

Rapport

Oppdrag: **Husøy verk**

Emne: **Fundamentering og stabilitet**

Rapport: **Geoteknisk rapport for reguleringsplan**

Oppdragsgiver: **Husøy Næringsutvikling AS**

Dato: **13. november 2009**

Oppdrag- / Rapportnr. **812001 / 2**

Tilgjengelighet **Begrenset**

Utarbeidet av:	Geir Solheim/Lars Erik Haug	Fag/Fagområde:	Geoteknikk
Kontrollert av:	Runar Larsen	Ansvarlig enhet:	1262
Godkjent av:	Geir Solheim	Emneord:	Stabilitet, fundamentering

Sammendrag:

Multiconsult AS er engasjert av Husøy Næringsutvikling AS som geoteknisk rådgiver i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for nytt boligprosjekt på tidligere Husøy verft utenfor Tønsberg. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Terje Løvold.

Foreliggende rapport inneholder en vurdering av stabilitets- og fundamenteringsforholdene på tomta. Resultater fra utførte grunnundersøkelser er beskrevet i rapport 812001-1 datert 17. Juni 2009. Miljøtekniske grunnundersøkelser og tomtas forurensningsmessige tilstand er beskrevet i rapport 812001-201 datert 18.08.2009. Beregningene viser at sikkerheten mot mulige glidninger lokalt i sjøkanten for dagens terreng er lav. Sikkerheten mot brudd øker ved dypere glidesirkler og for tenkte glidesirkler lenger inn på området. Det er ikke påvist kvikkleire på verftsområdet og områdestabiliteten vurderes som tilfredsstillende. Nye bygg og konstruksjoner bak kaifronten må fundamenteres uten å belaste grunnen.

Grunnen på tomta består av bløte, kompressible masser under et fyllingslag. Fyllingslaget består av forurensede fyllmasser. Fjelldybdene varierer. Av hensyn til setninger og stabilitet i sjøfronten, må derfor alle bygg og konstruksjoner fundamenteres frittstående på peler til fast grunn/fjell.

Utomhus terreng må hves til kote +2,2 m. Det er utført stabilitetsberegninger for ulike kombinasjoner av masseutskifting med lettklinker, etablering av kanal langs sjøfronten og motfylling i sjøen.

Som alternativ til kompensert oppfylling med lettklinker av utomhusarealer kan det vurderes å etablere utomhusområdene med plankedekker fundamentert på betongfundamenter på eksisterende grunn. I atkomstsoner med store trafikkklaster kan det vurderes frittstående betongdekker på peler.

Basert på anbefalinger fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) om risiko knyttet til framtidig havnivåstigning bør det legges opp til et laveste innvendige gulvnivå på kote +2,5 ved videre planlegging.

Utg.	Dato	Tekst	Ant.sider	Utarb.av	Kontr.av	Godkj.av
1	13.11.2009	Geoteknisk rapport reguleringsplan	10	LEH/GS	RL	GS

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	3
2.	Prosjektbeskrivelse.....	3
3.	Grunnforhold.....	4
3.1	Verftsområdet	4
3.2	Området vest for Strandveien	5
4.	Stabilitet	5
4.1	Forutsetninger	5
4.2	Dagens situasjon	5
4.3	Ny situasjon	6
4.3.1	Boligområdet bak kaifronten	7
4.3.2	Båthavn i øst	8
4.3.3	Torg i enden av Strandgaten	8
4.3.4	Båthavn i vest	9
5.	Fundamentering	9
5.1	Bygg bak kaifronten	9
5.2	Bygg i syd.....	9
5.3	Kai	9
6.	Flomvannstand og flomsikkert nivå.....	10
7.	Sluttkommentar	10

Tegninger

812001

- 1 Borplan
- 100 til - 103 Profiler med inntegnede boringer

Vedlegg

- 1 Perspektivskisse planlagt utbygging

1. Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Husøy Næringsutvikling AS for å bistå med faglige temautredninger i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for tidligere Husøy verft utenfor Tønsberg. Kontaktperson for oppdraget har vært Terje Løvold.

Denne rapporten oppsummerer geotekniske vurderinger og anbefalinger for prosjektet.

Utførte grunnundersøkelser for prosjektet er beskrevet i geoteknisk datarapport, 812001-1 datert 17. Juni 2009.

Miljøgeologiske undersøkelser er beskrevet i rapport 812001 – 201 datert 18.08.2009.

2. Prosjektbeskrivelse

Det aktuelle området er i dag en industritomt på nordsiden av Husøy. Tomta er todelt; østre del som er det tidligere verftsområdet, og vestre del som er et oppfylt og gruset areal ned mot sjøen. Lengst i vest er det strandarealer.

Det tidligere verftsområdet er delvis bebyggt med store haller og delvis opparbeidede trafikkarealer. Det laveste terrenget mot sjøen er gruset, mens trafikkarealene i sydøst er asfaltert. Det har tidligere stått bygg på den østre delen.

Terrenget faller generelt fra syd mot sjøen i nord.

Gjeldende planer er utarbeidet av Jappe Nilsen Arkitekter AS og vist på fig.1 og -2. Planene omfatter i korte trekk:

- etablering av ny bebyggelse med utomhusarealer på det tidligere verftsområdet på østre del (bolig og næring)
- etablering av ny sjøfront med brygge/kai og bakenforliggende kanal
- bygging av småbåthavner øst og vest for boligbebyggelsen
- opparbeidelse av friområde på den vestre delen av reguleringsområdet



Fig.1 Situasjonsplan (Jappe Nilsen Arkitekter AS)



Fig.2 Illustrasjon av tre karakteristiske profiler nord-syd gjennom området (Jappe Nielsen Arkitekter AS). Prinsipp for fundamentering er ikke vist, og utformingen av sjøfronten vil bli annerledes enn på illustrasjonen (både bygninger og konstruksjoner må fundamenteres på peler, jfr kap 4.3).

Ved boligene sentralt på området er den nye bryggefronten planlagt tilnærmet i dagens kailinje. Ved småbåthavnene i øst og vest kommer planlagt ny bryggelinje utenfor dagens strandlinje.

Dagens terreng ligger på kote +1,0 til +1,3 ytterst ved eksisterende kai. Terreng stiger innover land mot syd til ca kote +2 til +2,2 ved planlagt ny adkomstvei bak boligene. Nytt terreng mellom boligene er planlagt på kote +2,2. Laveste gulv innvendig er forutsatt på kote +2,5.

I enden av Strandveien mellom byggene og ut mot sjøkanten er det planlagt et offentlig torg med terreng på kote +2,2.

3. Grunnforhold

Detaljert beskrivelse av utførte grunnundersøkelser og grunnforhold framgår av geoteknikk data rapport 812001 - 1. Grunnforholdene for de to delområdene av tomte er kort beskrevet under.

3.1 Verftsområdet

Grunnen på det tidligere verftsområdet består generelt av et fast topplag av fyllmasser, sand, grus og tørrskorpeleire. Tykkelsen på topplaget varierer over tomte. Ytterst mot sjøen bak kaifronten er det registrert opptil 4-5 m med fyllmasser over opprinnelig grunn. For øvrig er det øvre topplaget av ca 2 m mektighet.

Under det faste topplaget består grunnen av bløt leire/silt. Mektigheten av den bløte leira øker fra syd mot sjøen i nord. Leirmassene er bløtere og mer sensitive på den søndre delen nærmere

fjellet enn mot sjøfronten i nord. Under leira er det registrert et fastere lag av ant. morene/sand/grus over fjell.

Det er fjell i dagen lengst syd på tomta. Fjelloverflaten faller jevnt mot sjøen i nord. Langs sjøfronten varierer dybden til ant. fjell fra ca 20 m i øst til 33 m i vest mot Strandveien.

Grunnvannstanden vil generelt kunne variere med årstid og nedbørsforhold, men antas å være tilnærmet i sjønivå på den flate delen av verftsområdet, og svakt stigende sydover der terrenget stiger.

3.2 Området vest for Strandveien

Grunnen på området vest for Strandveien består av et fast topplag, delvis fyllmasser og delvis opprinnelig tørrskorpe, over bløt leire ned til fjell. Grunnen er generelt bløtere og mer sensitiv enn på verftsområdet lenger syd. Man må regne med kvikkleire i grunnen lengst mot vest.

Fjellldybden øker fra fjell i dagen lengst syd til 15-30 m ved sjøkanten i nord.

Grunnvannstanden antas å være tilnærmet i sjønivå.

4. Stabilitet

4.1 Forutsetninger

Det er utført stabilitetsberegninger i ett karakteristisk profil (C-C), sentralt på verftsområdet ut mot sjøen i nord. For stedsangivelse av profilet se borplan på tegning -1 som er vedlagt.

Nytt terreng er forutsatt på kote +2,2, hvilket er 1-1,2 m høyere enn dagens terreng bak kaifronten.

Det er gjort beregninger for en sjøfront med og uten bakenforliggende kanal, og ulike typer oppfyllingsmasser.

Beregningene er utført på totalspenningsbasis (s_v -analyse) med beregningsprogrammet Geosuite Stabilitet. Styrkeparametere i grunnen er hentet fra grunnundersøkelse beskrevet i rapport 812001-1.

Dimensjonerende sjønivå (laveste lavvann LLV) er satt til kote -1,0. Sjøbunnivå er hentet fra bunnkotekart fra Tønsberg Havnevesen, og ligger på kote -5 til -6 utenfor dagens kaifront.

4.2 Dagens situasjon

Beregningene viser at sikkerheten mot mulige glidninger lokalt i sjøkanten for dagens terreng er lav. Med LLV på kote -1,0, fås beregningsmessig sikkerhet $F_s=1,1$.

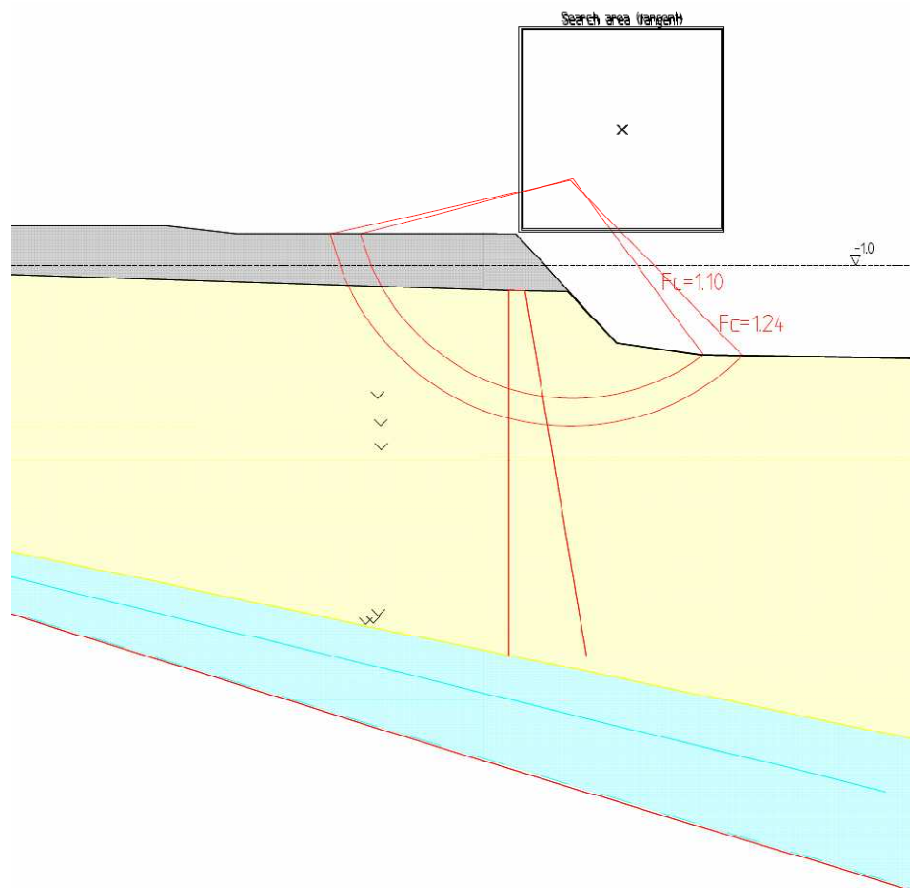


Fig. 3 Beregningsmessig sikkerhet dagens situasjon, $F_c = 1.1$

Den lave sikkerheten i dagens situasjon er knyttet til lokale glidesirkler (lokalstabilitet) ute ved kaifronten og arealene rett bak kaia.

Sikkerheten mot brudd øker ved dypere glidesirkler og for tenkte glidesirkler lenger inn på området. Det er ikke påvist kvikkleire på verftsområdet og områdestabiliteten vurderes som tilfredsstillende.

4.3 Ny situasjon

Terrenget bak kaikanten er planlagt hevet til kote +2,2. Videre er området bak kaifronten planlagt utbygget med boliger med laveste gulv (innvendig) på kote +2,5.

Den lave sikkerheten i dagens situasjon medfører at planene ikke kan gjennomføres uten stabiliserende tiltak. Oppfylling av dagens terreng med knust/sprenget stein til kote +2,2 gir beregningsmessig sikkerhet $< 1,0$, dvs en bruddsituasjon, og kan ikke aksepteres.

Følgende tiltak er vurdert;

1. Alle bygg og konstruksjoner fundamenteres på spissbærende peler slik at de ikke belaster grunnen bak kaifronten.
2. Masseutskifting og heving av terrenget til kote +2,2 med lette masser av f.eks lettklinker (kompensert løsning).
3. Etablering av kanal med bunn på ca kote -2,0 bak ny bryggefront, dvs avlastning av dagens terreng.
4. Kombinert løsning med avlastning av terreng ved masseutskifting med lette masser (lettklinker) og utlegging av motfylling av stein i sjøen.

4.3.1 Boligområdet bak kaifronten

Nye bygg bak kaifronten må fundamenteres uten å belaste grunnen.

Ved opparbeidelse av utomhusareal gir masseutskifting med lettklinker alene ikke nok stabiliserende effekt uten at det graves og masseutskiftes meget dypt. Grunnen bak kaifronten er forurenset. Graving og masseutskifting med lette masser dypere enn kote +0 vil bli krevende pga innstrømmende vann og frarådes i utgangspunktet.

En mulig løsning er å anlegge en kanal innenfor ny bryggefront, dvs der kaikanten går i dag. Løsningen er vist på fig.2 under pkt.2. Med et vanddyb på 2,0 m i kanalen avlastes terrenget bak bryggefronten. Med kompensert oppfylling til kote +2,2, fås beregningsmessig sikkerhet på $F_c=1,38$. Terrenget mot kanalen må sannsynlig sikres med avstivet spunt. Beregningsnitt for løsningen er vist i fig.4 under.

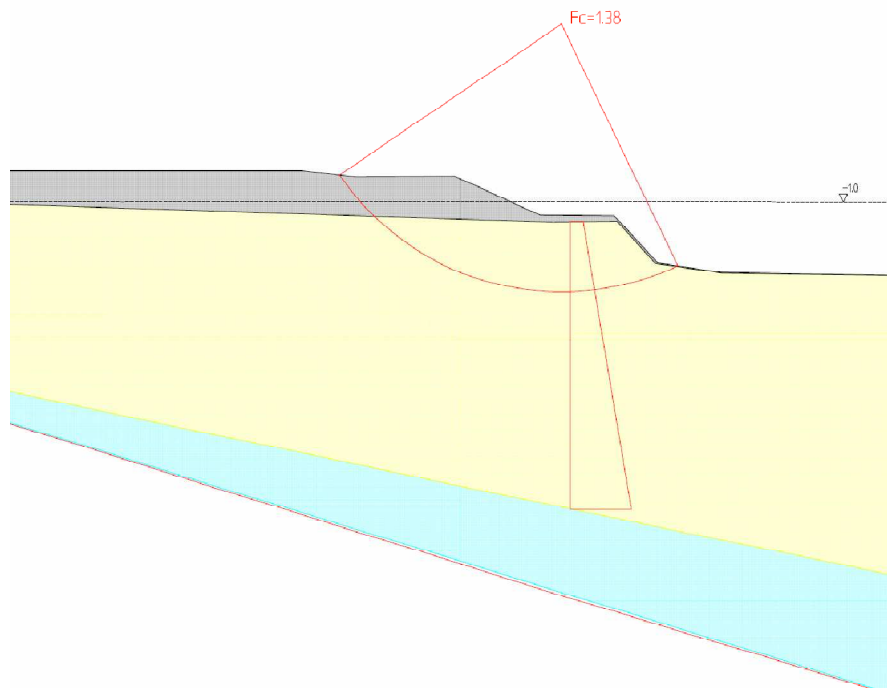


Fig. 4 Kanal med vanddyb 2,0 m og kompensert oppfylling, $F_c=1.38$

Med stabiliserende tiltak bør man generelt oppnå sikkerhet $F_c > 1,4$. Med mindre justeringer mener vi løsningen vil gi tilstrekkelig forbedring av lokalstabiliteten bak kaifronten.

En alternativ løsning til kanal bak kaifronten vil være å masseutskifte med lettklinker ned til kote +/- 0 og å anlegge en motfylling ute i sjøen. En mulig løsning med avtrappet fylling og beregningsmessig sikkerhet på $F_c=1,42$ er vist i fig. 5 under. Løsningen innebærer et fyllingsnivå på ca kote -3 innerst avtagende til -5 ytterst. Motfyllingen vil måtte etableres minst 10-15 m ut i sjøen. Lettklinkerfyllingen på land dekkes med et 0,5 m tykt bærelag av knust/sprenget stein på fiberduk. Denne løsningen er i denne fasen ikke vurdert mht oppdrift i flomsituasjon.

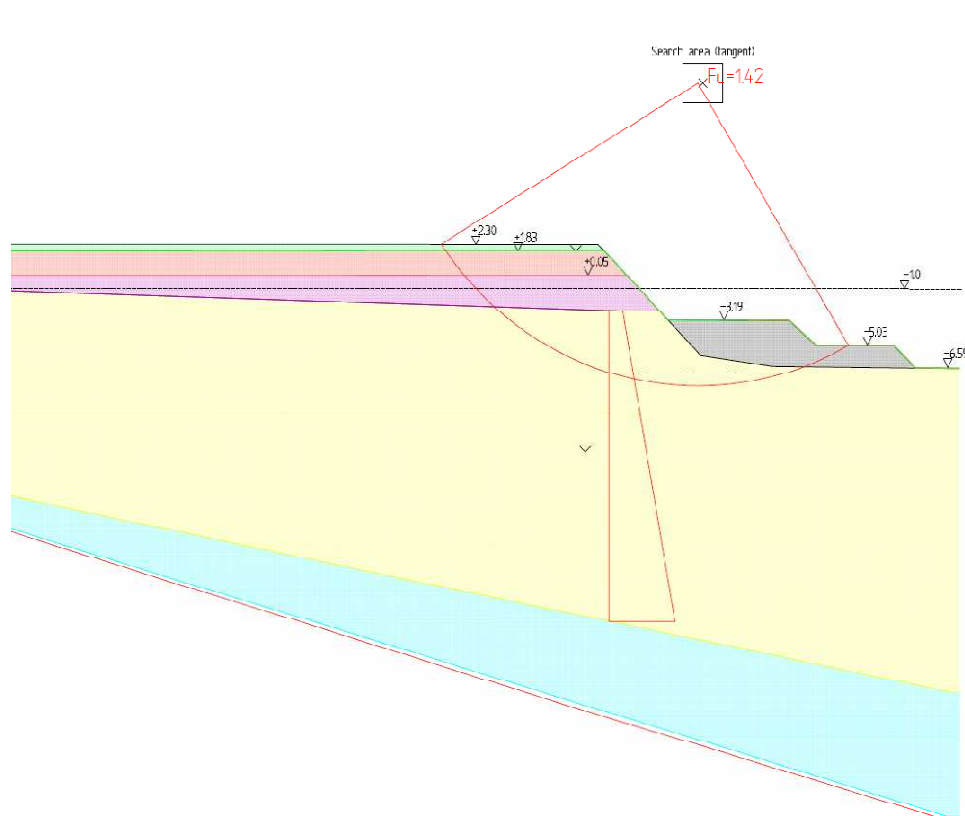


Fig. 5 Masseutskifting med lette masser til kote +/-0 og motfylling i sjøen, $F_c=1,42$

Som alternativ til kompensert oppfylling med lettklinker av utomhusarealer kan det vurderes å etablere uteområdene med plankedekker fundamentert på betongfundamenter på eksisterende grunn. I atkomstsoner med store trafikklaster kan det vurderes frittstående betongdekker på peler.

4.3.2 Båthavn i øst

En stor del av båthavna i øst vil måtte sprenges ut i fjell. Stabiliteten mot syd og øst er tilfredsstillende. Lokalstabiliteten mot boligene på vestsiden av båthavna må sannsynlig sikres ved avstivet spunt.

4.3.3 Torg i enden av Strandgaten

Torget i enden av Strandgaten skal dimensjoneres for biltrafikk/buss. Området kan derfor ikke etableres med plankedekker.

For å sikre stabiliteten mot sjøen må det masseutskiftes med lette masser til dypere enn kote +0, eventuelt i kombinasjon med motfylling i sjøen som beskrevet under pkt. 4.3.1.

Masseutskifting dypere enn kote +0 krever etablering av tett spunt rundt det aktuelle arealet.

Alternativt må arealene bygges opp ved frittstående betongdekker på peler til fast grunn/fjell.

4.3.4 Båthavn i vest

Terrenget i dette området ligger i dag på kote +1,7 til +1,9. Båthavna i vest bør derfor kunne etableres uten terrengoppfylling/heving av terrenget med påfølgende forverring av stabiliteten. Fri vanndybde i båthavna vil bestemme behov for stabiliserende tiltak. Vi regner med at det vil bli nødvendig med permanent, bakforankret svevespunt, eventuelt i kombinasjon med noe masseutskifting med lette masser bak spunten.

5. Fundamentering

Grunnen på tomta består av bløte, kompressible masser under et fyllingslag. Fyllingslaget består av forurensede fyllmasser, jfr rapport 812001-201. Fjelldybdene varierer fra fjell i dagen til over 30 meter i nordvest ved Strandveien. Av hensyn til setninger og stabilitet i sjøfronten, må derfor alle bygg og konstruksjoner fundamenteres frittstående på pelar til fast grunn/fjell.

5.1 Bygg bak kaifronten

I dette området vil det være aktuelt å fundamenterer byggene på spissbærende, rammede betongpelar til fjell. Ved store konsentrerte laster kan det også benyttes rammede stålfiler eller stålrørspeler. Korrosjon og levetid må i så fall vurderes spesielt. Pelelengdene antas å variere fra 20-35 m.

Det kan stedvis være bratt, skrånende fjelloverflate og man må påregne noe pelebrennkasse av betongpelar som følge av dette. Alle pelar må utstyres med forlenget fjellspiss.

Det kan bli aktuelt å masseutskifte noe lokalt for å sikre god rambarhet gjennom det øvre fyllmasselaget.

5.2 Bygg i syd

Bak bygningene mot sjøen er det planlagt en ny adkomstvei. Fra veien og vidare mot syd avtar fjelldybden fra 15-20 m til fjell i dagen mot åsen lengst i syd.

I dette området vil det være aktuelt å benytte rammede betongpelar tilsvarende lenger nord. Ved fjelldybder mindre enn ca 5 m må det benyttes andre typer pelar. Mest aktuell løsning vil være fundamentering på borede stålkjernepelar ved fjelldybde 2-5 m. Sjøtvede pilarer til fjell kan om ønskelig benyttes ved fjelldybder mindre enn 2 m.

Avhengig av byggenes plassering kan det også bli aktuelt å fundamenterer direkte på fjell.

Da forholdene varierer betydelig lengst i syd, må fundamenteringsløsning vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle. Supplerende grunnundersøkelser vil være aktuelt.

5.3 Kai

Ny kai i dagens strandlinje må fundamenteres frittstående på spissbærende pelar. Peletype vil avhenge av kaitype, laster og om laster fra byggene bak kaifronten også skal ned i kaidekket. Mest aktuelle peletyper vil være forsterkede betongpelar eller utstøpte stålrørspeler. Pelelengdene antas å bli 30-40 m. Pelene tar opp vertikale laster fra konstruksjonene. Dersom kaikonstruksjonen også skal å ta opp vesentlige horisontale belastninger fra større båter/skip e.l. så må det tas spesielle hensyn til dette i konstruksjonen.

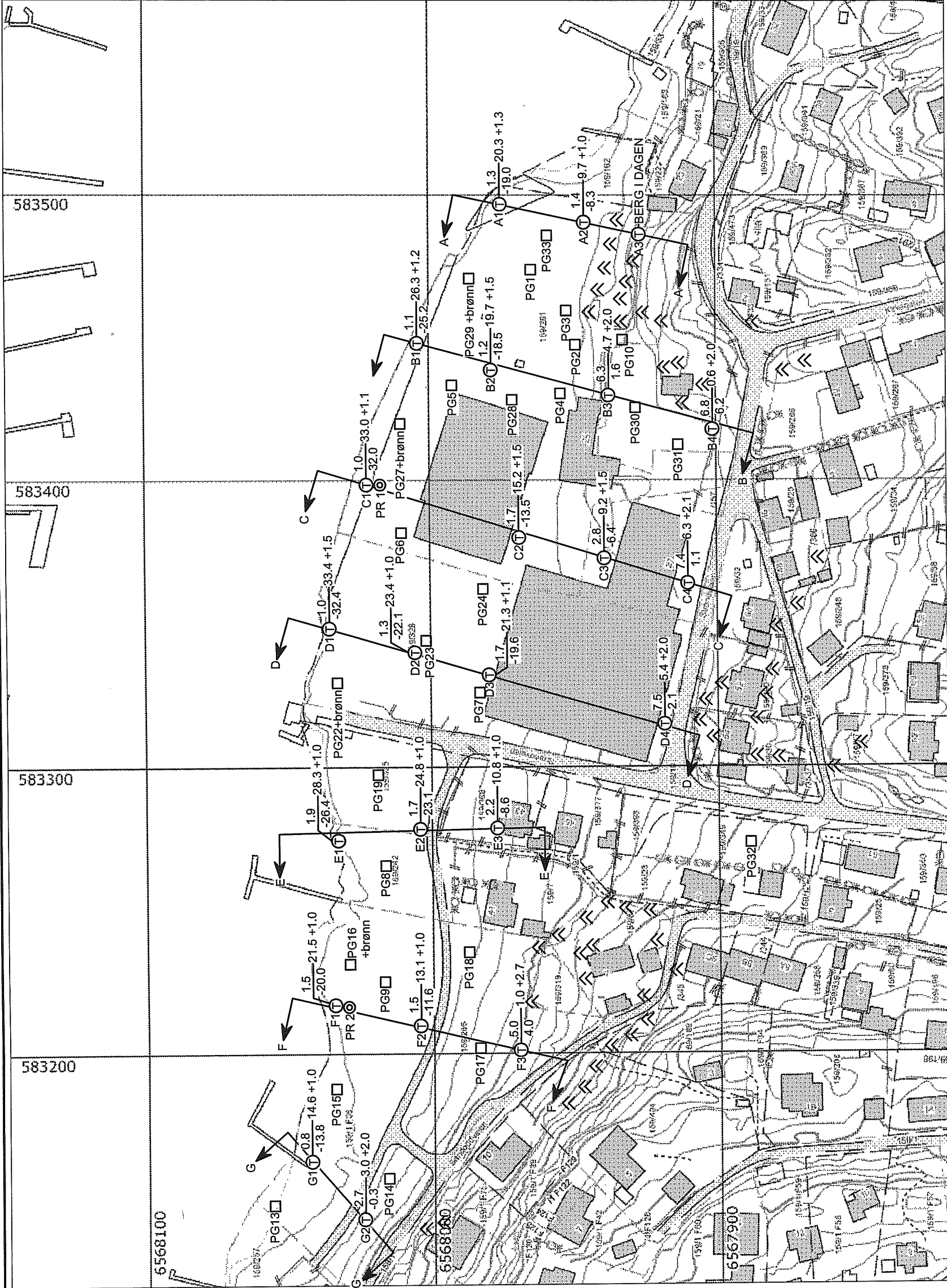
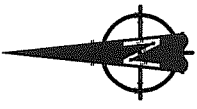
6. Anbefaling vedr. flomsikkert nivå

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har basert på vurderinger av risiko knyttet til framtidig havnivåstigning, anbefalt at laveste flomsikre kotehøyde ved sjønære utbyggingsprosjekter i vårt område settes til kote +2,5. Vi mener at NVEs anbefaling bør følges i utbygningen på Husøy og at det legges opp til laveste innvendige gulvnivå på kote +2,5.

NVE har ikke gitt anbefalinger knyttet til spesifikk høyde på utomhusarealer. Valg av kotehøyde på utomhusarealene i prosjektet blir derfor et valg ut fra ønsket om å sikre aktuelle verdier mot flom, samt evt. andre vurderinger av estetisk og arkitektonisk karakter.

7. Sluttkommentar

Løsningene som er beskrevet i rapporten er ikke detaljprosjektet. Fundamenteringsløsninger og tiltak for å sikre tilstrekkelig stabilitet må derfor vurderes i detalj av geoteknisk sakkyndig i en senere prosjektfase.



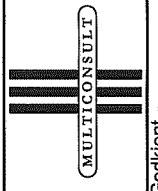
- DREISONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▽ TRYKSDREIESONDERING
- ☆ FJELLKONTROLLBORING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRUP
- ⊕ TRYKSDREIESONDERING
- ⊗ KJERNEBORING
- ⊕ TOTALSONDERING
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKMMÅLING
- ⊗ GRUNNVANNSMÅLING

BORHULL NR. TERRENG (BUNN) KOTE— BORET DYBDE + (BORET I FJELL)
 BORBOK NR. ANTATT FJELLKOTE
 LAB.BOK NR.
 KARTGRUNNLAG: Digitalt kart fra Tønsberg kommune
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMET: Høyde merke på kommunale kart. Fastmerke på puller og stein

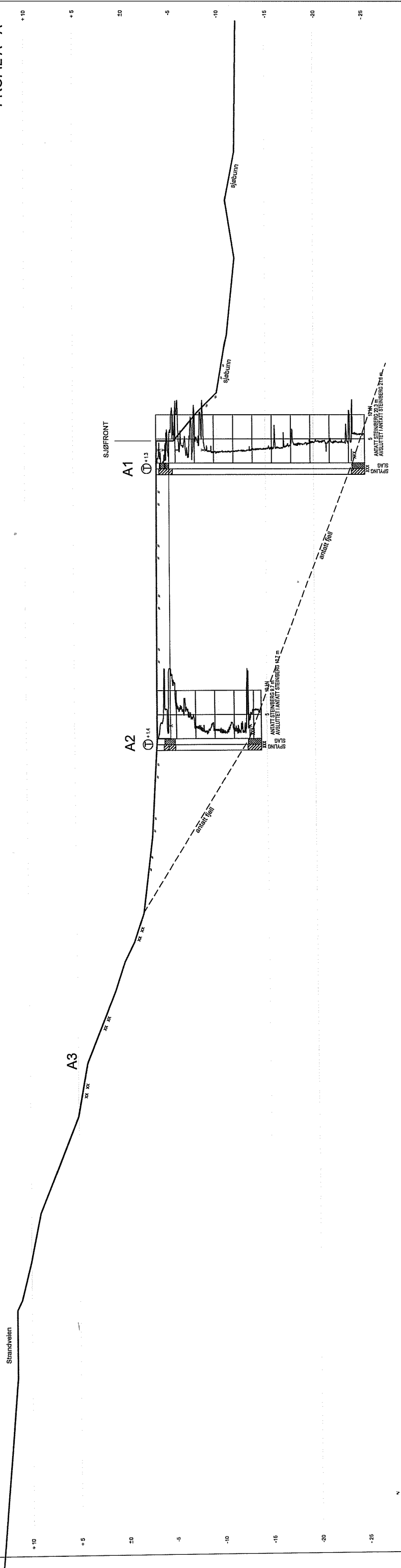
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	BORPLAN				
	Originalformat	A3	Fag GEOTEKNIKK		
	Tegningens filnavn				
	Målestokk	1:1500			
	Konstr./tegnert	LAEH			
	Kontrollert	[Signature]			
	Dato	27.05.2009	Godkjent		
	Oppdragsnr.	812001	Tegningsnr.		
			Rev. 1		

AVANTOR ASA
HUSØY VERK

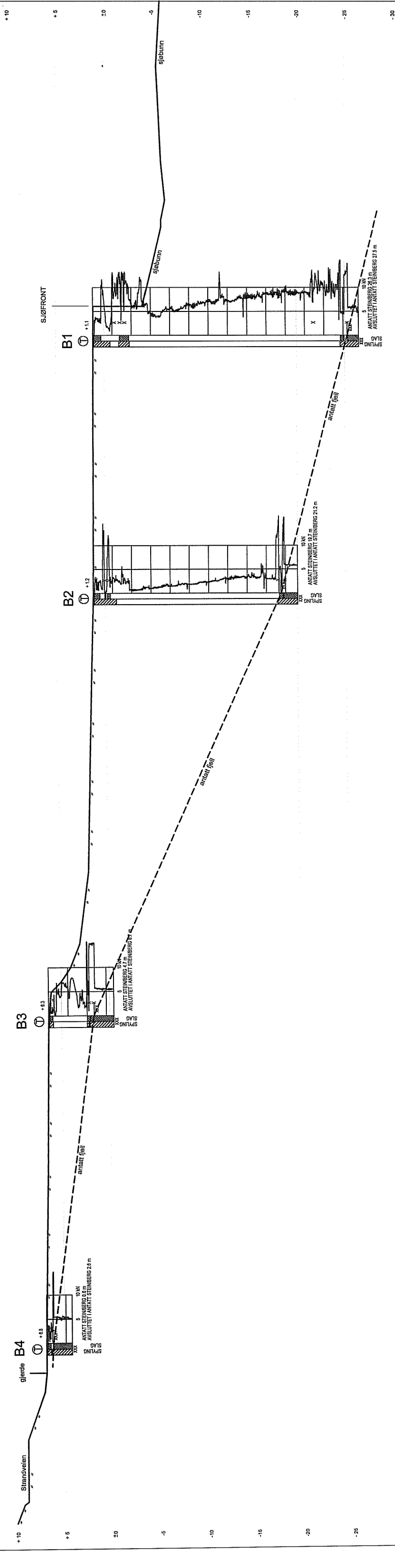
MULTICONSULT AS
 Kjølgaten 2, Pb. 1287, 3105 Tønsberg
 Tel.: 33744030 - Fax.: 33744029



PROFIL A - A



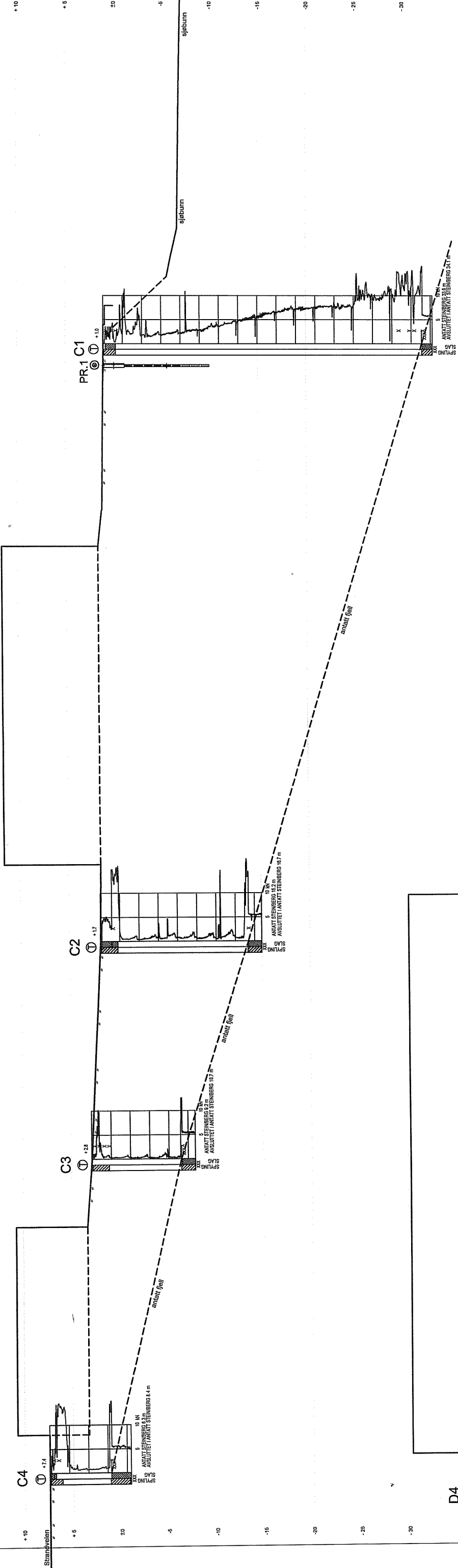
PROFIL B - B



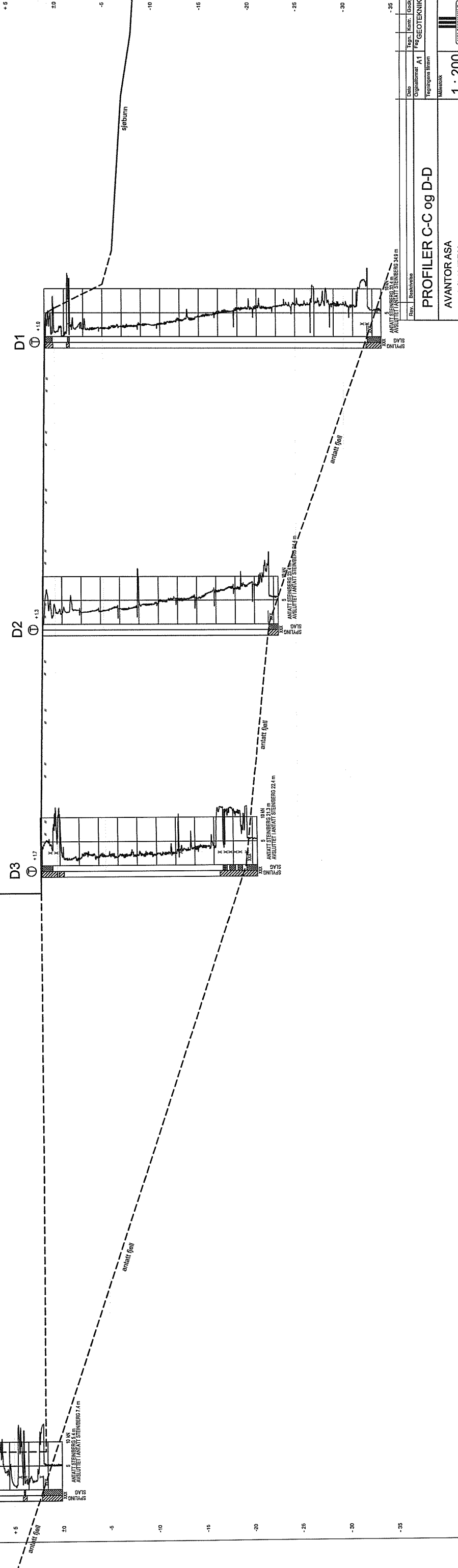
Rev.	Endring	Utskrift	Utskrift	Utskrift
PROFIL A-A og B-B				
AVANTOR ASA				
HUSØY VERK				
MULTICONSULT AS				
Dato	27.05.2009	Kontrakt	IVG	Rev.
Oppdrag	812001	Prosjekt		
1 : 200				
Målestokk				
Tegningsnavn				
A1				
Fag				
GEOTEKNIKK				
Utskrift				

- Sjå bunnkotelett fra havnesesnet

PROFIL C - C



PROFIL D - D



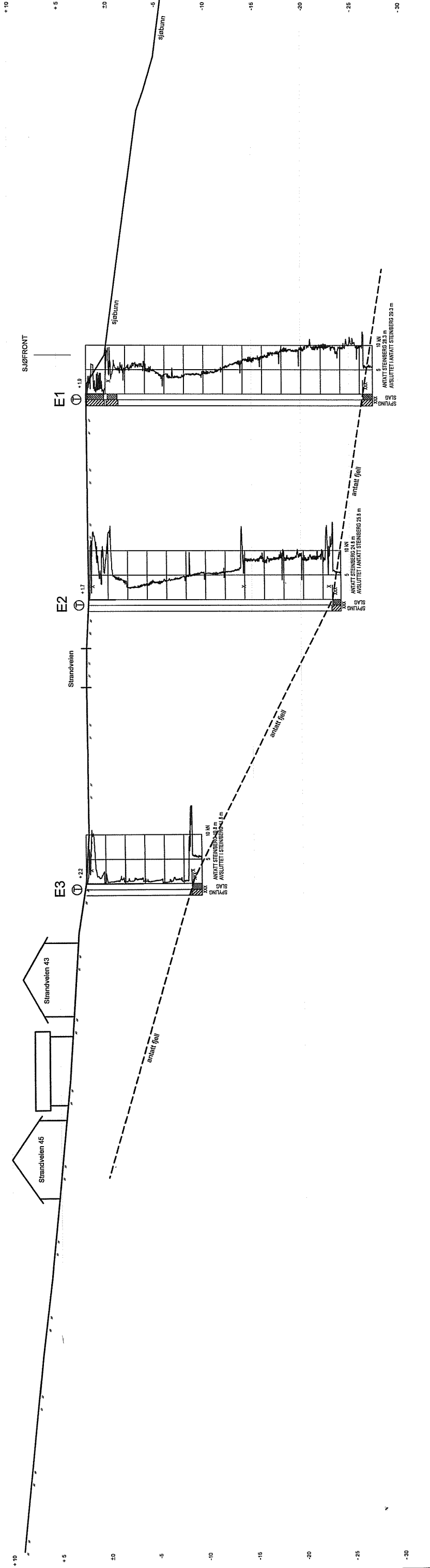
Dato	27.05.2009
Oppmåling	IVG
Prosjekt	812001
Blatt	101

PROFILER C-C og D-D
 AVANTOR ASA
 HUSØY VERK

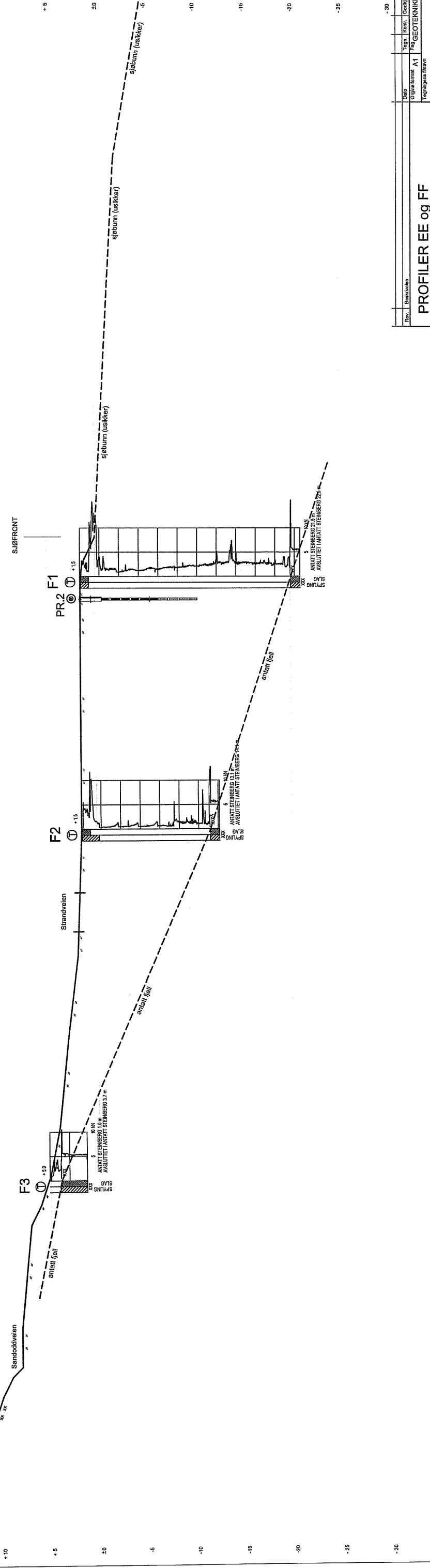
MULTICONSULT AS
 Høgsk. 1, 1302, 3105, Trondheim
 Tel.: 37144020 - Fax: 37144029

- Sjå bunntekst for henvisninger

PROFILE - E



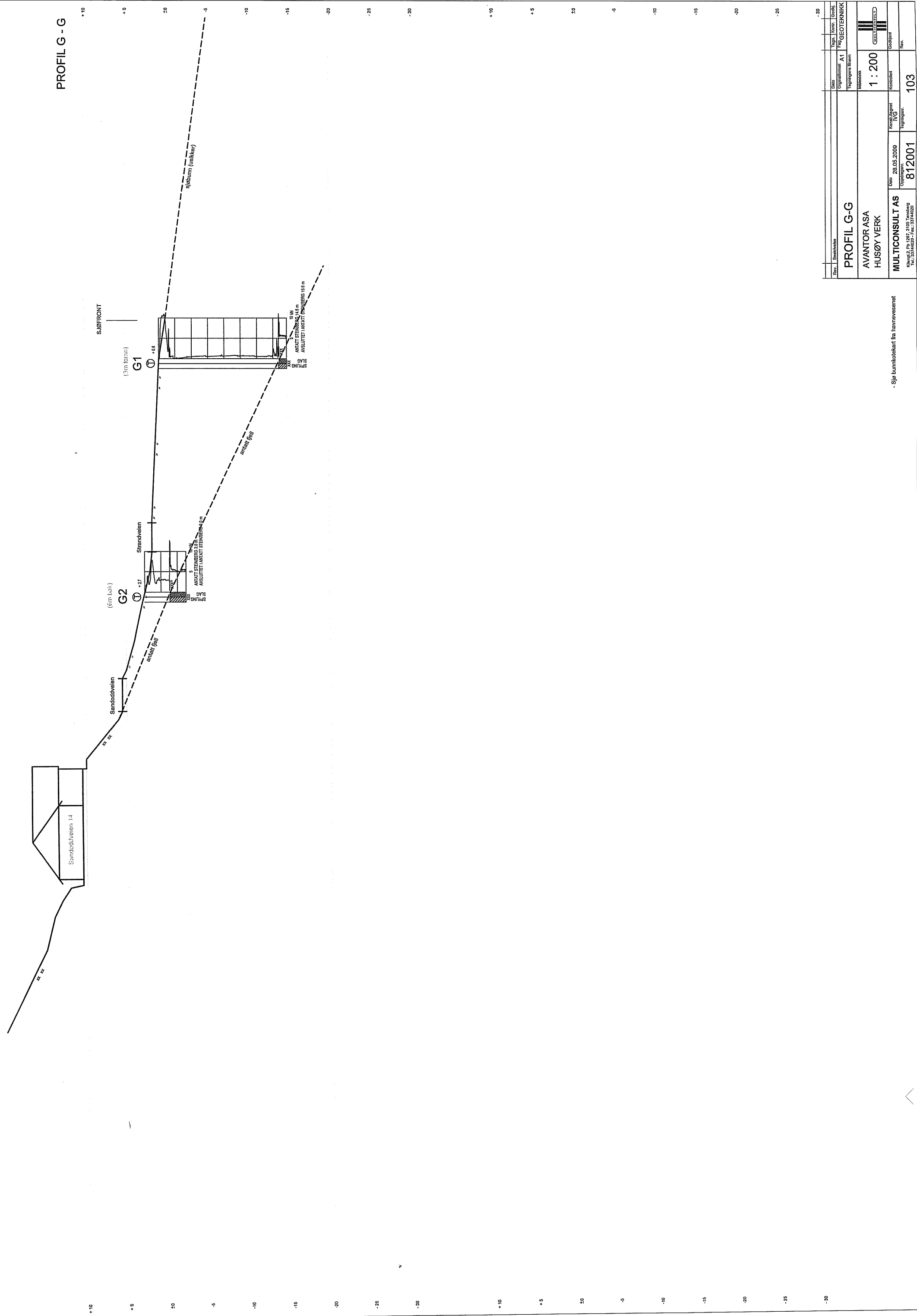
PROFIL F - F



Rev.	Beskrivelse	Dato	Utarbeidet av	Opprinningsnr.	Skala	Bladnr.	Bladtotalt
PROFILER EE og FF							
AVANTOR ASA							
HUSØY VERK							
MULTICONSULT AS							
Husøyveien 130, 5165 Tvedestrand							
Tlf: 3774620 - Fax: 3774829							
Utdrag 26.05.2009							
Oppmåling: 812001							
Kontrollert av: [Signature]							
Tegnet av: [Signature]							
1 : 200							
A1							
Geoteknikk							
102							

- Se bunnnotatene fra havnevesenet

PROFIL G - G



Rev.	Beskrivelse	Dato	Kontrollert	Godkjent
PROFIL G-G		Oppmålingstidspunkt	A1	
AVANTOR ASA		Tegningsnavn	Tegningens tittel	
HUSØY VERK		Målestokk	1 : 200	
MULTICONSULT AS		Kontrollert	Utdragsnr.	
Prosjekt: 15.1515.1555 - "Kvadrant 14"		Dato	28.05.2009	
Tegn. 15.1515.1555 - "Kvadrant 14"		Oppmålingstidspunkt	812001	
		Rev.	103	

- Sjå bunnkotelett fra havnevesenett

