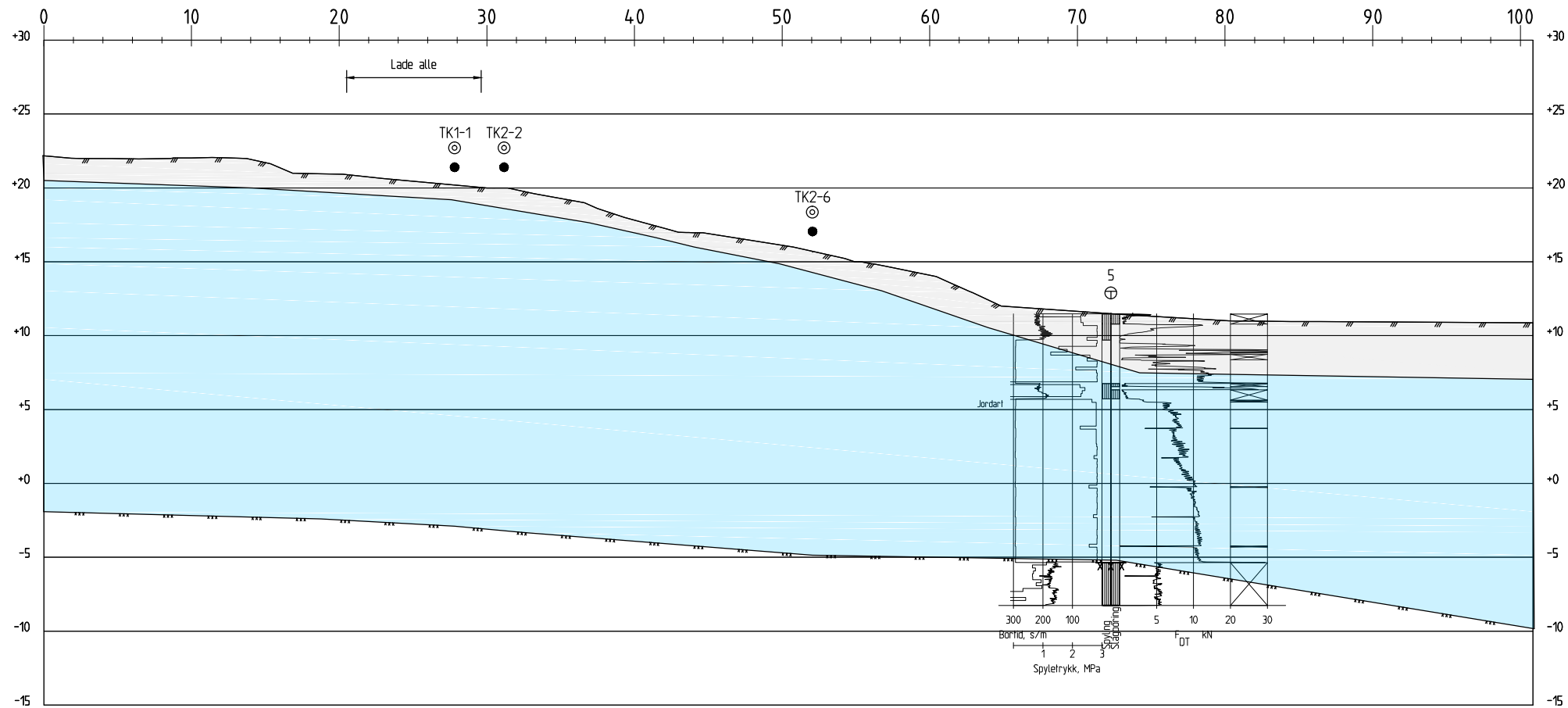


Profil E1-E1
1 : 400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Format
	Ladebekken 11 og 15		Geoteknikk		A3L
		Dato			
		10.10.2015			
	Tolket lagdeling	Format/Målestokk:			
	Profil E1-E1	1:400			
		-			
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	ALM	THVA	ARV
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
417209		RIG-TEG-204		00	

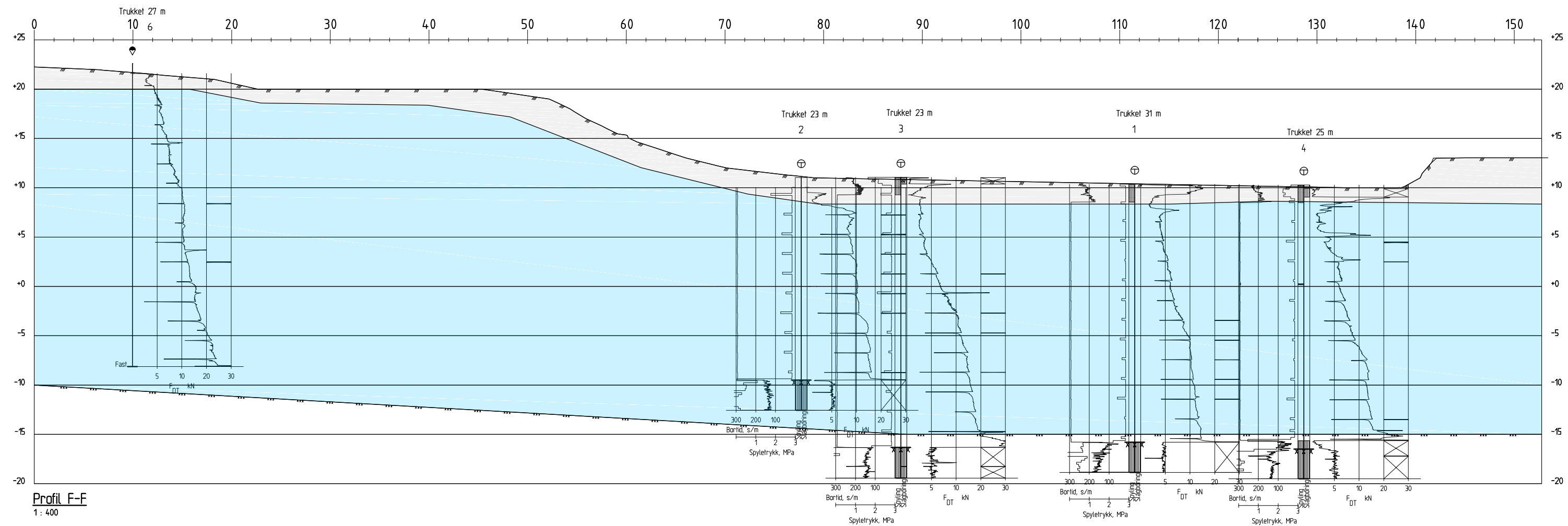
Z:\04\17\417209\417209-03 ARBEIDSSOMRÅDE\417209-01 RIG\417209-04 TEGNINGER\417209-RIG-TEG-205 Lagdeling profil E2.dwg. - Layout: (A3). - Plottet av: alm, Dato: 2015.10.10 kl 14:21



Profil E2-E2
1 : 400

- Topplag
- Leire

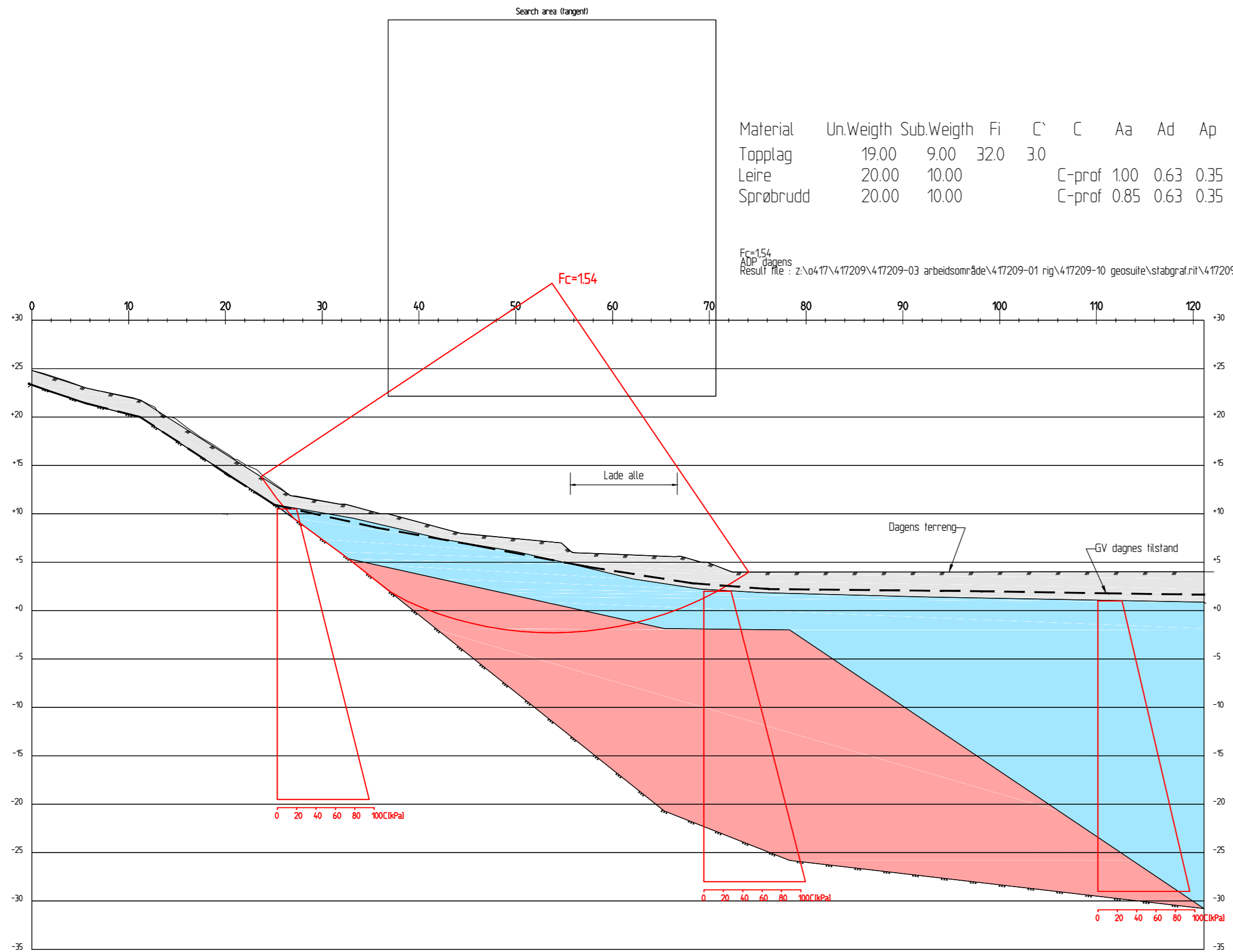
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag	Format	
	Ladebekken 11 og 15		Geoteknikk	A3L	
	Tolket lagdeling		Dato	10.10.2015	
	Profil E2-E2		Format/Målestokk:	1:400	
				-	
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	ALM	THVA	ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		417209	RIG-TEG-205	00	



Profil F-F
 1: 400

- Topplag
- Leire

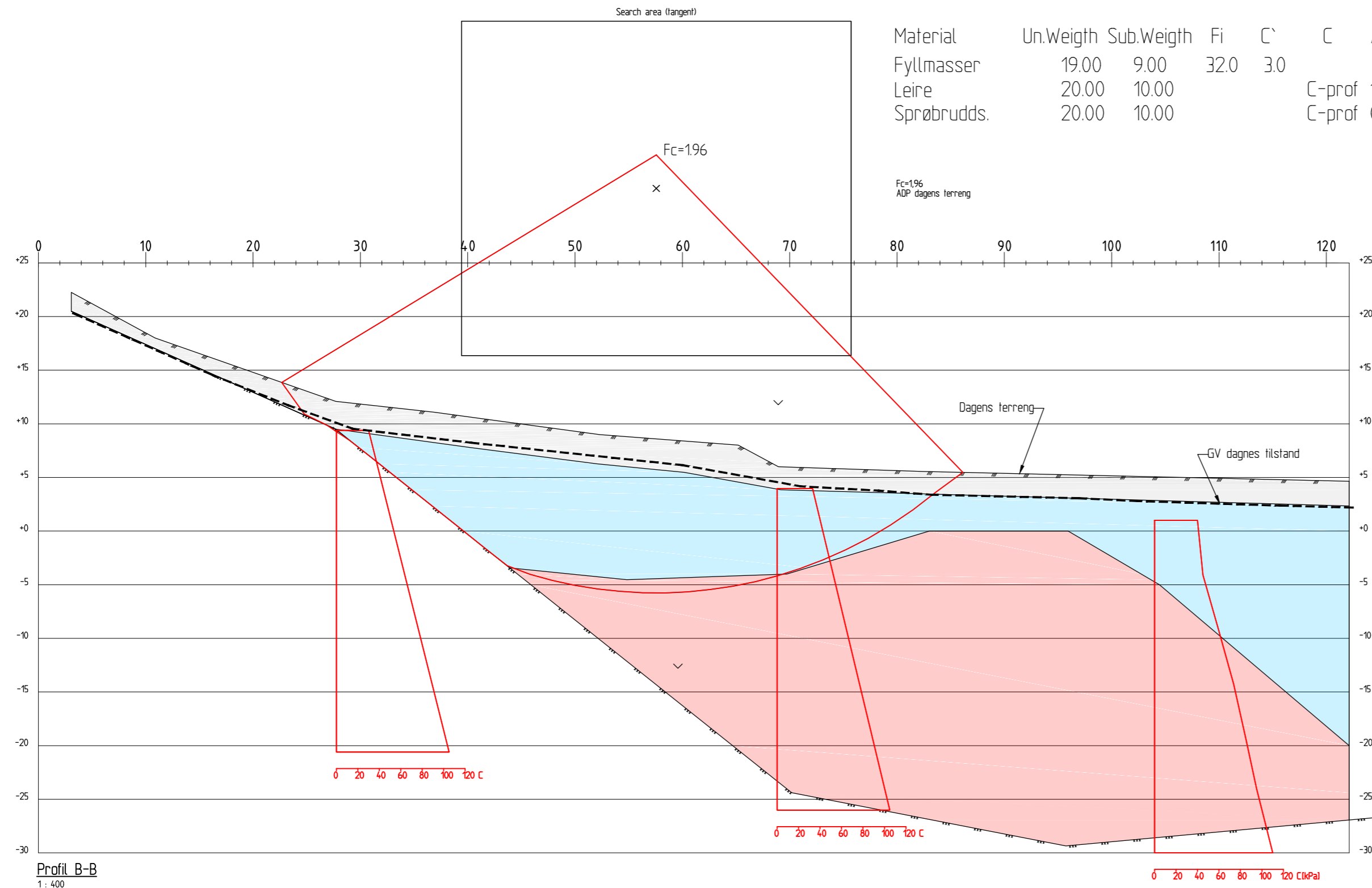
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag	Format	
	Ladebekken 11 og 15		Geoteknikk	A3L	
		07.09.2015			
	Tolket lagdeling		Format/Målestokk:		
	Profil F-F		1:400		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Utsendt Oppdragsnr. 417209	Konstr./Tegnet ALM Tegningsnr. RIG-TEG-206	Kontrollert THVA	Godkjent ARV Rev. 00



- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Profil A-A
1:400

00					
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Format
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk		A3L
			Dato		
			14.10.2015		
	Stabilitetsberegninger i profil A-A		Format/Målestokk:		
	Dagens terrenng		1:400		
	ADP-analyse				
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	ALM/IEO	THVA	ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		417209	RIG-TEG-300		00



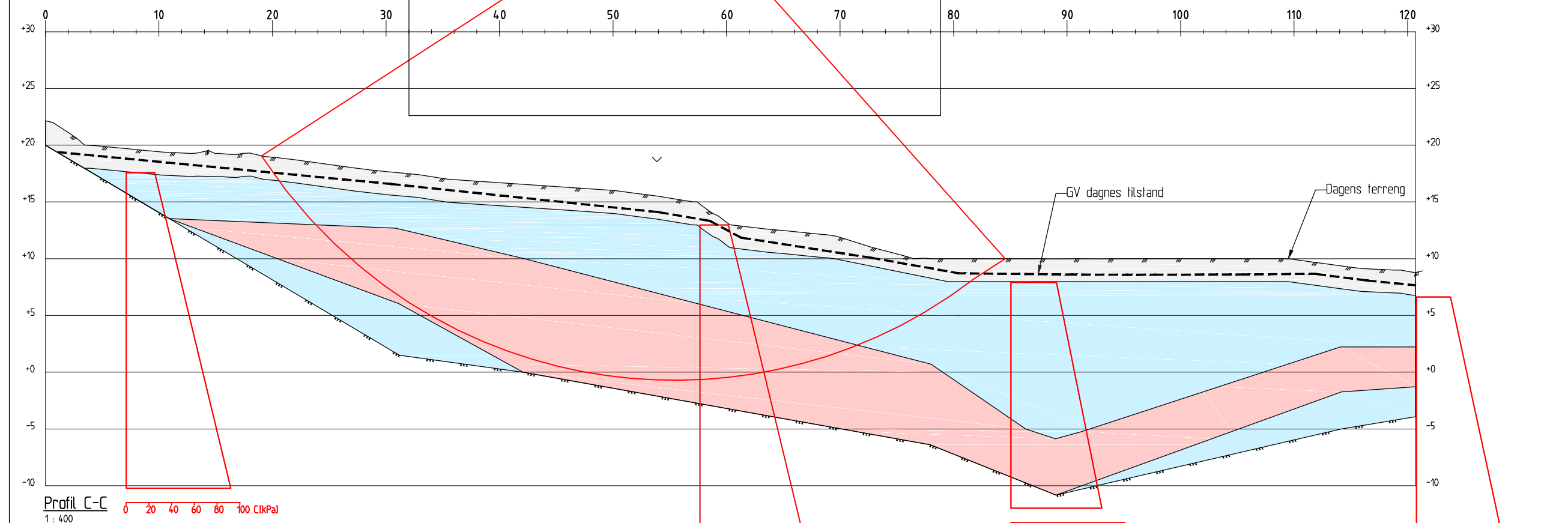
Profil B-B
1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

00	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag	Format	
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk	A3L	
			Dato		
			14.10.2015		
	Stabilitetsberegninger i profil B-B		Format/Målestokk:		
	Dagens terreng		1:400		
	ADP-analyse		-		
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
			ALM/IEO	THVA	ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		417209	RIG-TEG-301		00
	www.multiconsult.no				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudds.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Fc=140
ADP dagens
Result file : z:\o417\417209\417209-03 arbeidsomr\ade\417209-01 rig\417209-10 geosulle\stabgraf\ri\417209-rig-ber-102-profil c adp dagen terrengr6



- Toplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

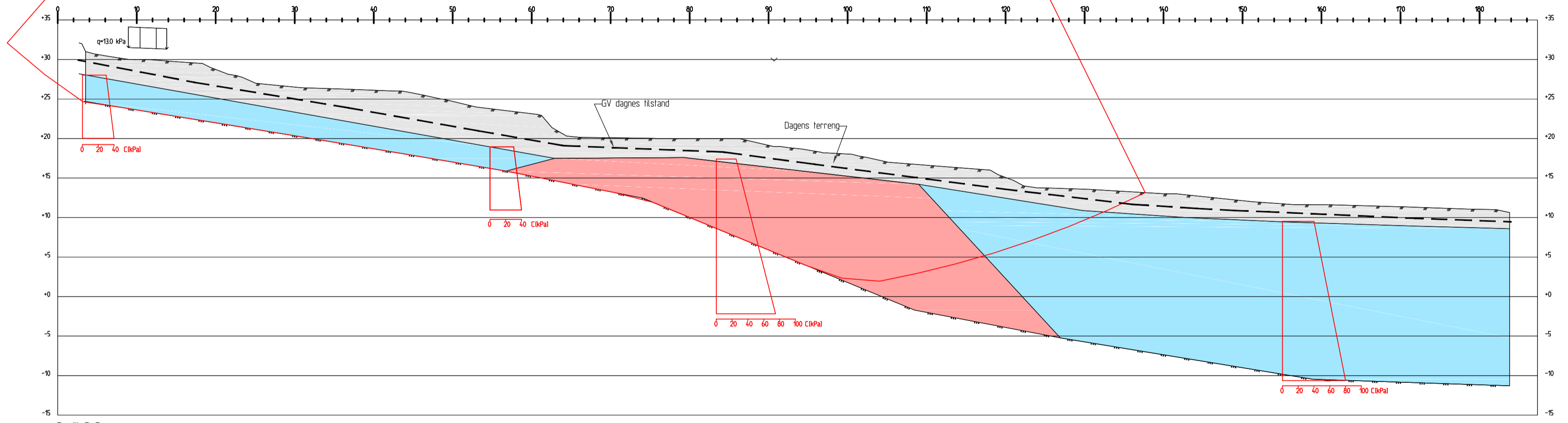
00							
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.		
	Heimdal Eiendom AS		Fag			Format	
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk			A3L	
			Dato				
			14.10.2015				
Stabilitetsberegninger i profil C-C						Format/Målestokk:	
Dagens terreng						1:400	
ADP-analyse							
Multiconsult			Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
www.multiconsult.no			Oppdragsnr.	ALM/IEO	THVA	ARV	
			417209	Tegningsnr.		RIG-TEG-302	
						Rev.	
						00	

Z:\04\17209\17209-03\ARBEIDSMÅLE\17209-03\RESULTAT\17209-03\TEGNER\17209-03\TEG-303\Profil D-D ADP.dwg; Tegningens dato: 2015.10.14 11:55



Material	Un Weight	Sub Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	320	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbruddsmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Fc=147
ADP.dwg
Resultat fil : Z:\04\17209\17209-03\ARBEIDSMÅLE\17209-03\RESULTAT\17209-03\TEG-303\Profil D-D ADP.dwg



Profil D-D
1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

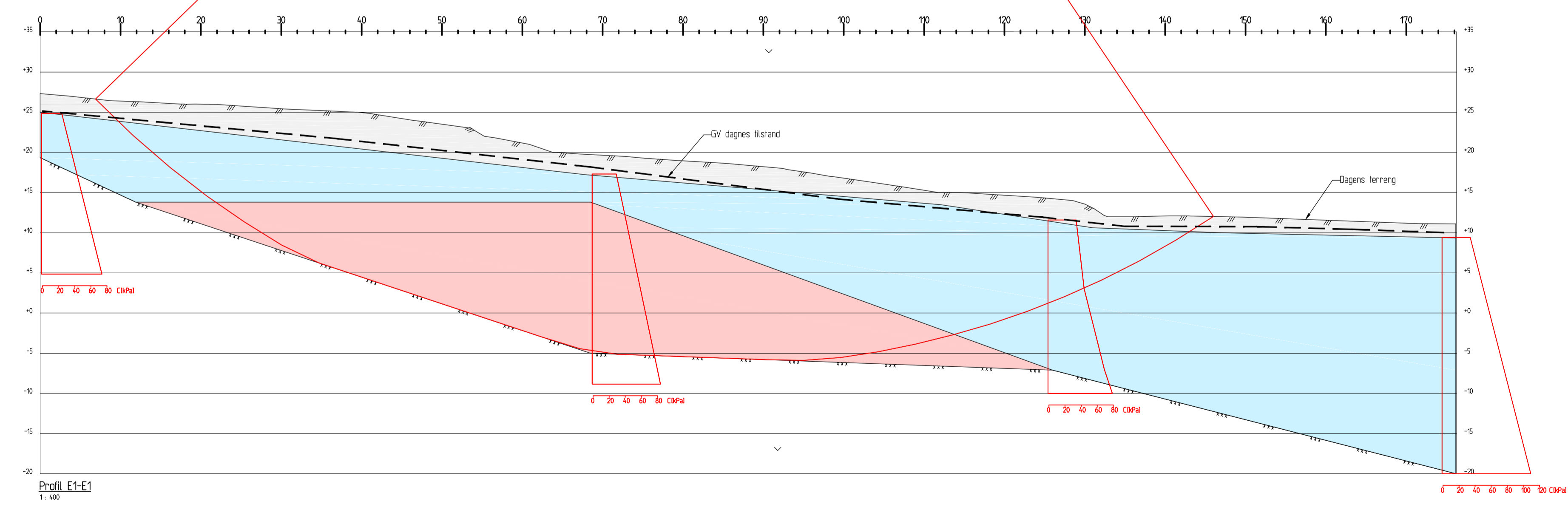
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Fag	Kontr.	Godkj.
	Stabilitetsberegninger i profil D-D Dagens terreng ADP-analyse		Formal		
			Geo		A1
			Dato		14.10.2015
			Formal/Blåstokk		1:400
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjert
		Oppdragsnr.	ALM/IED	THVA	ARV
		Tegningsnr.			
		417209	RIG-TEG-303		00

Z:\04\17209\17209-03\ARBEIDSMÅLE\17209-03\RELEV\17209-03\TEGNING\17209-03\PROFIL E1 ADP.dwg; 2015.10.14. 12:54



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
fyllmasser	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

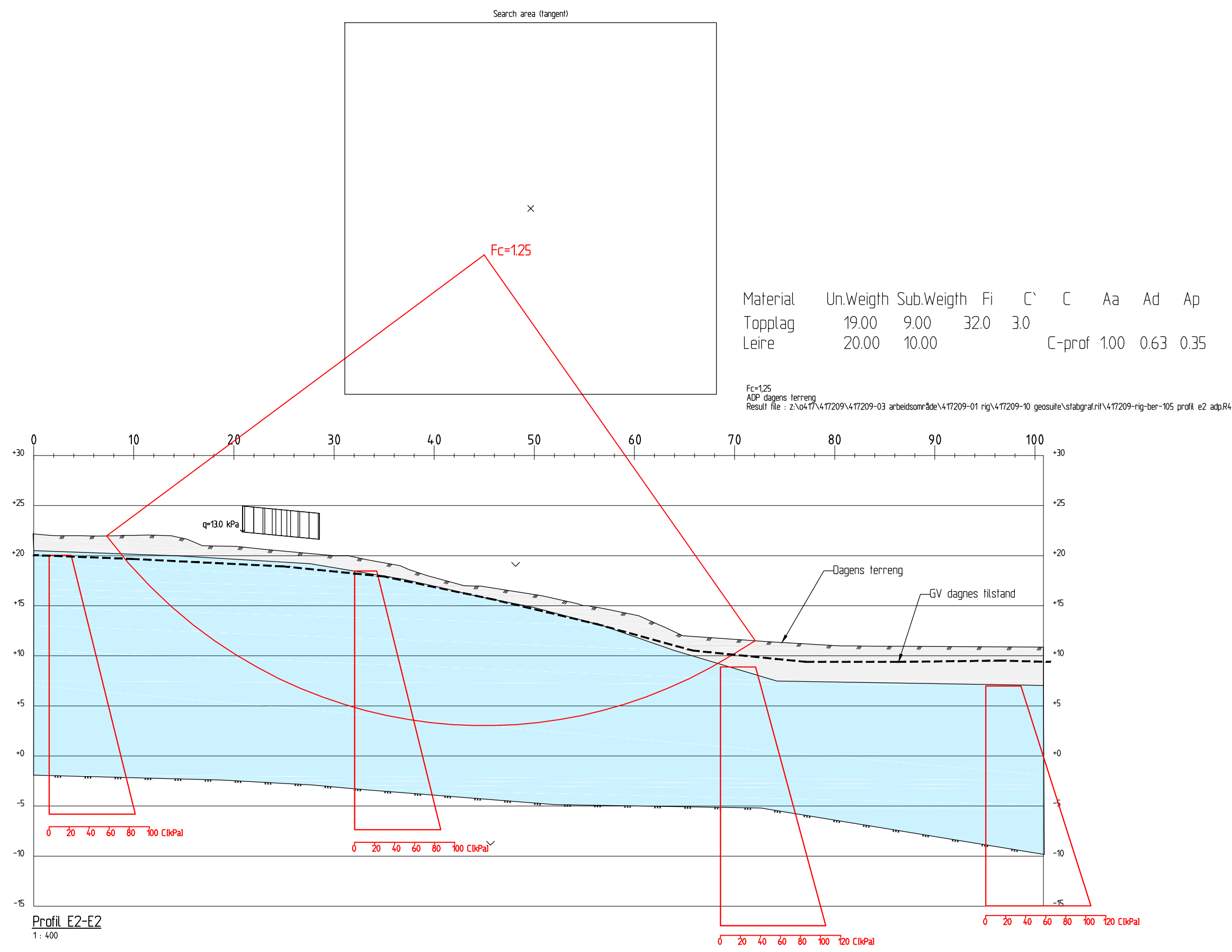
Fc=124
ADP dagens terrenng
Resultat: Z:\04\17209\17209-03\ARBEIDSMÅLE\17209-03\RELEV\17209-03\PROFIL E1 ADP.dwg



Profil E1-E1
1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

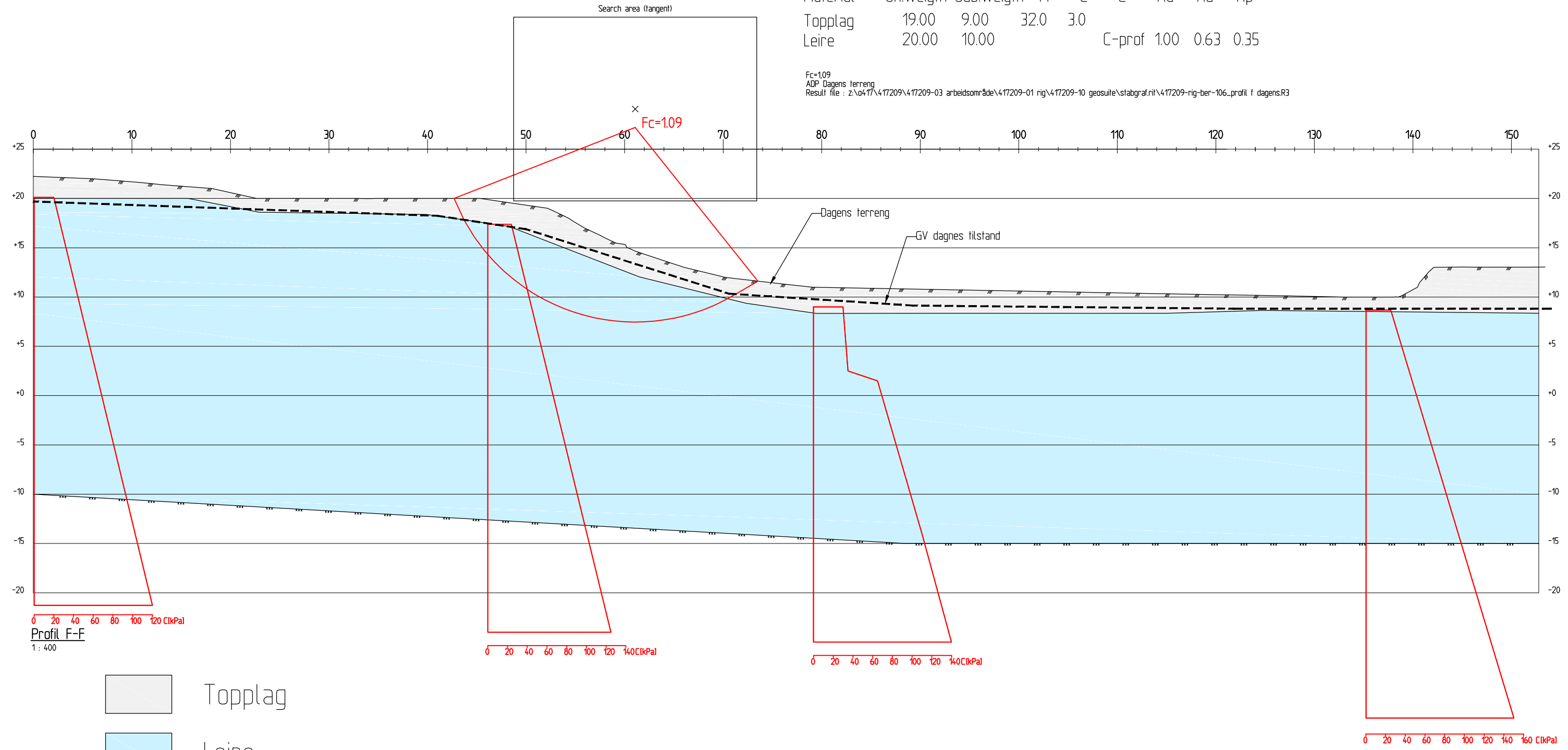
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag	Kontr.	Godkj.
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk		A1
	Stabilitetsberegninger i profil E1-E1		Dato		14.10.2015
	Dagens terrenng		Format/Blåstørrelse		1:400
	ADP-analyse		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert
			Oppdragsnr.	ALM/IED	THVA
			Tegningsnr.		Godkjert
					ARV
			www.multiconsult.no	417209	RIG-TEG-304
					00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Fag Geoteknikk		Format A3L
	Stabilitetsberegninger i profil E2-E2 Dagens terreng ADP-analyse		Dato	14.10.2015	
			Format/Målestokk:	1:400	
	Multiconsult www.multiconsult.no	Status Utsendt	Konstr./Tegnet ALM/IEO	Kontrollert THVA	Godkjent ARV
		Oppdragsnr. 417209	Tegningsnr. RIG-TEG-305	Rev. 00	

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

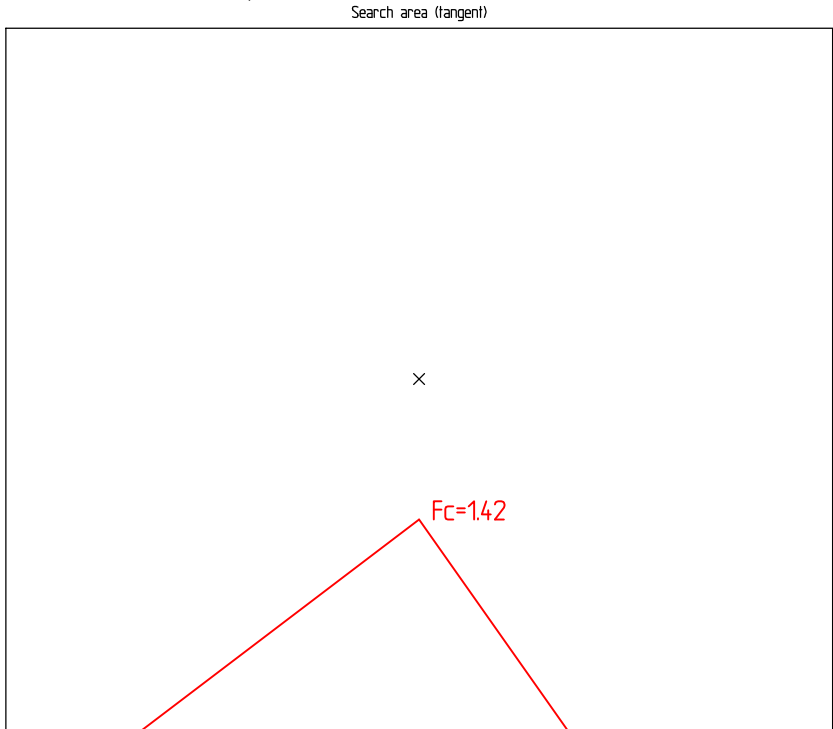
Fc=1.09
 ADP Dagens terreng
 Result file : z:\o4\17\4\17209\4\17209-03 arbeidsomr\ade\4\17209-01 rig\4\17209-10 geosuite\stabgraf\rit\4\17209-rig-ber-106_profil f dagensR3



Profil F-F
 1:400

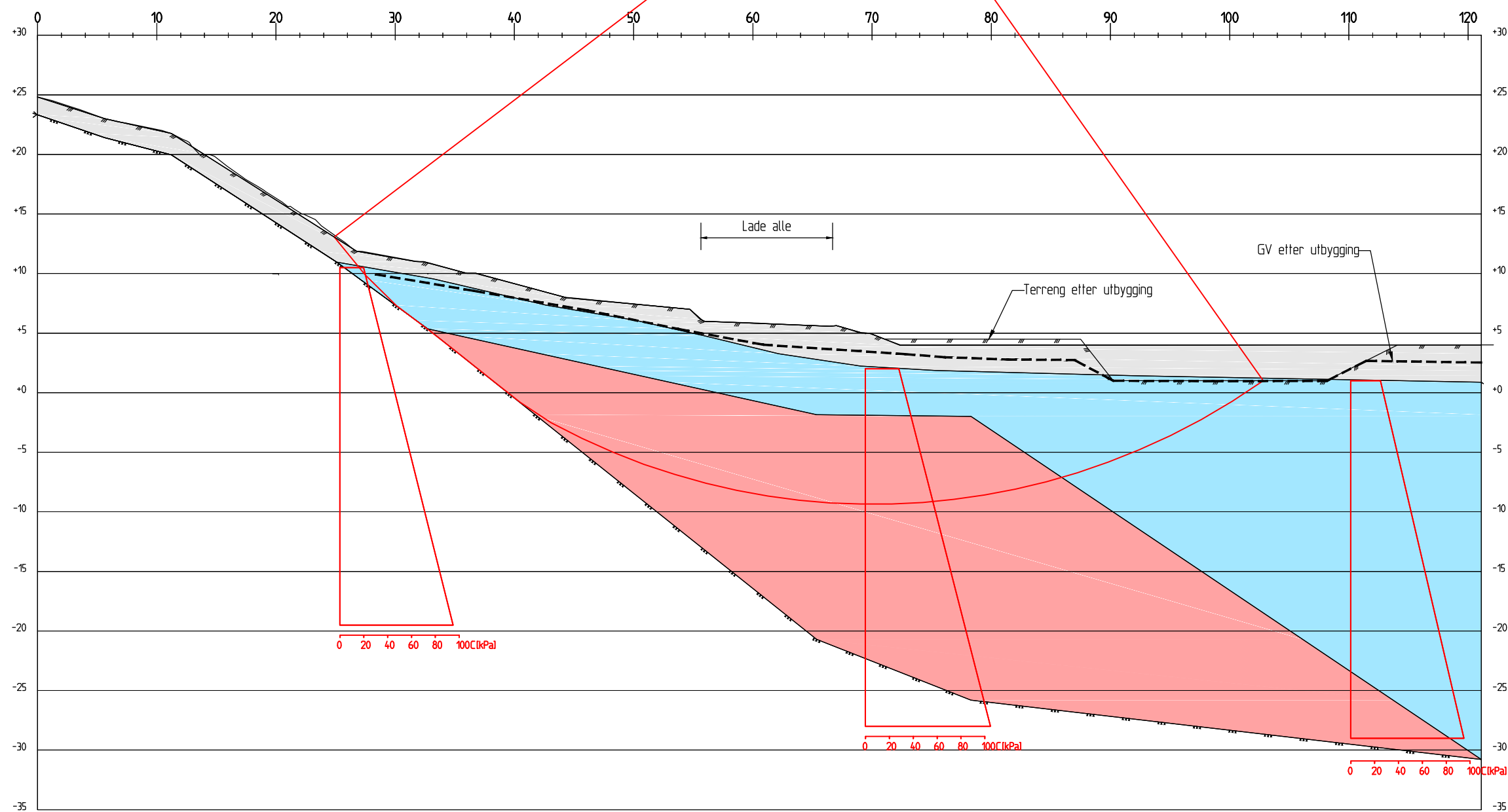
- Topplag
- Leire

Rev.		Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Heimdal Eiendom AS Ladebekken 11 og 15, Trondheim				Fag Geoteknikk	Format A3L	Dato 14.10.2015
Stabilitetsberegninger i profil F-F Dagens terreng ADP-analyse				Format/Målestokk: 1:400		
Status Utsendt		Konstr./Tegnet ALM/IEO	Kontrollert THVA	Godkjent ARV		
Oppdragsnr. 417209		Tegningsnr. RIG-TEG-306		Rev. 00		
www.multiconsult.no						



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Fc=142
 ADP etter utgraving
 Result file : Z:\0417\417209\417209-03 arbeidsområde\417209-01 rig\417209-10 geosulte\stabgraf\rit\417209-rig-ber-110.profil a adp redusert styrke.R1



- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

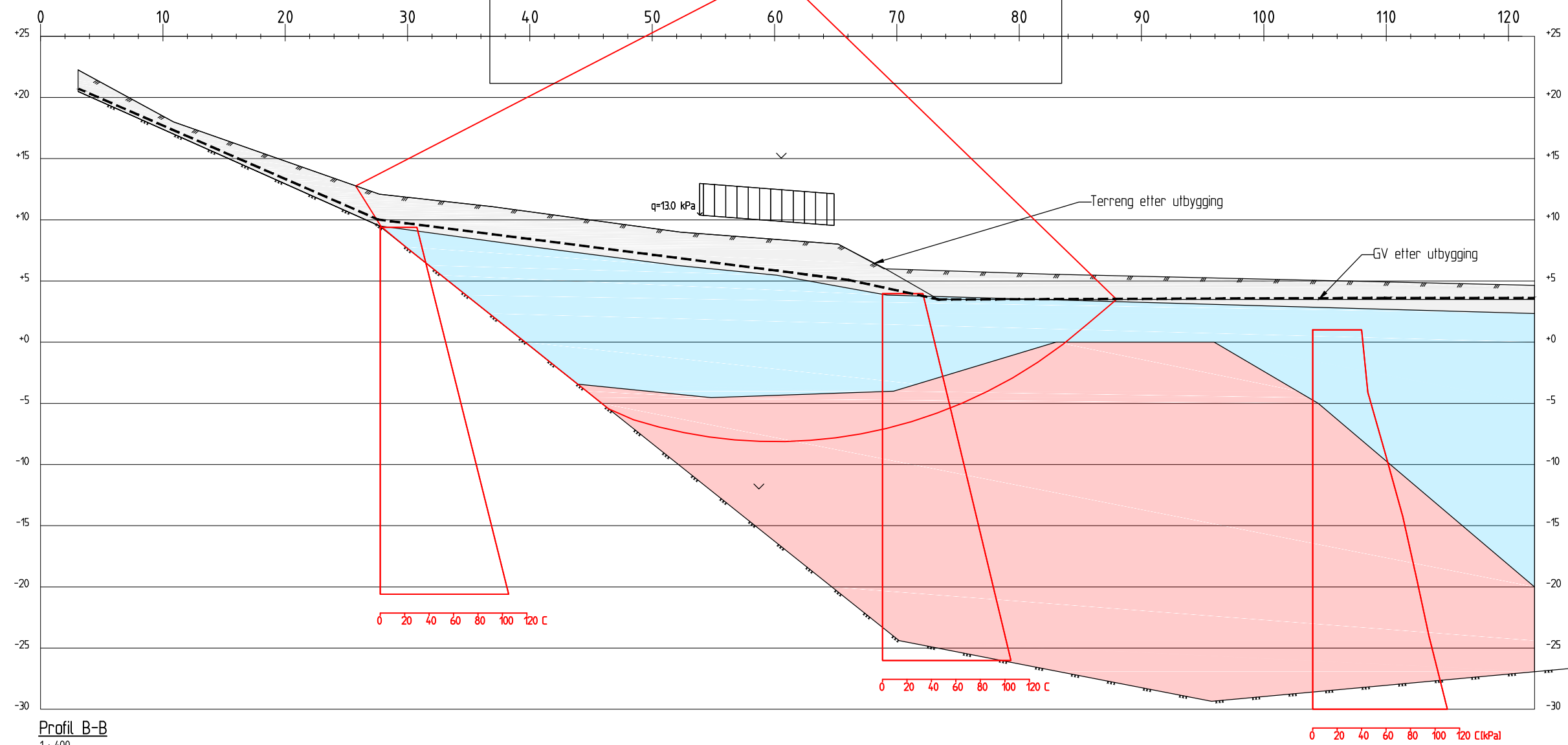
Profil A-A
 1: 400

00									
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Fag	Format		
	Heimdal Eiendom AS					Geoteknikk	A3L		
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim					Dato	14.10.2015		
	Stabilitetsberegninger i profil A-A					Format/Målestokk:	1:400		
	Etter utbygging								
	ADP-analyse								
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent				
www.multiconsult.no		Utsendt	ALM/IEO	THVA	ARV				
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.						
		417209	RIG-TEG-310						
						Rev. 00			

Search area (tangent)

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudds.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

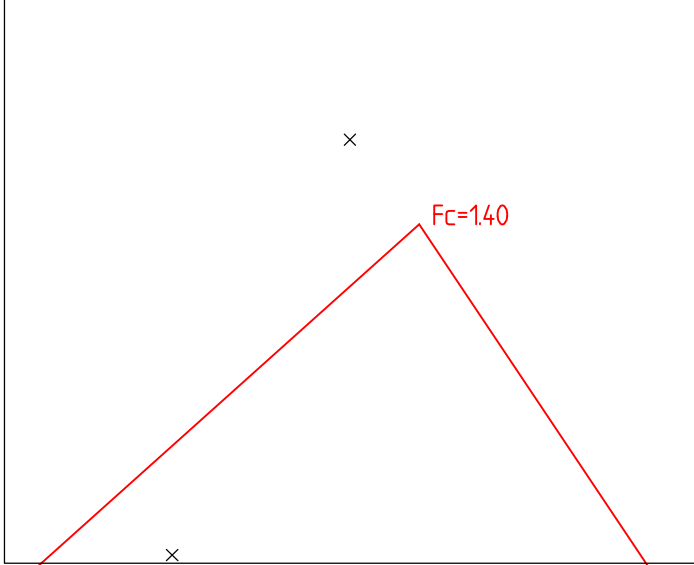
Fc=150
ADP etter utgraving
Result file : Z:\0417\417209\417209-03 arbeidsområde\417209-01 rig\417209-10 geosulte\stabgraf\rit\417209-rig-ber-111 profil b adp etter utgraving 30.9.R8



Profil B-B
1 : 400

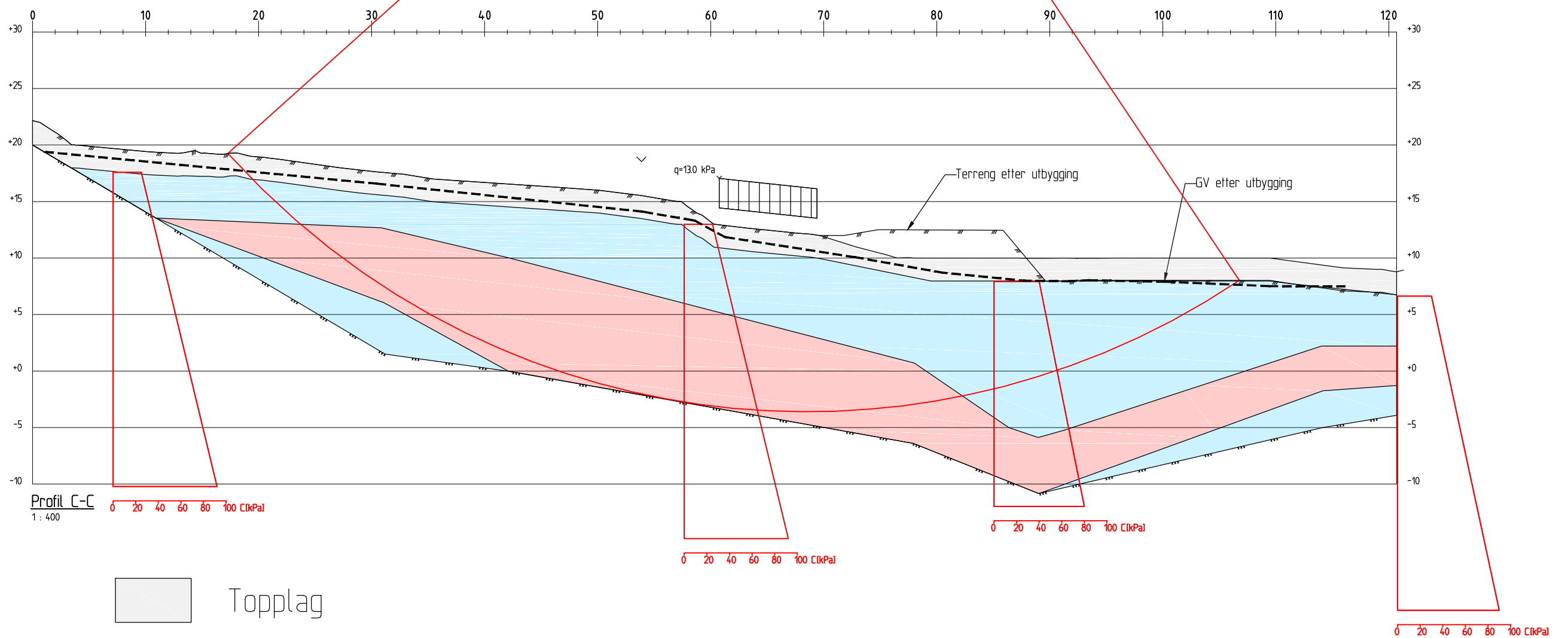
- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Format
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk		A3L
		Dato			
		15.10.2015			
	Stabilitetsberegninger i profil B-B	Format/Målestokk:			
	Terreng etter utbygging	1:400			
	ADP-analyse	-			
	 www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
	417209	RIG-TEG-311		00	



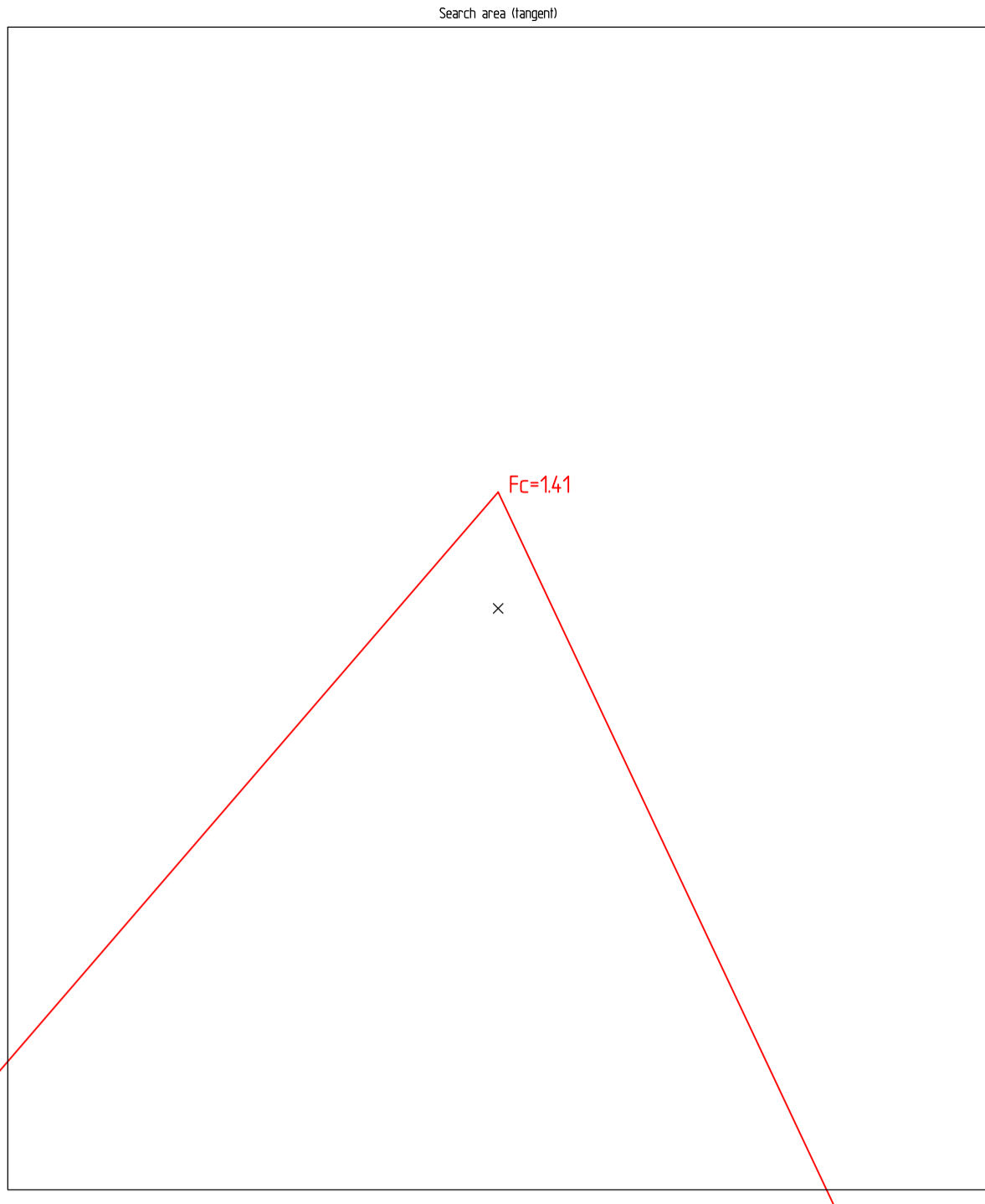
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudds.	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Fc=140
ADP etter utgraving
Result file : Z:\0477\417209\417209-03 arbeidsområde\417209-01 rig\417209-10 geosulle\stabgraf\rit\417209-rig-ber-112-profil c adp utgraving tegning 309.R6



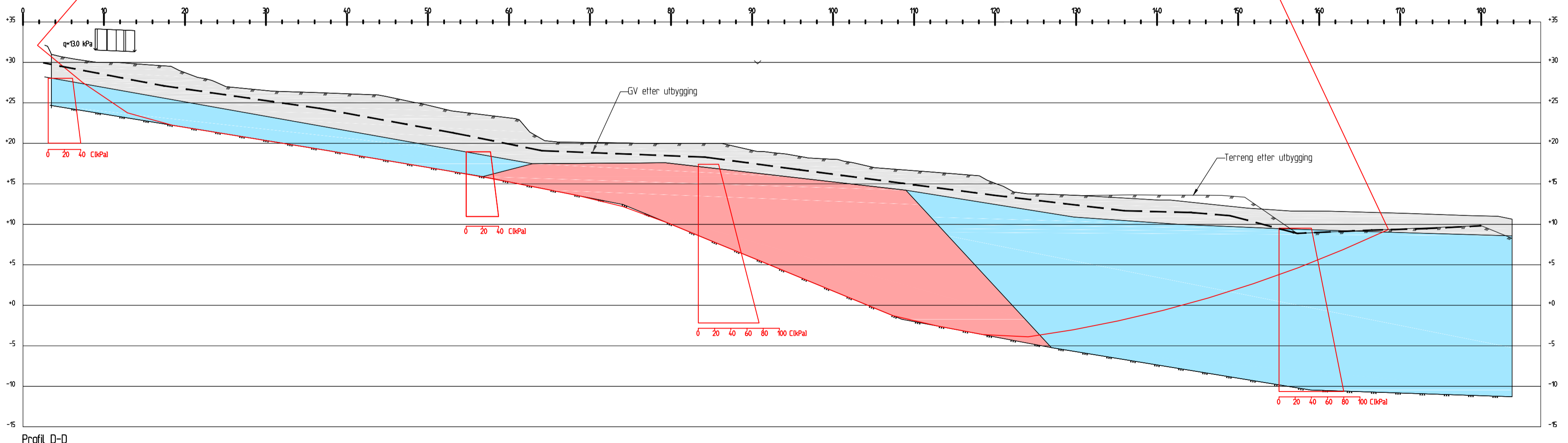
- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Format
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk		A3L
	Stabilitetsberegninger i profil C-C		Dato		
	Etter utbygging		14.10.2015		
	ADP-analyse		Format/Målestokk:		
			1:400		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	ALM/IEO	THVA	ARV
		417209	RIG-TEG-312		00



Material	Un. Weight	Sub. Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasser	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	100	0.63	0.35
Sprøbruddsmateriale	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Fc=141
 ADP etter utgraving
 Resultatfil: Z:\K\17209\17209-03\arbeidsområde\17209-01\fig\17209-10\gesuht\datagrf\17209-fig-ber-113\profil_d_adp_etter_utgraving_kale9588

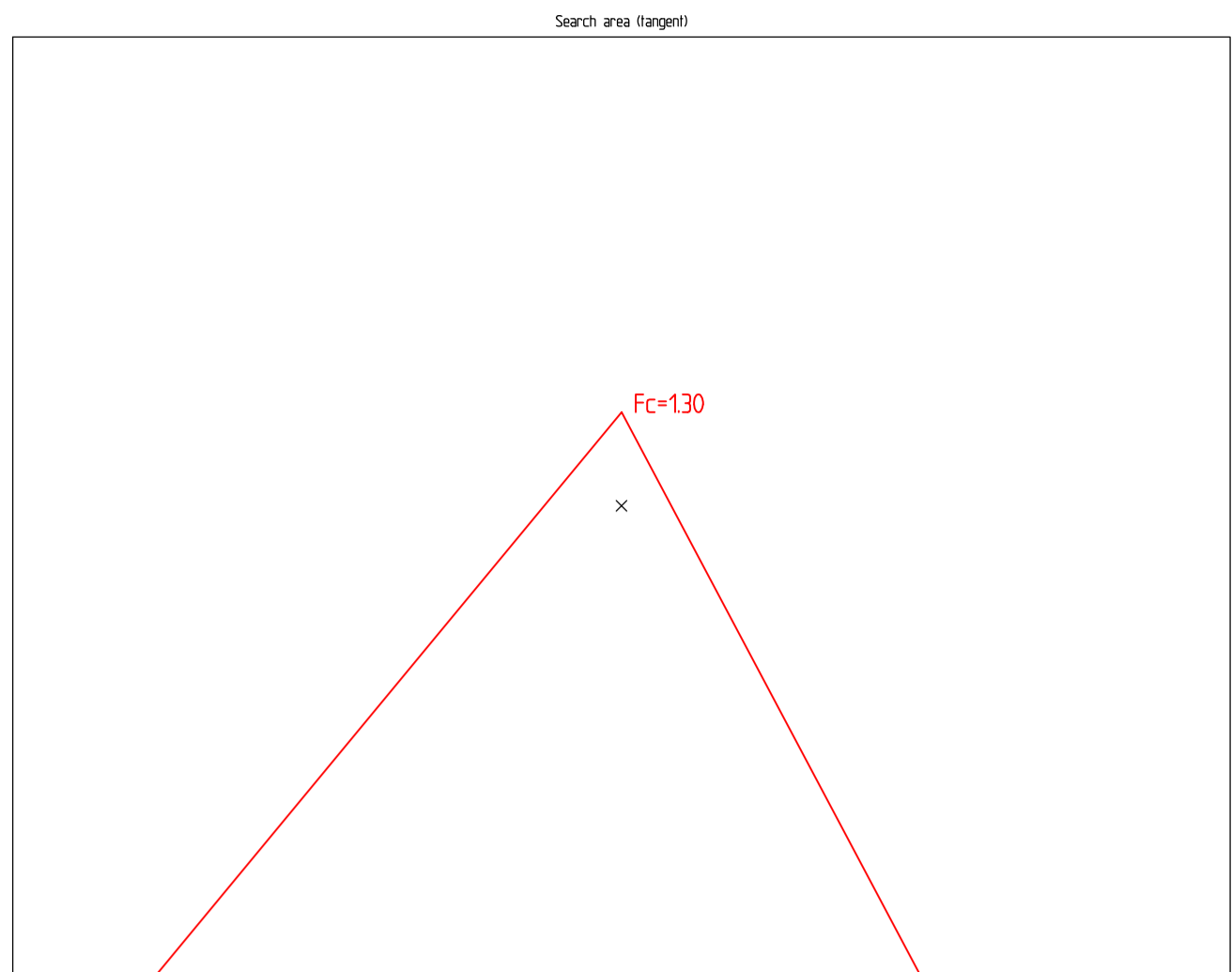


Profil D-D
 1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

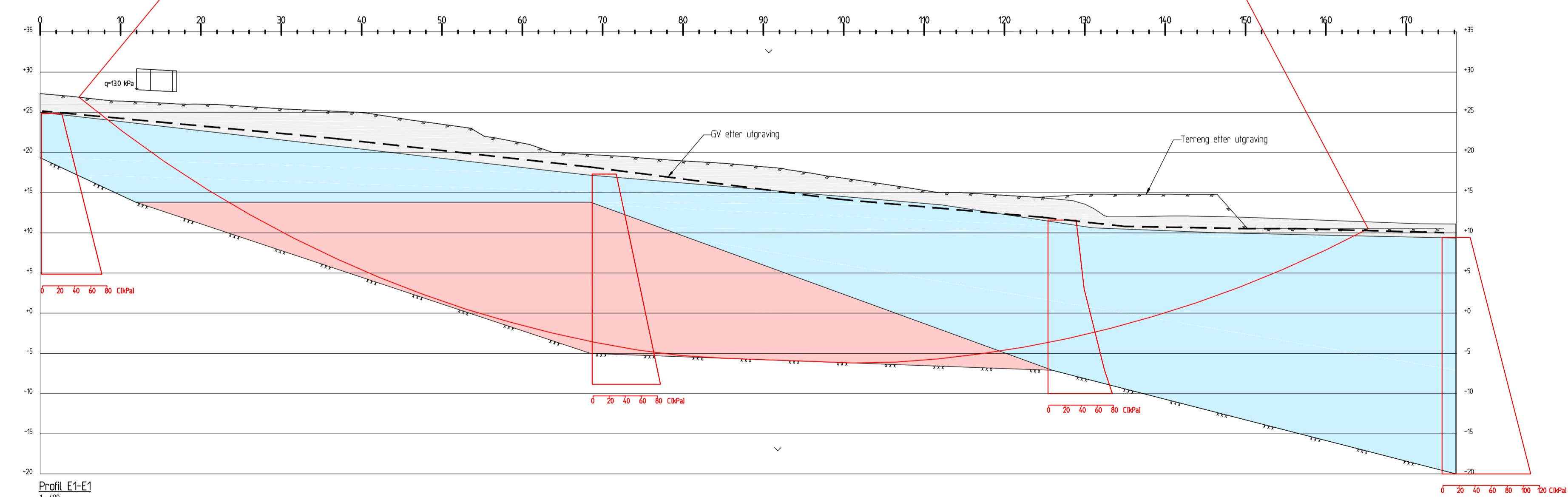
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS Ladebekken 11 og 15, Trondheim		ALM	THVA	ARV
	Stabilitetsberegninger i profil D-D Terreng etter utbygging ADP-analyse				
	Multiconsult www.multiconsult.no	Oppdragsnr.: 417209	Tegningsnr.: RIG-TEG-313		Rev.: 00

Z:\K\17209\17209-03\arbeidsområde\17209-01\fig\17209-10\gesuht\datagrf\17209-fig-ber-113\profil_d_adp_etter_utgraving_kale9588



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
fyllmasser	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	20.00	10.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Fc-130
 ADP etter utgraving
 Result file = 2\GULF\417209\417209-03 arbeidsområde\417209-01.rg\417209-10.gesulte\stab\graf\417209-rg-ben-11-profil-et-1p-etter-utgraving197

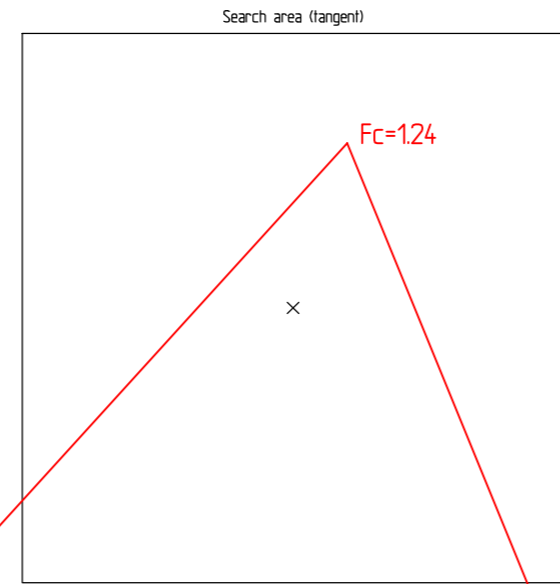


Profil E1-E1
 1:400

- Topplag
- Leire
- Sprøbruddsmateriale

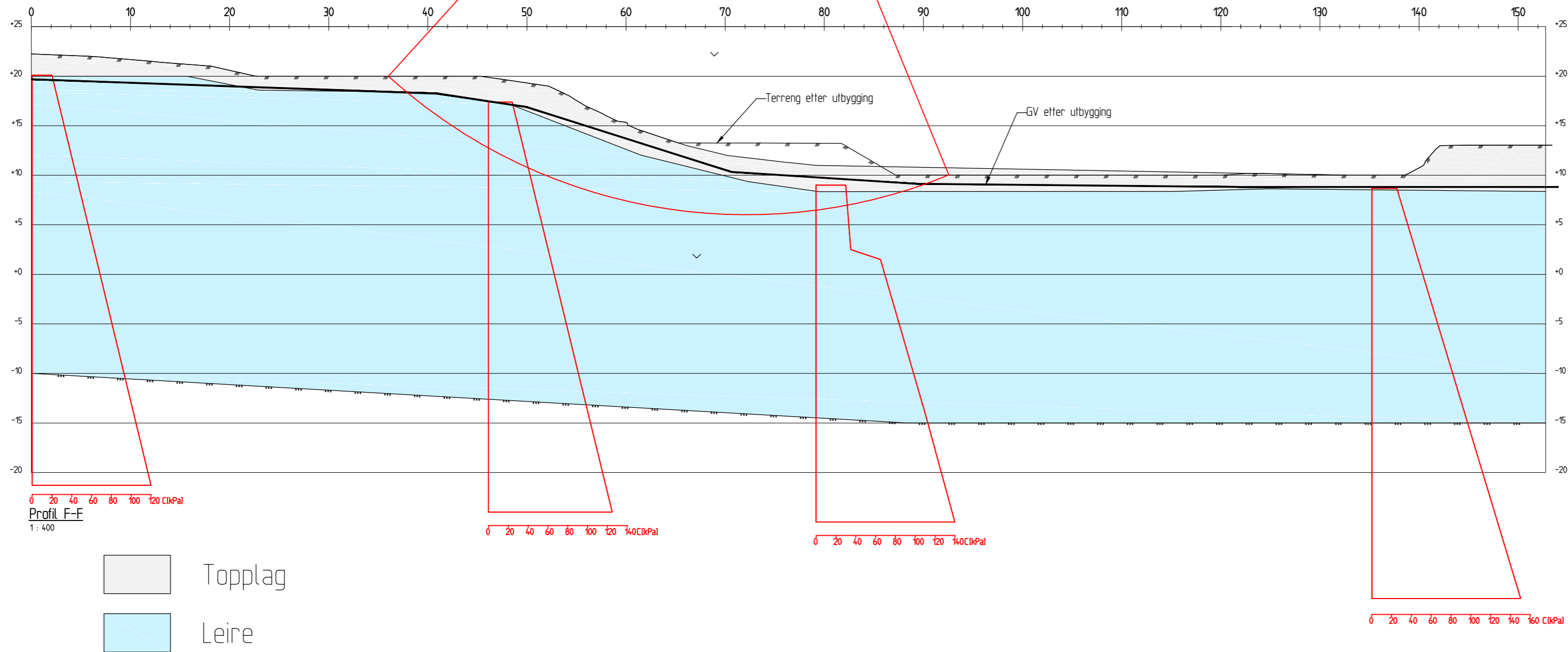
Rev	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontrollert	Godkjert
	Heimdal Eiendom AS		Fag		Formål
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim		Geoteknikk		A1
	Stabilitetsberegninger i profil E1-E1		Dato		Format/Bladestokk
	Dagens terreng		14.10.2015		1:400
	ADP-analyse				
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjert
		Oppdragsnr.	ALM/IED	THVA	ARV
		417209	RIG-TEG-314		00

Z:\GULF\417209\417209-03 ARBEIDSBOMRÅDE\UTGIF\417209-01\PROFIL ET-1\ADP ETTER UTGRAVING\197.dwg - 19.10.2015 kl. 10:35

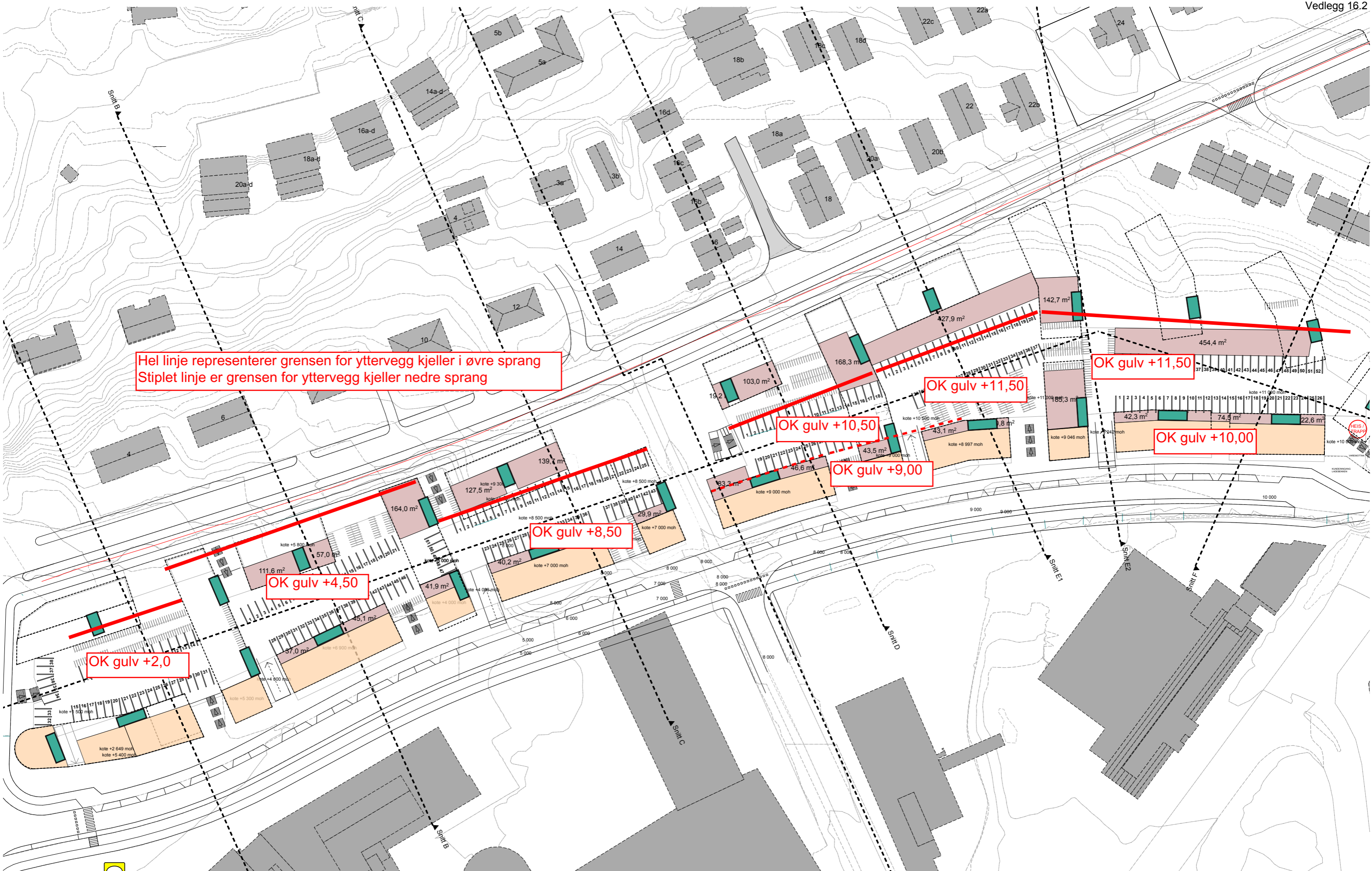


Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	32.0	3.0				
Leire	20.00	10.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Fc=124
ADP etter utgraving
Result file - Z:\3477\417209\417209-03 arbeidsområde\417209-01 rig\417209-10 geosult\stabgrat\rii\417209-rig-ber-116 profil f etter utgraving adp.R2



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Heimdal Eiendom AS				
	Ladebekken 11 og 15, Trondheim				
	Stabilitetsberegninger i profil F-F				
	Terreng etter utbygging				
	ADP-analyse				
	Multiconsult	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	www.multiconsult.no	Utsendt	ALM/IEO	THVA	ARV
	Oppdragsnr. 417209	Tegningsnr. RIG-TEG-316			Rev. 00



Hel linje representerer grensen for yttervegg kjeller i øvre sprang
 Stiplet linje er grensen for yttervegg kjeller nedre sprang

OK gulv +2,0

OK gulv +4,50

OK gulv +8,50

OK gulv +9,00

OK gulv +10,50

OK gulv +11,50

OK gulv +11,50

OK gulv +10,00