

Fylke Møre og Romsdal	Kommune Sunndal	Sted Elverhøy	UTM 04842 69464 (sone 32)
Byggherre			
Oppdragsgiver Statens Vegvesen Region Midt			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Endringsmelding 2100259 E002			
Antall sider 20	Tegn. nr. 301 - 341	Vedlegg nr. 1 - 4	Antall tillegg

Prosjekt - tittel

**Rv 70 Bru 15-111
Elverhøybrua med tilstøtende veg**

Rapport - tittel

Områdestabilitet

Oppdrag nr: 2100259	Rapport nr: 01	Rev: 01	Dato: 2011-12-22	Kontr: SAS
Oppdragsleder: Runar Sørensen		Utarbeidet av: Inger Johanne Søreide/Aiga de Zeeuw		
<p>SAMMENDRAG Rapporten er en endelig utgave hvor det ble utført uavhengig kontroll av Statens vegvesen.</p> <p>Området for ny Elverhøy bru ligger i et område hvor det er avdekket kvikkleire. Rapporten inneholder resultater av stabilitetsberegninger og vurdering av stabilitetsforbedrende tiltak nordøst for eksisterende bru (nord for elva Driva) i henhold til de krav som stilles i NVEs retningslinjer 2/2011, ref /1/og håndbok 016 ref/10/.</p> <p>Beregningene viser at stabiliteten er dårligst i nordøst i området omkring to høyere platåer øst for eksisterende bru. I dette området bør de eksisterende skråningene slakes ut som angitt i denne rapporten, det bør i tillegg gjennomføres erosjonssikring langs elva.</p> <p>I området sør for elva Driva er stabiliteten tilfredsstillende, og ytterligere tiltak enn erosjonssikring er ikke nødvendig. I beregningene er også tiltakene for ny veg og bru (tilløpsfyllinger) medtatt, og sikkerhet for dette er dokumentert.</p> <p>Tiltakene nord for elva er vist i de enkelte beregningsprofilene, og skissert i tegning 341.</p> <p>Vurderingene gjelder for det nå planlagte tiltaket. Alle framtidige tiltak må vurderes mht påvirkning på stabiliteten, og kan nødvendiggjøre ytterligere stabiliseringstiltak.</p> <p><i>Revisjon 01:</i></p> <p><i>I denne revisjonen er det innarbeidet svar på de kontrollkommentarene som ble mottatt fra 3.parts kontrollør i Kontrollnotat 01 "Rv.70, Bru 15-1111 Elverhøy bru med tilstøtende veg. 3.parts kontroll av geoteknisk prosjektering" datert 28.10.2011 fra Vegdirektoratet ved Steinar Giske og Elisabeth Gundersen. All tekst i rapporten som er endret/tilføyd er skrevet med kursiv.</i></p>				

INNHOOLD

1	INNLEDNING/ORIENTERING.....	- 5 -
1.1	Generelt.....	- 5 -
1.2	Soneavgrensning.....	- 5 -
2	VURDERINGER IHHT NVE 1/2008 – FORUTSETNINGER.....	- 6 -
2.1	Generelt.....	- 6 -
2.2	Grunnundersøkelser.....	- 6 -
2.3	Terreng/topografi og grunnforhold.....	- 6 -
2.4	Stabilitetsberegninger – generelt.....	- 8 -
2.5	Stabilitetsberegninger - beregningsprofiler	- 8 -
2.6	Stabilitetsberegninger – krav til sikkerhet (materialfaktor)	- 9 -
3	STABILITETSBEREGNINGER - MATERIALPARAMETRE.....	- 10 -
3.1	Tyngdetetthet	- 10 -
3.2	Udrenert skjærstyrke	- 10 -
3.3	Effektiv skjærstyrke.....	- 11 -
3.4	Anisotropi og tøyningsskompatibilitet	- 11 -
3.5	Poretrykksforhold	- 11 -
4	STABILITETSBEREGNINGER – RESULTATER OG VURDERINGER.....	- 12 -
4.1	Profil 1	- 12 -
4.2	Profil 2	- 14 -
4.3	Profil 3	- 15 -
4.4	Profil 4	- 16 -
4.5	Profil 5	- 17 -
5	ANLEGGSPHASE	- 18 -
6	OPPSUMMERING/KONKLUSJON	- 19 -

TEGNINGER

Tegn. nr.	Tittel	Målestokk
301	Oversiktskart	1:50 000
302	Situasjonsplan: Profiler og utførte grunnundersøkelser	1:2500
308	Profil 1: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon, poretrykk 1	1:400
309	Profil 1: Effektivspenningsanalyse – Tiltak 1:1,5, poretrykk 1	1:400
310	Profil 1: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon, poretrykk 2	1:400
311	Profil 1: Effektivspenningsanalyse – Tiltak 1:1,5, poretrykk 2	1:400
314	Profil 1: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Dagens	1:400
315	Profil 1: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Tiltak 1:2	1:400
316	Profil 2: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon, poretrykk 1	1:400
317	Profil 2: Effektivspenningsanalyse – Tiltak 1:2, poretrykk 1	1:400
318	Profil 2: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon, poretrykk 2	1:400
319	Profil 2: Effektivspenningsanalyse – Tiltak 1:2, poretrykk 2	1:400
320	Profil 2: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Dagens	1:400
321	Profil 2: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Tiltak 1:2	1:400
322	Profil 3: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon	1:400
323 rev 01	Profil 3: Effektivspenningsanalyse – Tiltak	1:400
326	Profil 3: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Dagens	1:400
327	Profil 3: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Tiltak	1:400
328	Profil 4: Effektivspenningsanalyse – Tiltak	1:400
329	Profil 4: Effektivspenningsanalyse – Tiltak og trafikk	1:400
330	Profil 4: Effektivspenningsanalyse – Tiltak, trafikk og anleggsfase	1:400
333	Profil 4: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Tiltak	1:400
334	Profil 4: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Tiltak og trafikk	1:400
335	Profil 5: Effektivspenningsanalyse – Dagens situasjon	1:400
336	Profil 5: Effektivspenningsanalyse – Tiltak	1:400
339	Profil 5: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Dagens	1:400
340	Profil 5: Totalspenningsanalyse m/leire (ADP) –Tiltak	1:400
341	Situasjonsplan: Profiler og stabiliserende tiltak	1:2500

VEDLEGG

- 1 Tolking av CPTU
- 2 Poretrykksmålinger
- 3 Kvalitetsdokumentasjon for CPTU
- 4 ROS analyse
- 5 Tolking ødometerforsøk pkt 305, 309 og 311

1 INNLEDNING/ORIENTERING

1.1 Generelt

Det planlegges ny bru på RV 70 over Driva ved Elverhøy i Sunndal kommune. I tillegg skal vegsystemet rundt brua endres.

I forbindelse med utførelse av grunnundersøkelse for ny bru høsten 2010 ble det avdekket kvikkleire. Dette har medført at Rambøll nå har utført en supplerende grunnundersøkelse i området for å kunne vurdere områdestabilitet, samt vurdere de faktiske tiltakene som planlegges.

Området ligger ikke innenfor en definert kvikkleiresone jfr skrednett.no. Det er heller ikke avmerket soner i nærheten, dette tyder på at området ikke har vært gjenstand for kartlegging enda.

I områder hvor det avdekkes kvikkleire av større volum, og at terrenget tilsier at det er skredfare skal utredning av områdestabilitet utføres etter NVE's retningslinjer (1/2008 som nå er erstattet av 2/2011), ref /1/.

Rambøll har derfor utført en vurdering av området rundt brustedet mhp fare for kvikkleireskred. Det har ikke vært mulig å avgrense kvikkleiresons omfang nedover og oppover langs elva, men det er vår oppfatning at det omfanget som nå er gjort ute i felt skal være tilstrekkelig for å avgjøre om det planlagte prosjektet er gjennomførbart og i henhold til NVE's retningslinjer.

Rapporten inneholder derfor ikke en fullstendig avgrensning og utredning av hele "kvikkleiresonen". Det er utført stabilitetsvurderinger av utvalgte profiler i sonen som menes å ha betydning for områdene innenfor selve sonen og brustedet. I tillegg er det utført stabilitetsvurderinger for de spesifikke tiltakene, hvor krav til sikkerhet settes noe strengere (jfr Håndbok 016) enn for områdestabilitet (NVE's retningslinjer 2/2011).

Rapporten foreslår tiltak for å sikre stabiliteten av den delen av sonen som kan berøre ny Elverhøy bru. Noen av tiltakene kan medføre relativt omfattende terrenginngrep, men tiltakene som gis her er vurdert til å være de mest hensiktsmessige og vil bli omtalt senere i rapporten.

1.2 Soneavgrensning

Grunnundersøkelsen, og den supplerende grunnundersøkelsen viser kvikkleire i stort omfang i grunnen. Dette området er ikke pr dags dato avmerket som en faresone i NVE's faresonekart. Men like fullt må området nå vurderes som en kvikkleiresone. Det er ikke mulig på det grunnlag vi har nå å avgrense denne sonen i alle retninger, men vi anser den undersøkelsen som er utført å være omfattende nok til å vurdere området rundt Elverhøy for potensielt kvikkleireskred.

Sørvest for brustedet vil det være en naturlig avgrensning av sonen mot fjellformasjonene. I sørøstlig retning er terrenget forholdsvis flatt. Gjennomsnittlig helning på terreng 300m i sørøstlig retning er 1:50. Det vurderes derfor som svært lite sannsynlig at det skal utløses kvikkleireskred i dette området som skal gripe bakover, da sikkerhet mot et initialskred ved elva er tilfredsstillende. I retning mot vest, altså lenger nedover langs elva, har det ikke vært mulig å avgrense sonen, men det vurderes dit hen at tiltak i området ved Elverhøy bru ikke kan ha innvirkning på stabiliteten lenger vest eller bli rammet av et skred utløst i dette området. Nord for elva er det utført noen undersøkelser på toppen av de bratte skråningene som er der i dag. Terrenget går så flatt bakover ca 400-500m før det faller ned igjen. I vurderingene er kvikkleiremekktigheten vurdert konservativt, og det vil bli foreslått løsninger for å sikre mot initialskred som kan gripe bak i områdene nord for brustedet.

2 VURDERINGER IHHT NVE 1/2008 – FORUTSETNINGER

2.1 Generelt

Vurderingene er hovedsakelig basert på grunnundersøkelser utført i 2010 og 2011, tidligere undersøkelser fra da eksisterende bruer ble bygget er også tatt med i vurderingene, men verdien av disse er svært liten da de ikke er ført dypt nok samt at undersøkelsesmetoder ikke er i henhold til de krav som stilles i dag.

2.2 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser spesifikt for utredning av "kvikkleiresone" ved Elverhøy bru er presentert i følgende rapporter:

- 2100259 nr 001. Datert 02.11.2010
- 2100259 nr 002. Datert 10.06.2011

De geotekniske grunnundersøkelsene er utført av Rambøll Norge AS.

Sonderinger som danner grunnlag for vurdering av lagdeling ved stabilitetsberegninger er vist i de enkelte beregningsprofiler i tegning. Skjærstyrke i de enkelte lag er basert på trykksonderinger og uforstyrrede prøver. Borprofiler fra prøveseriene er vist i datarapportene, tolkede resultater fra trykksonderingene er vist i vedlegg 1. Resultater fra poretrykksmålingene er vist i vedlegg 2. Treksialforsøk og ødometerforsøk som ligger til grunn for tolkning av skjærstyrke er vist i datarapportene.

Prøvekvalitet på opptatte 54 mm sylindreprøver er vurdert ut fra volumetrisk tøyning ved treksialforsøk (tabell 5.1 i den tekniske veilederen i ref. /1/). OCR – nivå er basert på utførte ødometerforsøk i samme borpunkt og/eller nærliggende borpunkt.

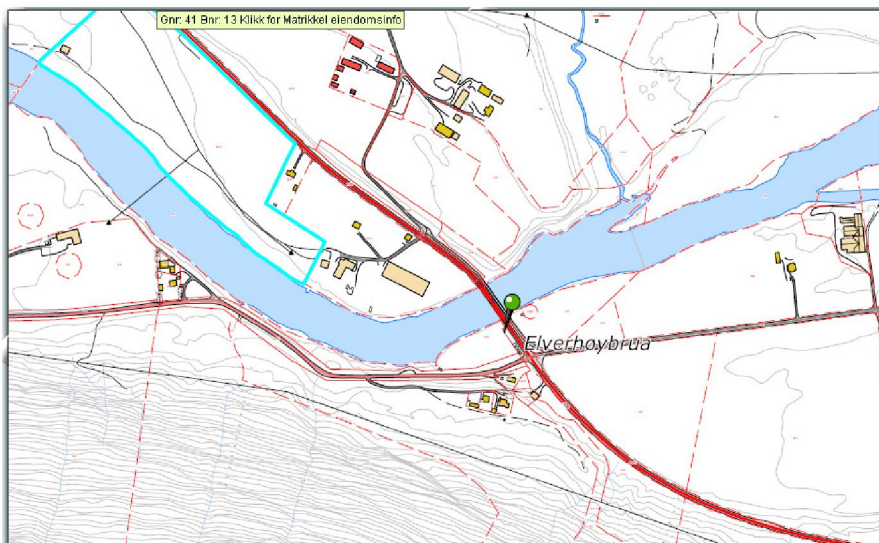
Kvaliteten på trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 - 2 i samsvar med ref. /6/. Vedlegg 3 gir dokumentasjon for kvalitet på trykksonderingene. Det er flere årsaker til at anvendelsesklasse 1 ikke oppnås for alle trykksonderingene:

- Det opptrer nullpunktsavvik som er større enn kravene til anvendelsesklasse 1

Generelt vurderer vi likevel kvaliteten på de utførte trykksonderinger som er benyttet for tolking av udrenert skjærstyrke som god. Videre er det ikke registrert spesielt store nullpunktsavvik før og etter sondering.

2.3 Terreng/topografi og grunnforhold

Området deles i tre deler: en nordre og søndre del, med elva Driva i mellom, samt en sentral del som omtaler selve elva.



Kart er tatt ut fra hjemmeside til Sunndal kommune

Nordre del (Nord for Driva)

Nord for Driva er terrenget forholdsvis flatt øst for eksisterende veg. Dette flate området avgrenses i øst av elva. Området består i følge de 4 undersøkelsespunktene som er utført (4 totalsonderinger, 2 prøveserier og 1 CPTU, 1 elektrisk piezometer) av 3,5-5m med faste masser av trolig sand, stein og grus. Under dette er det et lag med leire, som er påvist kvikk i prøveserier, ned til ca 15m dybde. Under dette er det fastere masser av antatt sand/stein.

Øst for eksisterende veg og nord for elva er det et bratt parti med stigning opp mot to platåer. Ett platå nærmest eksisterende veg på ca kote 46, og et lenger mot øst på ca kote 52. Nordvestover er disse to platåene forholdsvis flate. For høyeste platå synker terrenget igjen ca 300m lenger mot nordvest, mens det stiger på for det laveste platået ca 750m lenger mot nordvest. På det laveste platået er det utført 2 totalsonderinger, 1 prøveserie, 1 CPTU og satt ned et elektrisk piezometer, og undersøkelsene viser et øvre lag med stor motstand med mektighet 4,5-5,5m (antatt stein og sand). Under dette er det et lagdelt lag av leire og sand ned til ca 12,5-13,5m under terreng. Derunder er det leire som er påvist kvikk i noen prøver. Dette laget går ned til ca 25-26m under terreng. Under dette er grunnen fast bestående av antatt sand og stein (morene). For det høyeste platået er grunnforholdene lignende (utført 1 totalsondering), og det øvre faste laget av sand og stein går ned til ca 3m. Videre et lagdelt lag av sand og leire ned til 18m dybde. Leire, antatt kvikk, ned til 32m. Og derunder faste masser av sand/stein (morene).

Søndre del (Sør for Driva)

Området like sør for Driva og ved eksisterende brusted er forholdsvis flatt, men med en del vegfyllinger. I sørøstlig retning er terrenget svakt stigende fra kote ca 30 ved elva, og ca 300m lenger sørøst er terrenget på kote 36, altså stigning 1:50. I sørvestlig retninger for eksisterende brusted er terrenget flatt bak til ca 50-60m, før det stiger på opp mot et platå med småhusbebyggelse ca 95m fra elva. Like bak dette platået stiger terrenget bratt opp i sørvestlig retning, og her er det en tydelig fjellside (overgang fra fjell til løsmasser er ikke registrert pga vanskelig tilkomst).

Grunnundersøkelsene bestående av 5 totalsonderinger, 1 prøveserie og et elektrisk piezometer med minne på det flate partiet ved elva, viser et øvre lag av faste masser bestående av sand og stein til ca 3-5m dybde. Under dette er det leire, som er påvist som kvikk i ett prøvepunkt, ned til ca 11-14m under terreng. Derunder er massene fastere men lagdelt.

På platået sørvest for elva er det utført 2 totalsonderinger, 1 prøveserie, 1 CPTU og satt ned et elektrisk piezometer. Disse viser 5,5-6,5m med faste masser av sand/stein. Under dette er lag av leire som i nedre del er påvist som kvikk. Leira går med til ca 15m og 22m i de to undersøkelsespunktene. Derunder er massene faste.

Sentral del (I Driva)

Det foreligger ikke profileringer eller dybdekart i selve elva. Dette er derimot et forholdsvis flatt parti av elva, og det er antatt at elvebunnen ligger på ca kote +27 i dette området. Det må antas at det foreligger noen dypere partier i elva pga erosjon. Dette er omtalt noe i vårt befaringsnotat G-Not-002. *3.parts kontrollør har kommentert at profilering i elva må utføres. Dette, sammen med vurdering av erosjon, skal utføres i byggeplan.*

Opprinnelig var det ønskelig å utføre sonderinger i nær tilknytning til elva på nordlig bredde øst for eksisterende brusted. Men pga vanskelig tilkomst, og manglende tillatelse fra grunneiere, måtte disse undersøkelsespunktene utgå.

Det er utført en totalsondering ute i elva. Denne er utført fra eksisterende gangbru, og pga stor høyde mellom bru og elvebunn (ca 9,5m), var det ikke mulig å føre denne sonderingen mer enn ca 8,6m ned under elvebunnen. Sonderingen viser et øvre lag på i underkant av 2m med faste masser (antatt sand og stein). Så et lag på ca 2 m med antatt leire. Derunder er massene faste igjen med noe lagdelt bløtt i mellom.

For nærmere detaljer vedrørende grunnforholdene vises til rapportens tegning og til de enkelte grunnundersøkelsesrapporter.

2.4 Stabilitetsberegninger – generelt

Stabilitetsberegningene er utført både ved:

- Totalspenningsanalyse – ADP (udrenert korttidstilstand)
- Effektivspenningsanalyse (drenert langtidssituasjon).

Totalspenningsanalysen vurderes som representativ ved de opptredende grunnforhold med leire, stedvis kvikk eller sensitiv, for å ta hensyn til en mulig situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen.

Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen for skråningene slik de ligger i dag.

Stabilitetsanalysene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, som er en del av GeoSuite - pakken. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Beregningene er utført for en plan tøyningstilstand.

Det er utført beregninger både for sirkulære og sammensatte glideflater. Sammensatte glideflater er beregnet i profil hvor slike er vurdert som relevante, i profiler med lag av kvikk/sensitiv leire (tilnærmet) parallelt med terrengoverflaten og eventuelt fast lag/fjell.

Der hvor stabilitetsberegningene for dagens situasjon viser for lav beregningsmessig sikkerhet ihht. kravet i ref /1/, er det også utført beregninger for en situasjon med foreslåtte sikringstiltak i form av topografiske endringer (nedplanering).

2.5 Stabilitetsberegninger - beregningsprofiler

Det er utført beregninger i totalt 5 profiler, 1 - 5. Beliggenheten av profilene er vist på situasjonsplan, tegning 302. Det nye vegsystemet som planlegges er også vist på tegningen.

Profil 1 gir god dekning av det høyeste platået (jordbruksareal) på nordøstre siden for eksisterende brusted, samt over elva og inn i det flate partiet på sørlig bredde. Høydeforskjellen er stor fra platået ned til elva, ca 23m, og dagens skråning er bratt <1:1. Dagens stabilitet er i denne skråningen for lav med alle analysemetoder, og forbedring må utføres. *Det informeres om at høydenivå for totalsoneringer i beregningsprofilene kan være noe avvikende, men at dette er vurdert til å fortsatt være gyldig da det utføres en prosentvis forbedring.*

Profil 2 er ca parallelt med profil 1, men dette går fra det lavere platået (jordbruksareal) på ca kote 43 og ned til elva, og opp i det flater partiet på motsatt side av elva. Også her er høydeforskjellen stor, ca 14m, og brattere enn 1:1,4. Dagens stabilitet er også her for lav, og det foreslås forbedrende tiltak. *Det informeres om at høydenivå for totalsoneringer i beregningsprofilene kan være noe avvikende, men at dette er vurdert til å fortsatt være gyldig da det utføres en prosentvis forbedring.*

Profil 3 strekker seg fra det laveste flate partiet på nordlig bredde, over elva, og videre oppover langs skråningene i sør. Beregninger av stabilitet i dette profilet, viser at dagens stabilitet er over kravet iht ref/10/ dersom avlastning i toppen av den nordlige skråningen utføres.

Profil 4 starter like nord for Driva, øst for eksisterende brusted, og strekker seg i sørlig retning over elva og gjennom området hvor det skal gjøres tiltak som skjæring for ny lokalveg og tilløpsfylling/vegfylling for ny Rv 70 (geometri for tiltakene er hentet fra vegprosjekteringen). Stabilitetsberegning i dette profilet er bare utført for situasjon etter tiltak da vi anser dette som et tiltak med forverrende konsekvens og som må være i henhold til det absolutte kravet om $\gamma_M \geq 1.4$ gitt i ref. /1/, og som også må vise at stabiliteten er i henhold til kravene fra Statens vegvesens håndbok 016 ref./10/ lokalt for tiltakene.

Profil 5 er lagt i retning sørvest mot nordøst på nordlig bredde. Profilet strekker seg fra det flatepartiet ned ved elva, og opp på det nederste platået på nordlig bredde. I dette profilet er også stabilitet for ny vegfylling også medtatt.

De 5 beregnede profilene anses å være representativt for tiltaksområdet, samt at det anses å gi en god vurdering av stabilitetsforholdene i områdene rundt ny bru og veg.

2.6 Stabilitetsberegninger – krav til sikkerhet (materialfaktor)

Krav til sikkerhetsnivå avhenger av området's faregradsklasse og tiltakskategori.

Da sonen ikke er definert tidligere som en kvikkleiresone, med tilhørende klassifisering av faregrad, har vi ved dette arbeidet utført en ROS analyse iht ref /7/. Den utførte ROS analysen er vist i vedlegg 4. Og kort gjennomgang av analysen er omtales under:

Vurdering av skadekonsekvens:

- Boligenheter: Det er benyttet spredt bebyggelse med antall enheter >5. Dvs score 2 med vektall 4.
- Næringsbygg, personer: Her medtas ridesenteret som det antas har <10 personer. Dvs score 1, vektall 1.
- Annen bebyggelse, verdi: Dette antas som betydelig pga museumsaktivet/kulturminne. Score 2, vektall 1.
- Vei: ÅDT 2700. Score 2, vektall 2.
- Toglinje: ingen toglinje. Score 0, vektall 2.
- Kraftnett: antatt regionalt. Score 2, vektall 1.
- Oppdemming/flom: Antatt middels. Score 2, vektall 2.

Poeng (score x vektall) beregnes til 23, noe som medfører **Meget Alvorlig Skadekonsekvens** (poengverdier fra 23-45).

Vurdering av Faregradsklasser:

- Tidligere skredaktivitet: Det er ikke kjent tidligere løsmasseskredaktivitet jfr skrednett.no. Score 0, vektall 1.
- Skråningshøyde: Høyeste skråning er 24 m. Score 2, vektall 2.
- Tidligere/nåværende terreng: OCR vurdert til rundt 2 ut fra ødometerforsøk. Score 1, vektall 2.
- Poretrykk, overtrykk: ikke registrert poreovertrykk. Score 0, vektall 3.
- Poretrykk, undertrykk: ikke registrert undertrykk. Score 0, vektall -3.
- Kvikkleiremektighet: mektighet på kvikkleira er maksimalt 15 m i pkt 314, og høyeste skråning er 24m. Dvs mektighet >H/2. Score 3, vektall 2.
- Sensitivitet: Varierer mellom 18 og 890. Majoritet over 100. Score 3, vektall 1.
- Erosjon: Antatt noe. Score 2, vektall 3.
- Inngrep, forverring: det antas at kombinasjon av fylling og skjæring på sørlig bredde vil tilsa noe forverring lokalt der. På nordlig bredde med fylling nedenfor skråning tilsier forbedring. Velger her generelt noe forverring. Score 2, vektall 3.
- Inngrep, forbedring: Det antas at det generelt ikke er noe forbedring. Score 0, vektall -3.

Poeng (score x vektall) gir 27 poeng. Dette tilsier **Høy faregrad** (poengverdier fra 26-51).

Samlet gir dette **Risikoklasse 4**.

Prosjektet vurderes å ligge i **Tiltakskategori K3** iht. tabell 3.1 i fer. /1/ som omfatter "Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner". Dette, sammen med faregradsklasse "Høy" medfører at det stilles krav til oppnådd materialfaktor $\gamma_M \geq 1.4$ eller **vesentlig forbedring** ihht. fig. 3.1 i ref. /1/.

Der hvor vi har vurdert stabilitet av tiltakene lokalt, og hvor veg og bru inngår, har vi forutsatt at krav til sikkerhet skal være i henhold til Statens Vegvesens Håndbok 016 ref /10/, med forutsetning om konsekvensklasse **CC3 Meget alvorlig** og bruddmekanisme **Sprøtt, kontraktant brudd** som tilsier $\gamma_M \geq 1,6$ evt **vesentlig forbedring** ved effektivspennings- og totalspenningsanalyse.

3 STABILITETSBEREGNINGER - MATERIALPARAMETRE

3.1 Tynghetthet

Tynghetthet (romvekt) for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra laboratorieundersøkelser og/eller erfaringsverdier. Tynghetthet av tilførte masser i forbindelse med stabilitetsforbedring er vurdert på grunnlag av erfaringsverdier. Benyttede verdier er presentert på beregningssnittene, tegning 308 – 340.

3.2 Udrenert skjærstyrke

Tolking – grunnlag

Udrenert skjærstyrke i kvikk/sensitiv leire som benyttes i stabilitetsberegningene er valgt på grunnlag av skjærstrykemålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet, med støtte i tolkede CPTU-sonderinger.

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretryksfaktoren $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{kt} , uttrykt på følgende måte:

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

$$s_{uA} = q_n / N_{kt}$$

Generelt er $N_{\Delta u}$ benyttet ved B_q – verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 - 0,6, og N_{kt} er benyttet ved B_q lavere enn 0,5 - 0,6.

For bestemmelse av faktorene $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er korrelasjoner basert på CAUC – treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al, ref /2/ og Karlsrud, ref /3/. For de valgte korrelasjonene for $N_{\Delta u}$ - og N_{kt} - faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet (S_t) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p \quad N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p \quad \text{for } S_t < 15$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR \quad N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR \quad \text{for } S_t > 15$$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom $N_{\Delta u}$ og B_q , $N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$ for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (B_q) presentert i ref /4/.

Ved tolking av CPTU er det benyttet en romvekt på 19.0 - 19.5 kN/m³. Det er benyttet en plastisitetsindeks $I_p = 5 - 10$ %.

In-situ poretrykk benyttet i tolking av CPTU er fortrinnsvis basert på poretrykksmålinger utført i sonderingspunktene. Der hvor poretrykksmålinger ikke er utført og/eller har mangelfulle resultat, er antagelser ut fra terrengformasjoner og nærliggende poretrykksmålinger benyttet som grunnlag for bestemmelse av in-situ poretrykk. Oversikt over utførte poretrykksmålinger er vist på situasjonsplanen, tegning 302, og presentert i vedlegg 2. Benyttet in-situ poretrykk ved tolking av CPTU er presentert i vedlegg 1.

OCR (overkonsolideringsgrad) er beregnet/vurdert ut fra utførte ødometerforsøk, og forkonsolideringsspenningen er vurdert å tilsvare et tidligere terrengnivå som ligger på ca. kote 45,0. Dette antas ut fra at dagens terreng danner et høydeplatå på kote 45-46 nord for elva. Det antas elveerosjon ut fra dette nivået. Tidligere terrengnivå benyttet i tolkingen av CPTU er plottet på hver enkelt CPTU – tolking samlet i vedlegg 1. Den samme sammenhengen er også benyttet ved Shansepnormaliseringen som er presentert. Ødometerforsøk som er lagt til grunn er presentert i datarapport, og tolking av ødometerforsøk er nå vedlagt i denne revisjon 01 som dokumentasjon på overkonsolideringsgrad. Se vedlegg 5. CPT indikerer at materialet er overkonsolidert. Resultatene fra ødometerforsøk og grunnlag for at de kan oppfattes som NC ligger i at massene er siltig, og følgelig får en oppførsel som ligner på NC.

Designverdi

Designverdi benyttet i stabilitetsberegningene er presentert i hvert enkelt plott av tolket CPTU. Generelt er stabilitetsprofilene godt dekt opp av prøveserier og trykksonderinger (CPTU), slik at interpolering mellom disse kan forsvares uten å måtte gjøre vesentlige tilpasninger (for eksempel Shansep) pga av geometrien i skråningene.

Skjærstyrken i kvikk- og sensitiv leire i beregningene skal ihht. anbefaling i NVEs Retningslinjer/håndbok 016 reduseres med 15 % for å ta hensyn til at designstyrke er valgt på grunnlag av tolket CPTU med korrelasjon mot utført styrkemålinger på høykvalitets blokkprøver. Da designverdi i all hovedsak er valgt ut fra skjærstyrkemålinger fra prøveserier, er en slik reduksjon ikke implementert i beregningene.

I de utførte beregningene er det i enkelte lag, hvor det er usikkert om det har en udrenert eller drenert oppførsel, utført beregninger med begge alternativene. Dette gjelder laget under det øvre faste laget, som betegnes som lagdelt sand/leire. Dette vil bli videre omtalt i resultatene fra beregningene.

Svelling/avlastning

Det er ikke tatt hensyn til svelling ved bestemmelse av udrenert skjærstyrke benyttet i stabilitetsberegningene som er utført for en situasjon hvor terrenget lastes av for å oppnå forbedring av beregnet sikkerhet. Dette begrunnes med at denne avlastingen er relativ beskjedent, <3 m, og at effekten vil være størst i toppen og avtagende med dybden. For profiler hvor avlastning er benyttet som sikringstiltak, er de kritiske skjærflater relativt lange og dype, slik at effekten av svelling er liten/marginal på oppnådd materialfaktor.

3.3 Effektiv skjærstyrke

Valg av effektivspenningsparametere er gjort på grunnlag av utførte treaksialforsøk på leire, og erfaringsverdier for de øvrige jordlag. Treaksialforsøkene som er lagt til grunn for valg av effektivspenningsparametre for leire er presentert i datarapport.

I de utførte stabilitetsberegninger er følgende verdier benyttet for attraksjon og friksjonsvinkel:

Topplag/Sand/stein -	a=0	$\phi=35$ grader
Lagdelt Sand/Leire, ikke kvikk/sensitiv -	a=20 kN/m ²	$\phi=27$ grader
Kvikk/sensitiv leire -	a=15	$\phi=24$ grader
Sand/morene -	a=0	$\phi=36$ grader

For lagdelt leire/sand og kvikkleire ligger disse verdiene innefor et "normalområde". For sand og stein vurderes antagelsen som svært forsiktig.

3.4 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

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

Direkte og passiv skjærstyrke er beregnet ut fra følgende sammenheng:

- $s_{uD} = 0,7 s_{uA}$ (styrke for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- $s_{uP} = 0,4 s_{uA}$ (styrke der glideflaten ligger i passiv sone)

Anvendt s_{uP}/s_{uA} – forhold og s_{uD}/s_{uA} – forhold er i henhold til erfaringer fra tidligere forsøk utført bl.a. ved NGI.

Det er også tatt hensyn til tøyingskompatibilitet ved at så vel effektive skjærstyrkeparametere som udrenert skjærstyrke tolket fra treaksialforsøk er tatt ut ved små og tilnærmet like deformasjoner (1.0 – 2.0 %).

3.5 Poretrykksforhold

In-situ poretrykk benyttet i stabilitetsberegninger er basert på poretrykksmålinger utført i de aktuelle områder. Der hvor poretrykksmålinger ikke er utført, er nærliggende poretrykksmålinger benyttet, evt supplert med antagelser ut fra terrengformasjoner og lagdeling. Oversikt over utførte poretrykksmålinger er gitt på situasjonsplanen, tegning 302, og målingene er presentert i vedlegg 2. Benyttet poretrykksfordeling for de enkelte profiler er vist på beregningstegningene. For profiler hvor GV – linjen er vist, med blå stiplet strek, er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden. For disse profiler er GV linjen i elva er valgt å ligge 0,5m over elvebunnen, altså kote +27,5. Dette anses som konservativt. *Denne modellen har vi kalt poretrykksmodell 1.*

Det er også utført beregninger hvor det ikke er valgt en GV-linje med hydrostatisk poretrykk, men hvor poretrykket er valgt individuell for enkelte punkter. Poretrykk er valgt på et lavt nivå ut fra Rambølls piezometermålinger. For elva Driva er det valgt lav vannstand i elv på kote 28,5. I leira under er det antatt høyere vanntrykk fra antatt høyvann på kote 30,5. Denne modellen kaller vi poretrykksmodell 2.

Benyttet poretrykksfordeling ved CPTU – tolkingene samsvarer ikke nødvendigvis helt med det som er benyttet i stabilitetsberegningene. Ved tolking av CPTU er målt poretrykk på sonderingstidspunktet benyttet, evt er det benyttet rimelige antakelser basert på nærliggende målinger hvis det ikke foreligger poretrykksmålinger i det samme borpunktet.

Det foreligger ikke poretrykksmålinger i Rambølls piezometere kontinuerlig over flere år. Poretrykksmålingene strekkes seg over en periode på ca 56 døgn fra 30.03-24.05 dette år, og poretrykkene er logget en gang pr døgn (målerne står fortsatt i felt, og er operative). Det er likevel tatt hensyn til årstidsvariasjoner ved valg av poretrykksfordeling i beregningene ved at det generelt er valgt en konservativ fordeling ved å benytte de ugunstigste målinger.

Elvevannsmålinger er dokumentert i ref/11/. Her ble elvenivå i Driva nær Elverhøybru målt i en tidsperiode fra 2005 til 2009. Laveste vannnivå ble målt ved kote 28,5. Høyeste vannnivå ble målt ved kote 31,5. Det er også målt grunnvannsnivå ved Grøaveien og ved riksveien sørøst for Elverhøy-bru. Målinger her viser at grunnvannstand kan varierer med ca. 2 m. Høy grunnvannstand er ofte målt 1 til 3 måneder etter flom i Driva.

4 STABILITETSBEREGNINGER – RESULTATER OG VURDERINGER

4.1 Profil 1

Resultater

Effektivspenningsbasis:

Det er beregnet profil 1 med effektivspenningsanalyse for to forskjellige tilstander av poretrykk. I utgangspunkt er det regnet med antatt lav grunnvann i elva på kote 29,0. Det er antatt hydrostatisk poretrykkfordeling i dybden. I program GeoSuite er det benyttet en grunnvannslinje. Grunnvannshøyde ved borpunkt nr. 302 er antatt fra laveste målte verdi. Vi kaller dette modell portrykk 1.

Statens vegvesen har kommentert at dette er muligens ikke den mest ugunstige poretrykksfordeling i dagens tilstand. Vi har derfor utført videre beregninger som tar utgangspunkt i høy- og lavvannstand i elva. Vannstandsmålinger ved elva fra 2006 til 2009 er presentert i NGU rapport 201.009, datert 31.05.2011: "Overvåking av grunnvannstand og elvestand på Grøa og Furu i Sunndal kommune". I våre beregninger er det antatt laveste grunnvann i elva på kote 28.5. Det er antatt at det er et poreovertrykk fra et høyere vannnivå (kote 30.5) i leira. Det er antatt at poreovertrykket øker over hele mektigheten av leira. Poretrykksfordeling ved bp. Nr. 302 er antatt hydrostatisk med utgangspunkt i Rambølls piezometermålinger. Vi kaller dette modell portrykk 2.

På effektivspenningsbasis og med poretrykksmodell 1 oppnås det en materialfaktor $\gamma_M = 1.00$ (tegning 308) for glidesirkler så vidt ned i kvikkleire for dagens situasjon på nordlig bredde av elva, altså opp mot det høyeste platået. Kravet for materialfaktor er $\gamma_M \geq 1.4$ eller vesentlig forbedring. Vesentlig forbedring tilsier en økning av sikkerhet på 15% (ref./1/ fig. 3.1) som gir $\gamma_M \geq 1.15$. Ved avlastning i skråningen til helning 1:2 og 1:7 øker sikkerheten til $\gamma_M = 1.2$ (se tegning 309) dvs oppnådd forbedring på 20%.

På motsatt side mot sørsiden av Driva oppnås en materialfaktor på $\gamma_M = 1.66$ for glidesirkler i kvikkleiren, og $\gamma_M = 1.21$ for glidesirkler i øvre lag over kvikkleira på effektivspenningsbasis. Dette ligger derfor innenfor kravet på $\gamma_M \geq 1.4$ for glidesirkler ned i kvikkleire (tegning 308).

På effektivspenningsbasis og med poretrykksmodell 2 oppnås det en materialfaktor $\gamma_M = 0,99$ (tegning 310) for glidesirkler så vidt ned i kvikkleire for dagens situasjon på nordlig bredde av elva, altså opp mot det høyeste platået. Kravet for materialfaktor er $\gamma_M \geq 1.4$ eller vesentlig forbedring. Vesentlig forbedring tilsier en økning av sikkerhet på 15% (ref./1/ fig. 3.1) som gir $\gamma_M \geq 1.14$. Ved avlastning i skråningen til helning 1:2 og 1:7 øker sikkerheten til $\gamma_M = 1.35$ (se tegning 310) dvs oppnådd forbedring på 35 % (tegning 311).

På motsatt side mot sørsiden av Driva oppnås en materialfaktor på $\gamma_M=1.52$ for glidesirkler i kvikkleiren på effektivspenningsbasis. Dette ligger derfor innenfor kravet på $\gamma_M \geq 1.4$ for glidesirkler ned i kvikkleire (tegning 310).

Totalspenningsbasis:

Her er det utført to forskjellige beregninger med ulik tolkning av laget under det faste topplaget. Det er utført et beregningssett med antagelse om udrenerte parametre, og et med drenerte parametre i laget som består av lagdelt sand/leire. I denne rapporten vises bare beregningene utført med forutsetning om udrenerte parametre i dette laget.

Ved antagelse om udrenerte parametre i lagdelt sand/leire oppnås en materialfaktor for dagens situasjon for skråningen ned mot nordre elvebredde på $\gamma_M = 0.99 \approx 1.0$ for glidesirkel med lavest materialfaktor (tegning 314). Avlastes denne skråningen til 1:2 og 1:7 lenger bak, vil ikke glidesirkelen med materialfaktor $\gamma_M = 0.99 \approx 1.0$ være reell lenger. Det oppnås derfor en materialfaktor på $\gamma_M = 1.36$ for glidesirkel som ved eksisterende terreng hadde $\gamma_M = 1.24$ (se tegning 314/315) som tilsier økning på 10% i den samme glideflaten og i henhold til kravet om vesentlig forbedring som angir 6% forbedring.

Materialfaktor for elvebredden på motsatt side er $\gamma_M = 1.45$ (tegning 314 og 315). Glidesirkel går her ikke ned i kvikkleiren.

Vurdering

Det oppnås ikke tilfredsstillende sikkerhet på verken totalspenningsbasis eller effektivspenningsbasis for dagens situasjon for skråningen nord for Driva. Som stabiliserende tiltak er det foreslått utslaking av skråning, til helning 1:2 og 1:7 lenger bakover. Tiltakets omfang er styrt av stabilitetsforholdene i beregningene med både totalspenningsbasis og effektivspenningsbasis, noe som medfører at kravet til "vesentlig forbedring" ihht. tabell 3.1 og figur 3.1 i NVE 2/2011, vedlegg 1, ref. /1/ tilfredsstilles.

Foreslått nedplanering er vist på tegning 313 og 315, og på situasjonsplanen, og skissert i tegning 341.

Det foreslåtte tiltaket vil medføre noe mindre jordbruksareal, men vurderes som mer hensiktsmessig og økonomisk gjennomførbart enn en eventuell heving av elva Driva.

Tabell som viser beregninger utført for profil 1:

Situasjon	Analysetype	ADP forhold	Materialfaktor nordlig bredde	Krav/nødvendig forbedring	Materialfaktor sørlig bredde (i kvikkleire)	krav	tegning
Dagens	Afi (poretrykk 1)	-	1.0	Nødv. 15% forbedring	1.66	1.4	308
Avlastning 1:2 og 1:7	Afi (poretrykk 1)	-	1.2	Oppnådd 20% forbedring		1.4	309
Dagens	Afi (poretrykk 2)	-	0,99 (1,09)	Nødv. 15% forbedring Nødv. 11% forbedring	1.52	1.4	310
Avlastning 1:2 og 1:7	Afi (poretrykk 2)	-	1.35 (1,26)	Oppnådd 35% forbedring Oppnådd 15% forbedring		1.4	311
Dagens	su	1,0-0,7-0,4	0.99 (1.24)	Nødv. 15% for 0.99 og 6% for 1.24 forbedring	1,45	1.4	314
Avlastning 1:2 og 1:7	su	1,0-0,7-0,4	1.36	Oppnådd 10%	1.45	1.4	315

Tabell 1.

4.2 Profil 2

Resultater

Effektivspenningsbasis:

Også her er det regnet med to modeller for poretrykk. For detaljer se kapittel 3.2.

På effektivspenningsbasis for *poretrykksmodell 1* oppnås det en laveste materialfaktor $\gamma_M = 1.07$ (tegning 316) for glidesirkler ned i kvikkleire for dagens situasjon på nordlig bredde av elva, altså opp mot det lavere platået. Kravet for materialfaktor er $\gamma_M \geq 1.4$ eller vesentlig forbedring. Vesentlig forbedring tilsier en økning av sikkerhet på ca 12,5% (ref./1/ fig. 3.1) som gir $\gamma_M \geq 1.2$. Ved avlastning i skråningen til helning 1:2 og 1:7 lenger bakover øker sikkerheten til $\gamma_M = 1.25$ (tegning 317) dvs oppnådd forbedring på 17%.

På motsatt side mot sørsiden av Driva oppnås en materialfaktor på $\gamma_M = 1.56$ på effektivspenningsbasis som er over kravet på $\gamma_M \geq 1.4$ (tegning 316 og 317).

På effektivspenningsbasis for poretrykksmodell 2 oppnås det en laveste materialfaktor $\gamma_M = 1.06$ (tegning 318) for glidesirkler ned i kvikkleire for dagens situasjon på nordlig bredde av elva, altså opp mot det lavere platået. Kravet for materialfaktor er $\gamma_M \geq 1.4$ eller vesentlig forbedring. Vesentlig forbedring tilsier en økning av sikkerhet på ca 14% (ref./1/ fig. 3.1) som gir $\gamma_M \geq 1.21$. Ved avlastning i skråningen til helning 1:2 og 1:7 lenger bakover øker sikkerheten til $\gamma_M = 1.28$ (tegning 319) dvs oppnådd forbedring på 21%.

På motsatt side mot sørsiden av Driva oppnås en materialfaktor på $\gamma_M = 1.45$ på effektivspenningsbasis som er over kravet på $\gamma_M \geq 1.4$ (tegning 318).

Totalspenningbasis:

Her er det utført to forskjellige beregninger med ulik tolkning av laget under det faste topplaget. Det er utført et beregningssett med antagelse om udrenerte parametre, og et med drenerte parametre i laget som består av lagdelt sand/leire. I denne rapporten er det bare presentert beregningene hvor det er antatt udrenerte parametre i dette laget.

Ved antagelse om udrenerte parametre i lagdelt sand/leire oppnås en materialfaktor for dagens situasjon for skråningen ned mot nordre elvebredde på $\gamma_M = 1.35$ (tegning 320). Avlastes denne skråningen ned til 1:2 og 1:7 lenger bakover oppnås en materialfaktor på $\gamma_M = 1.43$ (tegning 321) men da er ikke glidesirkel ned i kvikkleire. For glidesirkler ned i kvikkleire, er nå materialfaktoren på $\gamma_M = 1.75$ som tilsier økning på 30% og i henhold til kravet om vesentlig forbedring som angir 2% forbedring samt kravet på $\gamma_M \geq 1.4$.

Materialfaktor for elvebredden på motsatt side er $\gamma_M = 3.69$ (tegning 320 og 321). Glidesirkel går her så vidt ned i kvikkleiren.

Vurdering

Det oppnås ikke tilfredsstillende sikkerhet på verken totalspenningbasis eller effektivspenningsbasis for dagens situasjon for skråningen nord for Driva. Som stabiliserende tiltak er det foreslått utslaking av skråning, til helning 1:2 og 1:7 lenger bakover. Tiltaket omfang er styrt av stabilitetsforholdene i beregningene med effektivspenningsbasis og totalspenningbasis, noe som medfører at kravet til "vesentlig forbedring" ihht. tabell 3.1 og figur 3.1 i NVE 2/2011, vedlegg 1, ref. /1/ nå tilfredsstilles.

Foreslått nedplanering er vist på tegning 317 og 321, og skissert på situasjonsplanen, tegning 341.

Det foreslåtte tiltaket vil medføre noe mindre jordbruksareal, men vurderes som mer hensiktsmessig og økonomisk gjennomførbart enn en eventuell heving av elva Driva.

Tabell som viser beregninger utført for profil 2:

Situasjon	Analyse-type	ADP forhold	Materialfaktor nordlig bredde	Krav/nødvendig forbedring	Materialfaktor sørlig bredde	krav	Tegning
Dagens	Afi (poretrykk 1)	-	1.07	Nødv. 15% forbedring	1.56	1.4	316
Avlastning 1:2 og 1:7	Afi (poretrykk 1)	-	1.25	Oppnådd 17% forbedring	1.56	1.4	317
Dagens	Afi (poretrykk 2)	-	1,06	Nødv. 14% forbedring	1,45	1.4	318
Avlastning 1:2 og 1:7	Afi (poretrykk 2)	-	1,28	Oppnådd 21% forbedring	1,45	1.4	319
Dagens	su	1,0-0,7-0,4	1.35	Nødv. 2% forbedring	3.69	1.4	320
Avlastning 1:2 og 1:7	su	1,0-0,7-0,4	1.74 (for glidesirkler i kvikkleire)	Oppnådd 30% forbedring	3.69	1.4	321

Tabell 2.

4.3 Profil 3

Resultater

Effektivspenningsbasis:

(poretrykk 1). På effektivspenningsbasis oppnås det en materialfaktor $\gamma_M = 1.53$ (tegning 322) for glidesirkler ned i kvikkleire for dagens situasjon på nordlig bredde av elva, altså opp mot det lavere platået. Kravet for materialfaktor er $\gamma_M \geq 1.6$ eller vesentlig forbedring. Vesentlig forbedring tilsier en økning av sikkerhet på ca 3% (ref./10/ fig. 0.4) som gir $\gamma_M \geq 1.58$. Ved avlastning i toppen av skråningen øker sikkerheten til $\gamma_M = 1.59$ (tegning 319) dvs oppnådd forbedring på 4%.

På motsatt side mot sørsiden av Driva oppnås en laveste materialfaktor på $\gamma_M = 2.32$ på effektivspenningsbasis for glidesirkler ned i kvikkleire fra det bebygde "platået" og ned til det flattere området, som er over kravet på $\gamma_M \geq 1.6$ (tegning 322).

Ved implementering av trafikklaster $q = 15$ kPa (inkludert lastfaktor) på lokalveg som skal gå under planlagt bru og langs elva på sørlig bredde består sikkerheten på $\gamma_M = 2.32$ for glidesirkler fra "platået" og ned til det flattere partiet (tegning 323). For glidesirkler hvor trafikklaster bidrar oppnås materialfaktor på $\gamma_M > 2.5$, dvs innenfor kravet iht på $\gamma_M = 1.6$ (håndbok 016 ref./10/).

Totalspenningbasis:

Her er det utført to forskjellige beregninger med ulik tolkning av laget under det faste topplaget. Det er utført et beregningssett med antagelse om udrenerte parametre, og et med drenerte parametre i laget som består av lagdelt sand/leire. I denne rapporten er bare beregningene med antagelse om udrenerte parametre i dette laget medtatt.

Ved forutsatt udrenerte parametre i lagdelt sand/leire oppnås en materialfaktor for dagens situasjon for skråning ned mot nordre elvebredde på $\gamma_M = 1.64$ (tegning 326) med glidesirkel ned i kvikkleira. For skråning ned mot Driva fra sørsiden oppnås laveste materialfaktor på $\gamma_M = 2.53$, som gjelder skråningen ned fra antatt fjellskjæring og ned mot det flate området ved elva.

Ved implementering av trafikklaster $q=15$ kPa (inkludert lastfaktor) på lokalveg som skal gå under planlagt bru og langs elva på sørlig bredde øker sikkerheten til $\gamma_M=2.54$ for glidesirkler fra fjell og ned til det flatere partiet (tegning 327). Her bidrar trafikklaster til en liten forbedring av sikkerheten og er innenfor kravet iht på $\gamma_M=1.6$ (håndbok 016 ref./10/).

Vurdering

Det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved alle beregninger. Ingen tiltak er nødvendig.

Tabell under viser utførte beregninger i profil 3:

Situasjon	Analyse-type	ADP forhold	Materialfaktor nordlig bredde	Materialfaktor sørlig bredde	Krav/ nødvendig forbedring	tegning
Dagens	Afi (poretrykk 1)	-	1.53	2.32	Nødv. 3% forbedring	322
Trafikklaster sørlig bredde	Afi (poretrykk 1)	-	1.59	2.52 (glideflater inkl. trafikklaster)	Oppnådd 4% forbedring	323rev 01
Dagens	su	1,0-0,7-0,4	1.64	2.53	1.6	326
Trafikklaster sørlig bredde	su	1,0-0,7-0,4	1.64	2.54	1.6	327

Tabell 3.

4.4 Profil 4

Resultater

Effektivspenningsbasis:

Her er det regnet bare med poretrykkmodell 1, siden det var nesten ikke variasjon i resultater for profiler 1 og 2 for begge poretrykkmodeller. På effektivspenningsbasis oppnås det en materialfaktor $\gamma_M = 2.15$ (tegning 328) for glidesirkler ned i kvikkleire bak tiltaket (dvs oppover mot bebygget platå). For glidesirkler der tiltaket er inkludert tilsvarende full oppfylling av vegfylling, full skjæring (men uten vegkropp) oppnås materialfaktor på $\gamma_M = 2.09$ (tegning 328). For beregning med trafikklaster på vegfylling, men fortsatt full skjæring til under vegkropp oppnås materialfaktor på $\gamma_M = 2.09$ (tegning 330). Beregning med trafikklaster, skjæring inkludert vegkropp og trafikklaster oppnås sikkerhet på $\gamma_M = 2.09$ (tegning 329).

Totalspenningsbasis:

Her er det utført to forskjellige beregninger med ulik tolkning av laget under det faste topplaget. Det er utført et beregningssett med antagelse om udrenerte parametre, og et med drenerte parametre i laget som består av lagdelt sand/leire. I denne rapporten er bare beregningene med antagelse om udrenerte parametre i dette laget medtatt.

Forutsatt udrenerte parametre i lagdelt sand/leire oppnås en materialfaktor for området bak tiltaket på $\gamma_M = 2.75$ (tegning 333) med glidesirkel ned i kvikkleira. For glidesirkler der tiltaket er inkludert tilsvarende full oppfylling for tilløpsfylling før brua, og full skjæring men uten vegkropp, oppnås materialfaktor på $\gamma_M = 2.75$ (tegning 334). For beregning med full fylling og skjæring, men inkludert trafikklaster, oppnås materialfaktor på $\gamma_M = 2.71$ (tegning 334).

Vurdering

Det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved alle beregninger. Ingen ytterligere tiltak er nødvendig. Både kravet til områdestabilitet jfr ref. /1/ og lokalstabilitet for tiltakene jfr krav i ref./10/ er oppfylt.

Tabellen under viser beregninger utført for profil 4:

Situasjon	Analysetype	ADP forhold	Materialfaktor terreng bak tiltak	Materialfaktor ved tiltak	krav	tegning
Med skjæring og fylling	Afi (poretrykk 1)	-	2.15	2.09	1.6	328
Med skjæring, fylling og trafikklast	Afi (poretrykk 1)	-	2.15	2.09	1.6	329
Med skjæring, fylling og trafikklast+full skjæring i anleggsfase	Afi (poretrykk 1)	-	2.15	2.09	1.6	330
Med skjæring og fylling	su	1,0-0,7-0,4	2.75	2.75	1.6	333
Med skjæring og fylling og trafikklast	su	1,0-0,7-0,4	2.75	2.71	1.6	334

Tabell 4.

4.5 Profil 5

Resultater

Effektivspenningsbasis:

Her er det regnet bare med poretrykksmodell 1, siden det var nesten ikke variasjon i resultater for profiler 1 og 2 for begge poretrykksmodellene. På effektivspenningsbasis oppnås det en materialfaktor $\gamma_M = 1.99$ (tegning 335) for glidesirkler som så vidt tangerer kvikkeleira, i beregning for dagens situasjon i skråning ned fra laveste platå på nordsiden av Driva.

For beregning der tiltaket, som er i form av vegfylling er inkludert, oppnås det en sikkerhet på $\gamma_M = 1.99$ til side for tiltaket (beregnet uten trafikklast), og lokal stabilitet for vegfyllingen inkludert trafikklast oppnår $\gamma_M = 2.4$. Begge beregninger er vist i tegning 336.

Totalspenningsbasis:

Her er det utført to forskjellige beregninger med ulik tolkning av laget under det faste topplaget. Det er utført et beregningssett med antagelse om udrenerte parametre, og et med drenerte parametre i laget som består av lagdelt sand/leire. I denne rapporten er bare beregningene med antagelse om udrenerte parametre i dette laget medtatt.

Forutsatt udrenerte parametre i lagdelt sand/leire oppnås en materialfaktor for området til side for tiltaket på $\gamma_M = 2.11$ (tegning 339). For beregning der tiltaket, som er i form av vegfylling er inkludert, oppnås det en sikkerhet på $\gamma_M = 2.15$ til side for tiltaket (beregnet uten trafikklast), og lokal stabilitet for vegfyllingen inkludert trafikklast oppnår $\gamma_M = 2.41$. Begge beregninger er vist i tegning 340.

Vurdering

Det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved alle beregninger. Ingen ytterlige tiltak er nødvendig. Både kravet til områdestabilitet jfr ref. /1/ og lokalstabilitet for tiltakene jfr krav i ref./10/ er oppfylt.

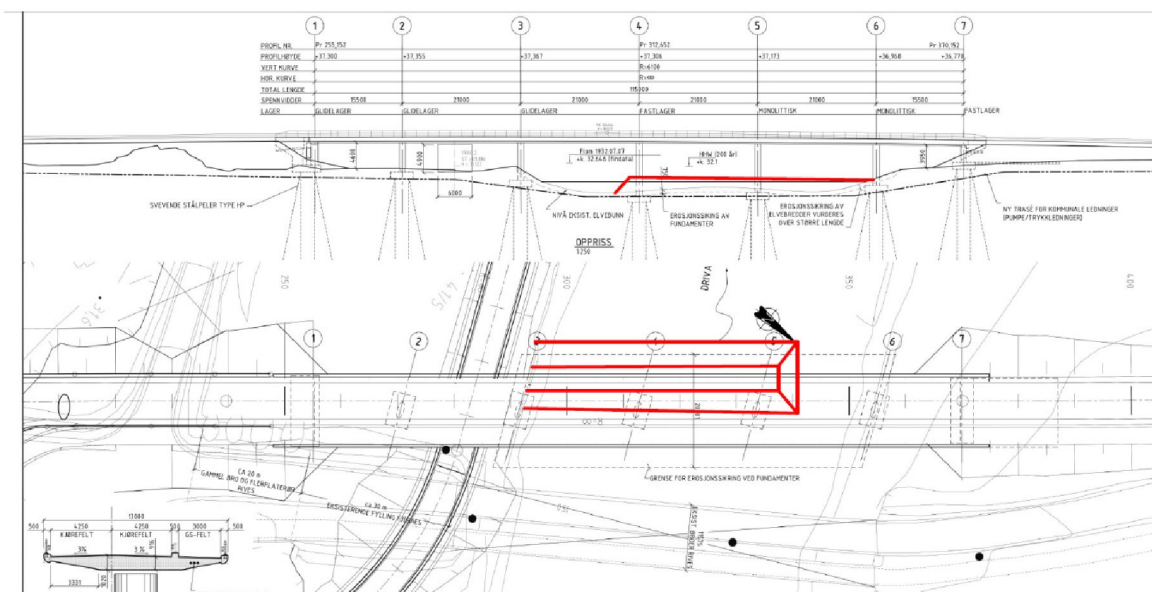
Tabellen under viser beregninger utført for profil 5:

Situasjon	Analysetype	ADP forhold	Materialfaktor terreng bak tiltak	Materialfaktor ved tiltak	krav	tegning
Dagens	afi	-	1.99	-	1.6	335
Vegfylling	afi	-	1.99 (uten trafikklast)	2.4 (med trafikklast)	1.6	336
Dagens	su	1,0-0,7-0,4	2.11	-	1.6	339
Vegfylling	su	1,0-0,7-0,4	2.15 (uten trafikklast)	2.41 (med trafikklast)	1.6	340

Tabell 5.

5 ANLEGGSFASE

Etablering av brufundamenter vil medføre noe midlertidig utfylling i elva. Stabilitetsmessig mener Rambøll at dette ikke er problematisk, da det vil være som en motfylling å regne for den sørlige bredden. Eventuell poretrykksoppbygging skal nå være tatt hånd om og dokumentert ved beregningene med "poretrykk 2". Samt at tyngden av motfyllingen vil være med å nulle ut denne eventuell stabilitetsreduksjon pga økningen av poretrykk. Foreløpig ser planen for utfylling i elva ut som vist i figur under, men denne løsningen vil detaljeres mer og vurderes videre i byggefasen. Og stabilitetsberegninger i byggefasen må vurderes når dette arbeidet er mer detaljert.



Foreløpige tegninger av løsning for anleggsfase.

6 OPPSUMMERING/KONKLUSJON

De utførte beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens og fremtidig situasjon ved effektiv-totalspenningsanalyser på sørsiden for elva. I profilene som er beregnet fra nordsiden av elva og ned mot elva må det gjennomføres stabiliserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet for å tilfredsstille kravene i ref. /1/.

Lavere beregningsmessige sikkerheter på total og effektivspenningsbasis er påvist i profilene 1, og 3 dvs fra elva og opp mot de to platåene på nordsiden av elva. I dette området bør det derfor utføres stabiliserende tiltak. Tiltakene som er beregnet, og som anbefales i denne rapporten, er å avlaste de bratte skråningene til en helning på 1:2 samt å utføre en videre utslaking 1:7 bakover mot terreng. Tiltakene er vist i de enkelte beregningsprofilene, samt i situasjonsplan tegning 341. Det er en forutsetning at denne avlastningen og nedplaneringen utføres før arbeid med planlagt veg/bru starter.

Vi forutsetter videre at det skal utføres en dybdekartlegging av elvebunnen. Hvis det viser seg at elvebunnen ligger lavere en kote 27.5, som er antatt i våre vurderinger, skal det utføres ny kontroll/vurdering av stabilitet.

I tillegg bør det utføres en erosjonssikring av elvebredden langs disse bratte skråningene (nordlig bredde), men også langs sørlig bredde anbefales det å etablere en god erosjonshud langs elvebredden.

Vedrørende etablering av ny bru over Driva, så forutsettes det at denne fundamenteres på peler, og at det velges en pelemetode som ikke vil medføre oppbygging av poretrykk. Det skal i forkant av pelearbeidene installeres utstyr for logging av poretrykk. Og det vil bli utarbeidet grensekriterier for når pelearbeidene skal stoppes/tas pause i, og geotekniker skal da vurdere forholdene.

Videre vurderes det sånn at all eventuell oppfylling ute i elva under anleggsarbeidene vil være stabiliserende tiltak mhp områdestabilitet.

På grunn av fare for erosjon ved flom skal det defineres tiltak som vil redusere faren for endringer i strømningsforholdene på grunn av oppfylling i elva i anleggsfase. Vi foreslår følgende mulige tiltak:

- *Legge rør eller korte bruer under fylling, slik at vannet kan strømme delvis under fyllingen.*
- *Legge ut fylling med minst mulig dimensjon vedr. høyde og utstrekning.*
- *Lage beredskap for fjerning av fylling eller deler av fylling ved flom.*
- *Lage beredskap for midlertidig sikring av elvebredden nedstrøms og oppstrøms ved flom (sandsekker)*

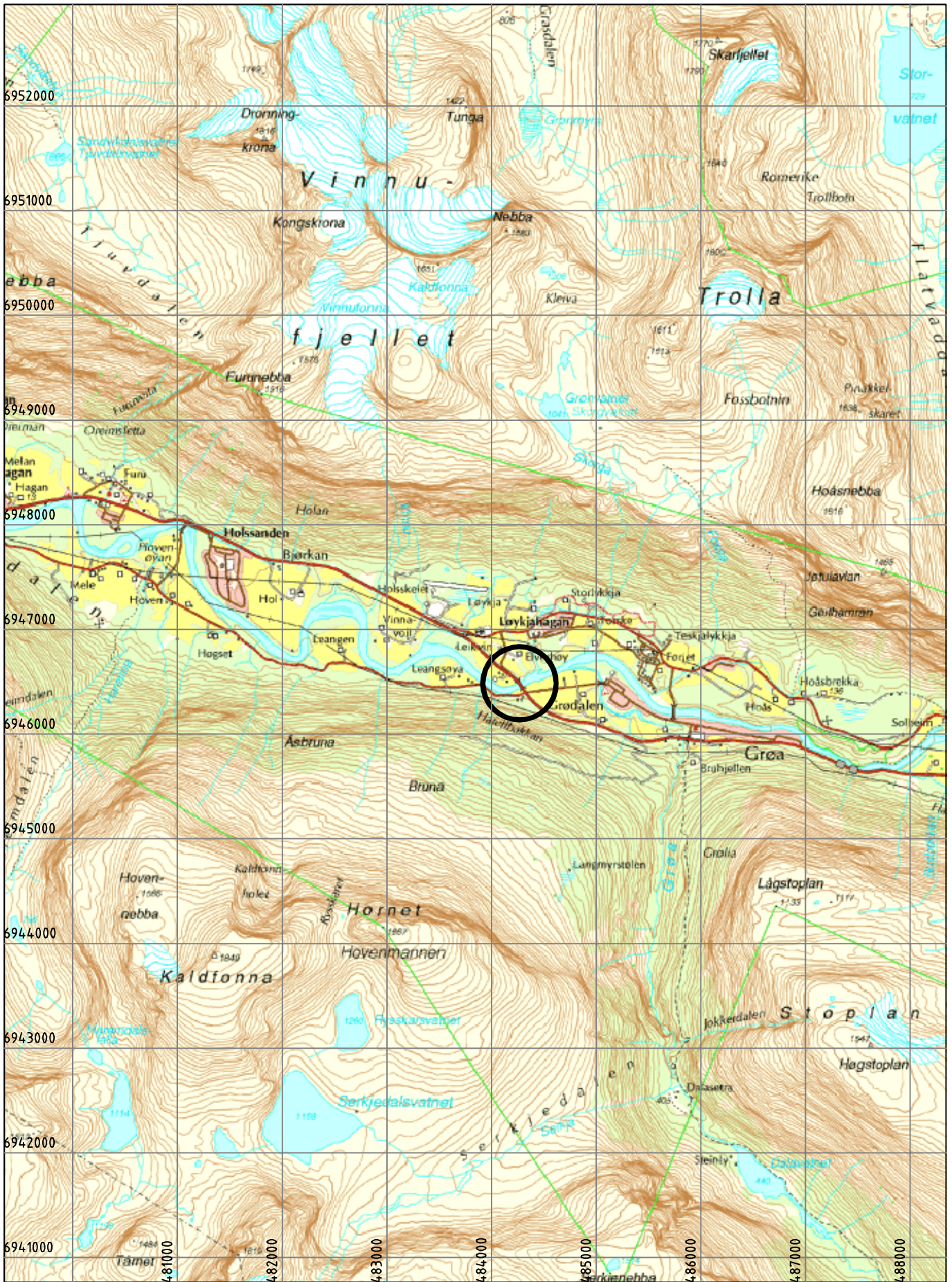
Det forutsettes at det skal utarbeides et tiltaksplan mot erosjon ved flom i byggeplansarbeidet.

Det er en uttrykkelig forutsetning at alle framtidige tiltak som skal gjennomføres innenfor eller i nærheten av sonen vurderes geoteknisk mhp mulig innvirkning på stabiliteten i området.

Referanser

1. NVE Retningslinjer 1/2008 rev. 05.03.2009: "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag", med Veileder for: "Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper".
2. Lunne et al, 1997. "Cone penetration test in geotechnical practice".
3. Karlsrud et al, 2005. "CPTU correlations for clays". ICSMGE 2005, Osaka, Japan
4. Karlsrud et al, 1996. "Improved CPTU correlations based on block samples". Nordisk Geoteknikermøte, Reykjavik, Island.
5. NS-EN 1997-2:2007 + NA: 2008
Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering
Del 2: Prosjektering basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver
6. NGF – melding 5, rev. nr 3, 2010: Veiledning for utførelse av trykksondring.

7. Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. 20001008-2. 31. August 2001, revisjon nr. 3 - 8. Oktober 2008. NGI
8. Datarapport, Rambøll Norge AS: 2100259 R01 Rv 70 Bru 15-111 Elverhøybrua med tilstøtende veg.
9. Datarapport, Rambøll Norge AS: 6100477 R02
10. Statens Vegvesen Håndbok 016. "Geoteknikk i vegbygging". Juni 2010.
11. *NGU rapport nr. 2010.009. "Overvåkning av grunnvannstand og elvevannstand på Grøa og Furu i Sunndal kommune." datert 31.05.2011*



2011-06-14	SAS	IJM		

Oppdrag nr. 2100259 Målestokk: 1:50000 Status:

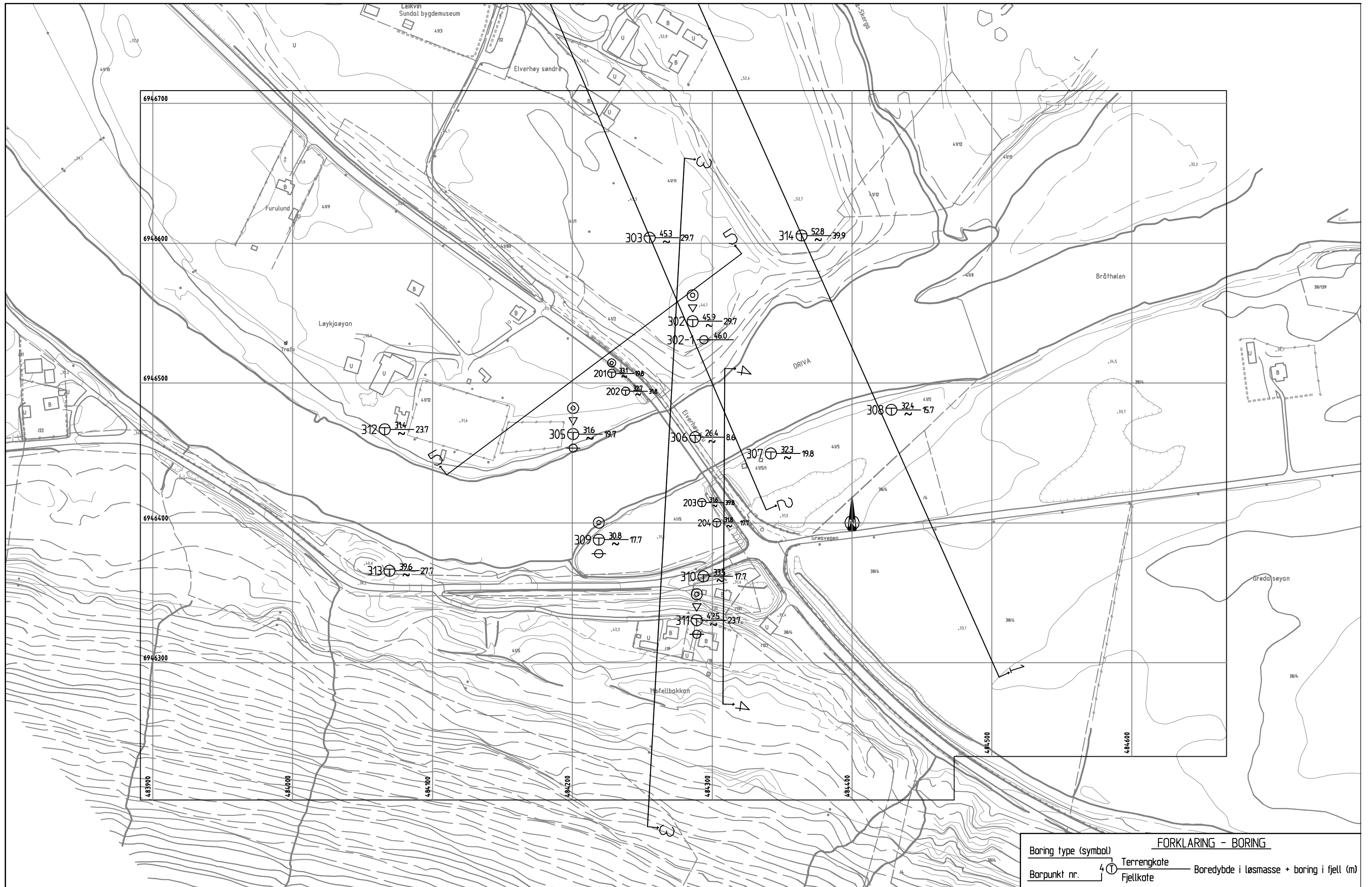
Statens Vegvesen Region Midt
Rv70 Bru 15-111 Elverhøybrua

OVERSIKTSKART
UTM-ref(sonen 32): 04842 69464



P.B. 7493 Mellomliå 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Tegningnr. Rev.
301



FORKLARING - BORING	
Boring type (symbol)	Terrengkote
Borpunkt nr. 4	Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)
	Fjellkote

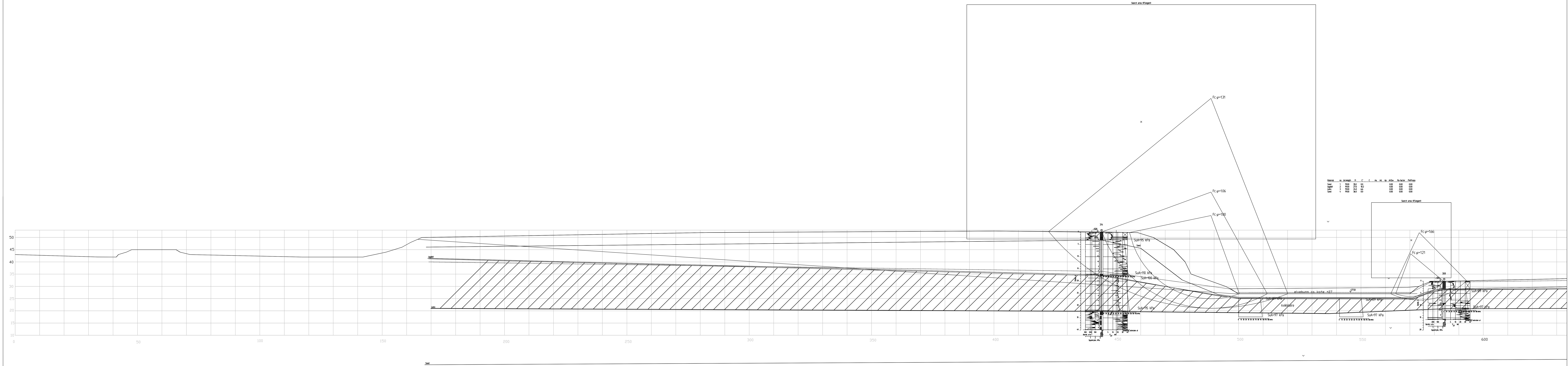
2011-06-14	SAS	IJM
REV.	DATO	ENDRING
	TEGN	KONTR
	GODKJ	
TEGNINGSSTATUS		



Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

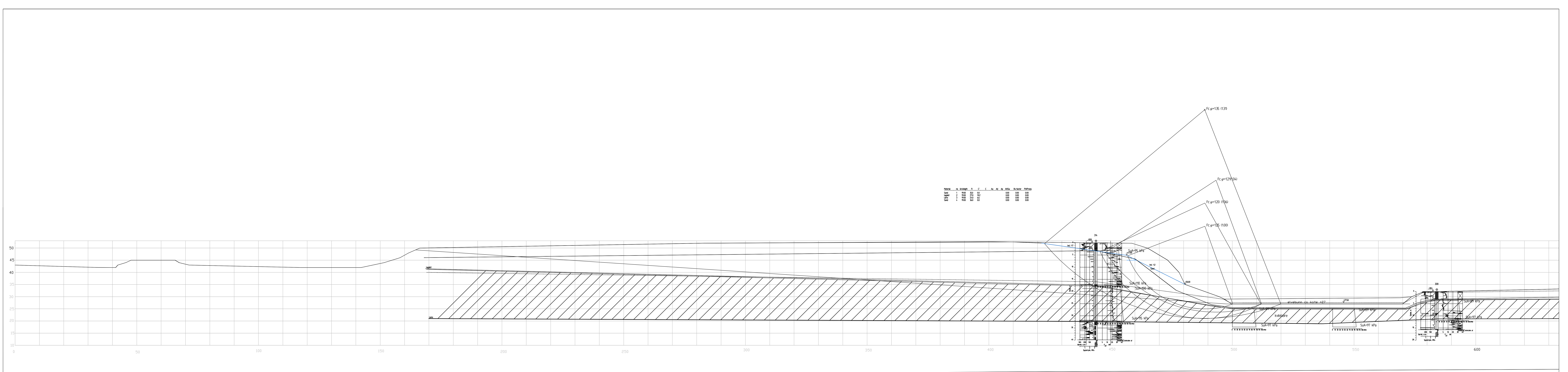
OPPDRAG	Rv70 Bru 15-111 Elverhøybrua
INNHOOLD	SITUASJONSPLAN
	Beregningsprofiler
	Utførte grunnundersøkelser
OPPDRAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt

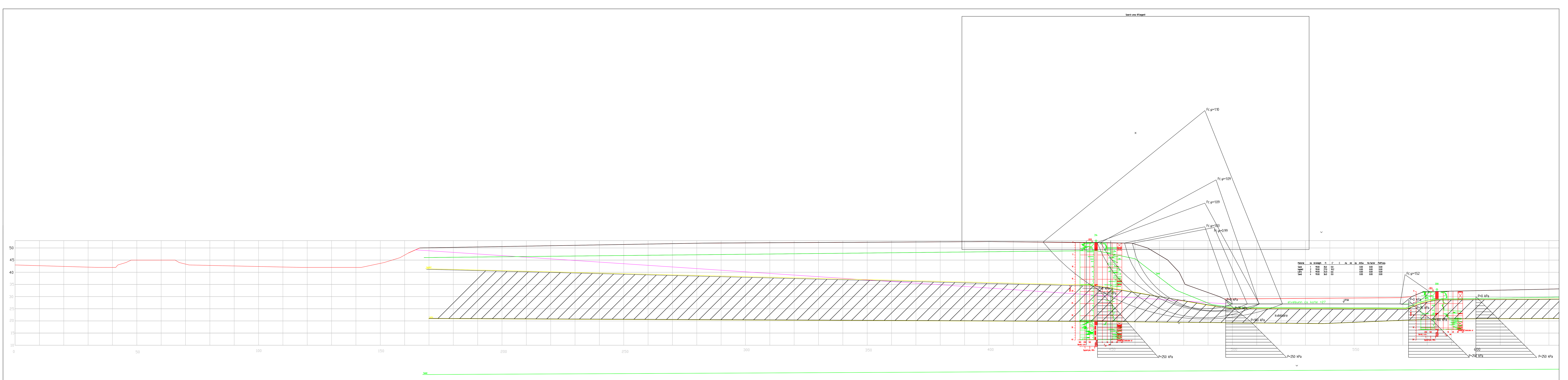
OPPDRAG NR.	2100259
MÅLESTOKK	1:2500
BLAD NR.	
AV	
TEGNING NR.	302
REV	



Material	no	UnkVegth	R	C	C ₁	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	R ₁ factor	P ₁ stress
Sand	1	100	20	0.0							0.00	0.00
betong	2	100	270	0.2							0.00	0.00
betong	3	100	240	0.6							0.00	0.00
Sand	4	100	80	0.0							0.00	0.00

<table border="1"> <tr> <th>REV</th> <th>DATE</th> <th>ENDING</th> <th>LJM</th> <th>SAS</th> <th>LJM</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	REV	DATE	ENDING	LJM	SAS	LJM							<p>Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 1488 Melløsveien 75, N-2058 Trondheim Tlf: 73 84 30 00 - Fax: 73 84 30 99</p>	<table border="1"> <tr> <td>OPPRAG</td> <td>RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua</td> </tr> <tr> <td>OPPRAGSGIVER</td> <td>Statens Vegvesen Region Midt</td> </tr> </table>	OPPRAG	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua	OPPRAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt	<table border="1"> <tr> <td>PROFIL 1</td> <td>Stabilitetsberegning</td> </tr> <tr> <td>Effektivspenningsanalyse</td> <td>Dagens situasjon</td> </tr> </table>	PROFIL 1	Stabilitetsberegning	Effektivspenningsanalyse	Dagens situasjon	<table border="1"> <tr> <td>OPPRAG NR.</td> <td>2100259</td> <td>MÅLSTOKK</td> <td>1:400</td> </tr> <tr> <td>BLAD NR.</td> <td> </td> <td>TEGNING NR.</td> <td> </td> </tr> </table>	OPPRAG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400	BLAD NR.		TEGNING NR.		<table border="1"> <tr> <td>AV</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>REV</td> <td> </td> </tr> </table>	AV		REV	
REV	DATE	ENDING	LJM	SAS	LJM																																
OPPRAG	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua																																				
OPPRAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt																																				
PROFIL 1	Stabilitetsberegning																																				
Effektivspenningsanalyse	Dagens situasjon																																				
OPPRAG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400																																		
BLAD NR.		TEGNING NR.																																			
AV																																					
REV																																					
308																																					





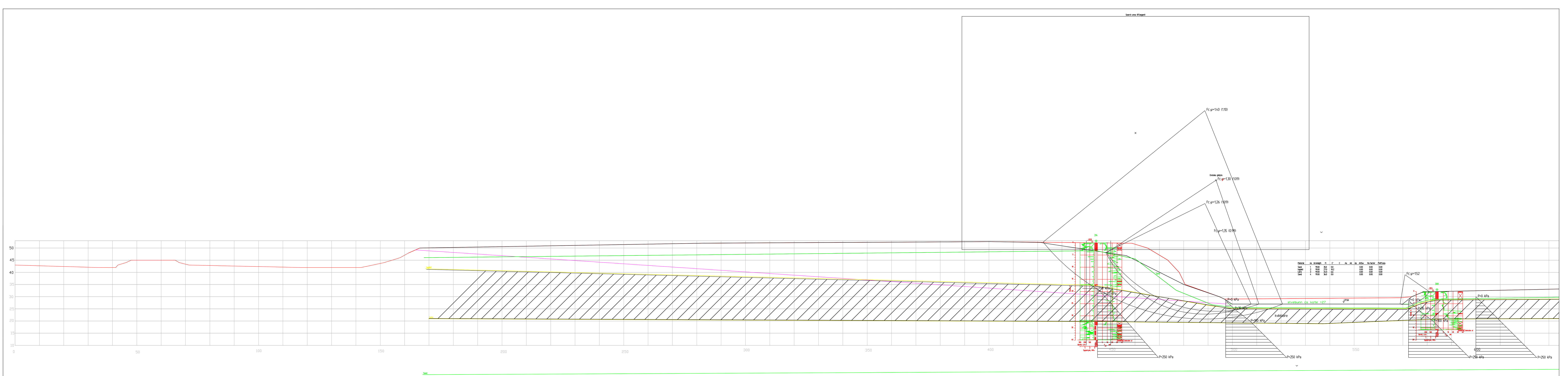
Material	nr	Utlagsdybde	fi	c	phi	gamma	gamma_sat	gamma_dry	gamma_w	Bulkrfaktor	Porpress
Sand	1	0.00	30.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Leire	2	0.00	7.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sand	3	0.00	30.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

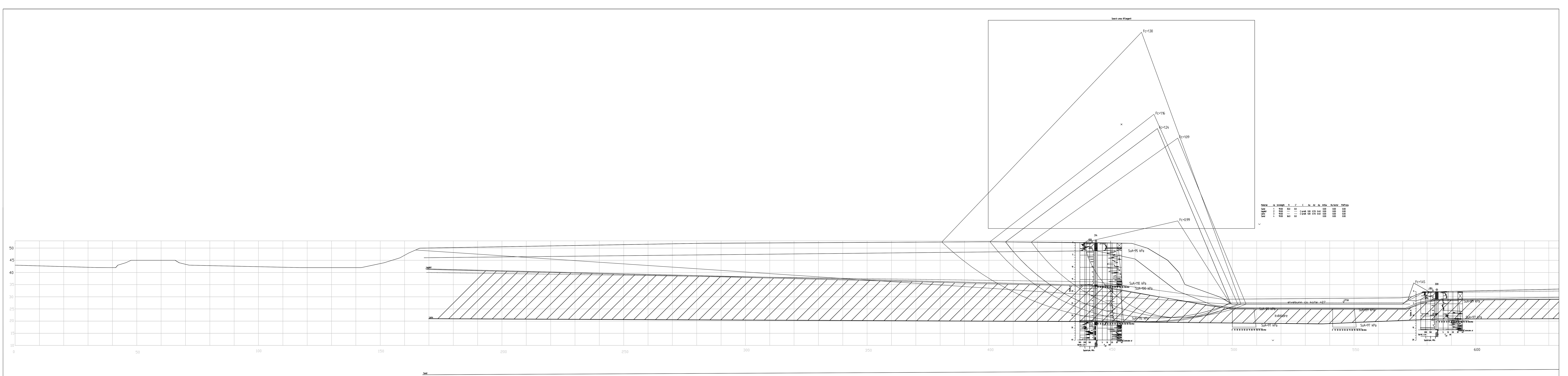
2011-12-13	AD2	SAS	IM
REV. DATO	ENDRING	TEGN	KONTR (GODK)
TEGNINGSSTATUS			

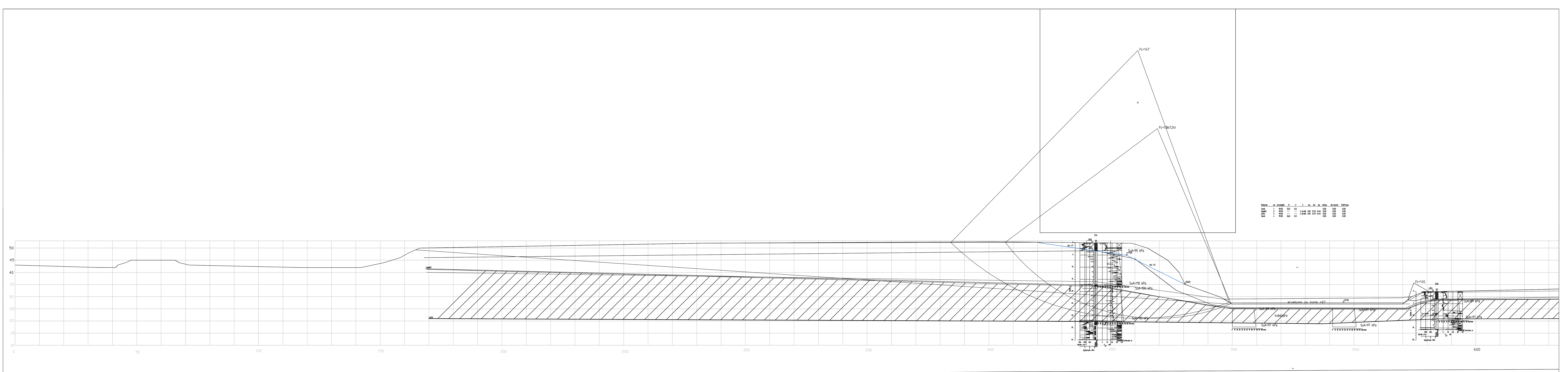
RAMBOLL
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Hebløttås 75, N-7168 Trondheim
TELF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

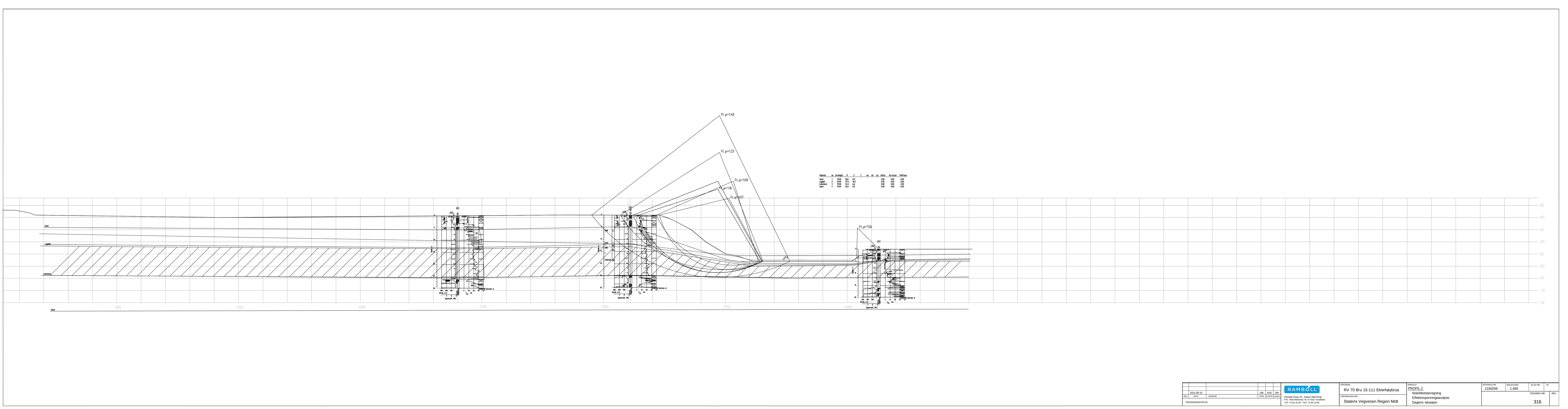
OPDRAG: RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua
OPDRAGSGIVER: Statens Vegvesen Region Midt
INNEHOLD: PROFIL 1
Stabilitetsberegning
Effektivspenningsanalyse
Dagens situasjon

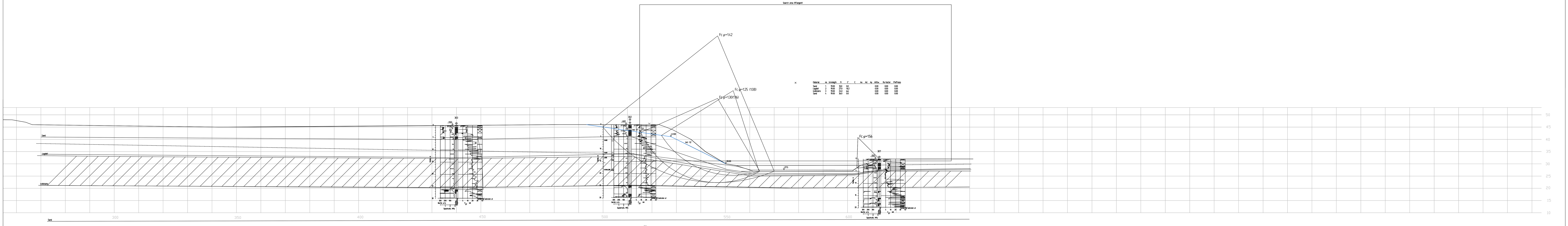
OPDRAG NR. 2100259	MÅLSTOKK 1:400	BLAD NR. AV
TEGNING NR.	REV.	310

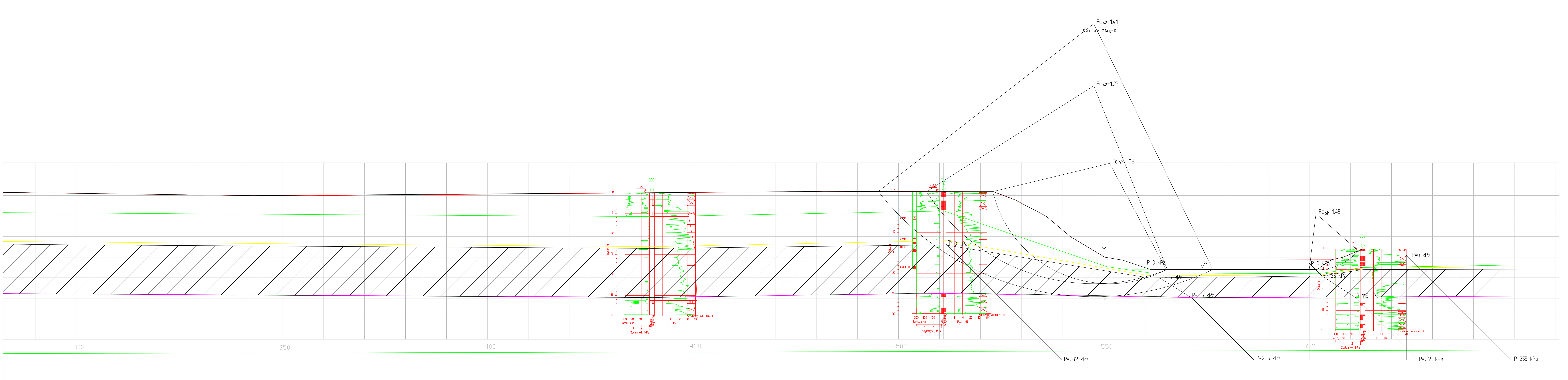


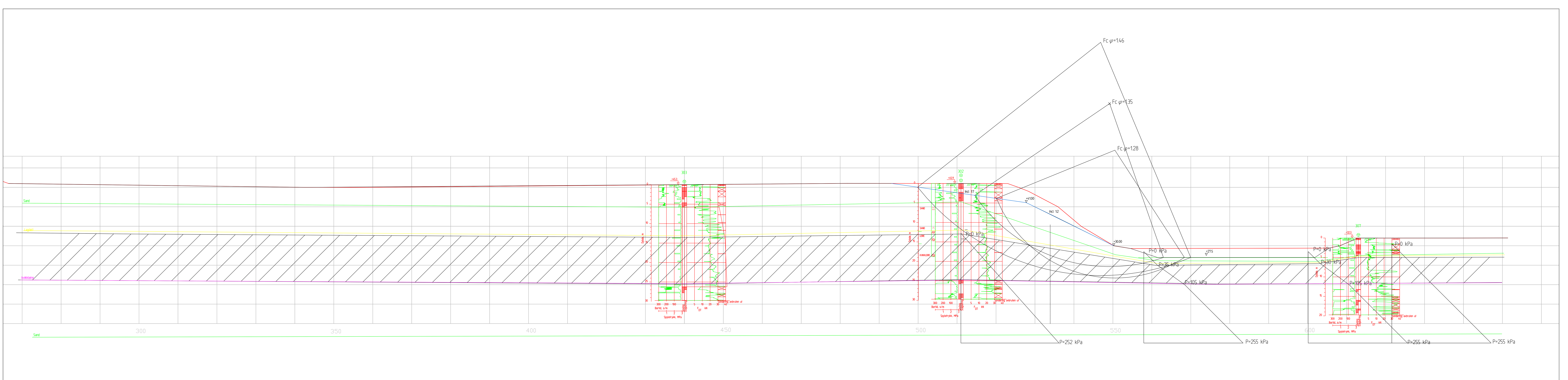


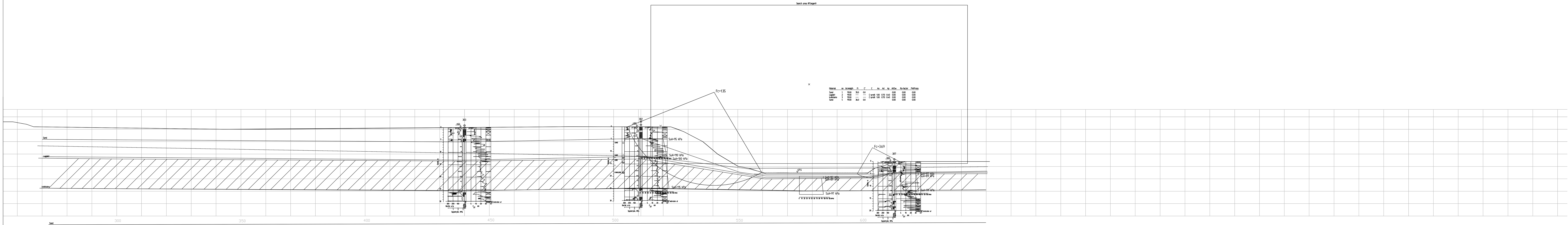


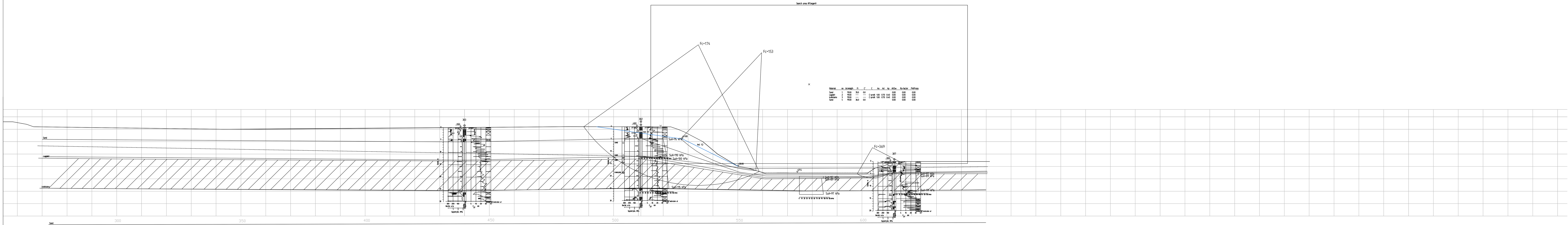


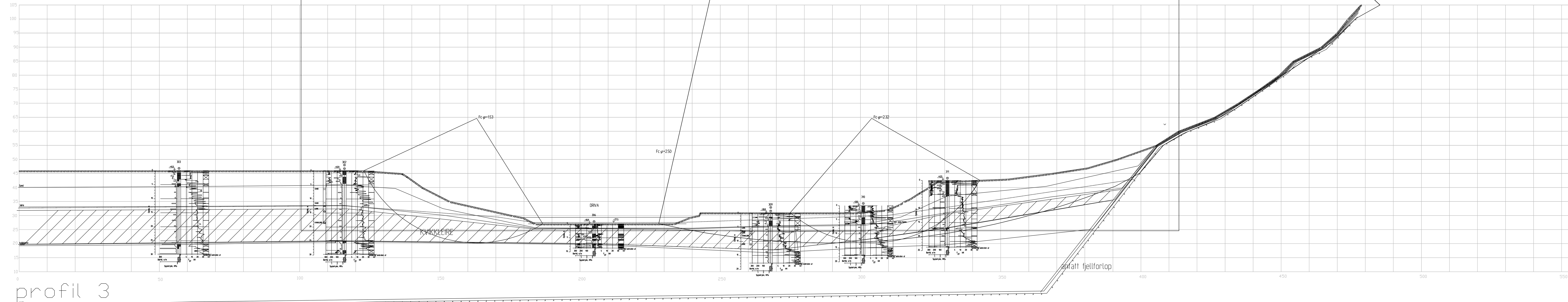












profil 3

Material	no	Uthvegg	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	ASW	R-factor	PMFress
Sand	1	M00	250	00					0.00	0.00	0.00
leire	2	M00	270	00					0.00	0.00	0.00
vakulære	3	M00	240	66					0.00	0.00	0.00
sand	4	M00	330	00					0.00	0.00	0.00
sand	5	M00	360	00					0.00	0.00	0.00

2011-06-10		LJM	SAS	LJM	
REV	DATE	ENDING	TEGN	KONTR	ODKJ
TEGNINGSSTATUS					

Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7488 Melløsveia 75, N-7058 Trondheim
Tlf: 73 84 50 00 - Fax: 73 84 50 99

OPPROG: RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua

OPPROGSGIVER: Statens Vegvesen Region Midt

PROFIL 3

Stabilitetsberegning

Effektivspenningsanalyse

Dagens situasjon

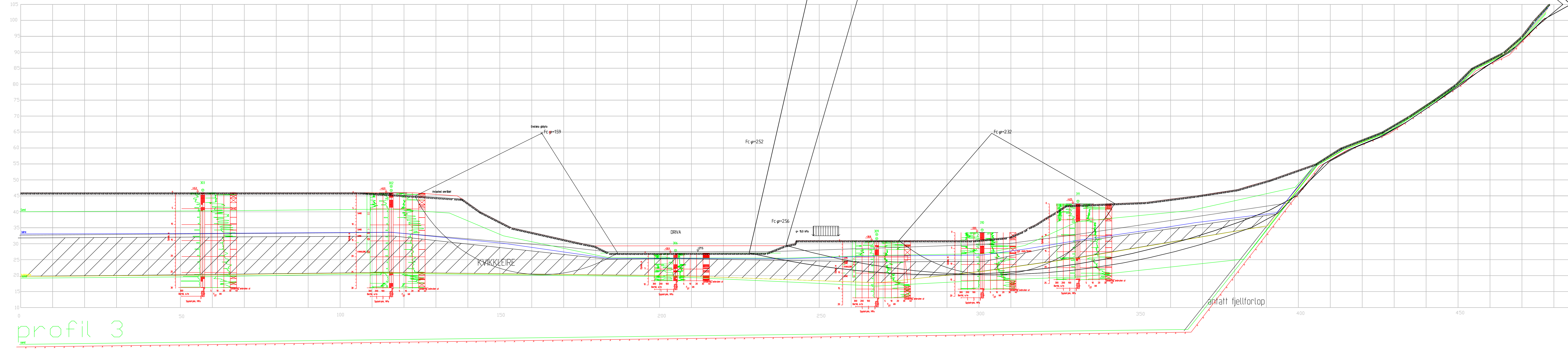
OPPROG NR: 2100259

MÅLSTOKK: 1:400

BLAD NR: AV

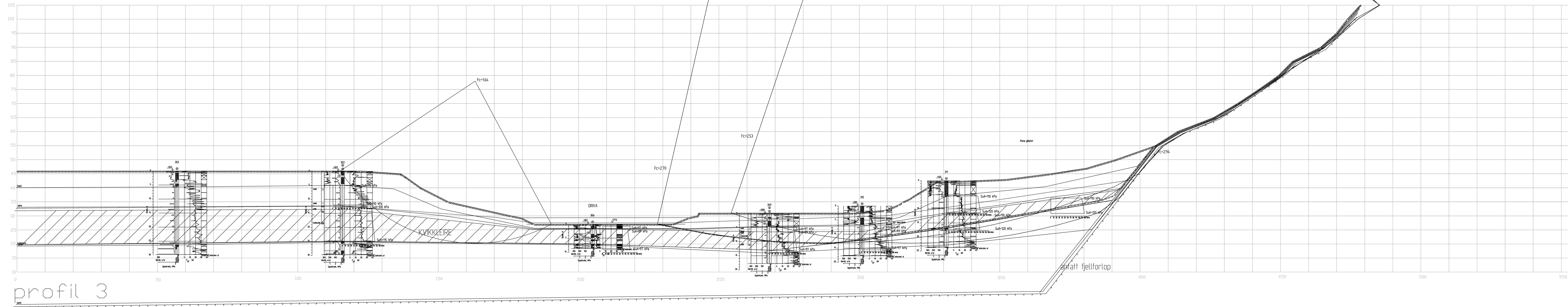
TEGNING NR: REV

322



profil 3

REV.	2011-12-22	ADZ	13M	13M		OPPROG	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua	INNHOLD	PROFIL 3	OPPROG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400	BLAD NR.	AV
TEGNINGSTATUS	2011-12-22	ADZ	13M	13M		Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Helemtta 75, N-7618 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60	OPPROGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt	EFFEKTIVITETSBEREGNING	Stabilitetsberegning	OPPROG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400	BLAD NR.
								EFFEKTIVITETSBEREGNING	Effektivitetsberegning	OPPROG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400	BLAD NR.	AV
								TILTAK	Tiltak	TEGNING NR.	323	REV.	01		



profil 3

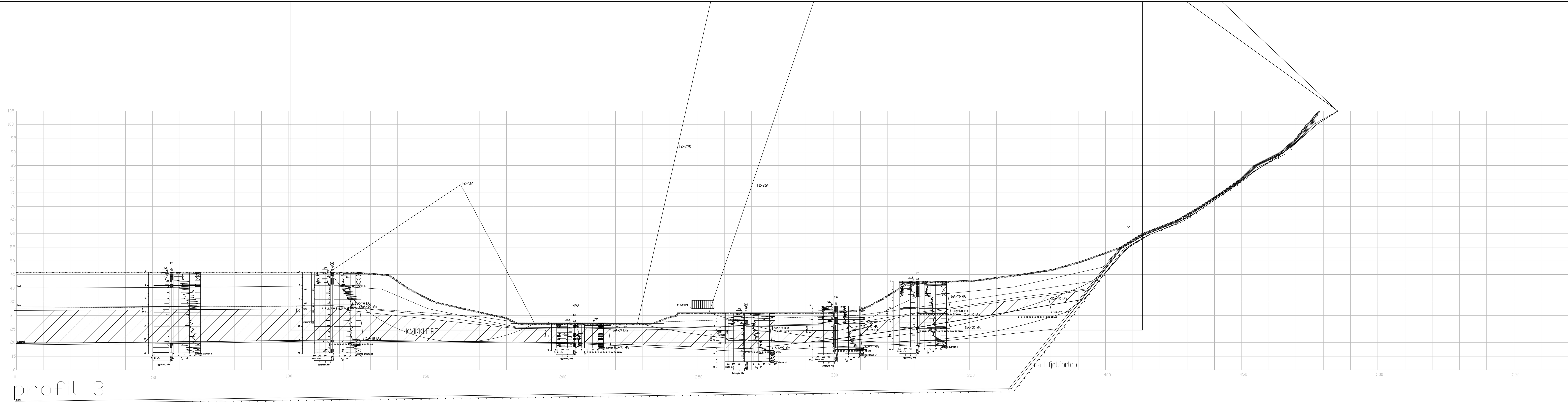
Material	no	Drivhøgt	B	C	C	Aa	Ad	Ap	As/cor	B-factor	Pathness
Sand	1	1000	300	00					000	000	000
Leire	2	1000			C-grunn	100	070	040	000	000	000
Leire	3	1000			C-grunn	100	070	040	000	000	000
sand	4	1000	350	00					000	000	000
Berg	5	1000	360	00					000	000	000

2011-06-10			LJM	SAS	LJM
REV	DATE	ENDING	TEGN	KONTR	ODOKA
TEGNINGSSTATUS					



OPPDRAG	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua
OPPDRAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt
PROFIL 3	Stabilitetsberegning
Totalspenningsanalyse - ADP	
Dagens situasjon	

OPPDRAG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400	BLAD NR.	AV
				TEGNING NR.	326

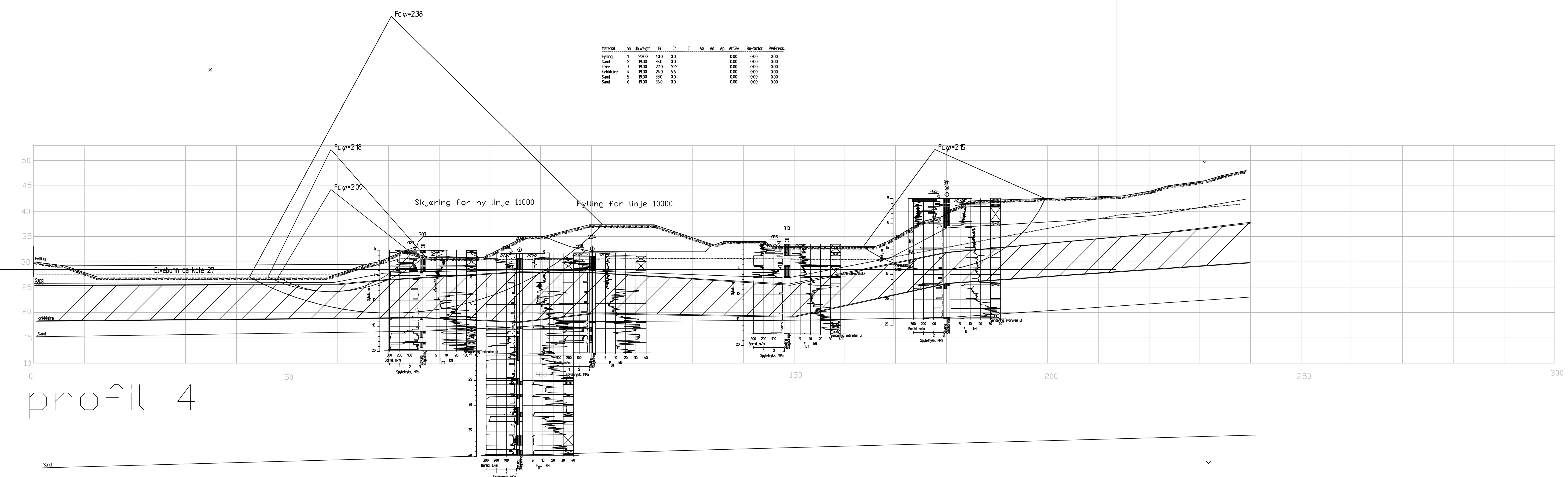


profil 3

Material	nr	SO	W	W _{pl}	Ip	U _c	A _a	A _s	A _p	A _{pl}	Ref.factor	Phi/Press
Sand	1	0.00	20.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
leire	2	0.00	—	—	C _p pl	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
kvikkleire	3	0.00	—	—	C _p pl	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
sand	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sand	5	0.00	20.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
berg												

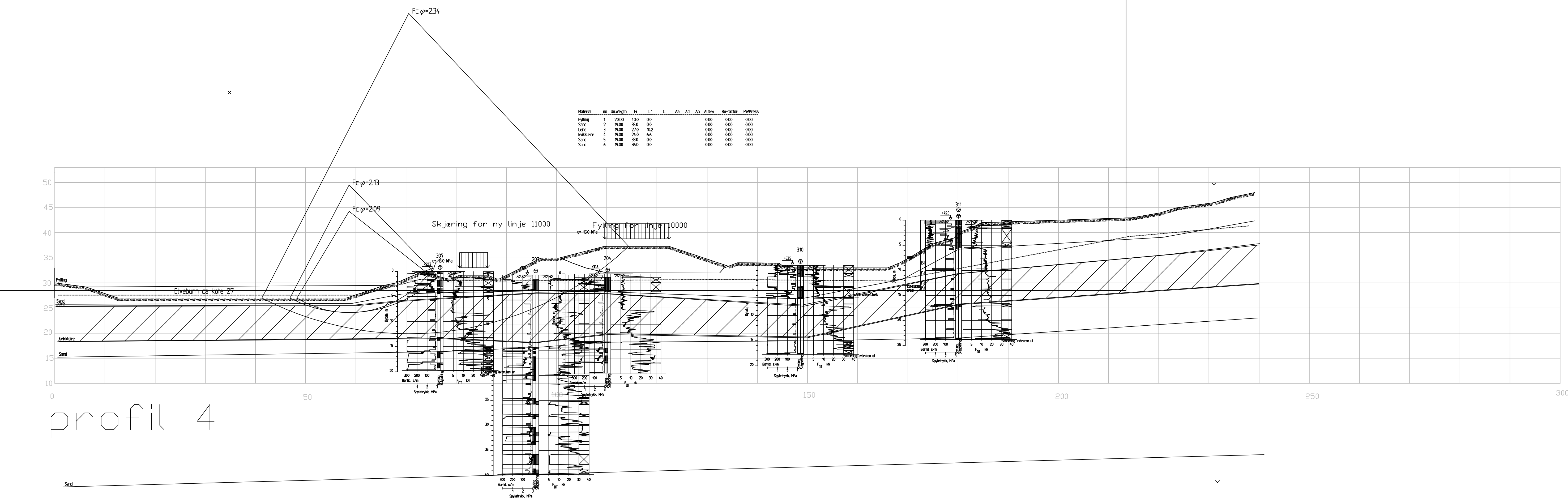
2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	2011-06-10	
REV	DATE	ENDRING	LUM	SAS	LUM	TEGN	KONTR	LEDEL	OPDRAGSNO	MALESTOKK	BLAD NR.	AV	
								OPDRAGSNOVER	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua	PROFIL 3	2100259	1:400	327
TEGNINGSSTATUS								Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7499 Melløsveia 75, N-7058 Trondheim Tlf: 73 84 50 00 - Fax: 73 84 50 99	Statens Vegvesen Region Midt	Stabilitetsberegning Totalspenninganalyse - ADP Tiltak			

Seri: are (ifaget)



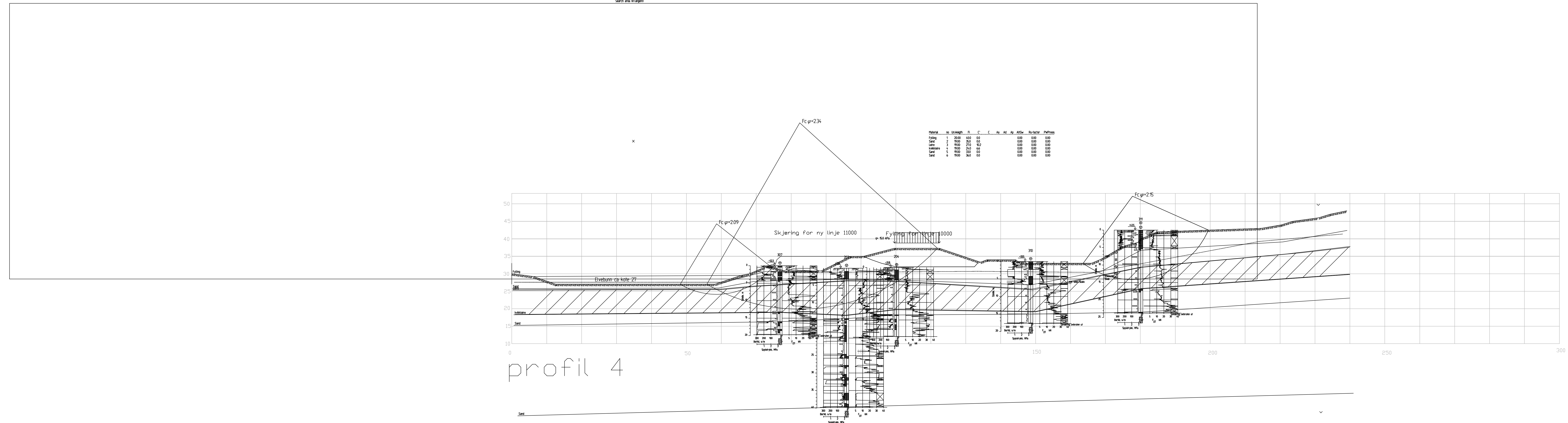
profil 4

Search area (ftangni)



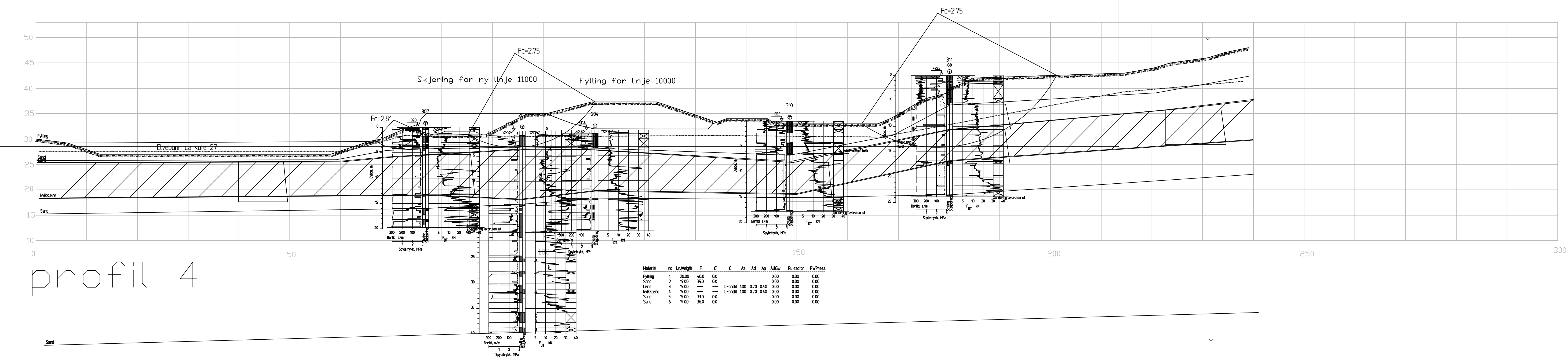
Material	no	linje	ri	c	As	Ap	At	Ad	Aw	h	factor	Pressure
Fylling	1	2000	450	00	000	000	000	000	000	000	000	000
Sand	2	1100	800	00	000	000	000	000	000	000	000	000
Leire	3	1100	270	102	000	000	000	000	000	000	000	000
Skifer	4	1100	200	64	000	000	000	000	000	000	000	000
Sand	5	1100	330	00	000	000	000	000	000	000	000	000
Sand	6	1100	360	00	000	000	000	000	000	000	000	000

profil 4



profil 4

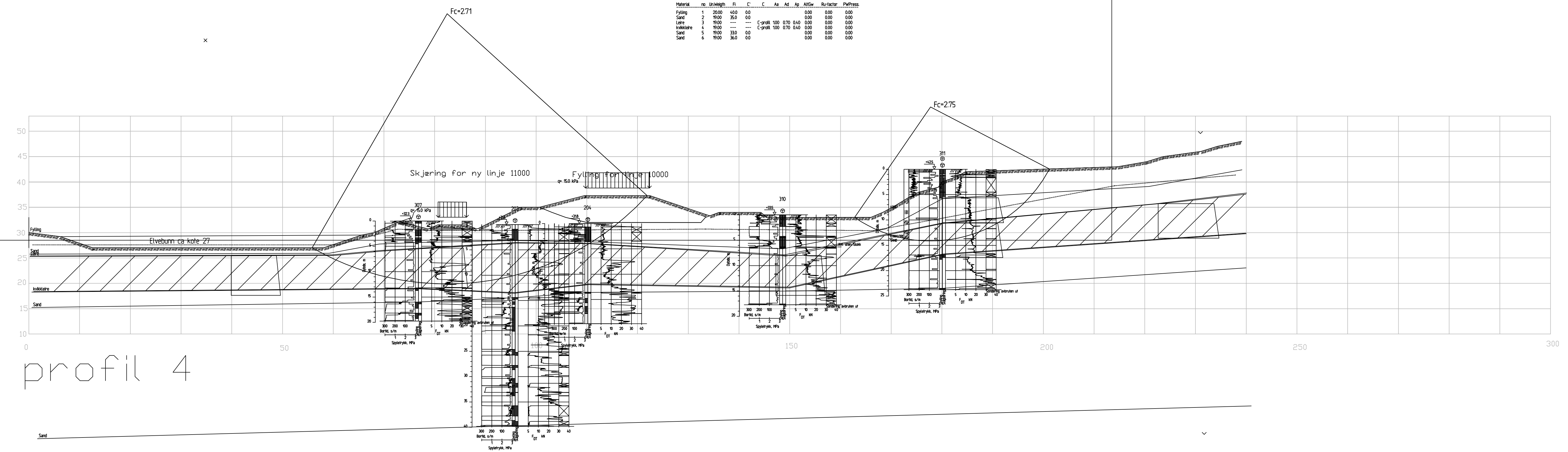
Search area 6124961



profil 4

Material	no	Utvælg	B	C	E	As	Ad	Ap	Bl/Gr	Surfactor	Portfret
Byggestrø	1	2000	400	00					0.00	0.00	0.00
Sand	2	1500	300	00					0.00	0.00	0.00
Leire	3	1500							0.00	0.00	0.00
Skifetone	4	1500							0.00	0.00	0.00
Sand	5	1500	300	00					0.00	0.00	0.00
Sand	6	1500	300	00					0.00	0.00	0.00

Search area B17angel



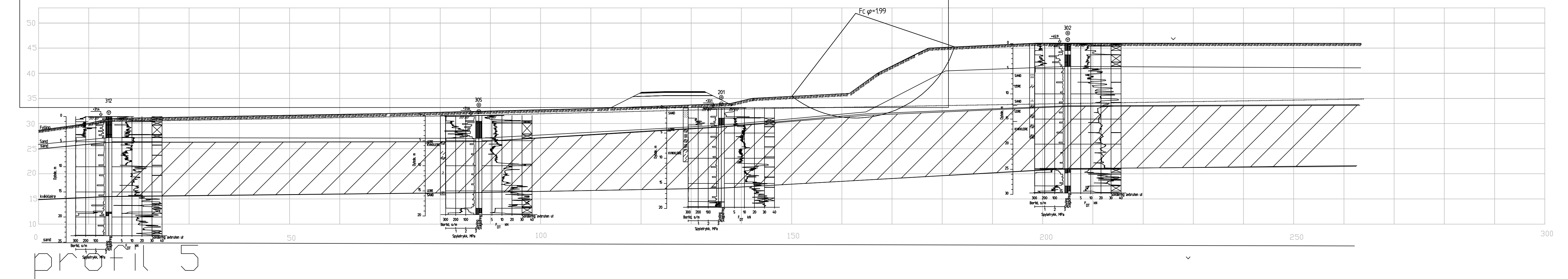
Material	nr	Unvegg	H	C	C	As	As	As	As	As	As	As	As	As	As	As	As	As	As
Sjving	1	2000	450	00															
Sand	2	900	250	00															
Leire	3	900	—	—															
Kvikkleire	4	900	—	—															
Sand	5	900	150	00															
Sand	6	900	300	00															

profil 4

Search area (Ranger)

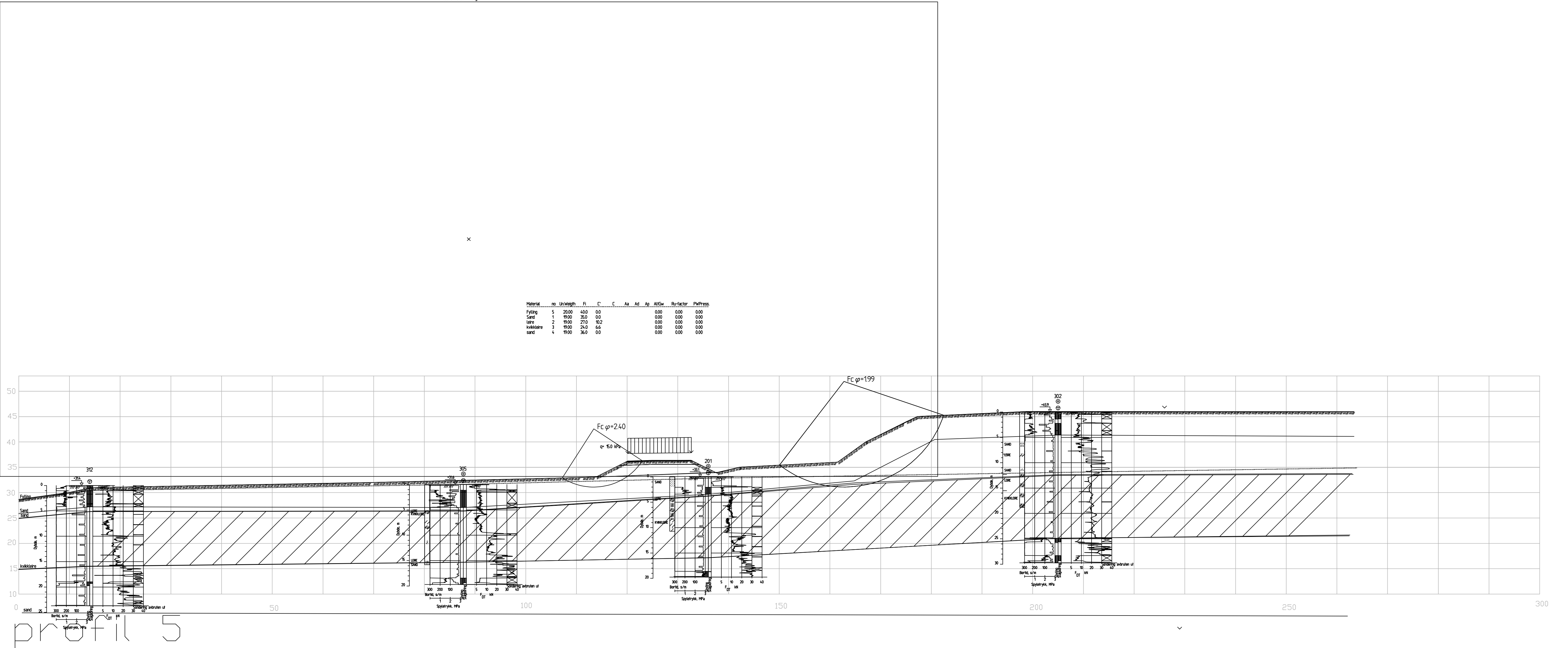
x

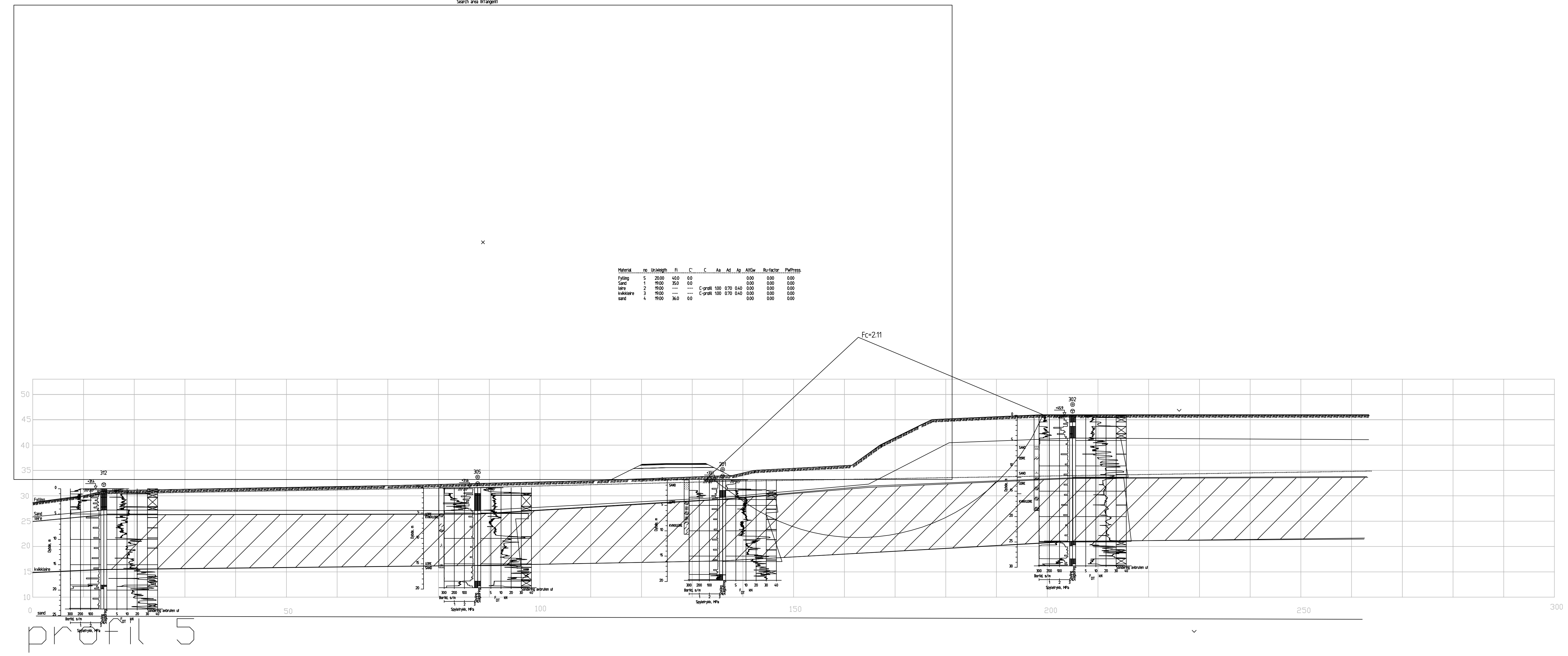
Profil	no	Uthvegg	H	C	C	As	Ad	Ap	Atidw	Rufoctw	Paftres
Sjunge	5	2000	400	00					000	000	000
Sand	1	1500	250	00					000	000	000
Leire	2	1150	270	00					000	000	000
Flumleire	3	1100	240	66					000	000	000
Sand	4	1100	300	00					000	000	000



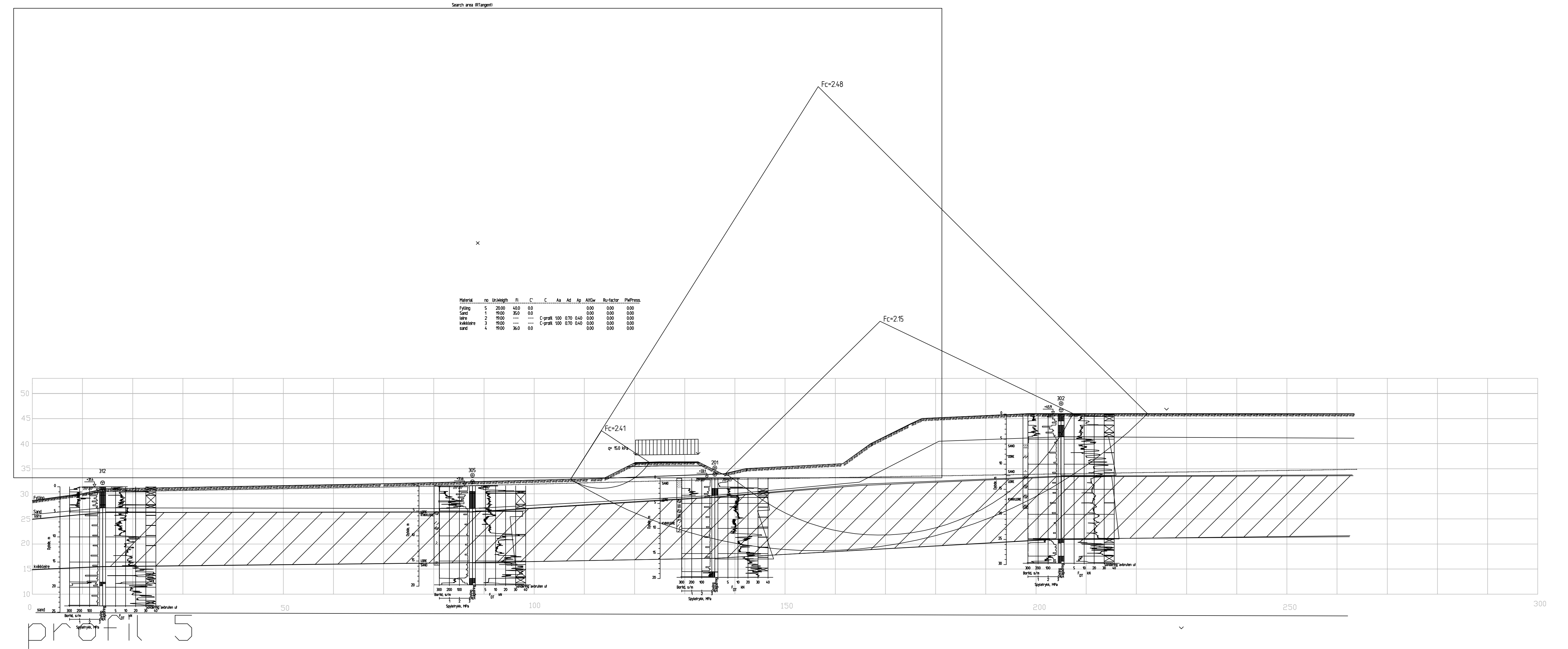
profil 5

2011-06-10	ENDING	LJM	SAS	LJM		OPPRAG	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua	PROFIL 5	OPPRAG NR.	2100259	MÅLSTOKK	1:400	BLAD NR.	AV
TEGNINGSSTATUS						Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7488 Melløsveia 75, N-7028 Trondheim TLF: 73 84 50 00 - FAX: 73 84 50 99	OPPRAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt	Stabilitetsberegning	OPPRAGSGOVR	2100259	1:400	TEGNING NR.	335





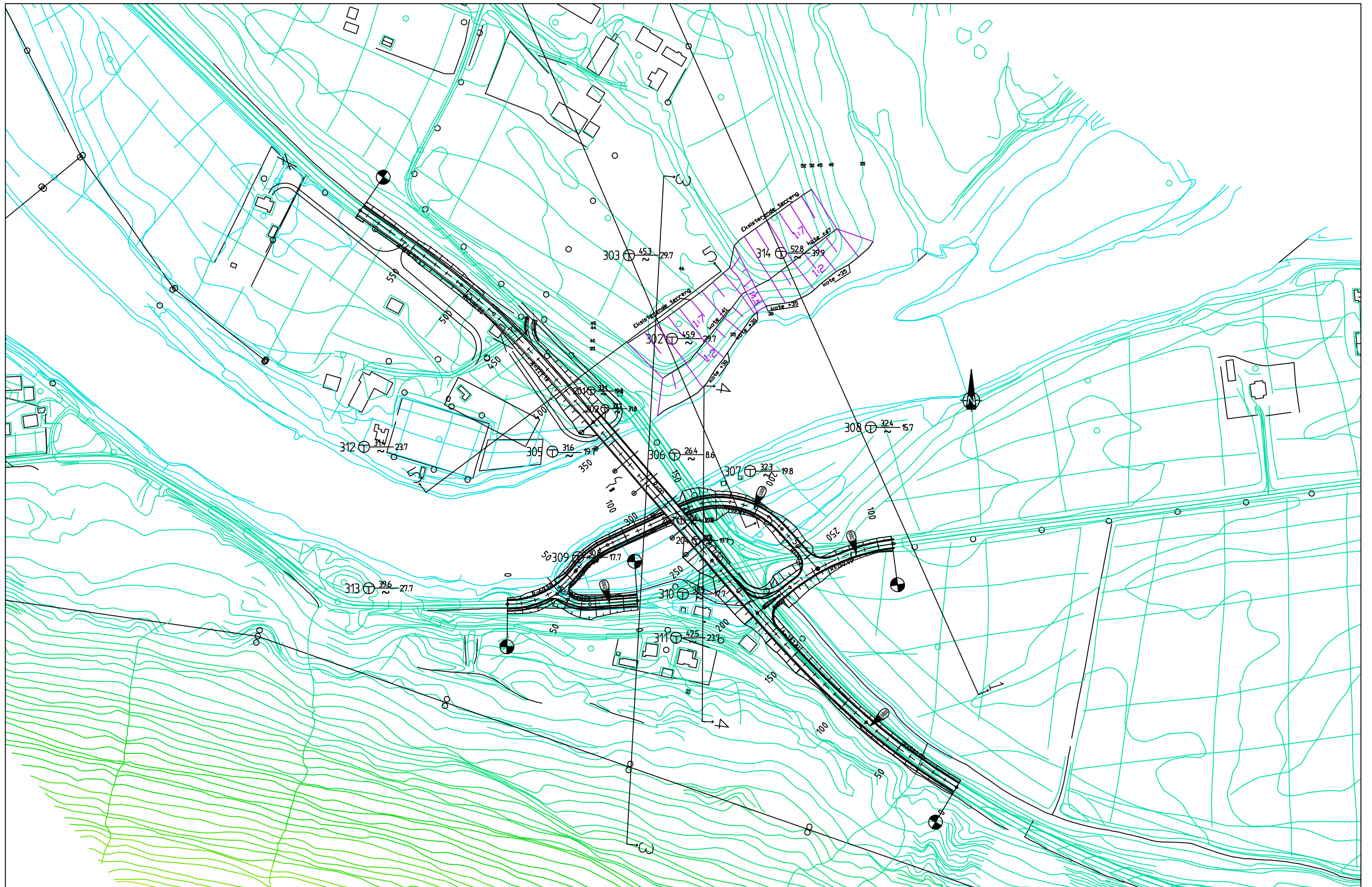
profil 5



Search area (Fangst)

Material	no	Unk	length	Fi	C	C	As	Ad	Ap	Allic	Ru-factor	Pathress
Fylling	5	2500	400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sert	1	1900	50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
bet	2	1900	---	---	C-prøft	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
bet	3	1900	---	---	C-prøft	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
bet	4	1900	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

profil 5



00	2011-06-14		IJM	SAS	IJM
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		FORELØPIG			



Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

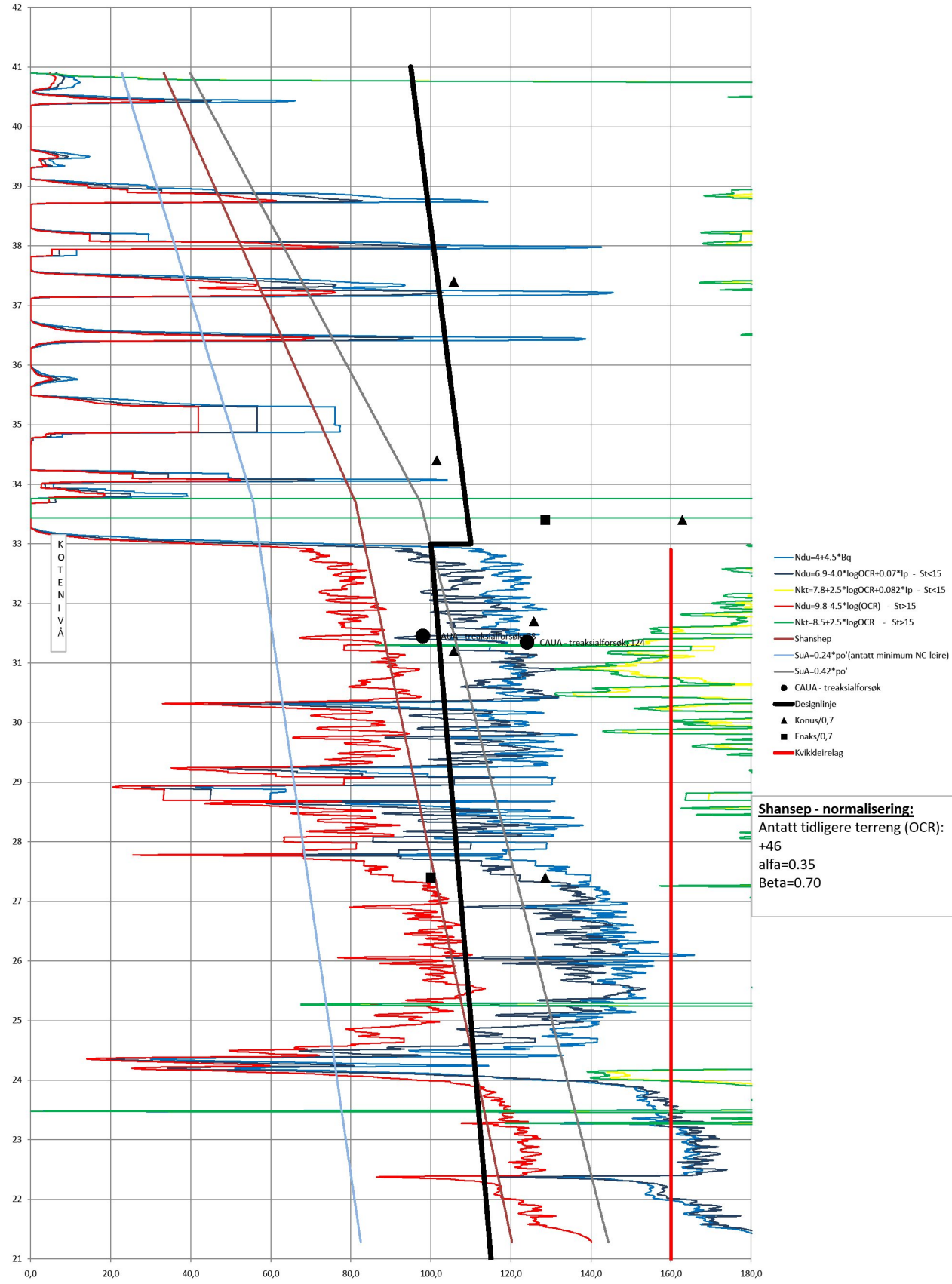
OPPDRAG	RV 70 Bru 15-111 Elverhøybrua
OPPDRAGSGIVER	Statens Vegvesen Region Midt

INNHOOLD	Situasjonsplan
	Beregningsprofiler
	Tiltak

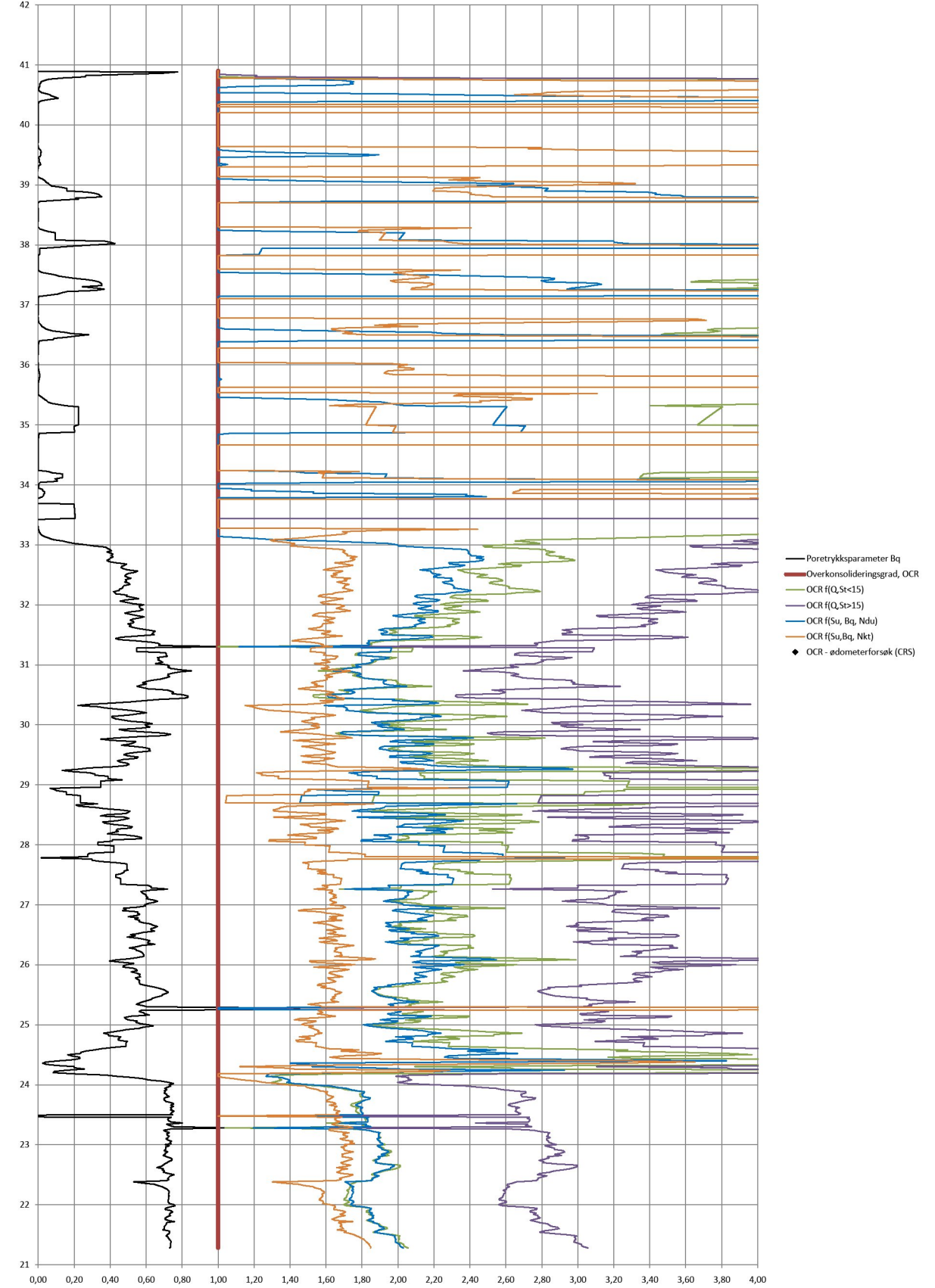
OPPDRAG NR.	2100259	MÅLESTOKK	1:2500	BLAD NR.	-	AV	-
				TEGNING NR.	341	REV	0

Vedlegg 1

Udrenert skjærstyrke, SuA [kN/m²]



Bq [-], OCR [-]



Statens Vegvesen Region Midt

Elverhøy Bru

Borpunkt: 302 | Terrenkote: 45,9

Tolking/presentasjon av CPTU
Udrenert skjærstyrke og OCR

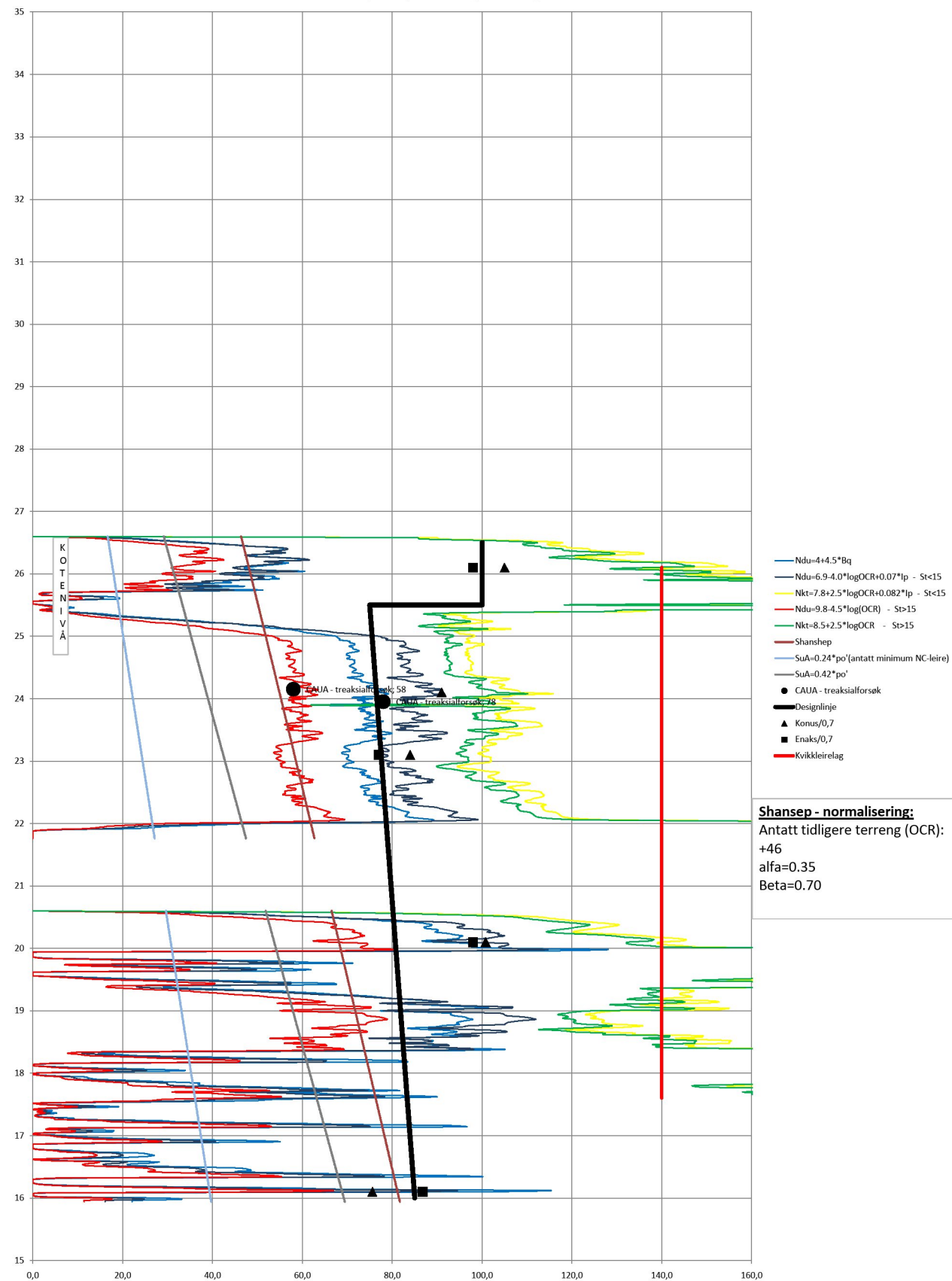
Oppdrag
2100259

Tegn./kontr.
IJM/SAS

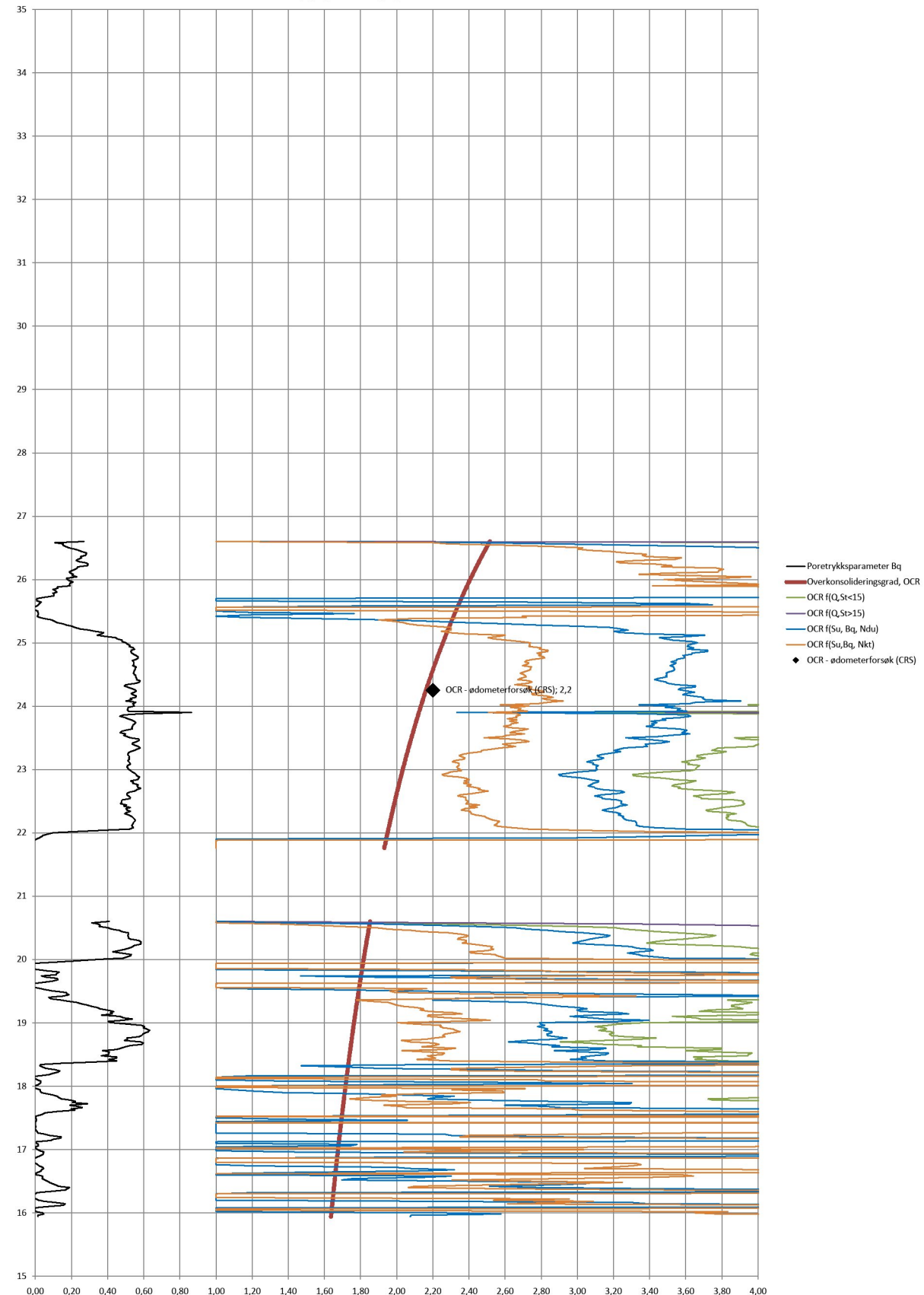
Dato
12.05.2011

Vedlegg
-
Tegn. Nr.
-

Udrenert skjærstyrke, SuA [kN/m2]

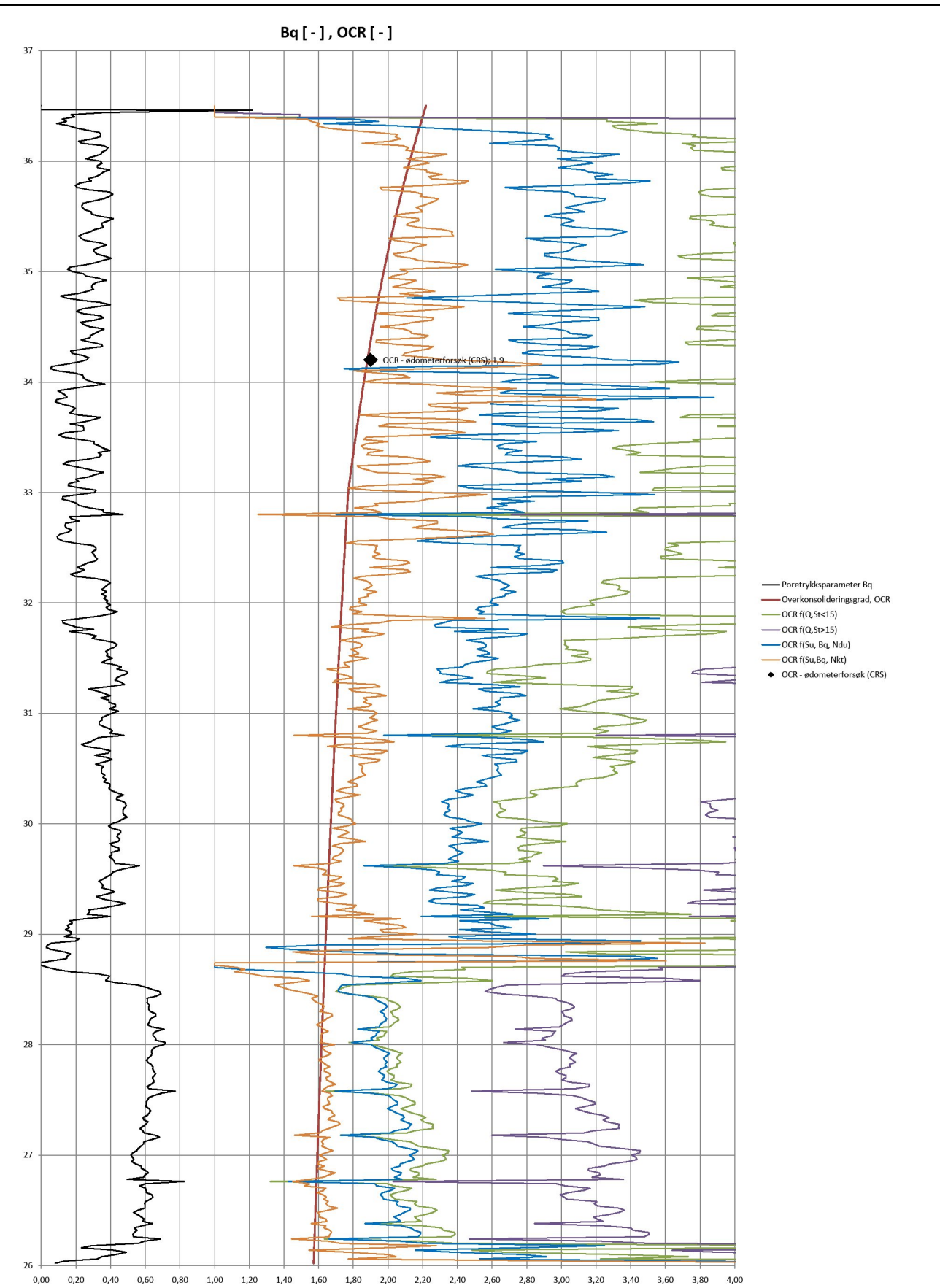
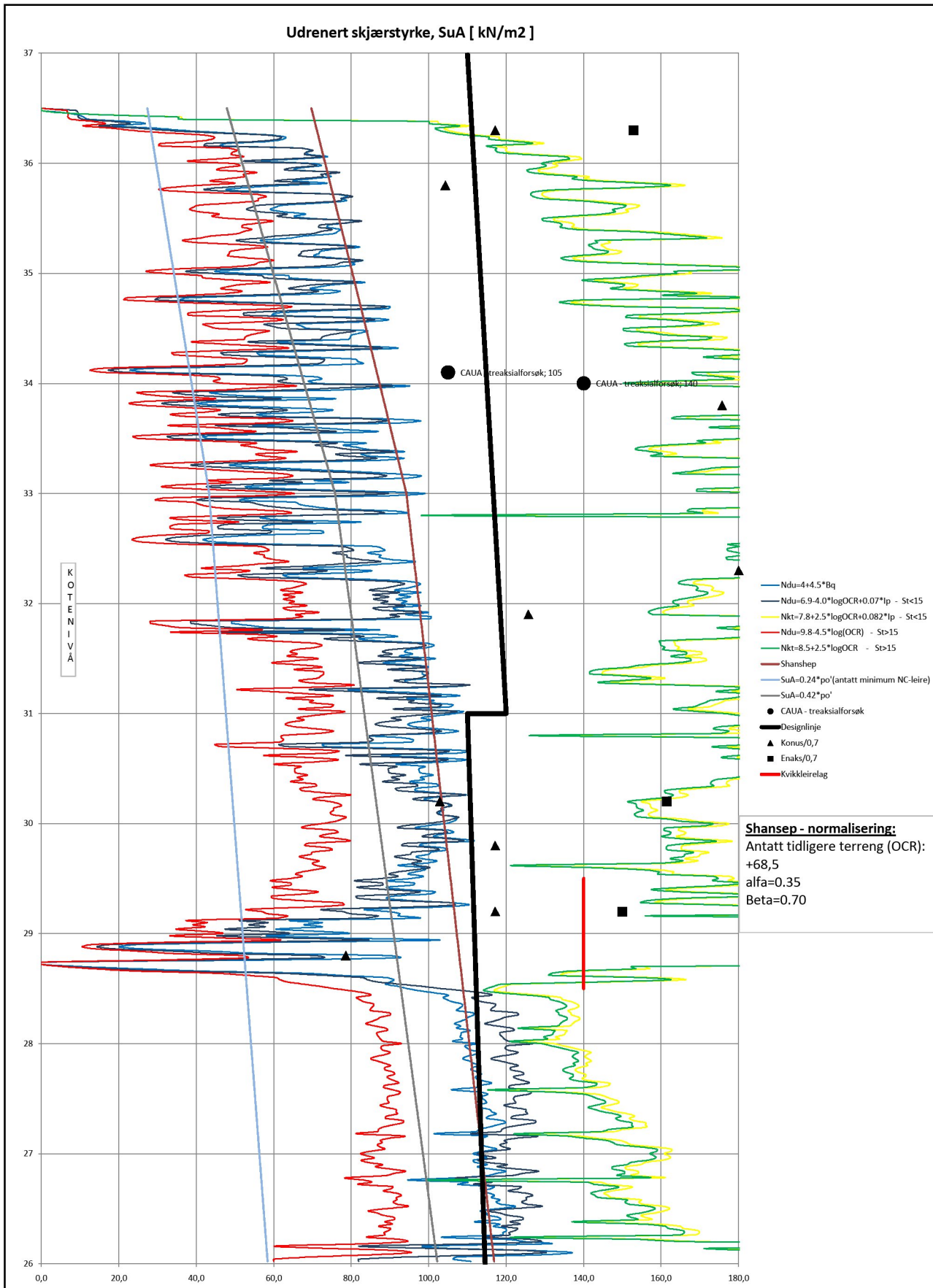


Bq [-], OCR [-]



Statens Vegvesen Region Midt
 Elverhøy Bru
 Borpunkt: 305 | Terrengekote: 31,6
 Tolking/presentasjon av CPTU
 Udrenert skjærstyrke og OCR

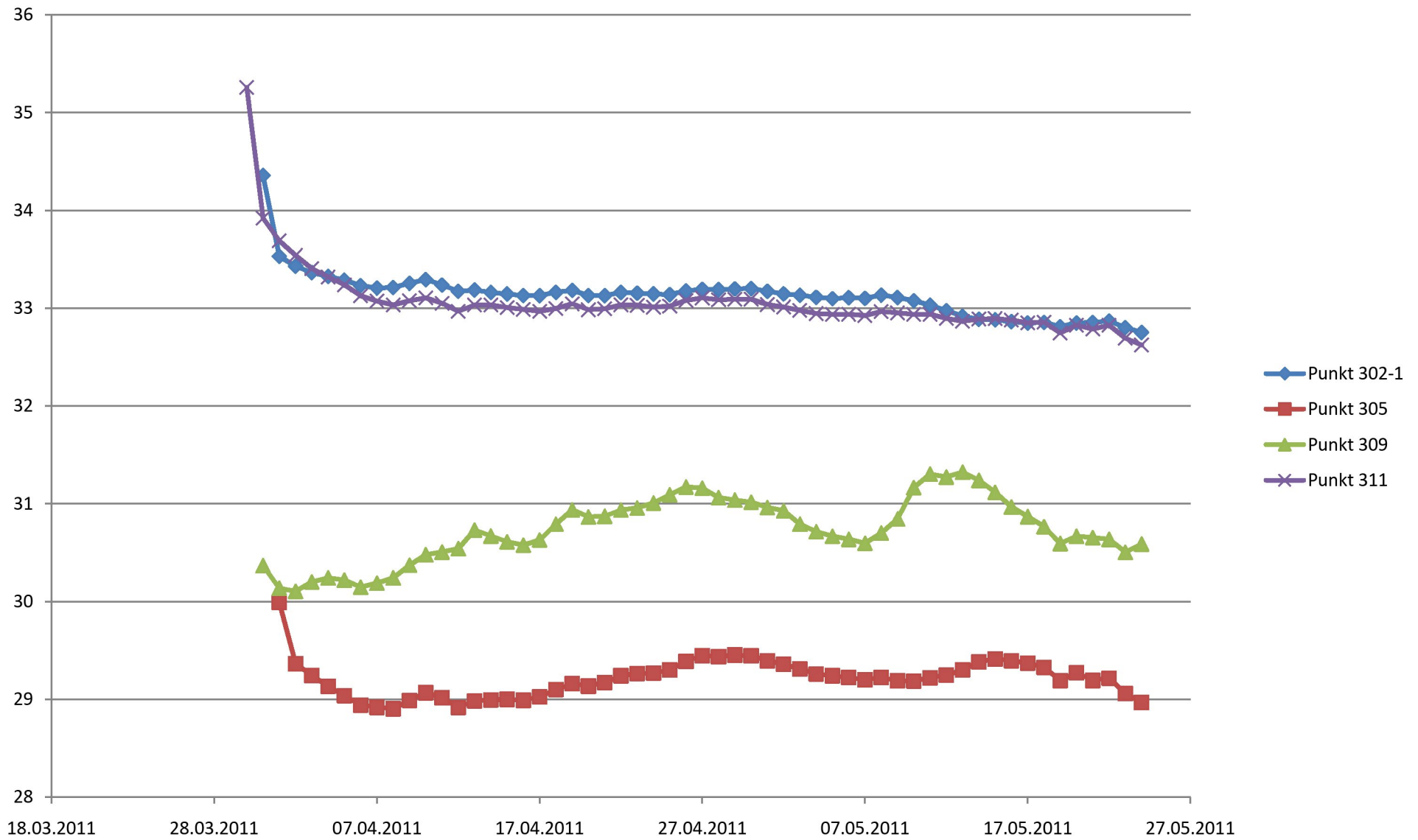
	Oppdrag 2100259
Tegn./kontr. IJM/SAS	Vedlegg -
Dato 12.05.2011	Tegn. Nr. -



Statens Vegvesen Region Midt		Oppdrag
Elverhøy Bru		2100259
Borpunkt: 311	Terrenkote: 42,5	Tegn./kontr. IJM/SAS
Tolking/presentasjon av CPTU		Dato
Udrenert skjærstyrke og OCR		12.05.2011
		Tegn. Nr. -
		Vedlegg -


Vedlegg 2

Poretrykk




Vedlegg 3


DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,861	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	28.05.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2,5
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2,5
Oppløsning 12-bit:	-	-	-
Oppløsning 18-bit:	0,545	0,0102	0,0199
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	27,25	0,5916	0,4378
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	302	Dato:	23.03.2011
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	6,6
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,4
Sum boring [m]:	24,6	Kontroll skriver [m]:	24,6
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	1,09
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,5450	0,0118	0,0088
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0153	1,2	0,2
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	16,3900	1,2220	0,2287
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen Region Midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Rv 70 Elverhøy bru	
Borpunkt nr.:	302	Sonde:	4224
	Dato: 01.05.2011	Tegnet: IJM	Kontrollert: SAS
	Oppdragsnr.: 2100259 E002	Bilag nr.: 3_1	


DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,861	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	28.05.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2,5
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2,5
Oppløsning 12-bit:	-	-	-
Oppløsning 18-bit:	0,545	0,0102	0,0199
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	27,25	0,5916	0,4378
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	305_A	Dato:	21.03.2011
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	0
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,4
Sum boring [m]:	9,9	Kontroll skriver [m]:	9,84
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,39
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	5,0413	0,1094	0,0810
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0779	-8,6	0,6
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	83,4863	8,7196	0,7009
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	2	2	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen Region Midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Rv 70 Elverhøy bru	
Borpunkt nr.:	305_A	Sonde:	4224
	Dato: 01.05.2011	Tegnet: IJM	Kontrollert: SAS
	Oppdragsnr.: 2100259 E002	Bilag nr.: 3_2	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,861	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	28.05.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2,5
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2,5
Oppløsning 12-bit:	-	-	-
Oppløsning 18-bit:	0,545	0,0102	0,0199
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	27,25	0,5916	0,4378
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	305_B	Dato:	21.03.2011
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	0
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	9
Sum boring [m]:	15,66	Kontroll skriver [m]:	15,64
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,22
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	6,1313	0,1331	0,0985
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0425	-7,1	0,7
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	49,1763	7,2433	0,8184
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	2	2	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen Region Midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Rv 70 Elverhøy bru	
Borpunkt nr.:	305_B	Sonde:	4224
	Dato: 01.05.2011	Tegnet: IJM	Kontrollert: SAS
	Oppdragsnr.: 2100259 E002	Bilag nr.: 3_3	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4224	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,861	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	28.05.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2,5
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2,5
Oppløsning 12-bit:	-	-	-
Oppløsning 18-bit:	0,545	0,0102	0,0199
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	27,25	0,5916	0,4378
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	311	Dato:	29.03.2011
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	0
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,4
Sum boring [m]:	16,48	Kontroll skriver [m]:	16,46
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,68
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	5,0413	0,1094	0,0810
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0266	-5,5	-1,7
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} [kPa]:	32,1863	5,6196	1,8009
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	2	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: Statens Vegvesen Region Midt Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: Rv 70 Elverhøy bru	
Borpunkt nr.:	311	Sonde:	4224
	Dato: 01.05.2011	Tegnet: IJM	Kontrollert: SAS
	Oppdragsnr.: 2100259 E002	Bilag nr.: 3_4	

Vedlegg 4

ref: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, Metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire"
 20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008

Skadekonsekvens Forklaring

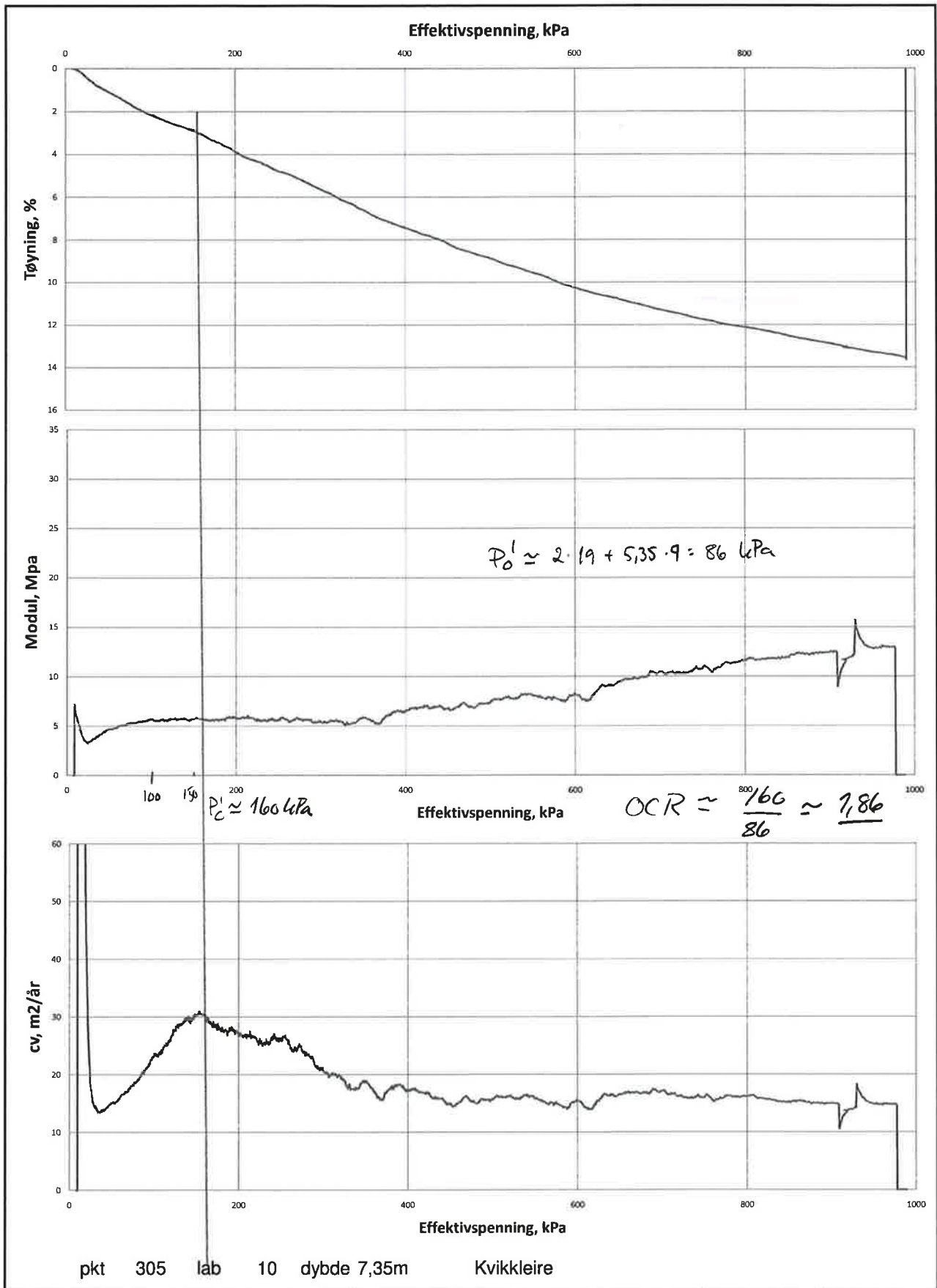
vurdering:				Forklaring						
Faktor	vektall	Analyse 2011		kommentar	Faktor	vektall	Konsekvens, score			
		3	2				1	0		
Boligheter	4	2		spredt bebyggelse <5	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	1		ridesenter, antatt <10 personer	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	2		antatt betydelig verdi pga museumsakt.	Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	2		ÅDT 2700	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0		ingen toglinje	Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	2		antatt regionalt	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flo	2	2			Oppdemming/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Poeng (score x vektall):				23	0					
Beregnet skadekonsekvensklasse:				Meget Alvorlig	Mindre alvorlig					
Skadekonsekvens				0,51	0,00					

Faregradsklasser (sannsynlighet) Forklaring

vurdering:				Forklaring						
Faktor	vektall	Analyse 2011		kommentar	Faktor	vektall	Faregrad, score			
		3	2				1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	0		ingen løsmasseskred jfr Skrednett.no	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	2		høyeste skrånning 24m	Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	1		OCR vurdert til rundt 2 ut fra ødoforsøk	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	0		ikke registrert poreovertrykk	Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0		ikke registrert poreundertrykk	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	3		mektighet 15m, høyde skrånning 25	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3		varierer mellom 18 og 890. majoritet over 100	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	2		antatt noe.	Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	2			Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0			Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Poeng (score x vektall):				27	0					
Beregnet faregradsklasse:				Høy	Lav					
Faregrad				0,53	0,00					

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 2706 0

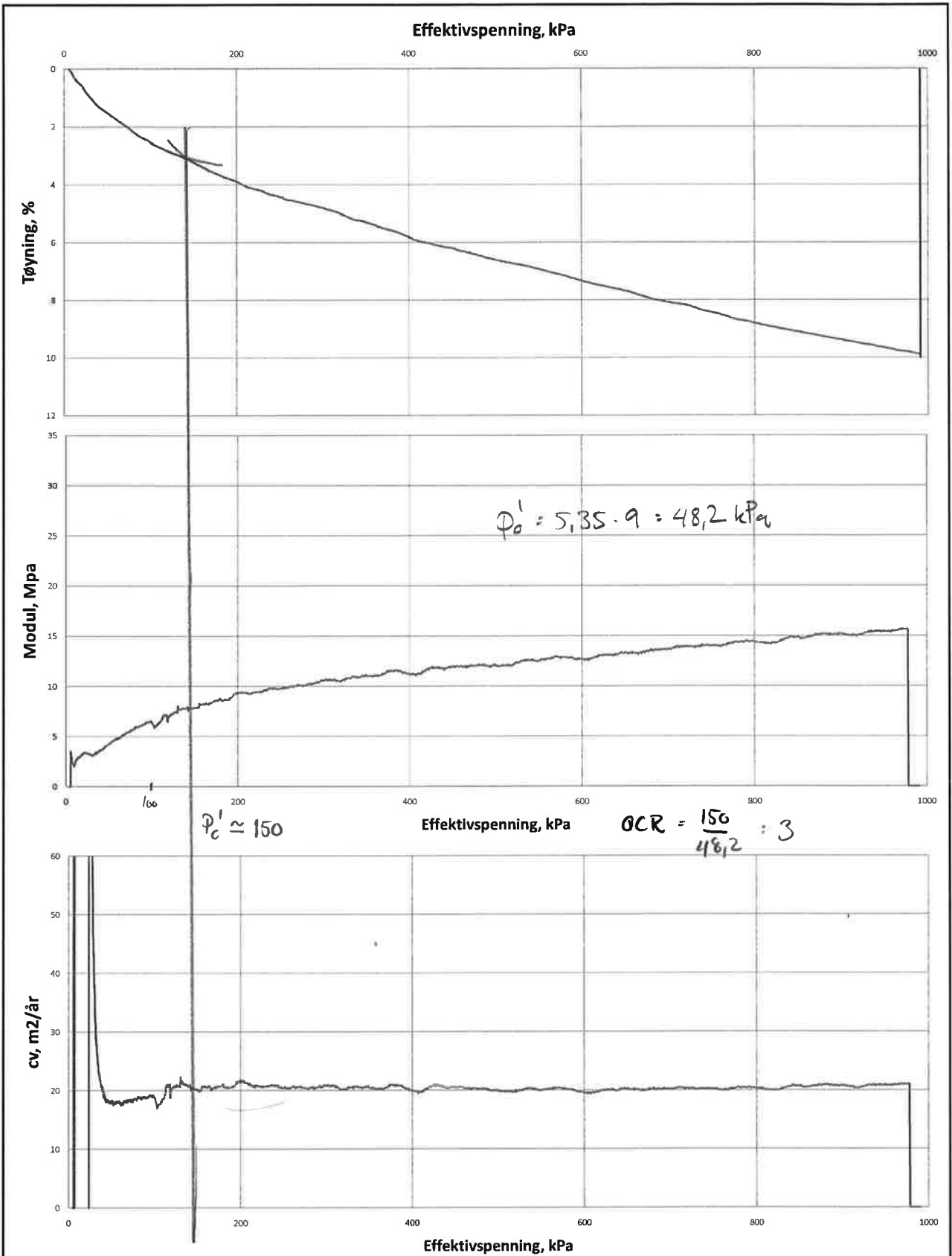
Risikoklasse: 4 1



pkt 305 lab 10 dybde 7,35m Kvikkleire



Elverhøy bru	Oppdrag	2100259
	Tegn./kontr.	Bilag
	BVN/ADZ	-
Kontinuerlig ødometer	Dato	Tegn. Nr.
	16.05.2011	221

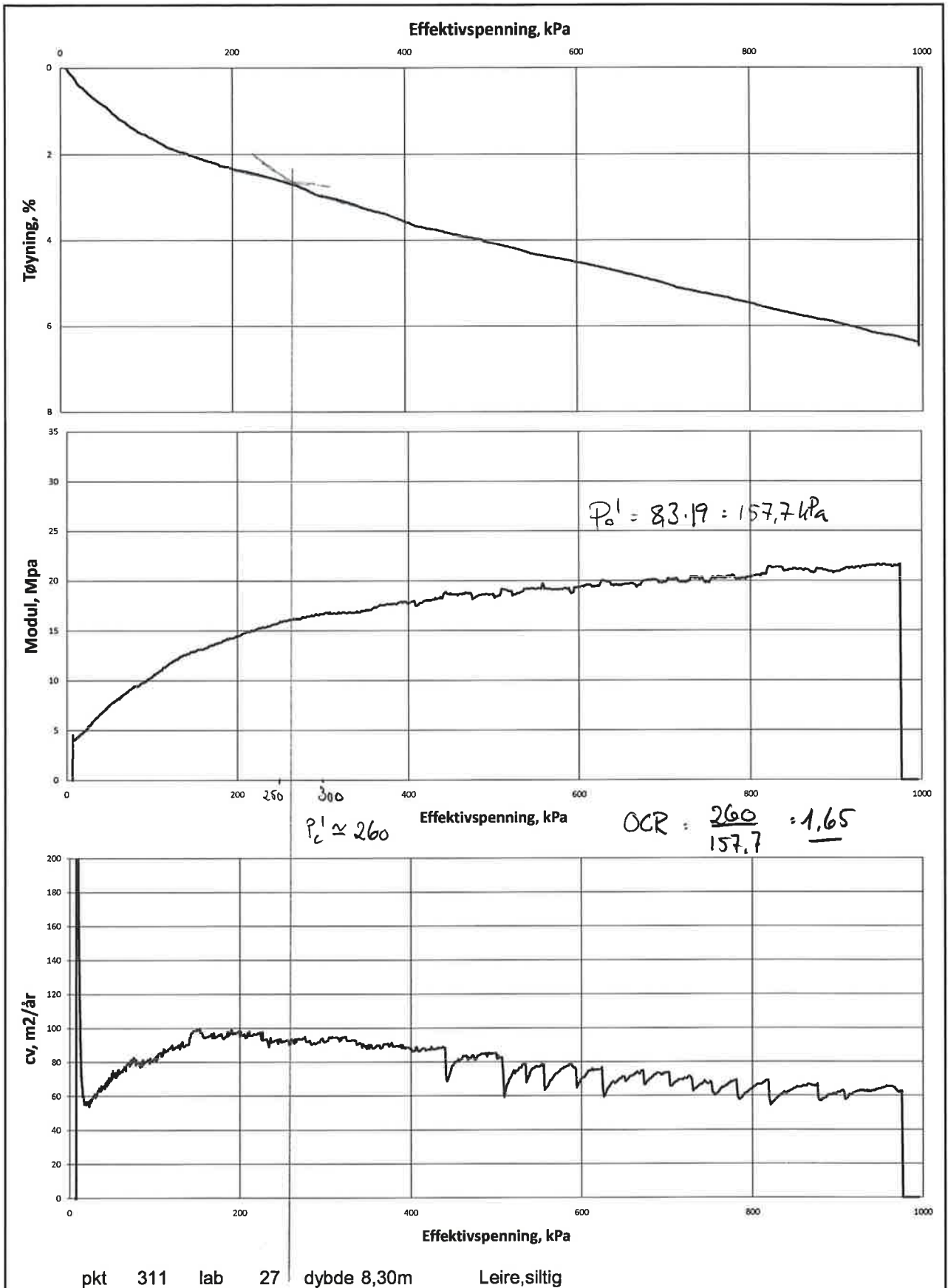


pkt 309 lab 21 dybde 5,30m Leire



Elverhøy bru
Kontinuerlig ødometer

	Oppdrag 2100259
Tegn./kontr. BVN/ADZ	Bilag -
Dato 16.05.2011	Tegn. Nr. 222



pkt 311 lab 27 dybde 8,30m Leire,siltig



Elverhøy bru
Kontinuerlig ødometer

Tegn./kontr.
BVN/ADZ
Dato
16.05.2011

Oppdrag
2100259
Bilag
-
Tegn. Nr.
223