

NOTAT

OPPDRAAG	Nytt Vestre Viken sykehus	DOKUMENTKODE	126952-RIG-NOT-002
EMNE	Beregningsnotat, stabilitetsberegninger	GRADERING	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Nytt Vestre Viken sykehus	OPPDRAAGSLEDER	Lars Hjermstad
KONTAKTPERSON	Rune Abrahamson	SAKSBEHANDLER	Daniel Lennartsson
KOPI:		ANSVARLIG ENHET	2012 BVT GEO

SAMMENDRAG

Foreliggende notat er et beregningsnotat. Det omhandler lokale stabiliteten i området ut mot fjorden med planlagt nytt Vestre Viken sykehus.

Snitt 3-3 og 7-7 er de antatt kritiske snittene, vist på oversiktsbilde, se Figur 1-1.

Stabiliteten er vurdert med bakgrunn på antatt oppfylling.

I revisjon 01 er det i tillegg vurdert to kritiske snitt ute i Drammensfjorden. Et av disse snitt har en sikkerhet lavere enn $\gamma_m=1,4$. Denne skråning vil ikke påvirkes av tilskottsspenningene fra oppfylling ifbm. bygging av sykehus på Brakerøya. Stabilitetsvurderinger på dette kritiske snitt er utført med stor mangel på geotekniske grunnundersøkelser, stabilitetsberegning er utført med antatt like parametere som for jordlagene på land.

I revisjon 02 er de to naturlige mest kritiske snittene kontrollerte ute i Drammensfjorden etter oppmaning fra NVE. Disse snittene er vist i Figur 1-2.

I revisjon 03 er det utført oppdaterte stabilitetsberegninger etter boring i fjorden utenfor Brakerøya. Resultater fra disse boringene er tolket og presentert i denne revisjonen som supplement til eksisterende beregninger.

I revisjon 4 er det utført oppdaterte stabilitetsberegninger etter supplerende boringer på land. Det er ikke funnet kvikkleire i strandsonen.

1 Innledning

Dette beregningsnotatet omhandler skråningsstabiliteten i forbindelse med dagens situasjon og situasjonen etter oppfylling av masser på eiendommen i forbindelse med bygging av nytt Vestre Viken sykehus på Brakerøya/Lierstranda i Drammen.

Stabiliteten er kontrollert i de antatt 2 mest kritiske snittene på eiendommen, snitt 3-3 og snitt 7-7, både for eksisterende situasjon og for en planlagt oppfylling. Beregningene er utført med et plan spenningsbetraktning (2D) i dataprogrammet Geosuite stabilitet. Dvs. 3D effekter er ikke tatt med i beregningene.

Det planlagte sykehuset er planlagt oppført på en tidligere industritomt som grenser til Drammenselva/fjorden, og selve bygningene forutsettes å bli fundamentert på peler slik at vekten av bygningen ikke vil inngå i beregningsgrunnlaget. Av hensyn til en eventuell fremtidig flomsituasjon - der man har lagt seg på flomkote +3,0 for en 200-års flom-planlegger man å fylle opp dagens terreng til kote +3,5 m for å ta høyde for setninger som vil komme pga fyllingsvekten. Eksisterende terreng ligger mellom kote +1,0 og +2,5.

04	08.05.2017	Oppdaterte stabilitetsberegninger etter supplerende boringer på land.	DL	Maris	KnE
03	24.11.2016	Oppdaterte stabilitetsberegninger etter boring i sjøen.	DL	KnE	KnE
02	24.05.2016	Oppdatert etter innspill fra NGI	DL	KnE	KnE
01	07.03.2016	Oppdatert etter innspill fra NVE	DL	KnE	KnE
00	18.06.2015	Utarbeidet	DL	KnE	KnE
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

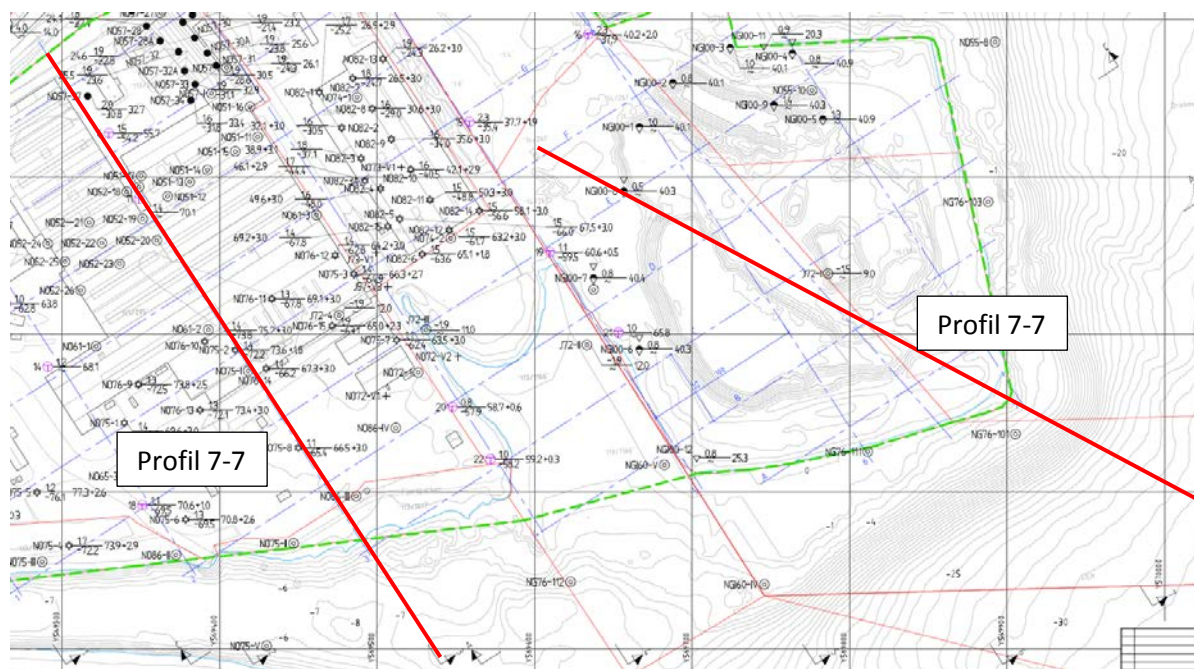
Beregningsnotat, stabilitetsberegninger

Se Figur 1-1 for plan med snitt 3-3 og 7-7, samt utførte grunnundersøkelser. Vedlagte tegninger RIG-TEG-102 viser profil 3-3 og RIG-TEG-103 viser profil 7-7, vedlegg A.

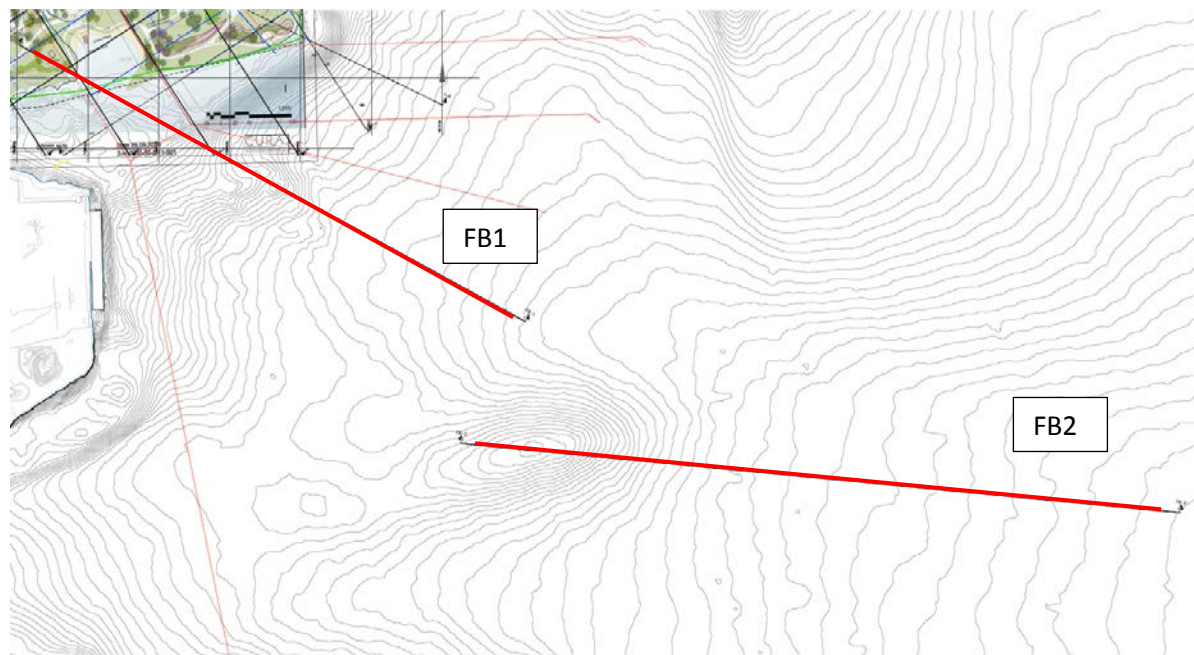
I revisjon 02 er de to naturlige mest kritiske snittene kontrollerte ute i Drammensfjorden etter oppmaning fra NVE. Disse snittene er vist i Figur 1-2.

I revisjon 03 er oppdaterte stabilitetsberegninger presentert etter utførte undersøkelser i sjøen. For presentasjon av undersøkelser i sjøen vises det til datarapport 814739-RIG-RAP-01 fra Multiconsult datert 14.11.2016.

I revisjon 04 er oppdaterte stabilitetsberegninger presentert etter utførte supplerende grunnundersøkelser på land. For presentasjon av undersøkelsene vises det til datarapport 126952-2-RIG-RAP-001 fra Multiconsult datert 06.04.2017.



Figur 1-1 Plankart over tomten med profil 3-3 og 7-7 tegnet inn med rød markering



Figur 1-2 Plankart over Drammensfjorden med bunnkoter og profiler på fjordbunn

2 Forutsetninger

Som grunnlag for stabilitetsberegningene er vår datarapport 126780-RIG-RAP-001; *Sammenstilling av tidligere og supplerende grunnundersøkelser for Nytt Vestre Viken sykehus på Brakerøya*, og vår rapport 126780-RIG-RAP-002_rev01 *Tolkningsrapport utarbeidet på grunnlag av tidligere og nye grunnundersøkelser* benyttet. I datarapporten er det samlet eksisterende og nye grunnundersøkelser som er tegnet opp i plan og profil.

I vår tolkningsrapport er det vurdert lagdelinger og styrkeparametere for de forskjellige lagene i grunnen. Leirlaget, der den kritiske skjærflaten går, er forsiktig tolket med hjelp av opptatte prøver og CPTu-sonderinger.

For snitt ute i fjorden foreligger det lite data om jordlagene. Det er antatt tilsvarende egenskaper på leirmaterialet som over land. Der skjærfastheten er valgt til det lavest påviste i norske leirer som er 0,27*P'0 iht. SVV håndbok V220. Det antas at fjordbunn er dekt med et sand- og sagflislag av varierende tykkelse.

I området ved snitt 7 viser gamle tegninger at det er blitt fylt opp med steinmasser til en høyde av ca 10 m over dagens terreng som mellomlagringsplass for sprengstein fra Langøya. Dette gjelder for området nærmere strandkanten enn 50 m. Styrkebidrag i jordlagene som kommer på grunn av denne oppfyllingen er ikke tatt med i beregningene.

Området for snitt 3 forutsettes ikke å være oppfylt tidligere.

Oppfyllingens størrelse og form er vurdert utfra LARK-tegninger over området datert 08.05.2015. Disse tegninger viser at fyllingshøyden på kt +3,5 begynner først ved planlagte bygg, videre er det prosjektert en oppfyllingshøyde på kt +3,0 m noen meter ut fra byggene. Vi har antatt en skråning fra dette ned til eksisterende terreng i strandkanten.

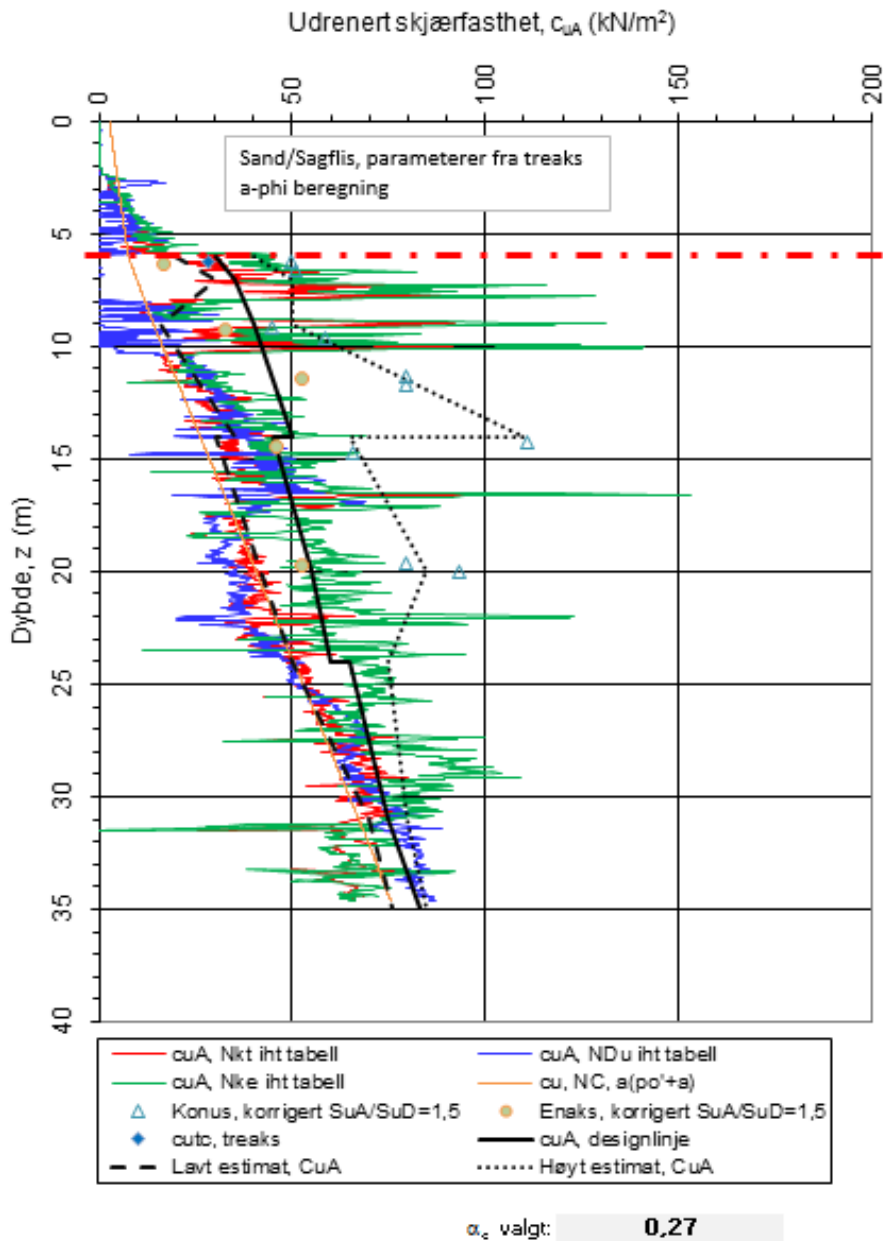
Det forutsettes at det til oppfyllingen av indre delen av bebyggelsesområdet benyttes pukk eller sprengstein med en romvekt på ca 19 kN/m³. Type oppfylling må vurderes i en senere fase av prosjektet, oppfyllingen er avhengig av hva overflaten skal brukes til.

I revisjon 03 er parameterer oppdatert ved fjordbunn. Undersøkelsene viser et lag med sand/sagflis i de øverste 6 m med en romvekt på ca 16 kN/m³. Dette laget er tolket som drenerende, med treksiale tester, i ca 4 m dybde, som viser friksjonsvinkel på $\phi=40^\circ$ og attraksjon, $a=0$ kPa. Det er valgt noe konservativt en friksjonsvinkel på $\phi=35^\circ$ for laget med sand/sagflis.

Skjærfasthetsprofiler i leiren under sand/sagflis er oppdatert og vist i Figur 2-1 og Figur 2-2 for respektive kritisk profil. Undersøkelsene ute i fjorden viser generelt homogene masser over store områder og det anses representativt å benytte disse profilene også for beregningssnitt ute i fjordbunn (FB-1 og FB-2).

I revisjon 04 er lagdelingen oppdatert utfra de supplerende grunnundersøkelsene utført på land. Mektigheten av sandlaget med innblandet sagflis/trerester er registrert til 35 m dybde nærmest Drammensfjorden i borpunkt 11, ref /11/.

Tolkningsrapport (126780-RIG-RAP-002_rev01) er oppdatert etter de kompletterende undersøkelsene ble utført over land i mars 2017.



Lag	Dybde uk laggrense, z (m)	N_{kt}	N_{su}	N_{ke}	Merknad
1	10,00	18,5	2	13,5	
2	17,00	15	4	10	
3	40,00	10	7	5	

Oppdragsgiver: Vestre Viken HF	Oppdrag: Vestre Viken HF	Tegningens filnavn: CPTU_32		
Aktiv udrenert skjærfasthet c_{uA} , valgte tolkningsfaktorer.		Multiconsul		
CPTU id.: 32	Sonde: 4901			
MULTICONSULT AS	Dato: 20.09.2016	Tegnet: DL	Kontrollert: JE	Godkjent: KnE
	Oppdrag nr.: 814739	Tegning nr.: 48	Versjon: 09.03.2016	Revisjon: 0

Figur 2-1 Tolket skjærstyrkeprofil ved fjordbunn ved profil 7-7, vandedybder ca 25 m.

2.1 Jordmaterial

Det er store dybder til fjell på tomta, det vil gå en glideflate ned igjennom topplaget og ned i leire. For lag i jorden og parametervalg på de forskjellige jordmaterialene henvises til vår tolkningsrapport 126870-RIG-RAP-002_rev_01.

Oppdaterte styrkeprofiler er benyttet etter utførte grunnundersøkelser langs fjordbunn og i strandsonen.

2.2 Laster

Terrenglasten på oppfylt terreng settes til en fordelt last tilsvarende 10 kPa langs snittene.

Lastkoeffisient, $\gamma_f = 1,3$ legges på denne lasten i bruddgrensetilstanden.

2.3 Grunnvannstand/flomvannstand

Grunnvannstanden er lagt i nivå med høyeste høyvann for 2014 i sjøen til ca kote +0,2 m. Vannstanden ved flom er høyere enn dette, men kun for kortere perioder. Flomvannstanden vil ikke være dimensjonerende for stabilitetsanalyser på totalspenningsbasis i bruddgrensetilstanden.

Det er og utført analyser for laveste lavvann i sjøen der LLV tilsvarende kote -1,1 er benyttet.

Koter for vannstander i fjorden er gitt i høydesystem NN1954, fra kystverket.no.

3 Resultater fra stabilitetsberegningene

Stabiliteten er beregnet i dataprogrammet Geosuite Stability. Udrenerte forhold, beregninger på totalaspenningsbasis, blir her det dimensjonerende for leirlaget der den kritiske glidesirkelen går igjennom. Det er også utført en kontroll med effektive spenningsanalyse. Resultatene er sammenfattet i Tabell 1 og vist i vedlegg B.

Tabell 1 Resultater fra beregninger stabilitet

Snitt	γ_m , Effektivspenningsanalyse (a- ϕ)	γ_m , Totalspenningsanalyse (S_u)
Snitt 3-3 (rev03)	2,40	1,65
Snitt 7-7 (rev04)	Ligger på sikker rasvinke*	1,51
Snitt FB1 (rev03)	3,04	1,84
SnittFB2 (rev03)	4,01	1,88

*Det er brukt målsøkingsfunksjonen avgrenset med punkter hvor glideflaten skal gå for å finne den mest kritiske rimelige glideflate

Kvikkleiren som er registrert helt lokalt i lommer i avstand ca 400 m fra strandkanten påvirker ikke de kritiske glidflatene ut i sjøen, da de ligger for langt unna. Det er utført en kontroll mot langsgående glidflater gjennom kvikkleira, men disse blir ikke dimensjonerende/kritiske.

Vi ser her at vi da kommer over kravet for sikkerhet som er $\gamma_m > 1,4$.

Stabiliteten for området utfra de gitte forutsetningene vurderes som tilfredsstillende.

Lokalstabiliteten av området nærmest sjøen er utfra de gitte forutsetningene og antakelser om terrenghelning på overkant oppfylling vurdert som tilfredsstillende, men ligger helt på grensen. Ved fyllinger i større omfang enn forutsatt i denne rapporten anbefaler vi dialog med geotekniker.

Dette notatet omhandler kun områdestabiliteten for området ved Brakerøya og ut i Drammensfjorden. Lokal stabilitet må vurderes nærmere når mer detaljerte utfyllingsplaner foreligger.

Beregningsnotat, stabilitetsberegninger

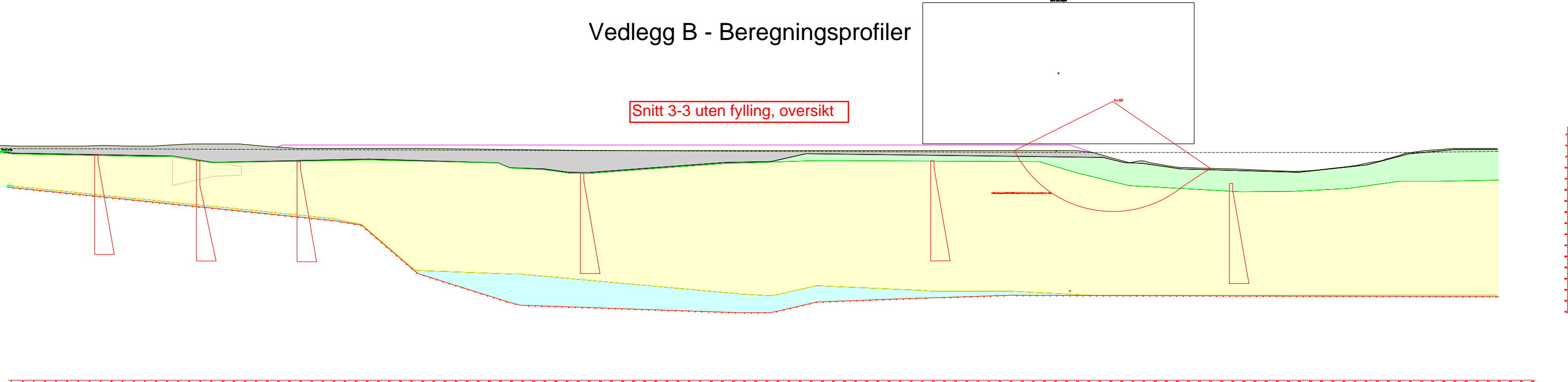
For snitt ute i fjorden viser sikkerheten med totalspenningsanalyse på verdier under kravet gitt i Eurokode 7 for snitt FB1. Bruddflaten vil være av lokal karakter, den vil ikke påvirkes av belastning på landarealet der sykehus planlegges bygget. Kritisk glideflate ligger mer enn 150 m unna strandlinjen, totalspenningene i denne skråningen vil ikke bli endret ved oppfylling av landarealet. Forholdene for denne skråning kan endres på andre grunner, for eksempel erosjon. Det er utført en vurdering av stabiliteten med langsgående glideflater fra oppfylling på land som går ut i skråningen på sjøbunn. Stabiliteten her er ivaretatt, $F_c=2,09$, se vedlegg B.

For oppdaterte stabilitetsberegninger i fbm. rev03 vises det til vedlegg C.

For oppdaterte stabilitetsberegninger i fbm. rev 04 vises det til vedlegg D.

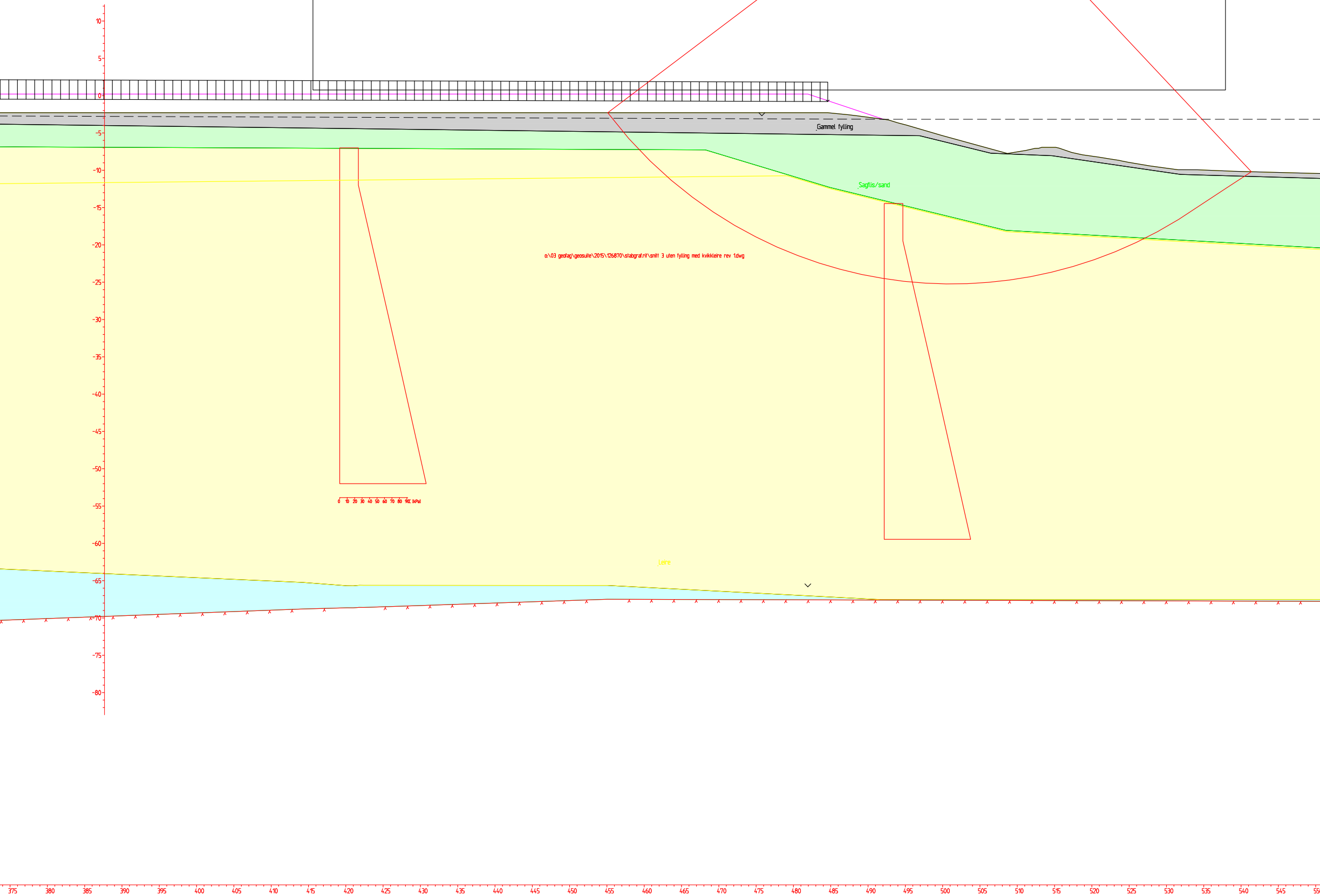
Vedlegg B - Beregningsprofiler

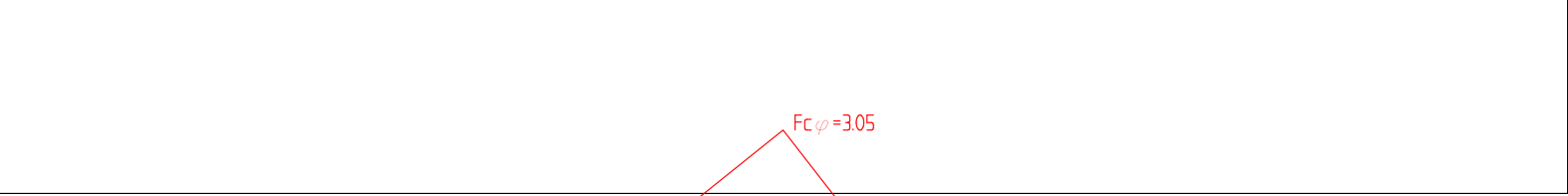
Snitt 3-3 uten fylling, oversikt



Snitt 3-3 uten fylling, Su beregning, sf=1,61

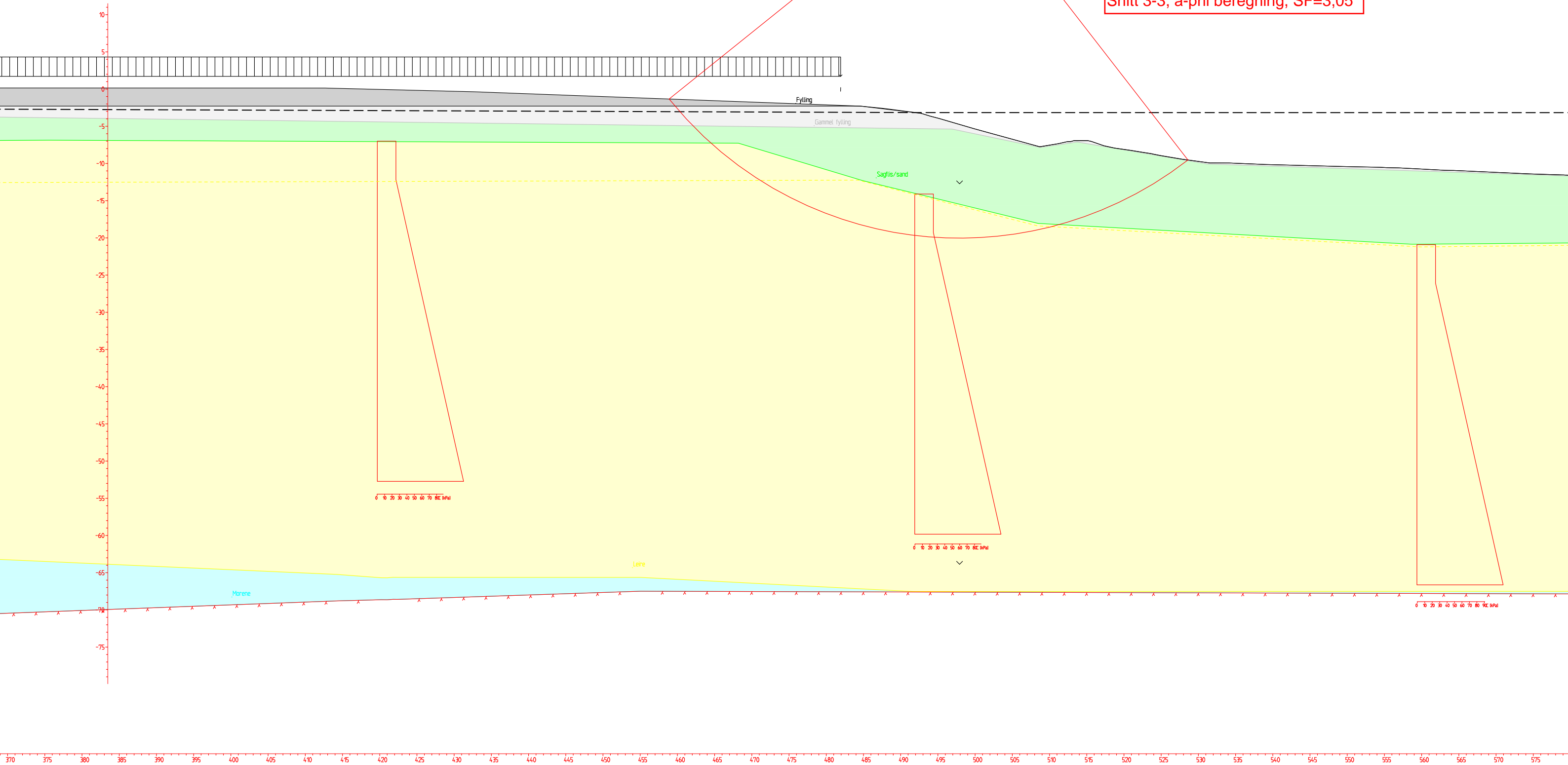
Fc=161

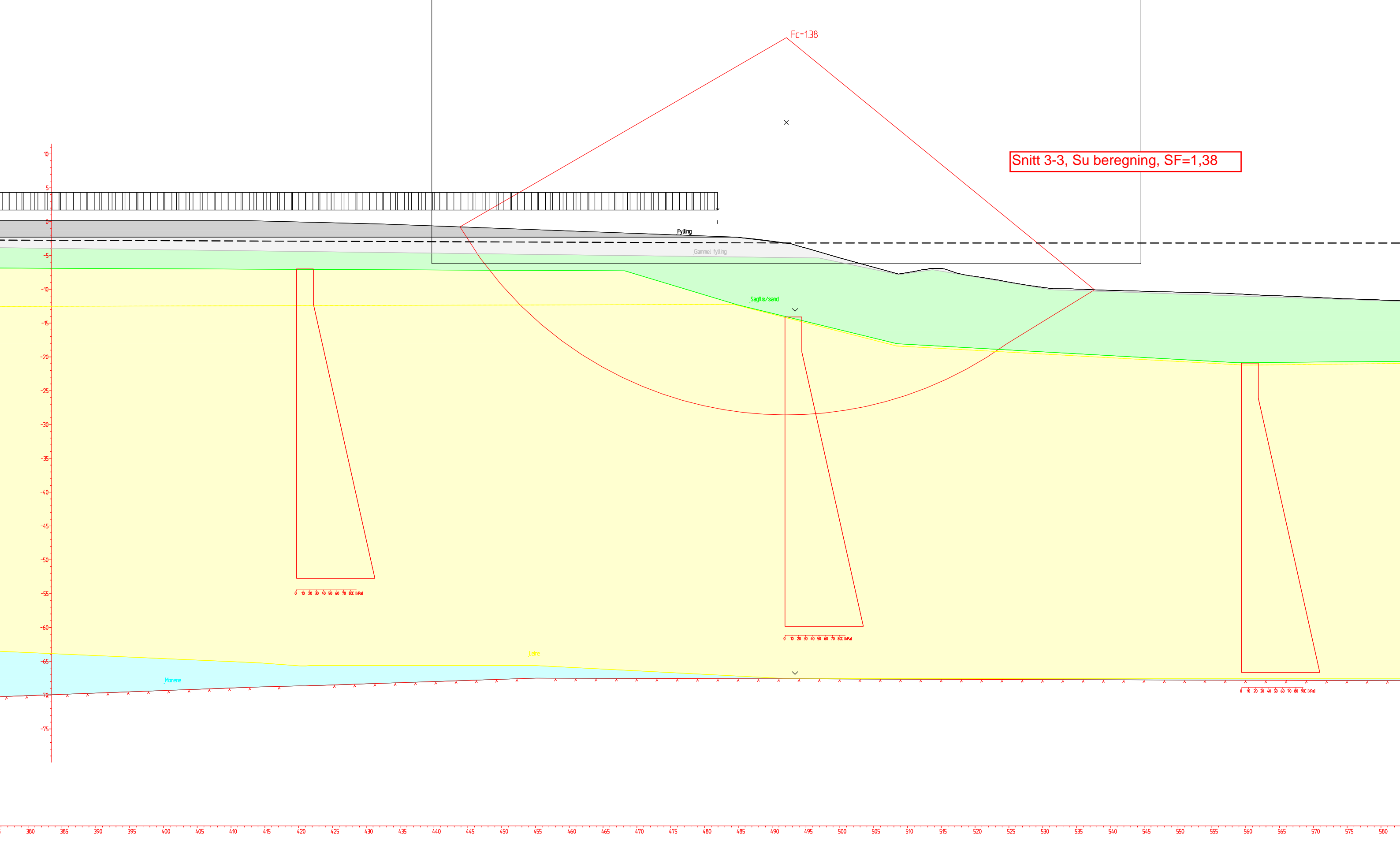




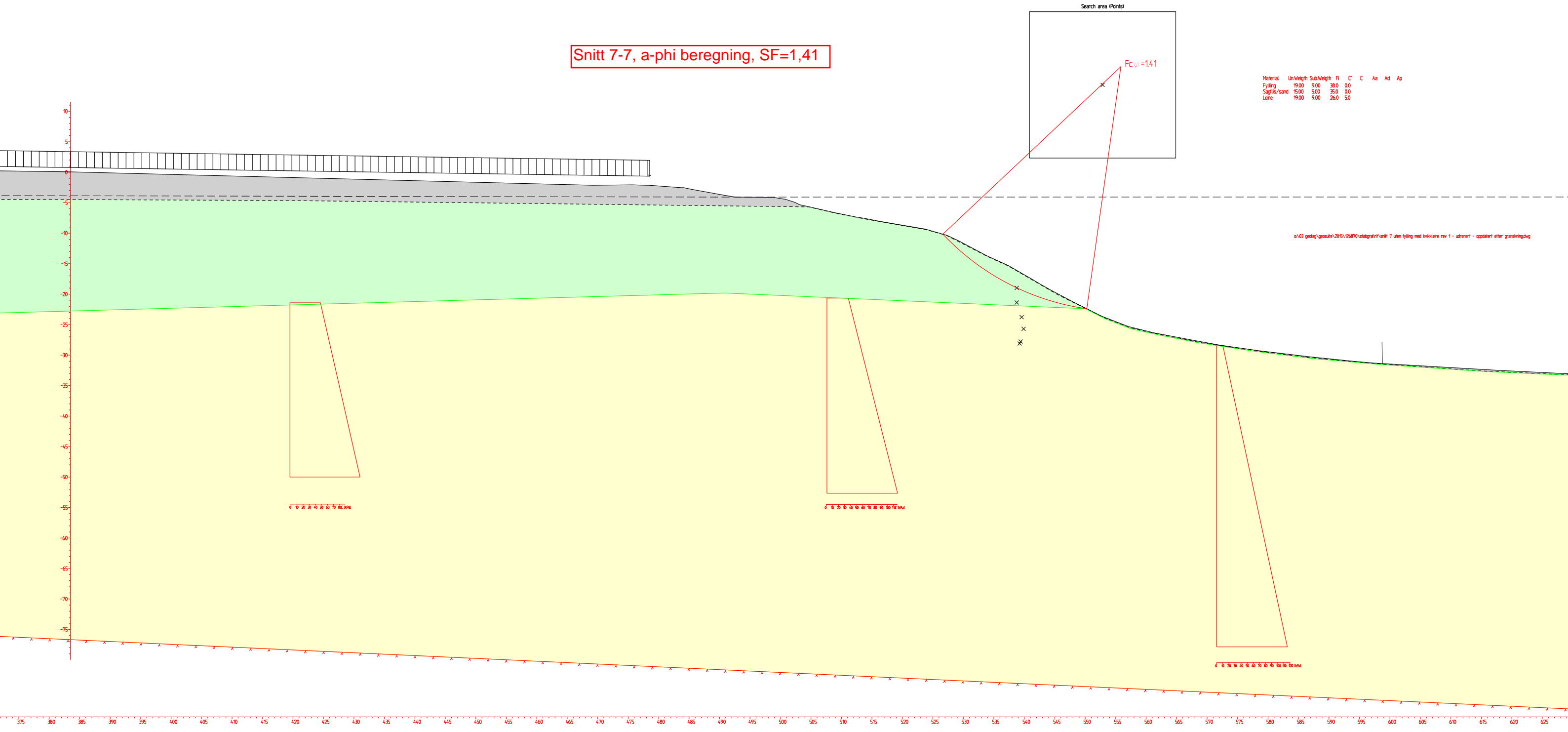
$F_c \varphi = 3.05$

Snitt 3-3, a-phi beregning, SF=3,05

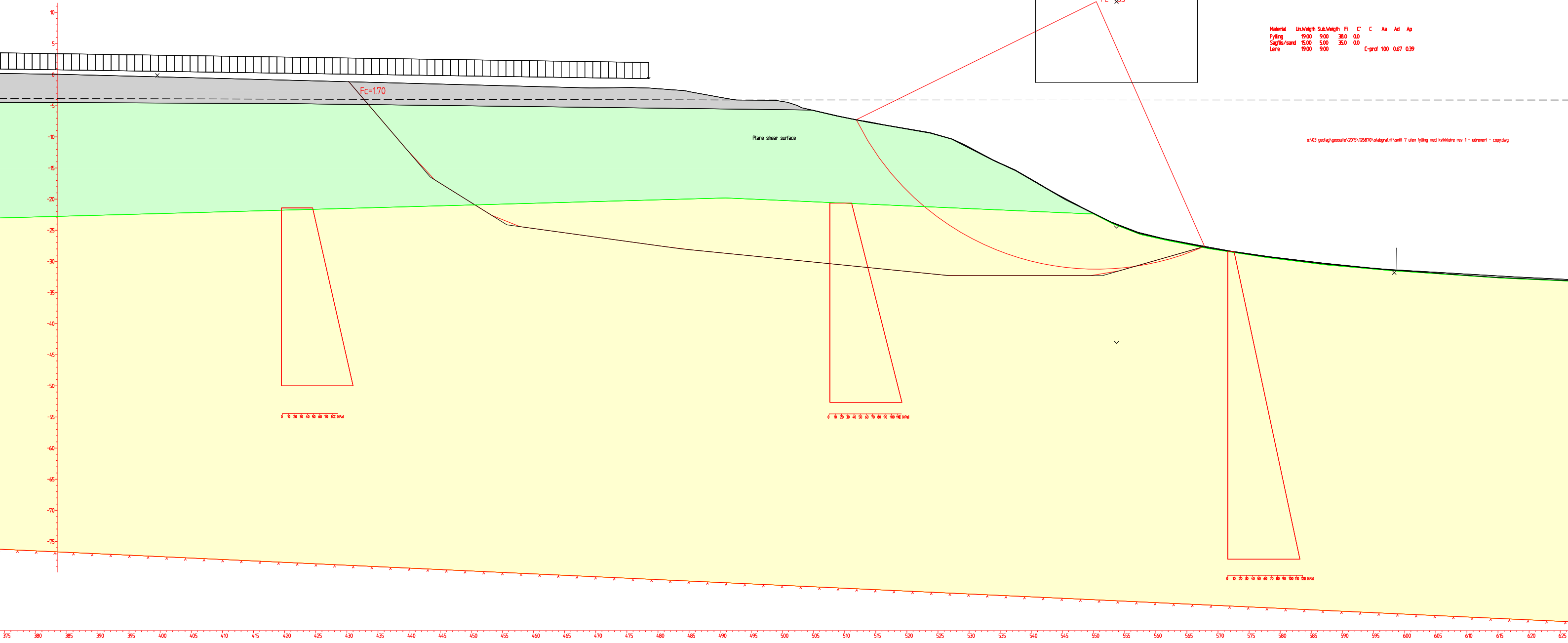




Snitt 7-7, a-phi beregning, SF=1,41

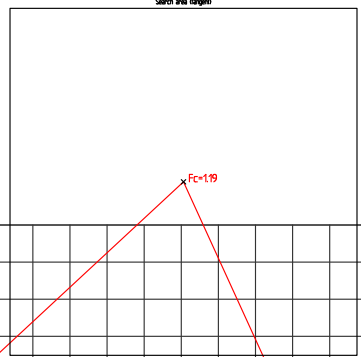


Snitt 7-7, Su-beregning, SF=1,35

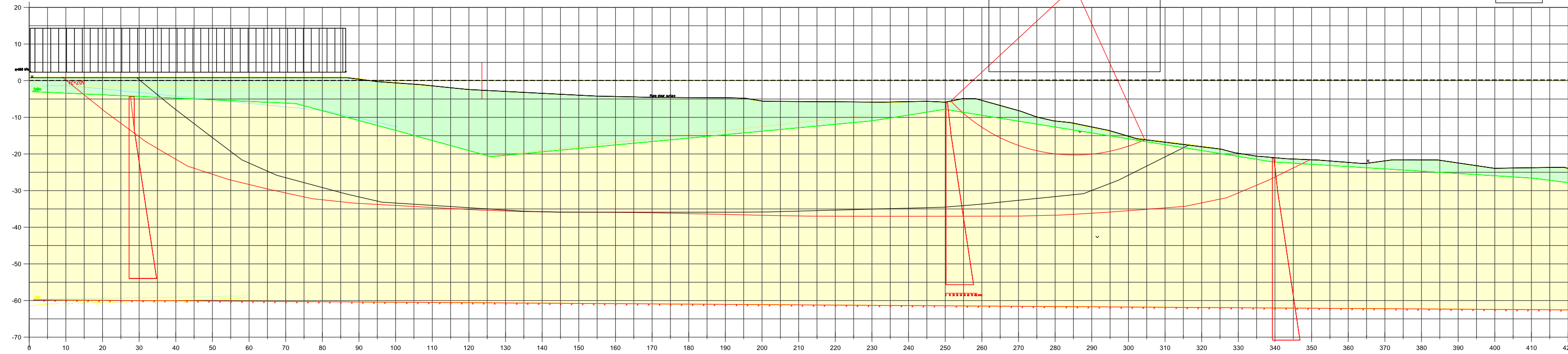


Snitt FB1, Su beregning, SF=1,19 ute i sjøen

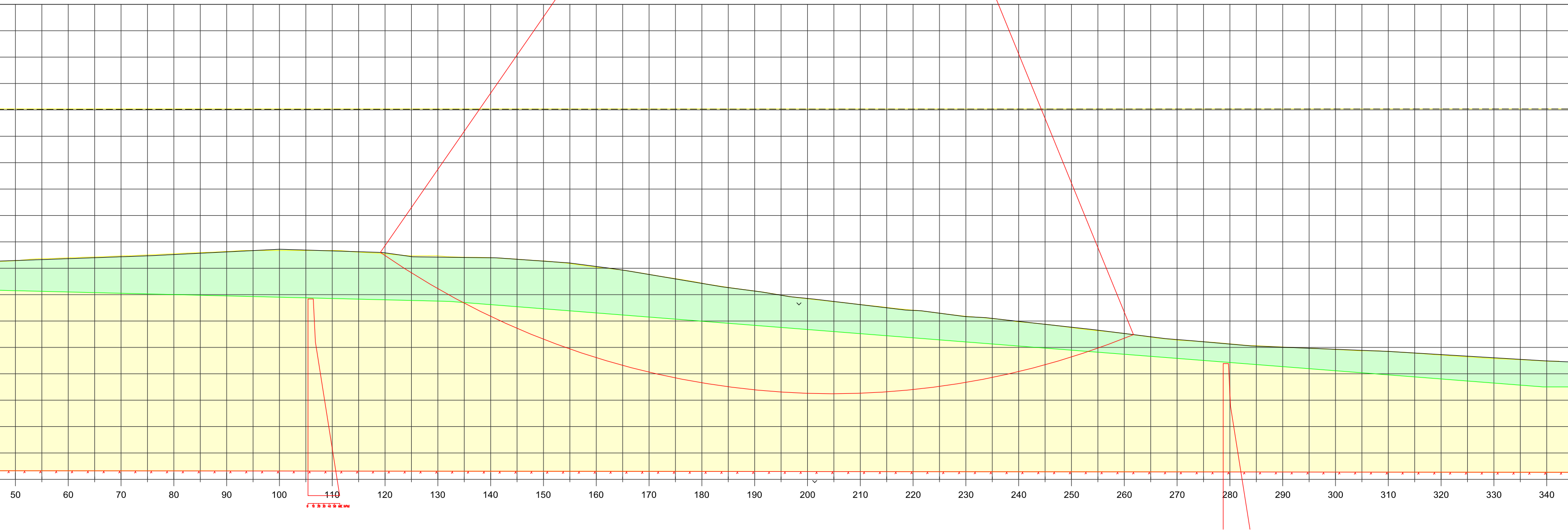
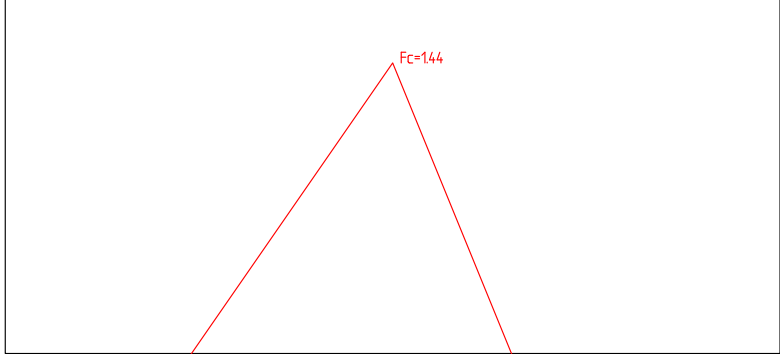
Navn: Utsjøen Saltnes R. C. C. As. As. As.
Lengde: 100 100 100 100 100
Løst: 100 100 100 100 100



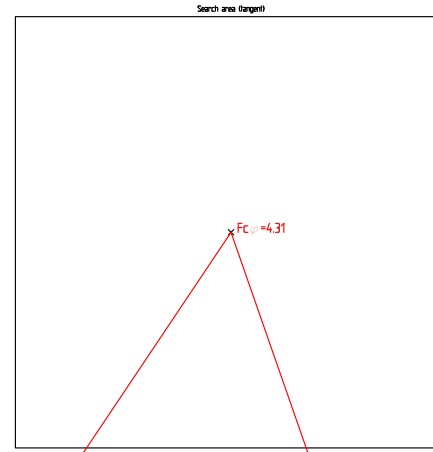
PROFIL: FB-1



Snitt FB2, Su beregning, SF=1,44

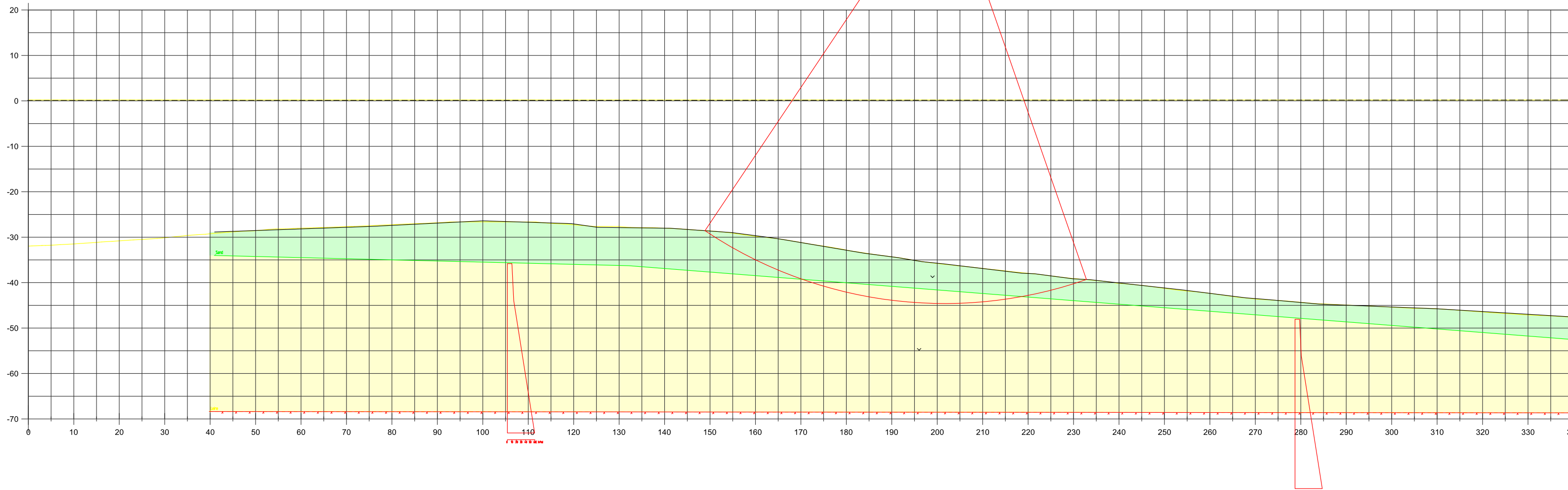


Snitt FB2, a-phi beregning, SF=4,31



Material	UnWeigh	SubWeigh	R	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand	900	500	34.0	00				
Lera	1000	500	26.0	00				

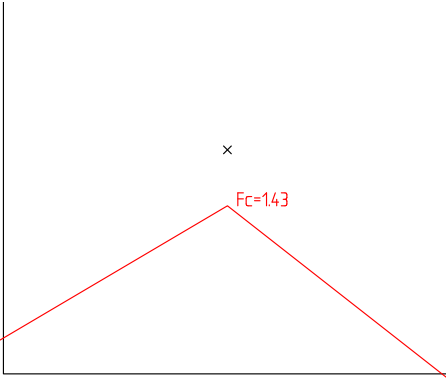
© 1998 geoteknisk 2015-08-17 10:07:41 AM 102kg



VEDLEGG C

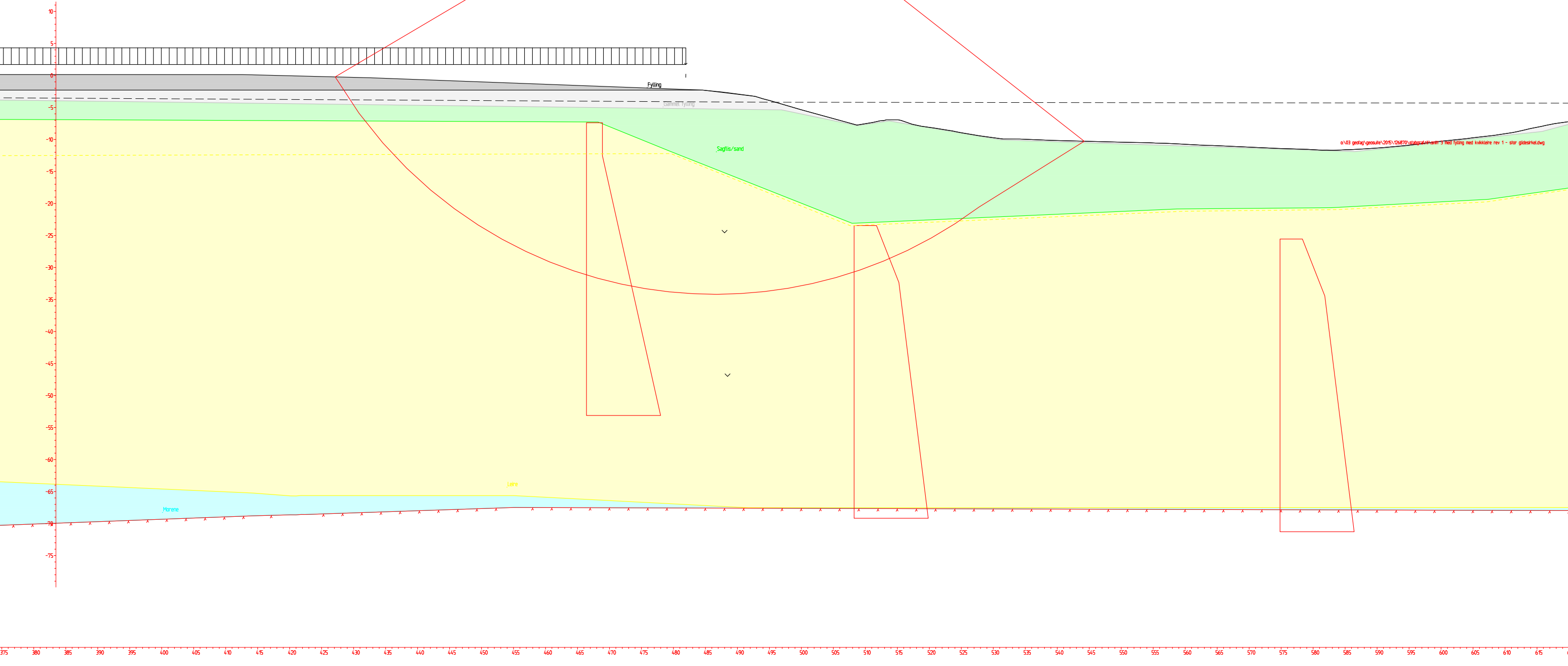
Tegninger reviderte stabilitetsberegninger

(8 sider)

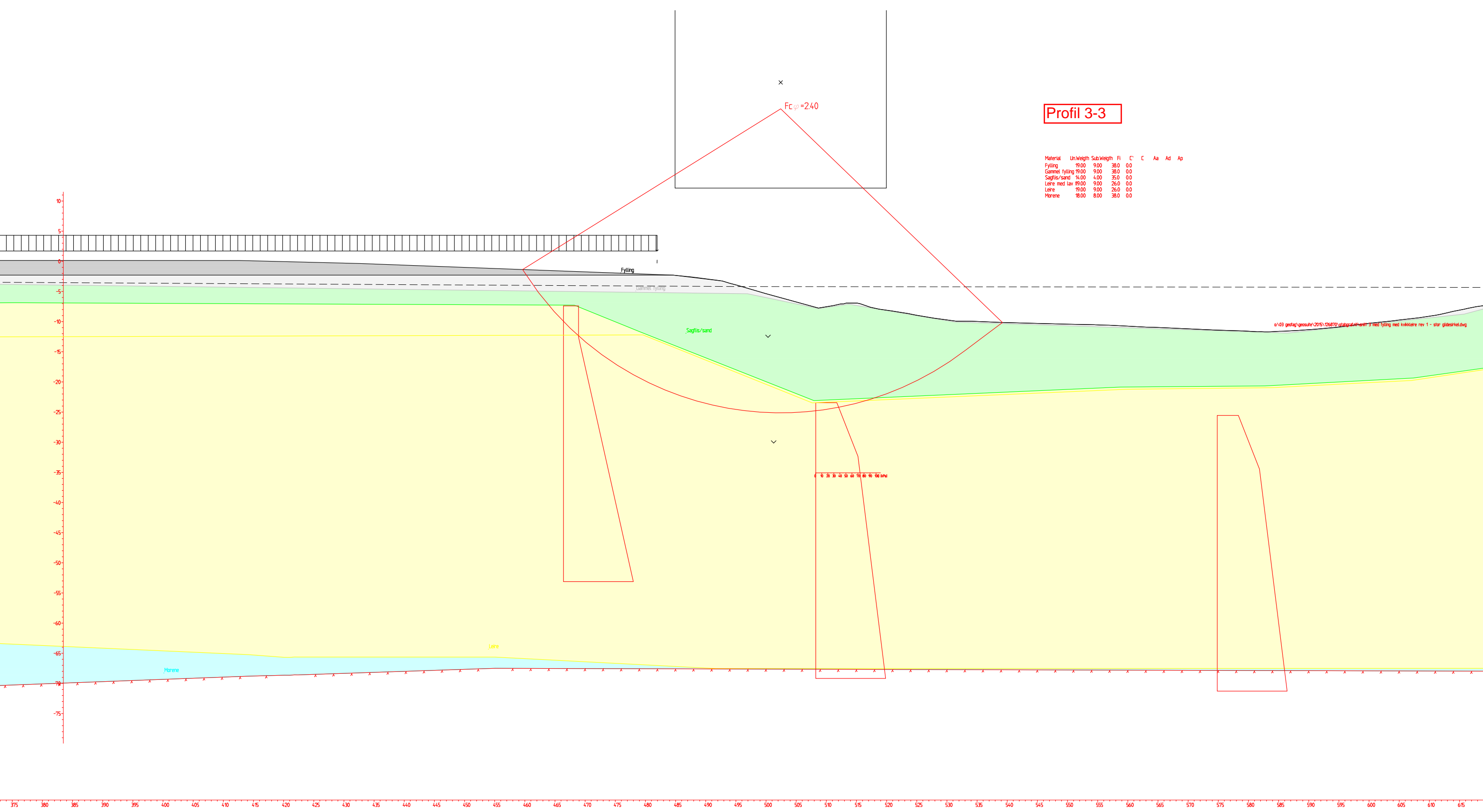


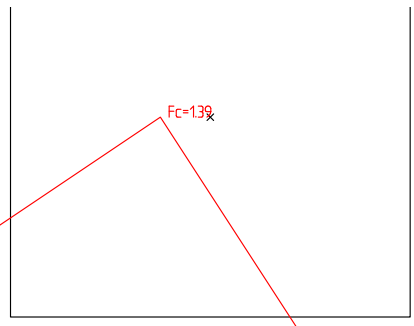
Profil 3-3

Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19,00	9,00	38,0	0,0						
Gammel fylling	19,00	9,00	38,0	0,0						
Saglis/sand	14,00	4,00	35,0	0,0						
Leire med lav	19,00	9,00					C-prof	100	0,63	0,35
Leire	19,00	9,00					C-prof	100	0,67	0,39
Morene	18,00	8,00	38,0	0,0						



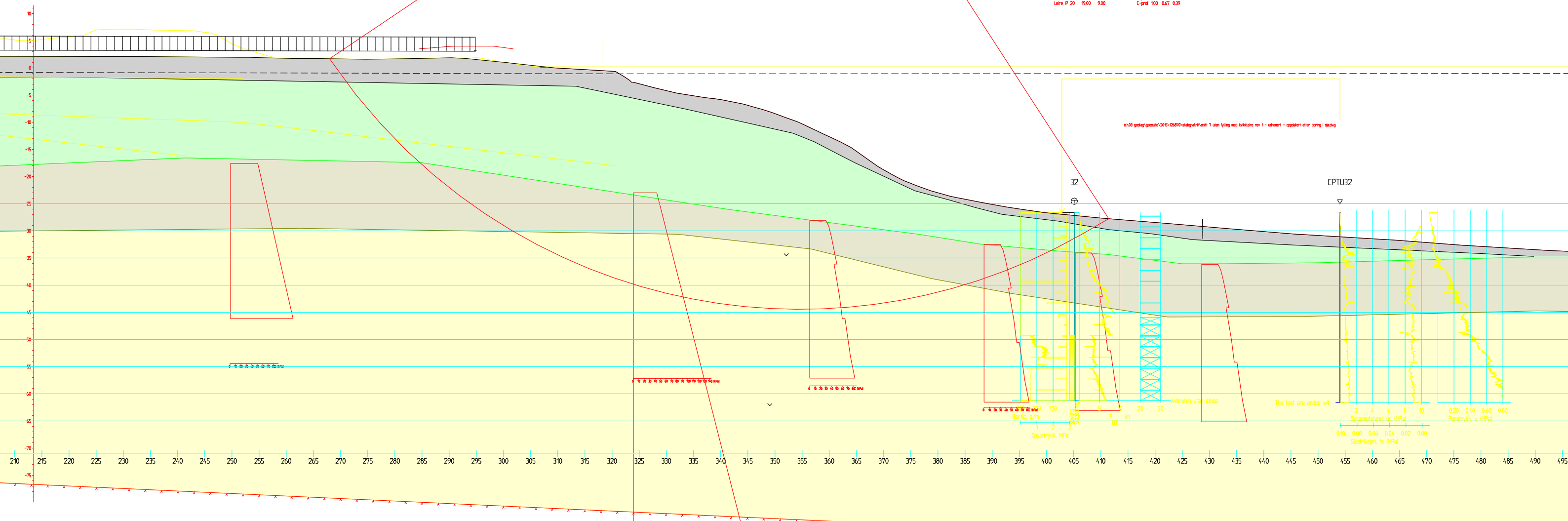
e:\03\geofag\genule\2015\26870\stat\stat\3\rev 1 med fylling med kvikklere rev 1 - stor glesketal.dwg



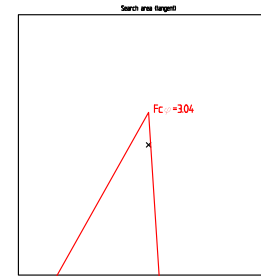


Profil 7-7

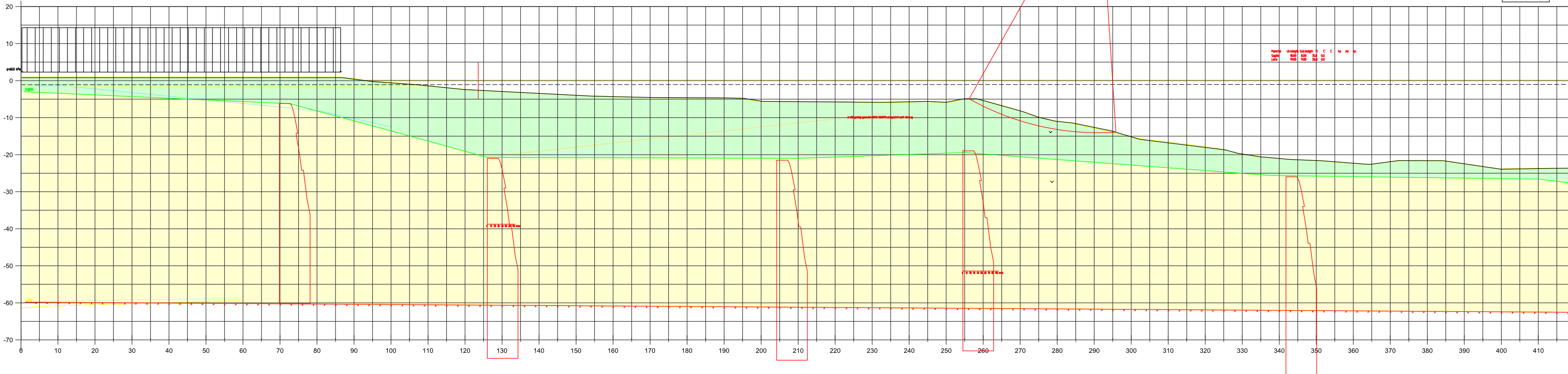
Materiell	Unkveg	Subveg	fi	C	C	As	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	38.0	0.0				
Sagflor/sand	5.00	5.00	40.0	0.0				
Lera (P1)	19.00	9.00			C-praf	100	0.63	0.35
Lera (P 20)	19.00	9.00			C-praf	100	0.67	0.39

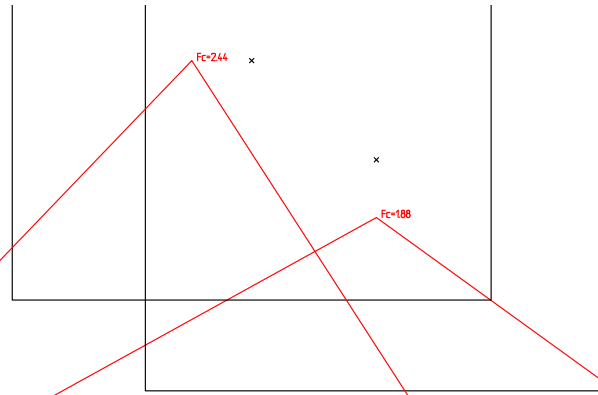


PROFIL: FB-1



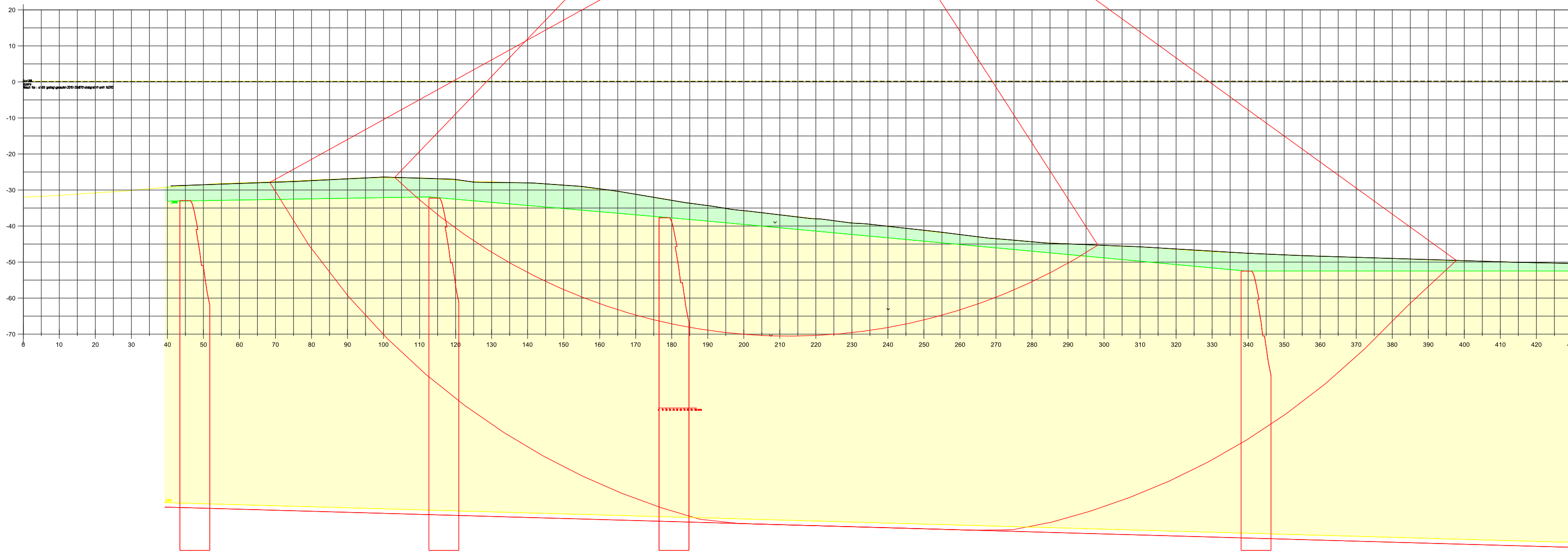
Point	Station	Height	H	C	C	Az	M	W
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10	-1	10	0	0	0	0	0
3	20	-2	20	0	0	0	0	0
4	30	-3	30	0	0	0	0	0
5	40	-4	40	0	0	0	0	0
6	50	-5	50	0	0	0	0	0
7	60	-6	60	0	0	0	0	0
8	70	-7	70	0	0	0	0	0
9	80	-8	80	0	0	0	0	0
10	90	-9	90	0	0	0	0	0
11	100	-10	100	0	0	0	0	0
12	110	-11	110	0	0	0	0	0
13	120	-12	120	0	0	0	0	0
14	130	-13	130	0	0	0	0	0
15	140	-14	140	0	0	0	0	0
16	150	-15	150	0	0	0	0	0
17	160	-16	160	0	0	0	0	0
18	170	-17	170	0	0	0	0	0
19	180	-18	180	0	0	0	0	0
20	190	-19	190	0	0	0	0	0
21	200	-20	200	0	0	0	0	0
22	210	-21	210	0	0	0	0	0
23	220	-22	220	0	0	0	0	0
24	230	-23	230	0	0	0	0	0
25	240	-24	240	0	0	0	0	0
26	250	-25	250	0	0	0	0	0
27	260	-26	260	0	0	0	0	0
28	270	-27	270	0	0	0	0	0
29	280	-28	280	0	0	0	0	0
30	290	-29	290	0	0	0	0	0
31	300	-30	300	0	0	0	0	0
32	310	-31	310	0	0	0	0	0
33	320	-32	320	0	0	0	0	0
34	330	-33	330	0	0	0	0	0
35	340	-34	340	0	0	0	0	0
36	350	-35	350	0	0	0	0	0
37	360	-36	360	0	0	0	0	0
38	370	-37	370	0	0	0	0	0
39	380	-38	380	0	0	0	0	0
40	390	-39	390	0	0	0	0	0
41	400	-40	400	0	0	0	0	0
42	410	-41	410	0	0	0	0	0
43	420	-42	420	0	0	0	0	0





Profil FB-2

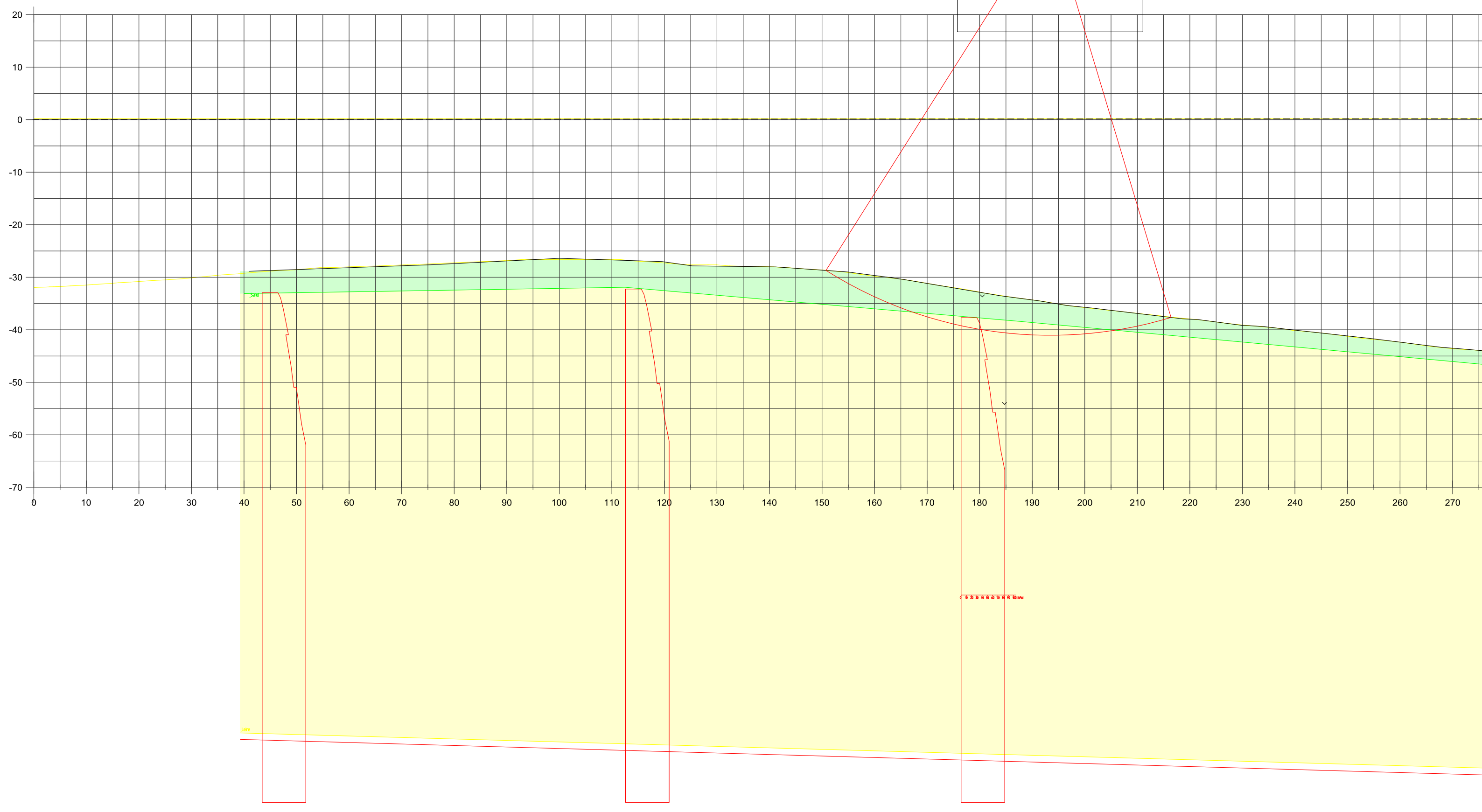
Name:
 Date:
 Scale:
 Author:
 Project:



Search area (tangent)

Profil FB-2

Material	Un	Weight	Sub	Weight	Fl	C	C	Aa	Ad	Ap
Sand	1800	800	34.0	0.0						
Lehm	1900	900	26.0	0.0						



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270

20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70

Sand

Lehm

Fc, φ = 4.01

x

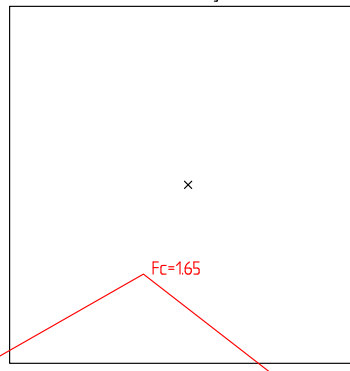
----->Gw

VEDLEGG D

Tegninger reviderte stabilitetsberegninger etter supplerende boringer

(4 sider)

Search area (tangent)



Profil 3-3

Material	Unvægh	Subvægh	Fi	C	E	Aa	Ad	Ap
Fyling	19.00	9.00	38.0	0.0				
Gammel fyling	19.00	9.00	38.0	0.0				
Sagflis/sand	14.00	4.00	35.0	0.0				
Lære med lav	19.00	9.00			C-prof	100	0.63	0.35
Lære	19.00	9.00			C-prof	100	0.67	0.39
Morene	18.00	8.00	38.0	0.0				

