

TIL: P.S. Windegaard AS
v/Per Ståle Windegaard

Kopi: -

Fra: Grunnteknikk AS

Dato: 20.06.2024
Dokumentnr: 117169n5
Prosjekt: 114251 Grimstad. Nymo industriområdet
Utarbeidet av: Eelco van Raaij
Kontrollert av: Jon Adersen Gulbrandsen

Grimstad. Nymo industriområdet Stabilitetsvurderinger for delområdet «Nymo midten»

Sammendrag:

GrunnTeknikk er engasjert av P.S. Windegaard for geoteknisk bistand ifm. videreutvikling av Nymo industriområdet i Grimstad kommune. I og omkring industriområdet er det påvist kvikkleire og det er tidligere definert to aktsomhetsområder og en faresone for kvikkleireskred som berører industriområdet.

GrunnTeknikk har utført supplerende grunnundersøkelser og nye stabilitetsvurderinger som underlag for å vurdere risiko og muligheter ifm. fremtidig utvikling av industriområdet.

De utfyllende stabilitetsberegninger av skråningene vest og sørvest for Nymo industriområdet i delområdet «Nymo midten» viser tilfredsstillende sikkerhet iht. gjeldende krav i NVE veileder 1/2019.

Beregning av dagens sjøfront i profil C og D (sør for spunt strandsoneprosjektet) i delområdet «Nymo midten», viser en lav sikkerhet. Stabilitet til sjøfronten må vurderes nærmere og korrigerende tiltak bør vurderes som beskrevet i notatet.

Aktsomhetsområdet «Nymo» må utredes videre til en faresone for kvikkleireskred iht. gjeldende regelverk. Det anbefales at en slik utredning gjøres som del av detaljregulering og/eller byggesak ifm. fremtidige søknadspliktige tiltak slik at utredningen kan tilpasses aktuelle tiltak.

Nærmere detaljer kommer frem i notatet.

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	4
2	Terreng og grunnforhold	5
3	Aktsomhetsområdet for områdeskred.....	6
4	Stabilitetsvurderinger	8
4.1	Sikkerhetskrav mot områdeskred	8
4.2	Stabilitetsvurderinger Geovita 2008 - 2010	9
4.3	Utfyllende stabilitetsberegninger vest og sørvest for Nymo industriområdet.....	10
4.4	Kontrollberegninger stabilitet av dagens sjøfront	12
4.5	Videre utredning av faresone for kvikkleireskred.....	15

TEGNINGER

118180-500 Borplan med terrengprofiler 1:1500

VEDLEGG

1 Resultater fra stabilitetsberegninger

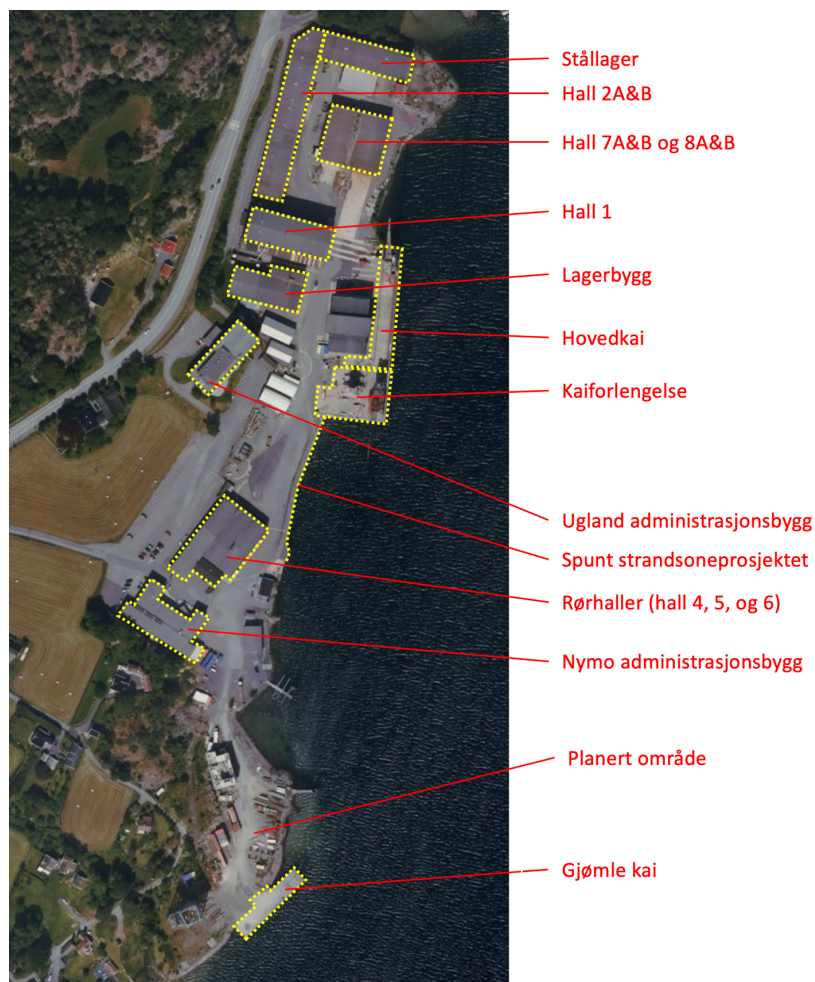
REFERANSER

- [1] GrunnTeknikk AS notat 117169n1 Grimstad. Nymo industriområdet. Oppsummering av grunnundersøkelser og fundamenteringsløsninger av eksisterende konstruksjoner, datert 13.03.2023.
- [2] GrunnTeknikk AS notat 117169n2 Grimstad. Nymo industriområdet. Vurdering av setninger og fundamentering stållageret, datert 18.04.2023.
- [3] GrunnTeknikk AS notat 117169n3 Grimstad. Nymo industriområdet. Innledende vurdering områdestabilitet, datert 07.07.2023.
- [4] GrunnTeknikk AS notat 117169n4 Grimstad. Nymo industriområdet. Prosjektering av stålkjernepeler til platestativ, datert 31.01.2024.
- [5] GrunnTeknikk AS datarapport 117927r1 Grimstad. Nymo industriområdet. Grunnundersøkelser. Geoteknisk datarapport, datert 06.05.2024.
- [6] GrunnTeknikk AS teknisk beregning 118180tb1 Grimstad. Nymo Industriområde. Vurdering områdestabilitet. Stabilitetsberegninger for områdestabilitetsvurdering, datert 03.06.2024.
- [7] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) veileder 1/2019. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, utgitt desember 2020.
- [8] Geovita AS notat G-01 Grimstad. Strandsoneprosjektet, Spuntet kaifront mellom "kaiforlengelse" og "rørhaller". Geotekniske beregninger, datert 22.01.10.

- [9] Geovita AS notat G-04 A/S Nymo. Spuntkonstruksjon mellom "Kai-forlenger" og "Rørhaller". Fremtidig vedlikehold, datert 20.10.2015.
- [10] Parker Maritime rapport nr. 1602013-16000712, Dybdekontroll av grusfylling i Vikkilen, Grimstad, datert 10.10.2016.

1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av P.S. Windegaard AS for geoteknisk bistand ifm. videreutvikling av Nymo industriområdet i Grimstad kommune. Figur 1 viser en oversikt over verftsområdet og de største bygg og kaier på industriområdet.



Figur 1 Oversikt over større bygg og konstruksjoner på Nymo industriområdet.

I og omkring industriområdet er det påvist kvikkleire og det er tidligere definert to aktsomhetsområder og en faresone for kvikkleireskred som berører industriområdet. GrunnTeknikk har utført supplerende grunnundersøkelser og nye stabilitetsvurderinger som underlag for å vurdere risiko og muligheter ifm. fremtidig utvikling av industriområdet. Dette notatet oppsummerer de utfyllende geotekniske stabilitetsvurderinger og er begrenset til delområdet «Nymo midten», som vist i Figur 2.

Det er ingen konkrete planer i dag for nye søknadspliktige tiltak i industriområdet. For fremtidige søknadspliktige tiltak må risiko for områdeskred utredes som del av detaljregulering og/eller byggesak når konkrete planer foreligger. Utredningen må utføres iht. gjeldende regelverk, inkludert plan- og bygningsloven, TEK17 og NVE veileder 1/2019. Utredningen og evt. korrigerende tiltak kan dermed tilpasses aktuelle tiltak.



Figur 2 Delområder for områdestabilitetsvurdering

GrunnTeknikk har tidligere skrevet følgende notater for Nymo industriområdet:

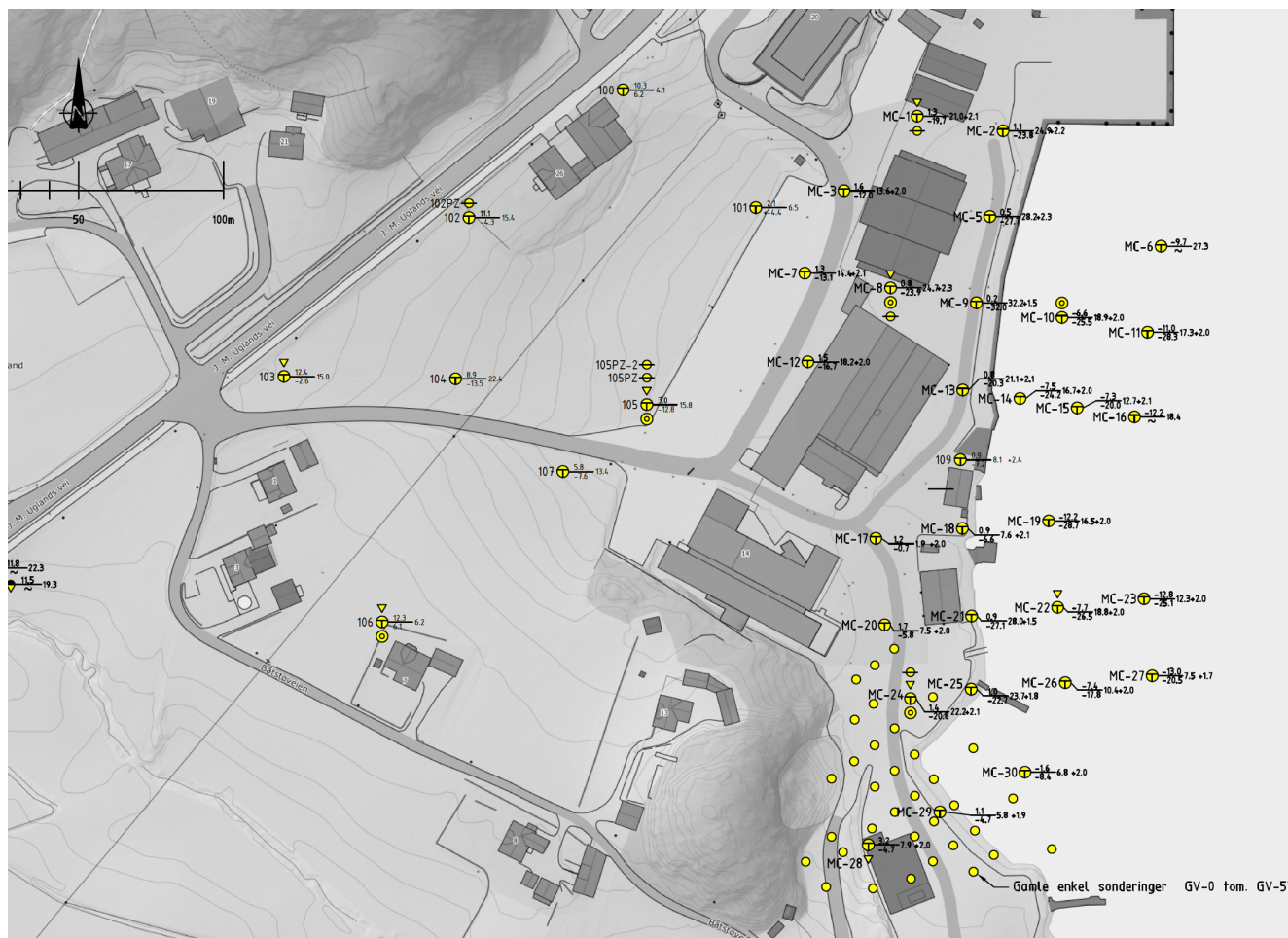
- Notat 117169n1, ref. [1], med en oppsummering av grunnundersøkelser og fundamenteringsløsninger av eksisterende konstruksjoner på industriområdet.
- Notat 117169n2, ref. [2], med en vurdering av setninger og fundamentering av stållageret.
- Notat 117169n3, ref. [3], med en innledende vurdering av områdestabilitet (risiko for kvikkleireskred) for industriområdet.
- Notat 117169n4, ref. [4], med detaljprosjektering av pelefundamentering for et nytt platestativ til stållagret
- Datarapport 117927r1, ref. [5], som oppsummerer supplerende grunnundersøkelser utført i 2024.

Dette notatet 117169n5 oppsummerer de utfyllende geotekniske stabilitetsvurderinger utført for delområdet «Nymo midten».

2 Terreng og grunnforhold

Terreng og grunnforhold er tidligere beskrevet i detalj i notat 117169n1 og 117169n3. Det er utført supplerende grunnundersøkelser i 2024 i området vest for industriområdet for å skaffe et bedre grunnlag for stabilitetsvurderinger. De supplerende grunnundersøkelser er oppsummert i datarapport 117927r1. Figur 3 viser utsnitt fra borplan med både de nye supplerende grunnundersøkelser og tidligere utførte grunnundersøkelser.

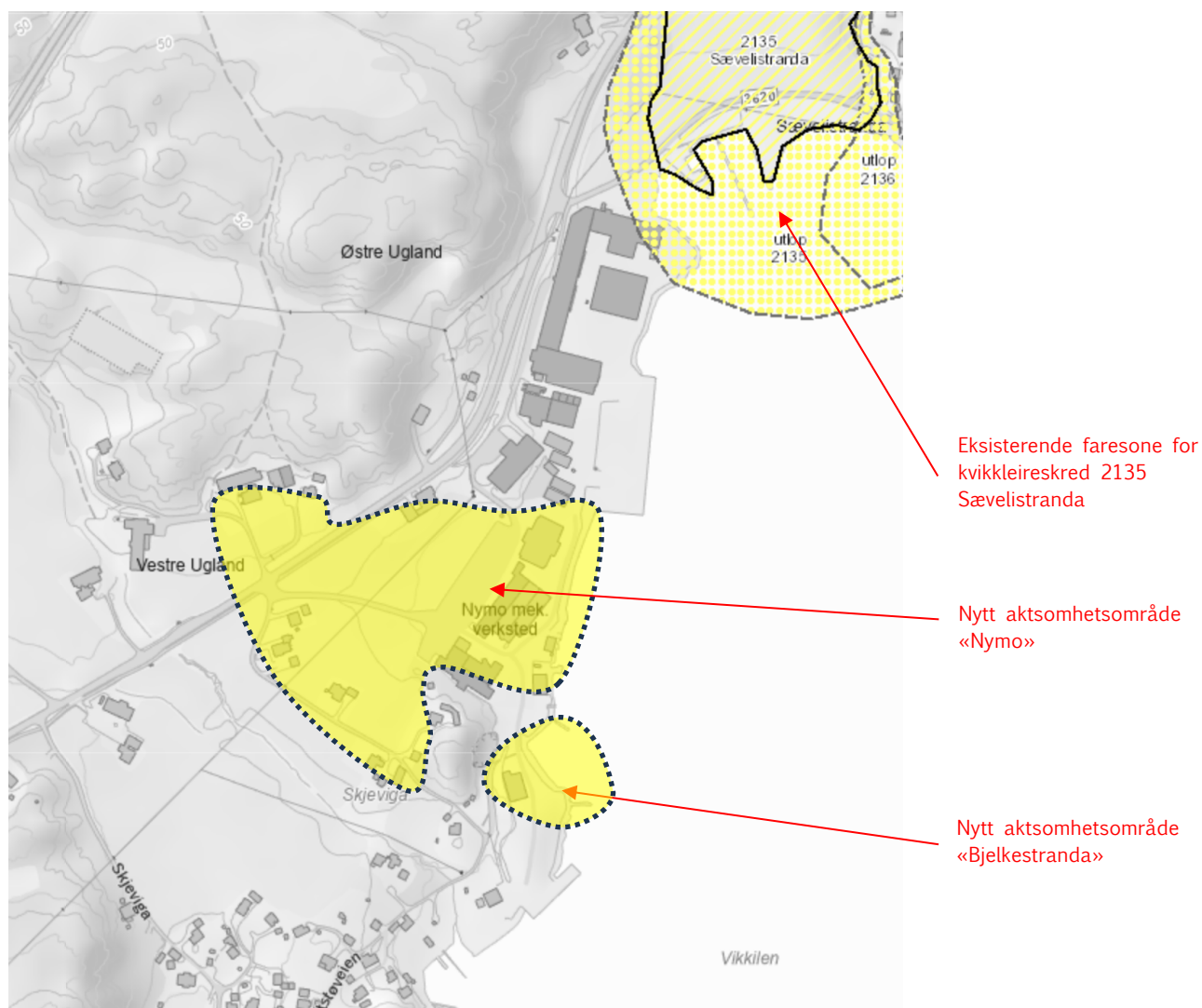
De supplerende grunnundersøkelser i skråningen vest for industriområdet viser i hovedsak et ca. 1-3 m tykt topplag av antatt tørrskorpeleire/fyllmasser. Derunder er det registrert stor mektighet av antatt leire/kvikkleire. Kvikkleire tidligere påvist på industriområdet strekker seg dermed også videre opp i skråningen, unntatt borpunkt 106. Prøveserien i borpunkt 106 viser leire som ikke er klassifisert som kvikkleire/sprøbruddmateriale.



Figur 3 Utsnitt fra borplan i datarapport 117927r1.

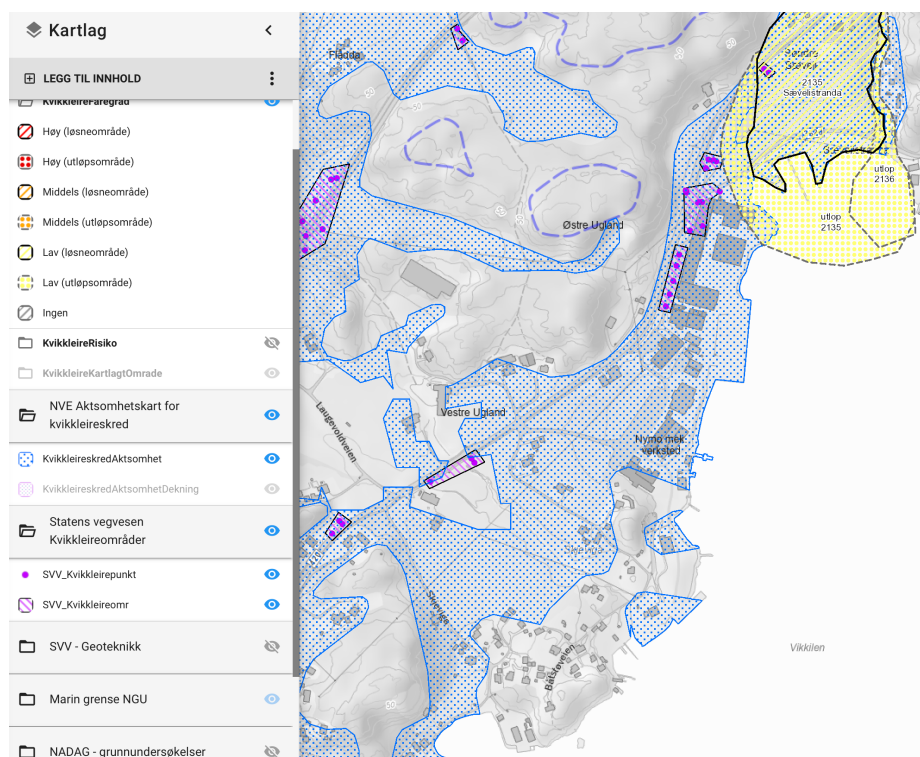
3 Aktsomhetsområdet for områdeskred

GrunnTeknikk har i 2023 utført en innledende vurdering av områdestabilitet for Nymo industriområdet i notat 117169n3. Den innledende vurdering ble gjort iht. NVE veileder 1/2019 og ble begrenset til kartlegging av aktsomhetsområder for områdeskred. Figur 4 viser de to nye aktsomhetsområder som ble definert, i tillegg til den eksisterende faresonen for områdeskred «2135 Sævelistranda» i nord. De to nye aktsomhetsområdene er ikke meldt inn til NVE.



Figur 4 Nye aktsomhetsområder for områdeskred, ref. [3].

Det bemerkes at NVE har utgitt et nytt aktsomhetskartprodukt i april 2024. Figur 5 viser utsnitt fra NVE temakart kvikkleireskredfare med det nye aktsomhetskartproduktet, og viser et tilsvarende bilde som vurderinger i notat 117169n3.



Figur 5 Utsnitt fra temakart kvikkleireskredfare fra NVE tatt 06.06.2024 som viser aktsomhetskart for kvikkleire med skravert blåfarge (<https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire>).

4 Stabilitetsvurderinger

4.1 Sikkerhetskrav mot områdeskred

Plan- og bygningsloven (PBL) og forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) stiller krav for utredning av sikker byggegrunn iht. områdeskredfare (områdestabilitet). Sikkerhet mot områdeskred må vurderes iht. NVE veileder 1/2019, ref. [7].

Sikkerhetskrav mot områdeskred er differensiert avhengig av tiltakskategori ut fra konsekvens ved skred som beskrevet i NVE veileder 1/2019. For industribygg gjelder for eksempel den strengeste tiltakskategorier K4, med følgende krav til sikkerhetsfaktor (forenklet gjengitt):

- For tiltak som forverrer stabiliteten kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,61$ (inkludert sprøhetsforhold f_s) og $F_{c\phi} \geq 1,25$.
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.
- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhetsfaktor $F_{c\phi} \geq 1,25$ samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$.
- Dersom man velger å bedre områdestabiliteten ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.

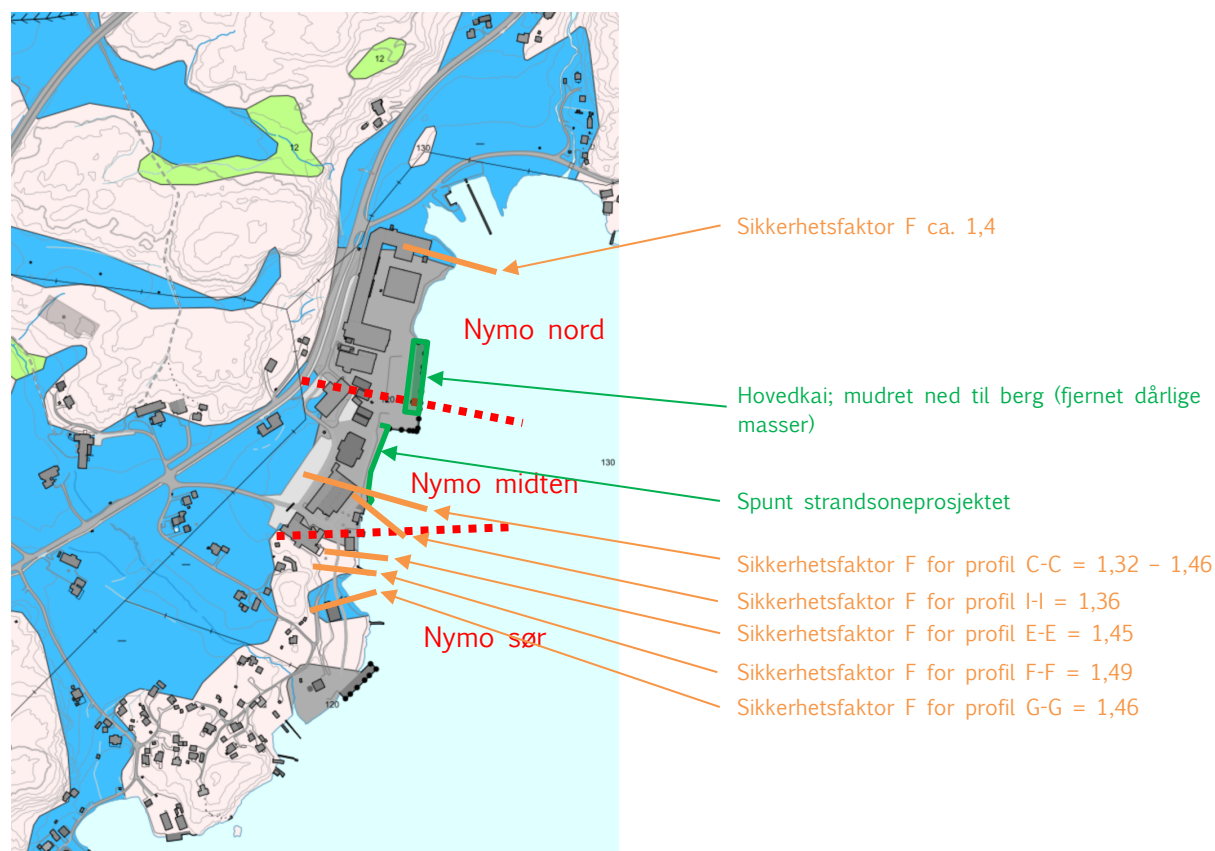
Ved lav sikkerhet kan prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor være aktuelt. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltak må forebygges.

Når konkrete planer for fremtidig søknadspliktige tiltak foreligger, kan aktuelle sikkerhetskrav (krav til sikkerhetsfaktor) iht. veileder 1/2019 bestemmes.

4.2 Stabilitetsvurderinger Geovita 2008 - 2010

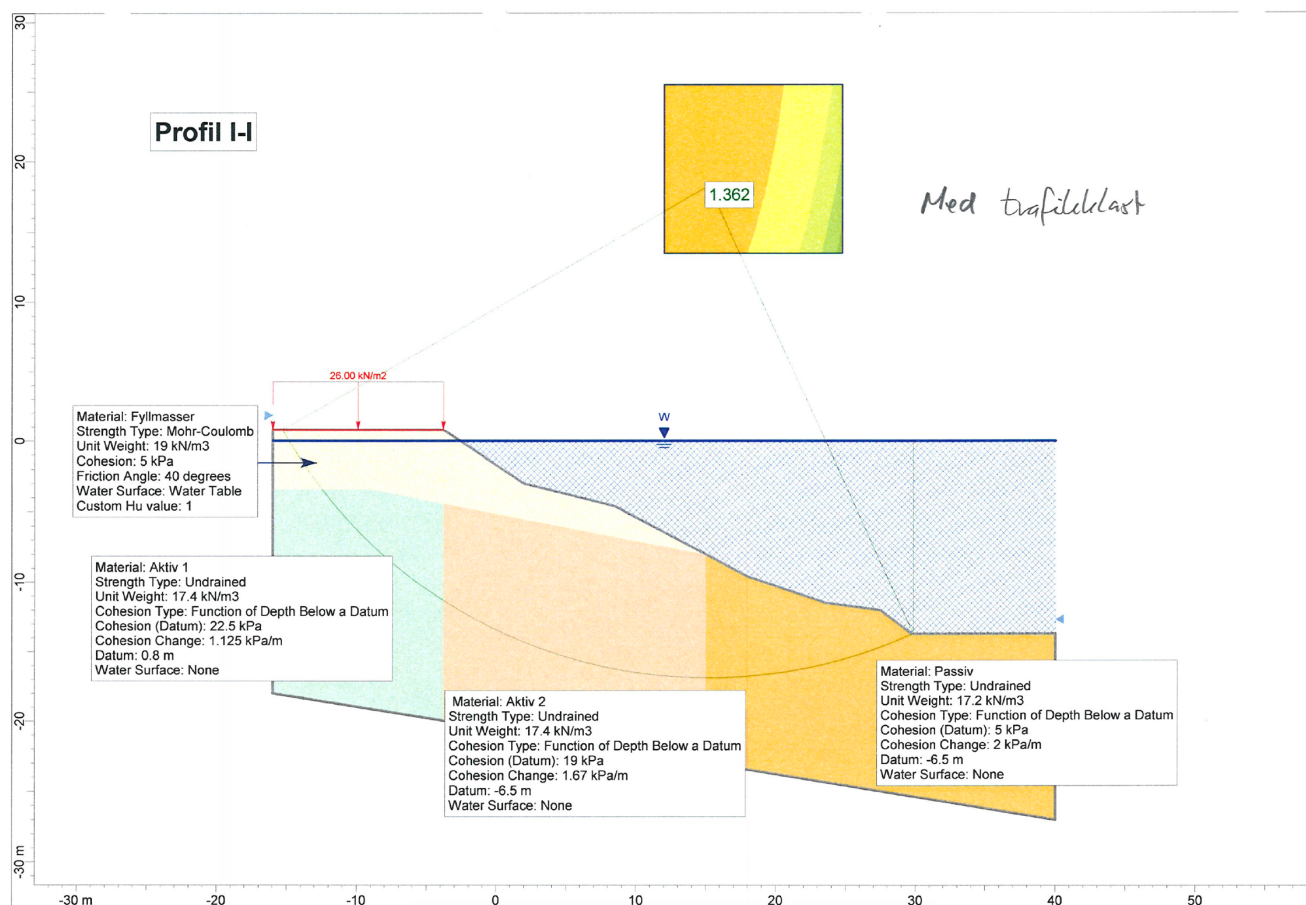
Geovita har vurdert stabiliteten av sjøfronten i 2008 - 2010 ifm. strandsoneprojektet. Vurderinger er oppsummert i notat G01 fra Geovita, ref. [8]. Dimensjonering ble utført til det da gjeldende regelverket som er mindre streng enn dagens NVE veileder 1/2019 (krav til sikkerhetsfaktor 1,4 ble brukt av Geovita).

Figur 6 fra notat 117169n3 oppsummerer de viktigste stabilitetsberegninger og sikringstiltak i strandlinjen. Resultater fra stabilitetsberegninger viste lavest sikkerhetsfaktor på 1,32 til 1,46 i kritisk profil C-C¹ for lasttilfeller med hhv. trafikklast bak hele spunt og begrenset trafikklast. Beregnet lavest sikkerhet i profil I-I (rett sør for den sørlige enden av spunt strandsoneprojektet, dvs. uten spunt) er 1,36 med trafikklast og 1,62 uten trafikklast. Figur 7 viser utsnitt fra stabilitetsberegning med trafikklast for profil I-I. Kvalitet av de utførte stabilitetsberegninger er ikke vurdert i detalj.



Figur 6 Stabilitetsberegninger (oransje farge) og sikringstiltak (grønn farge) langs strandlinjen.

¹ Kritisk profil C-C ble av Geovita vurdert som kritisk snitt for hele spuntkonstruksjonen i strandsoneprojektet.



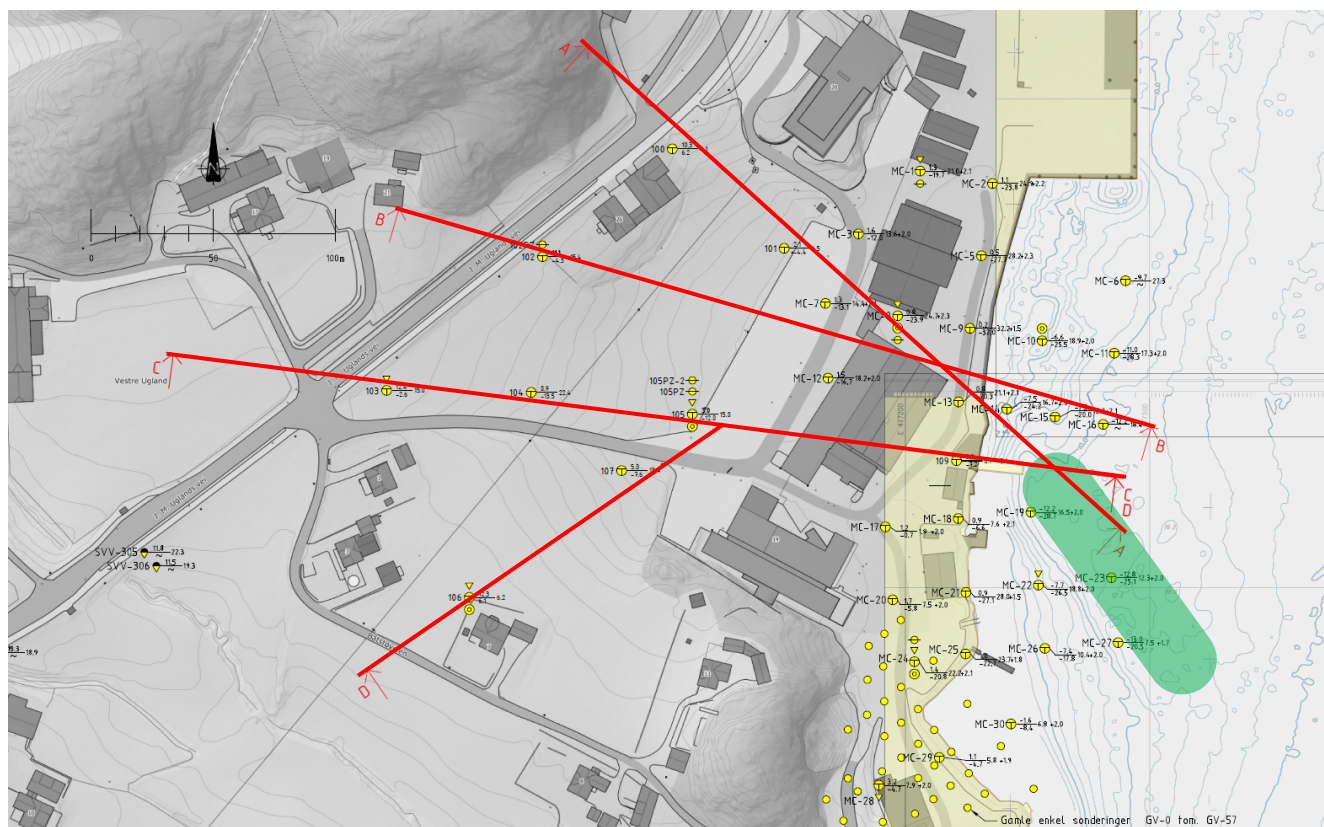
Figur 7 Stabilitetsberegning for profil I-I med trafikklast fra Geovita notat G-01.

Geovita har videre gitt anbefalinger for fremtidig vedlikehold av spuntkonstruksjonen i notat G-04, ref. [9]. For sikre stabiliteten er spesielt vedlikehold med fylling av stein i sjøen utenfor spunt ved behov viktig.

4.3 Utfyllende stabilitetsberegninger vest og sørvest for Nymo industriområdet

Det er utført stabilitetsberegninger av skråningene vest og sørvest for industriområdet i delområdet «Nymo midten». Stabilitetsberegninger er utført med utgangspunkt i dagens situasjon, tidligere utførte grunnundersøkelser og de supplerende grunnundersøkelser utført i 2024. Stabilitetsberegninger er oppsummert i teknisk beregning 118180tb1, ref. [6].

Borplan med aktuelle beregningsprofiler er vist i Figur 8 og tegning 118180-500. Det er plassert 4 stk. beregningsprofiler A tom. D med bakgrunn i topografien og grunnforhold. Disse beregningsprofiler vurderes å være representativ for vurdering av skråningsstabilitet i området.



Figur 8 Borplan med vurderte beregningsprofiler A tom. D. Ca. plassering av fotavtrykk til den gamle flytedokken er markert med grønn farge.

Parametere for stabilitetsberegningene er bestemt med bakgrunn i utførte grunnundersøkelser og erfaringsbaserte parametere som beskrevet i detalj i teknisk beregning 118180tb1. De supplerende grunnundersøkelser i 2024 har gitt et godt grunnlag for å bestemme representative jordparametere (designprofiler) i skråningen.

Beregningene er utført etter grenselikevektsmetoden i GeoSuite Stability versjon 22.0.1.0. Beregninger er utført med både total- og effektivspenningsanalyser hvor både sirkulære og sammensatte bruddflater er vurdert. Beregninger er utført uten 3D-effekter iht. vanlig praksis.

Stabilitetsberegninger med resulterende kritiske bruddflater for de forskjellige beregningsprofiler er vist i vedlegg 1. Beregnede sikkerhetsfaktorer er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Beregnede sikkerhetsfaktorer fra utfyllende stabilitetsberegninger for skråningene i vest og sørvest.

Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor	Beskrivelse/kommentar
A-A_1	Totalspenning	$F_c = 1,89$	
A-A_2	Effektivspenning	$F_{c\varphi} = 1,97$	For en lokal kritiskbruddflate, større bruddflater har $F_{c\varphi} = 2,35$
B-B_1	Totalspenning	$F_c = 1,54$	Konservativ designprofil fra borpunkt MC-8 fra ca. midten av skråningen og videre nedover
B-B_2	Totalspenning	$F_c = 1,60$	Sensitivitetsanalyse ift. B-B_1 ved å trekke designprofil fra borpunkt 103 ned til ca. midten av skråningen
B-B_3	Effektivspenning	$F_{c\varphi} = 2,04$	For en lokal kritiskbruddflate, større bruddflater med $F_{c\varphi} = 2,22$
C-C_1	Totalspenning	$F_c = 1,72$	
C-C_2	Effektivspenning	$F_{c\varphi} = 3,20$	
D-D_1	Totalspenning	$F_c = 2,17$	
D-D_2	Effektivspenning	$F_{c\varphi} = 2,57$	

Generelt viser de utfyllende stabilitetsberegninger av skråningene vest og sørvest for Nymo industriområdet i delområdet «Nymo midten» tilfredsstillende sikkerhet (beregnet sikkerhetsfaktor $> 1,5$ til $1,6$) for både total og effektivspenningsanalyser iht. gjeldende krav i NVE veileder 1/2019.

Unntaksvis er det for lange bruddflater i beregning B-B_1 beregnet sikkerhet som er lavere enn det typiske strengeste kravet på $1,6$ i NVE veileder 1/2019. Beregning B-B_1 er utført med konservativ designprofil fra borpunkt MC-8 fra ca. midten av skråningen og videre nedover. Som en sensitivitetsanalyse er det utført en tilleggsberegning B-B_2 ved å trekke designprofil fra borpunkt 103 (høyere skjærstyrke enn MC-8) ned til ca. midten av skråningen. Tilleggsberegningen viser sikkerhet på $1,6$.

4.4 Kontrollberegninger stabilitet av dagens sjøfront

Det er i teknisk beregning 118180tb1 også utført nye lokale stabilitetsberegninger av dagens sjøfront rett sør for spunt strandsoneprojektet i profil C og D (profiler er sammenfallende i sjøen). Hensikten med disse kontrollberegninger er å vurdere sikkerheten i dagens situasjon ift. den tidligere vurderingen av Geovita i snitt I-I (beregnet sikkerhet $1,36$ med trafikklast) i det samme området.

Stabilitetsberegninger er utført med utgangspunkt i dagens situasjon og sjøbunn basert på kartlegging av Parker Maritime i 2016, ref. [10]. Jordparameterne (designprofiler) er i hovedsak basert på resultater fra de tidligere grunnundersøkelser, det er i denne omgangen ikke utført supplerende grunnundersøkelser i sjøen. Det er en del usikkerhet knyttet til bestemmelse av representative jordparameterne:

- Treaksialforsøk fra de tidligere grunnundersøkelser (Multiconsult 2008) hadde generelt dårlig kvalitet (pga. prøveforstørrelse).
- Trykksonderinger (CPTU) fra de tidligere grunnundersøkelser (Multiconsult 2008) har avvikende/manglende nullpunktsavlesninger som medfører laveste anvendelsesklasse (klasse 4) for disse sonderingene (dvs. stor usikkerhet knyttet med tolkning av geotekniske parametere fra forsøket).

- Anisotropifaktorer (ADP-faktorer) er justert ned ift. Geovita iht. dagens praksis og anbefalinger i NIFS-rapport 14/2014. Dermed reduseres styrke i designprofilene.

Det er utført flere kontrollberegninger med forskjellige jordparameterne for å prøve å etterberegne de tidligere utført stabilitetsberegninger til Geovita. Kontrollberegninger er utført etter grenselikevektsmetoden i GeoSuite Stability versjon 22.0.1.0. Kontrolleregninger er utført med både total- og effektivspenningsanalyser hvor både sirkulære og sammensatte bruddflater er vurdert. Kontrollberegninger er utført uten 3D-effekter iht. vanlig praksis.

Kontrollberegninger med resulterende kritiske bruddflater for de forskjellige beregningsprofiler er også vist i vedlegg 1. Beregnede sikkerhetsfaktorer er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2: Beregningsresultater fra kontrollberegninger for skråninger ved sjøfronten i profil C-C.

Beregning	Modell	Sikkerhetsfaktor	Beskrivelse/kommentar
C-C_3	Totalspenning	$F_c = 0,98$	Su profil i sjø basert på prøveserien i borpunkt MC-10
C-C_4	Totalspenning	$F_c = 1,04$	Su profil basert på CPTU i borpunkt MC-22
C-C_5	Totalspenning	$F_c = 1,05$	Su profil i sjø basert på prøveserien i borpunkt MC-10 med høye ADP-faktorer
C-C_6	Totalspenning	$F_c = 1,13$	Su profil basert på cpt i MC-22 med høye ADP-faktorer
C-C_7	Effektivspenning	$F_{c\varphi} = 1,02$	

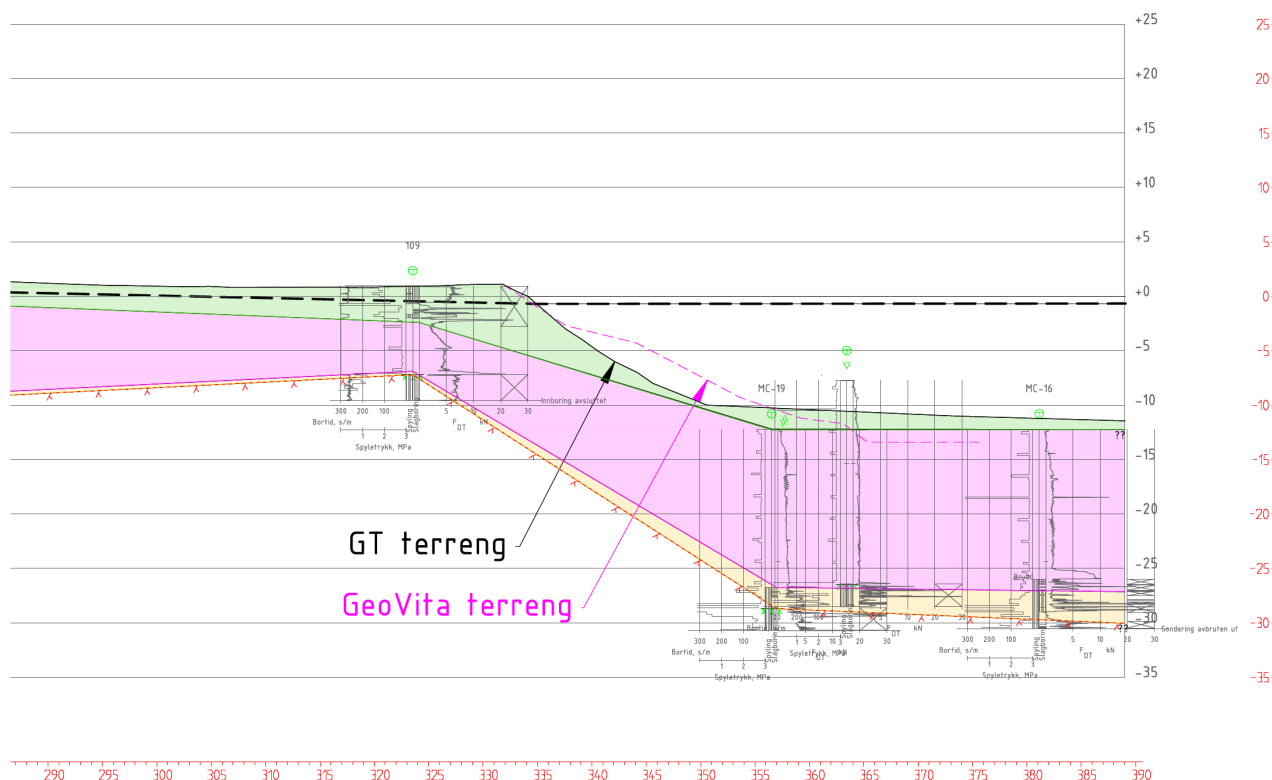
Beregning av dagens sjøfront i profil C og D, sør for spunt strandsoneprosjektet i delområdet «Nymo midten», viser lav sikkerhet (beregnet sikkerhetsfaktor fra 1,0 til 1,1) for både total og effektivspenningsanalyse.

Beregnet sikkerhet i profil C og D er nær labil tilstand (sikkerhetsfaktor 1,0) og vesentlig lavere enn krav i NVE veileder 1/2019 og Eurokode. Det er rapportert om mindre utglidninger av fyllingsfronten ifm. tidligere utfyllingsarbeider i nærheten av den tidligere flytedokken (ingen nærmere detaljer kjent). Samtidig har dagens situasjon eksistert i mange år uten at det er rapportert om nyere utglidninger. Det er flere momenter som kan bidra til at sikkerhet kan være undervurdert i de utførte kontrollberegninger:

- Usikkerhet i jordparameterne er stor og dermed kan anvendte jordparameterne i kontrollberegninger (designprofiler) være for konservativt. Gjennom supplerende grunnundersøkelser på sjøen kan kvalitet av underlaget økes for å bestemme mer korrekte jordparameterne.
- Profil C og D er vurdert gjennom det gamle fotavtrykket til flytedokken som er antatt mudret (også markert i Figur 8). Parallelfiler nord og sør har mindre høydeforskjeller og har dermed en bedre sikkerhet. Gjennom denne «3D-effekten» er trolig sikkerheten, samlet for hele området, bedre enn beregnet for profil C og D.
- Grunnforhold i det gamle fotavtrykket til flytedokken er trolig undervurdert. Gjennom mudring er opprinnelig sjøbunn senket og styrkekøning i dybden er undervurdert (leire er lett overkonsolidert ift. det anvendte tilnærmet normalkonsolidert styrkeprofil fra dagens sjøbunn pga. masser/forbelastning som ble mudret vekk).

Beregnet sikkerhet i profil C og D er også vesentlig lavere enn tidligere beregning utført av Geovita i snitt I-I. Hovedforskjeller mellom begge beregninger er:

- Forskjell i geometrien, Geovita har antatt en slakere sjøbunnsbelining og mer motfylling som vist i Figur 9. Sjøbunnsgeometri i kontrollberegninger er basert på innmålt sjøbunn fra 2016.
- Geovita har anvendt gunstigere anisotropifaktorer (ADP-faktorer) enn beregninger C-C_5 og C-C_6 med allerede høye ADP-faktorer. Ut fra dagens praksis og kunnskap vurderes at ADP-faktorer anvendt i stabilitetsberegning til Geovita som usikre med tanke på mulig prøveforstyrrelse og noe høye ift. vanlig praksis.
- Forskjeller i laster, dybde til berg og vannivået.



Figur 9 Forskjell i geometri i stabilitetsberegning til Geovita (snitt I-I) og kontrollberegning til GrunnTeknikk.

Samlet vurderes at stabilitet til sjøfronten sør for spunt strandsoneprojektet trolig er for lavt og at dette må vurderes nærmere, samt at korrigerende tiltak bør vurderes. Dette er spesielt viktig pga. risiko for stor konsekvens hvor et initialt brudd ved sjøfronten kan utvikle seg til et stort bak overgripende kvikkleireskred som kan berøre et stort område. Følgende punkter anbefales vurdert videre:

1. Usikkerhet i jordparameterne er stor pga. kvalitet av underlaget. Det vurderes dermed ikke hensiktsmessig å utføre mer detaljerte stabilitetsberegninger uten å samle inn et bedre datagrunnlag. Det gjelder spesielt grunnforhold i sjøen. Supplerende grunnundersøkelser anbefales som underlag for å kunne utføre mer detaljerte stabilitetsberegninger.
2. Sjøfronten bør overvåkes og ved tegn av deformasjoner, erosjon eller utglidninger bør geotekniker varsles umiddelbart.

- Området sør for spunt strandsoneprojektet og forbi Nymo administrasjonsbygget mellom intern vei og sjøfronten bør ikke brukes til lagring eller belastes (lastfri sone i 15 m bredde bak sjøfronten).
- Korrigerende tiltak i form av en mot-/støttefylling (langs sjøfronten og i det gamle fotavtrykket til flytedokken) bør utredes.
- Dialog med statsforvalter anbefales startet for å få tillatelse til utfyllingsarbeider i sjøen (kan være en tidskrevende prosess).

Det anbefales at overnevnte punkter settes i gang snarest mulig, dette for å sikre at dagens situasjon har tilfredsstillende sikkerhet.

4.5 Videre utredning av faresone for kvikkleireskred

Risiko for områdeskred vil naturlig inngå som tema i videreutvikling av industriområdet, inkludert evt. reguleringsarbeider. Aktsomhetsområdet «Nymo», ref. notat 117169n3 bør utredes videre av geoteknisk sakkyndig til en faresone for kvikkleireskred iht. gjeldende regelverk. Det anbefales at en slik utredning gjøres som del av detaljregulering og/eller byggesak ifm. fremtidige søknadsppliktige tiltak i delområdet «Nymo midten» slik at utredningen kan tilpasses aktuelle tiltak. I mellomtiden anbefales at aktsomhetsområdet «Nymo» innmeldes til NVE.

Tabell 3 oppsummerer utført utredning av områdeskredfare etter prosedyren i NVE veileder 1/2019 for delområdet «Nymo midten» fra notat 117169n3. Tabellen er oppdatert med resultater fra stabilitetsberegninger i dette notatet ([oppdateringer markert med blå tekst i tabellen](#)).

Tabell 3 Oppsummering av utredning områdeskredfare delområde Nymo midten.

	Steg	Overskrift i NVE's veileder 1/2019	Vurdering
Del 1: Aktsomhetsområder	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Kvikkleirefaresone 2135 Sævelistranda og 2136 Spedalen ligger nord for planområdet.
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	Planområdet ligger under marin grense og innenfor aktsomhetskart «Mulighet for sammenhengende forekomster marin leire».
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	På bakgrunn av terrengkriterier ligger planområdet innenfor et aktsomhetsområde: - Mulig løsneområde langs strandsonen. - Utløpsområde fra høyere liggende terreng i vest (løsneområde i skråningen opp til Båtstøveien og J.M. Uglands vei). Aktsomhetsområder vurdert videre under steg 6.
Del 2: Utredning av	4	Bestem tiltakskategori	Ingen konkrete planer, men tatt utgangspunkt i tiltakskategori K4 for nye tiltak (industribygg).
	5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger, samt mulige løsne- og utløpsområder	- Strandsonen defineres som «langgrunt». - Tilfredsstillende lokalstabilitet av sjøfronten må dokumenteres for fremtidige prosjekter. - Det defineres et nytt aktsomhetsområde som omfatter skråningen ovenfor delområdet (løsneområde) og selve planområdet (utløpsområde).

	<i>Steg</i>	<i>Overskrift i NVE's veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>
	6	<i>Befaring</i>	Befaring gjennomført 08.02.23.
	7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	- Tidlige utførte grunnundersøkelser er oppsummert i notat 117169n1. - Supplerende grunnundersøkelser er utført i 2024, oppsummert i datarapport 117927r1. Kvikkleire også påvist i skråningen ovenfor delområdet.
	8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder</i>	Sjøfronten er et mulig løснеområde hvor et initialt skred kan utvikle seg retrogressivt bakover i planområdet. Aktuell skredmekanisme for skråningen ovenfor delområdet «Nymo midten» (i vest og sørvest) er et retrogressivt skred med utløp over Nymo industriområdet pga. stor mektighet og lav omrørt fasthet av kvikkleire i skråningen opp til Båttstøveien og J.M. Uglands vei. Siden strandsonen er definert som «<i>langgrunt</i>», vurderes at evt. skred i marbakken ikke når inn til land/planområdet og forårsaker skred der. Skissert utstrekning av aktsomhetsområdet «Nymo» vurderes fortsatt å være korrekt.
	9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Ikke vurdert Dette må vurderes som del av den endelige utredningen av faresonen).
	10	<i>Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet</i>	Supplerende stabilitetsberegninger av skråningen ovenfor delområdet (i vest og sørvest) viser tilfredsstillende beregnet sikkerhet. Spunt strandsoneprojektet er dimensjonert av Geovita med sikkerhet 1,4. Stabilitet av sjøfront sør for spunt strandsoneprojektet er lav og må vurderes nærmere, samt at korrigerende tiltak bør vurderes. Utsrekning av sikringstiltak og tilfredsstillende sikkerhet av faresonen må vurderes i den endelige utredningen ift. aktuelle tiltak.
	11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	Ikke vurdert Dette må utføres etter den endelige utredningen av faresonen.

Med bakgrunn i sikkerhetskrav mot områdeskred i NVE veileder 1/2019, utførte stabilitetsberegninger og pga. risiko for setninger anbefales at fremtidige tiltak i delområdet i utgangspunkt planlegges slik at de ikke forverrer stabiliteten. Eksempelvis gjennom kompensert utførelse med lette masser eller pelede fundamentering til berg.

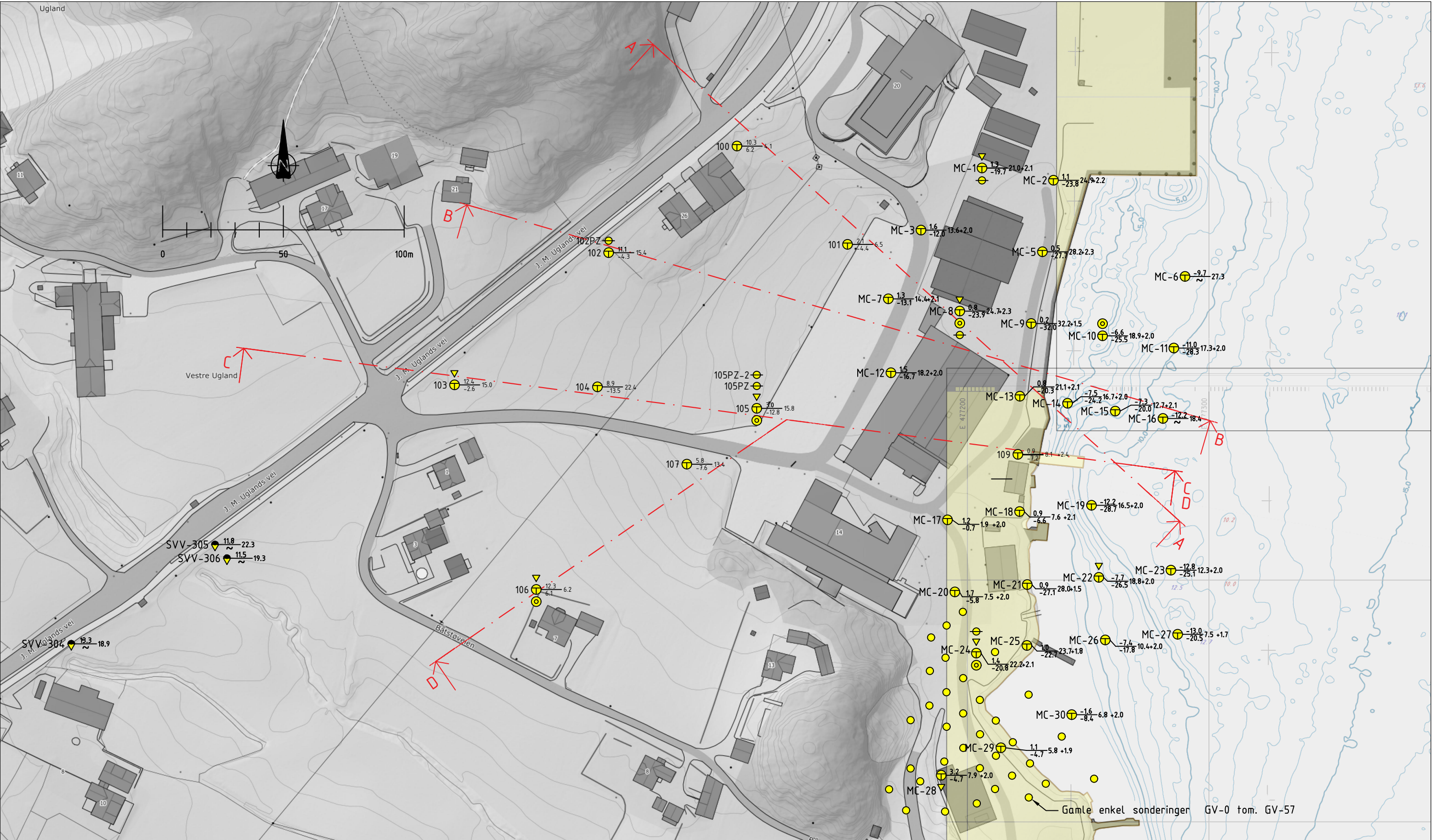
NVE veileder 1/2029 stiller krav til uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitetsvurderinger. For videre utredninger anbefales at uavhengig kontrollør engasjeres tidlig i prosessen jfr. også anbefalinger i NVE veileder for en trinnvis kvalitetssikringsprosess.

Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Grimstad. Nymo industriområdet, Stabilitetsvurderinger for delområdet «Nymo midten»	Dokument nr: 117169n5
Oppdragsgiver: P.S. Windegaard AS	Dato: 20.06.2024
Emne/Tema: Stabilitetsvurderinger for delområdet «Nymo midten»	

Sted		
Land og fylke: Norge og Agder	Kommune: Grimstad	
Sted: Nymo		
UTM sone: EU89 sone 32	Nord: 6468850	Øst: 477200

Kvalitetssikring/dokumentkontroll				
Rev.	Revisjonsgrunnlag	Egenkontroll:	Intern systematisk kontroll:	Godkjent av:
00	Originaldokument	18.06.2024 Eelco van Raaij	19.06.2024 Jon Adersen Gulbrandsen	20.06.2024 Eelco van Raaij



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering

● Enkel sondering

▼ CPT sondering
- ⚡ Fjellkontrollboring

⬇ Dreietrykkssondering

⊕ Totalsondering
- Prøvegrop

+ Vingeboring

⦿ Prøveserie
- ⊙ Poretrykksmåling

⚡ Fjell i dagen

⦿ Naverboring

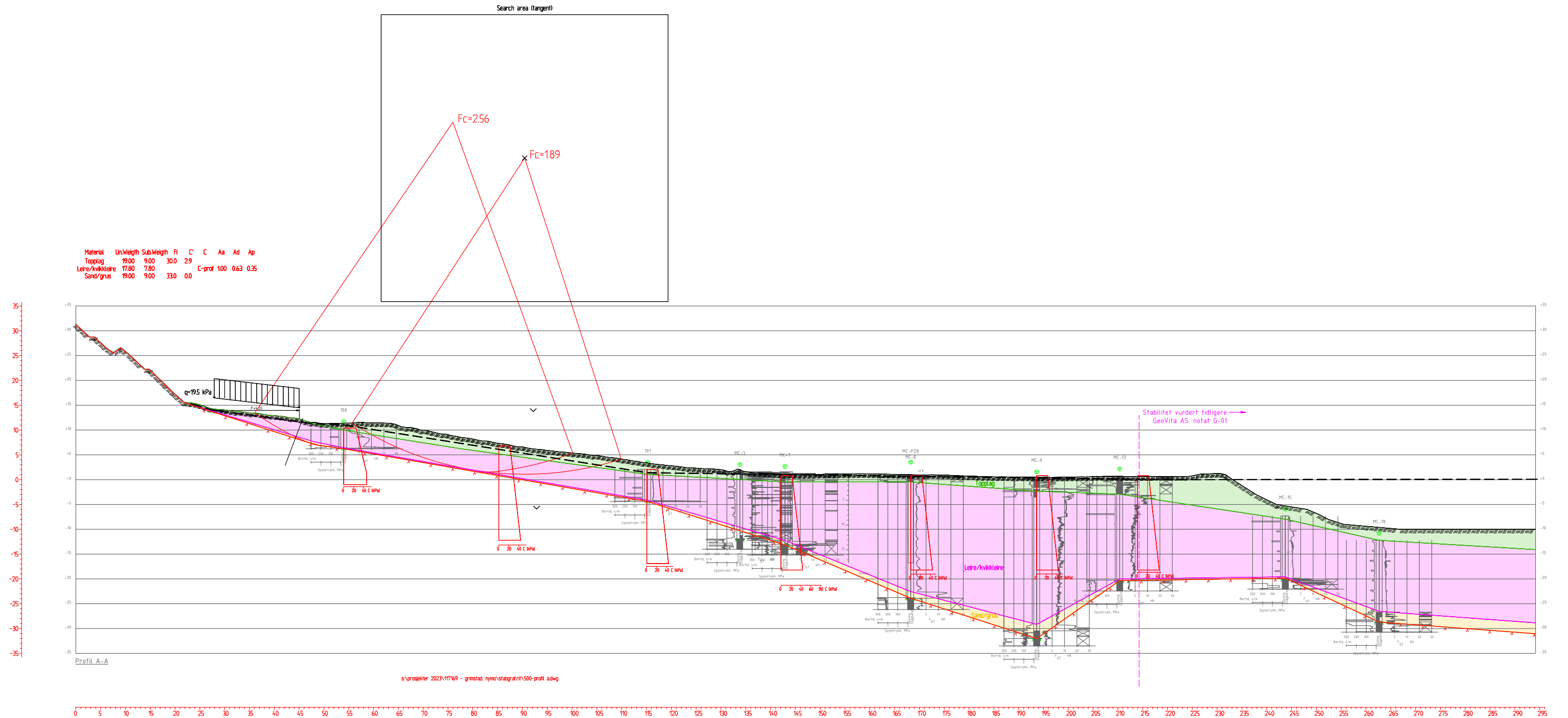
Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt bergkote}}$ Boret dybde + (boret i berg)

Kartgrunnlag: www.hoydedata.no, samt mottatte dybdekart
Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	P.S. Windegaard AS Grimstad. Nymo	Dato 27.05.2024	Tegn. NUT	Kontr. EvR
	Borplan med terrengprofiler	1 : 1500	A3	
		Tegning i notat		
		Tegningsnummer		Rev.
		118180-500		.

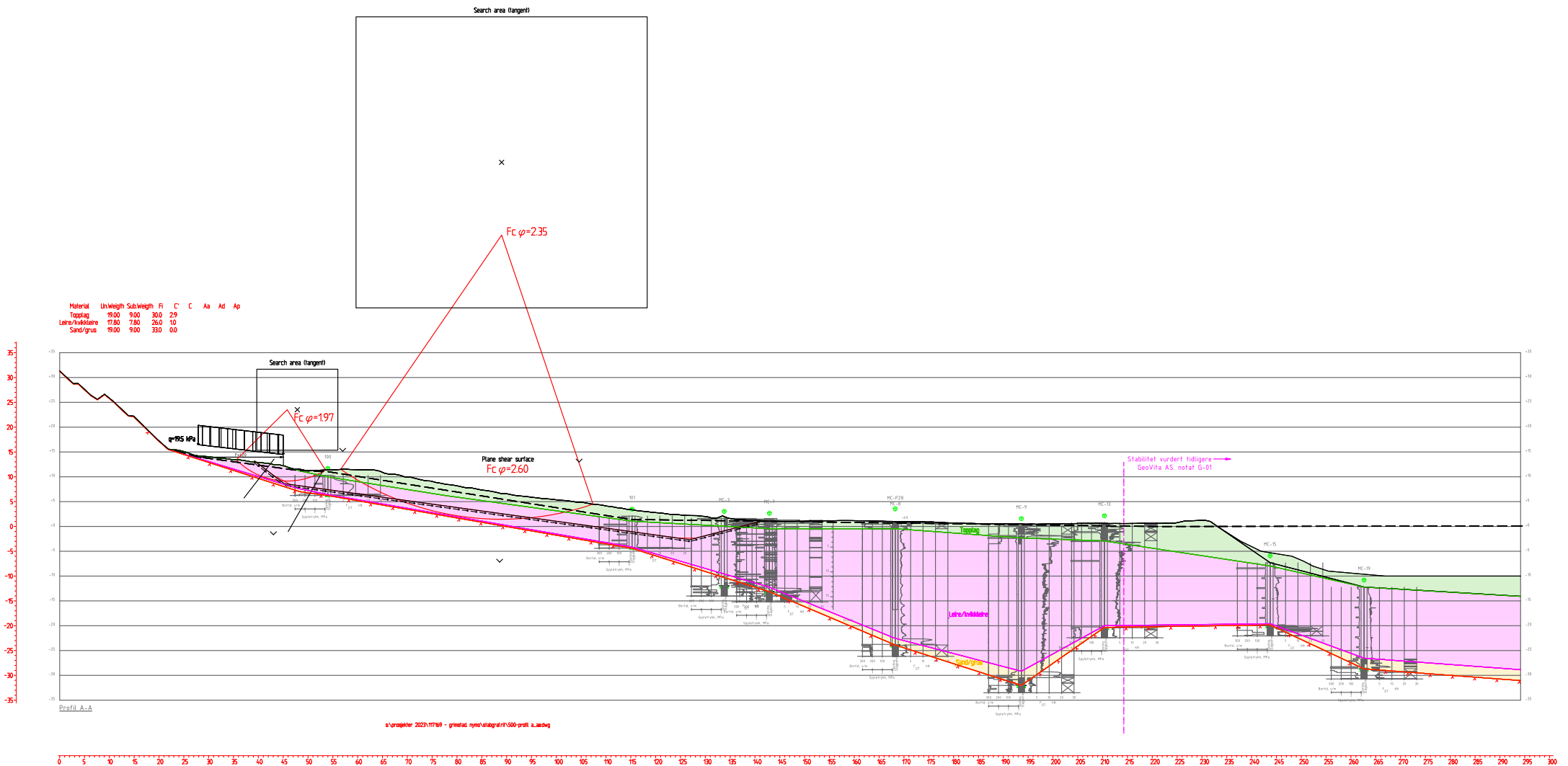
Beregning A-A_1

Totalspenningsanalyse

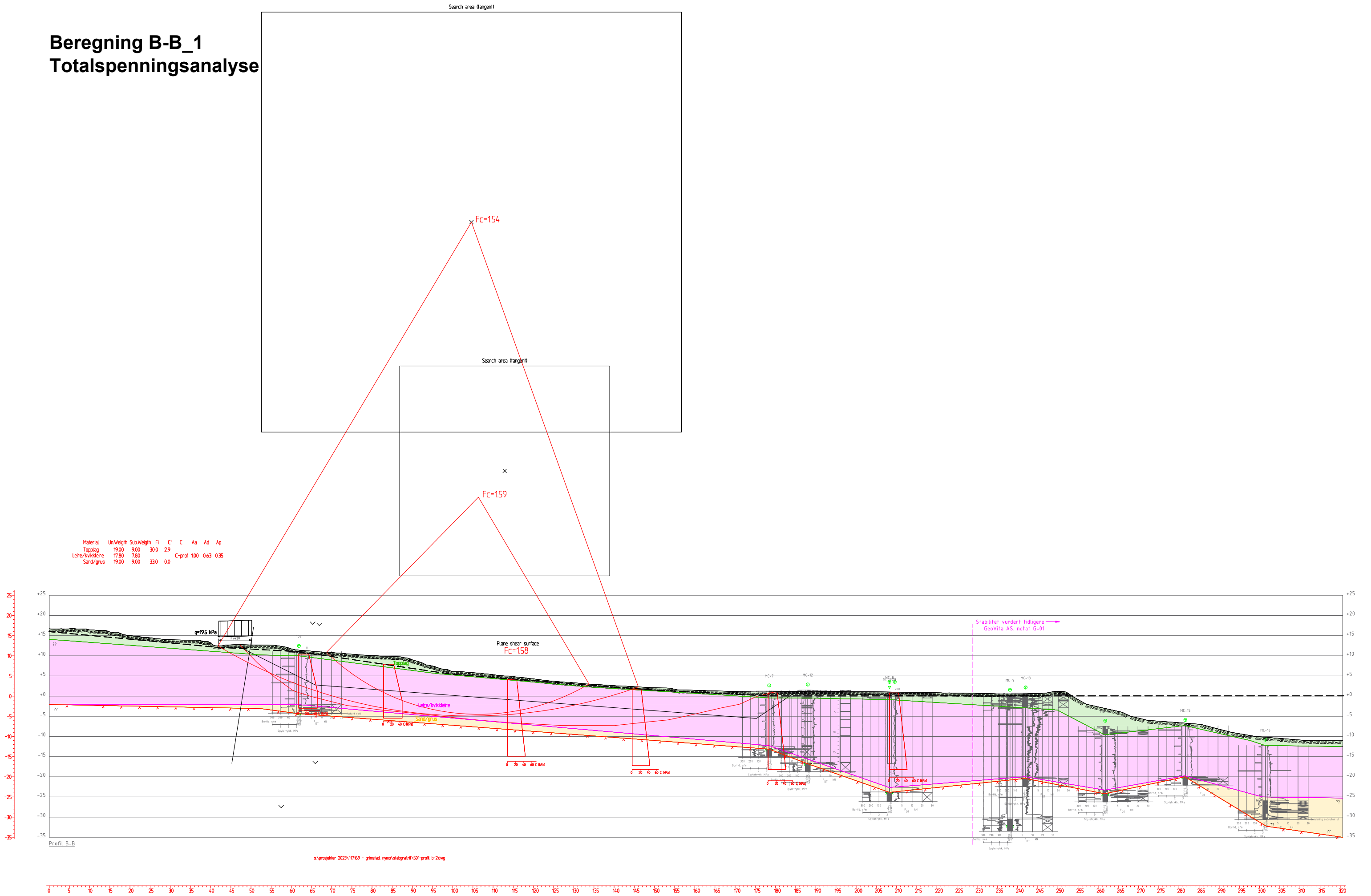


Beregning A-A_2

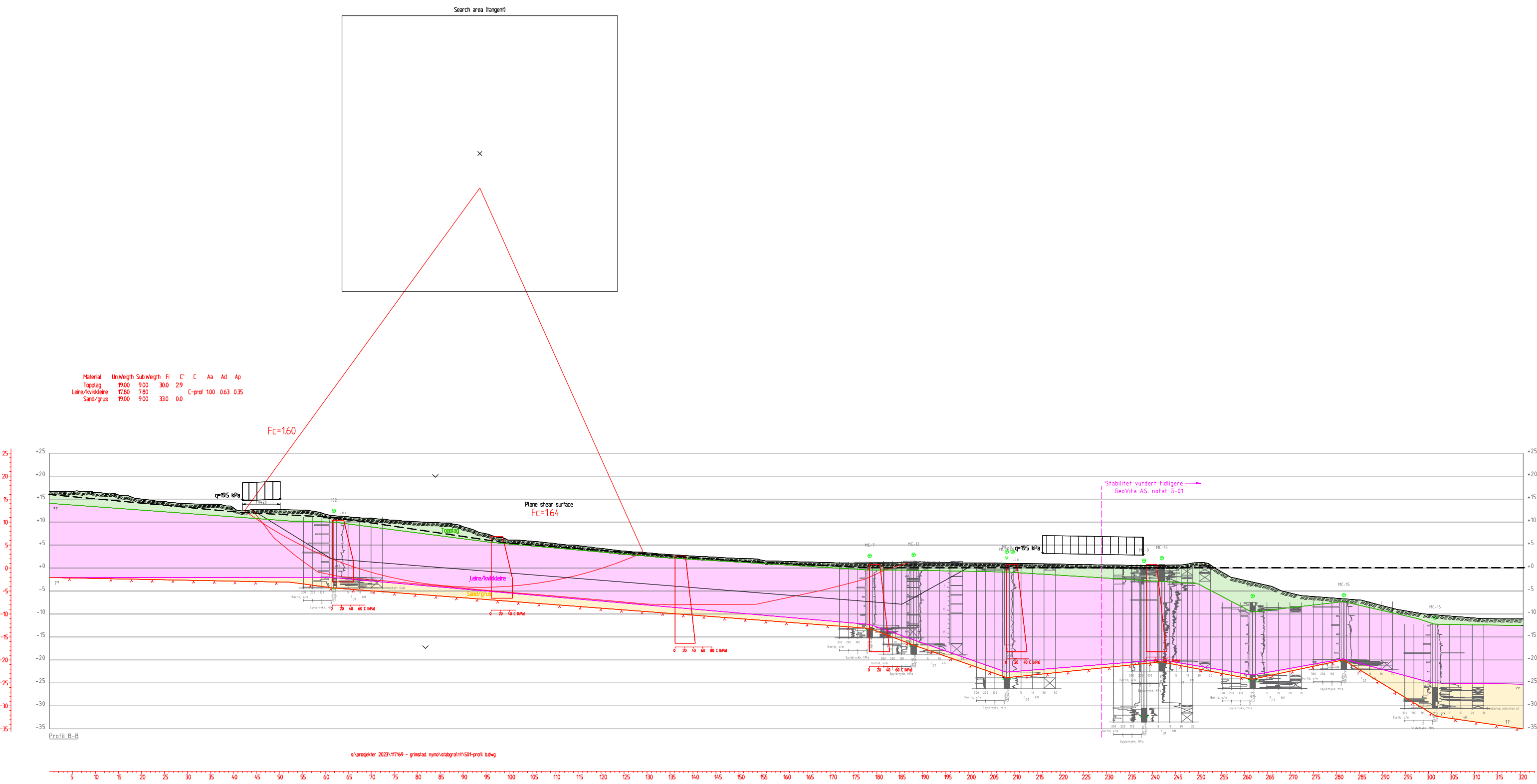
Effektivspenningsanalyse



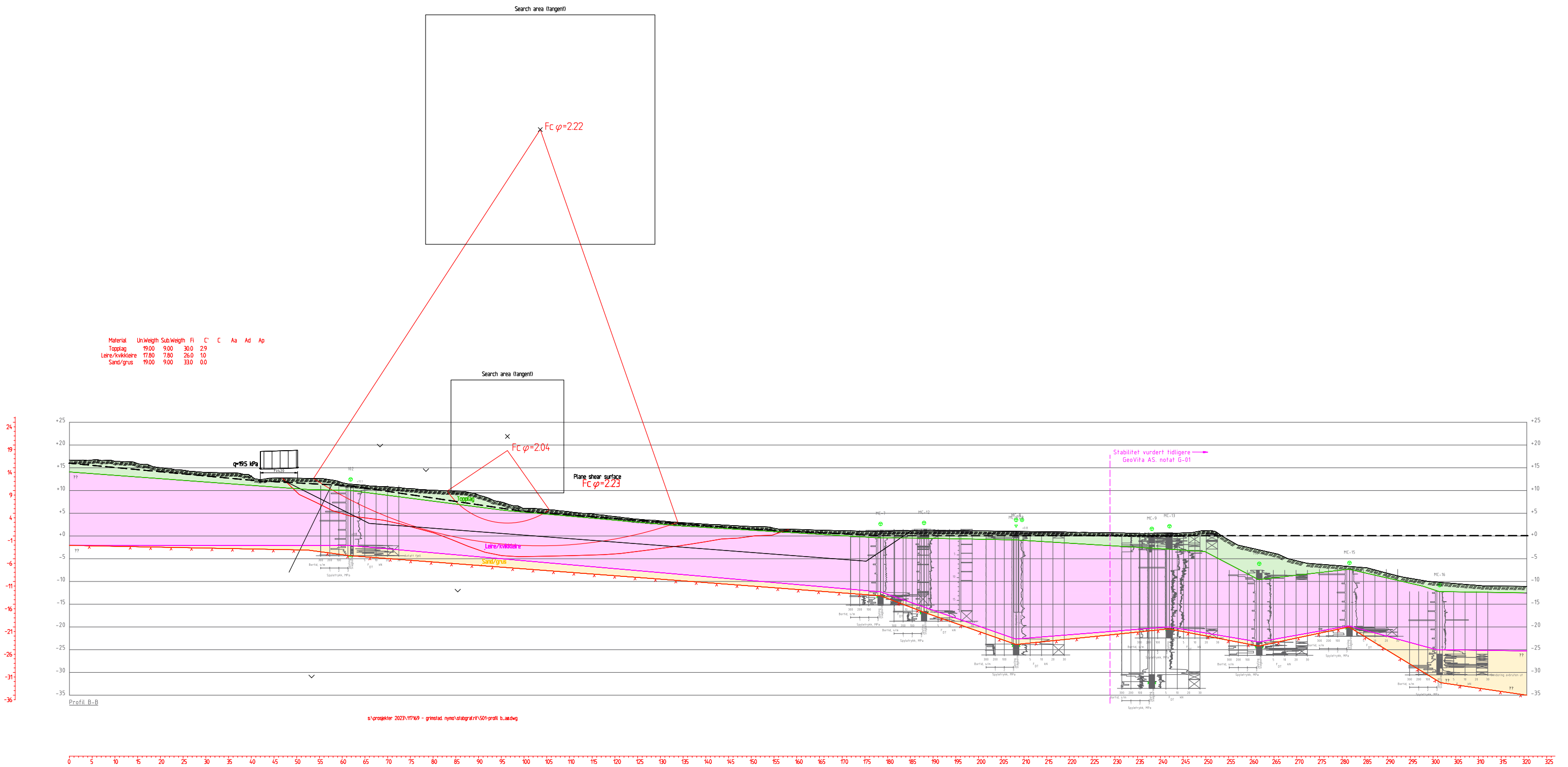
Beregning B-B_1
Totalspenningsanalyse



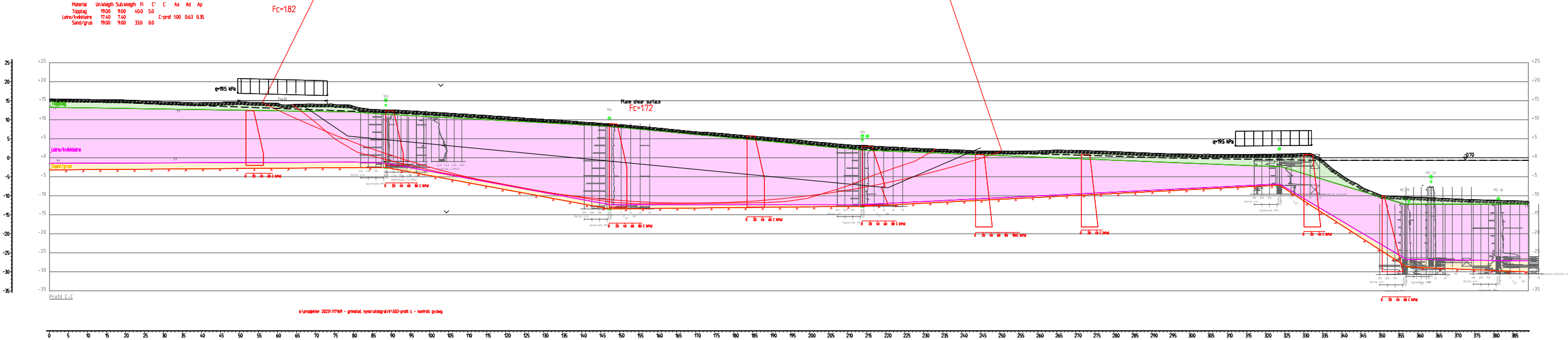
Beregning B-B_2
Totalspenningsanalyse



Beregning B-B_3
Effektivpenningsanalyse

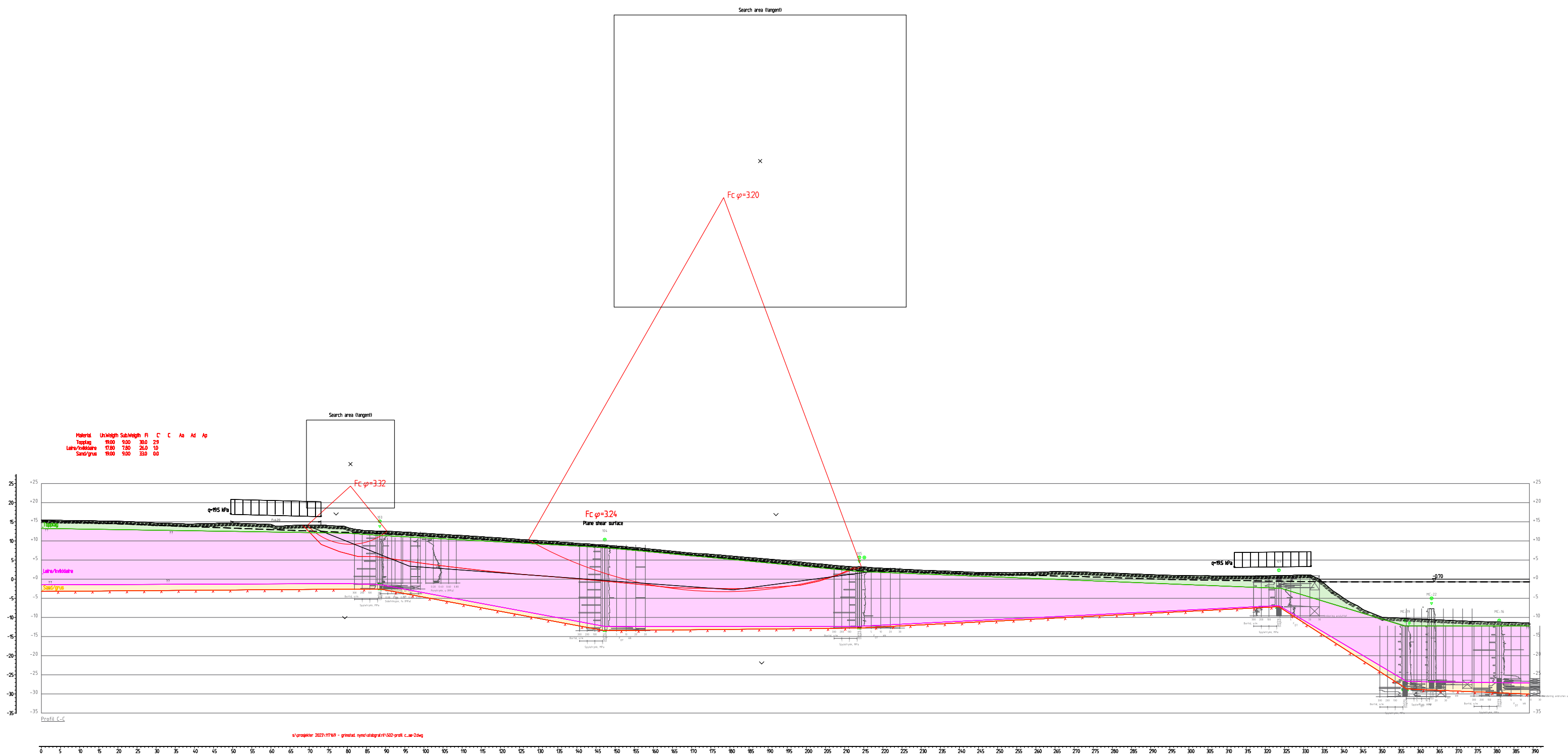


Beregning C-C_1
Totalspenningsanalyse



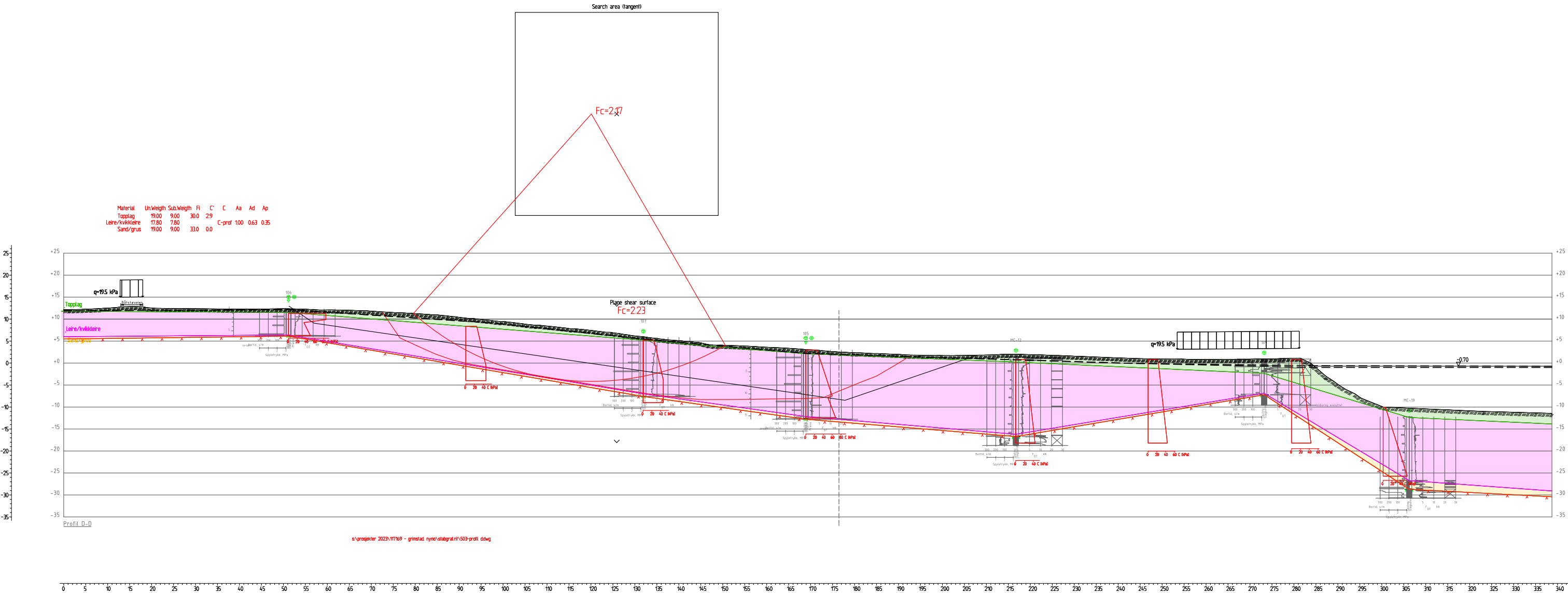
Beregning C-C_2

Effektivspenningsanalyse



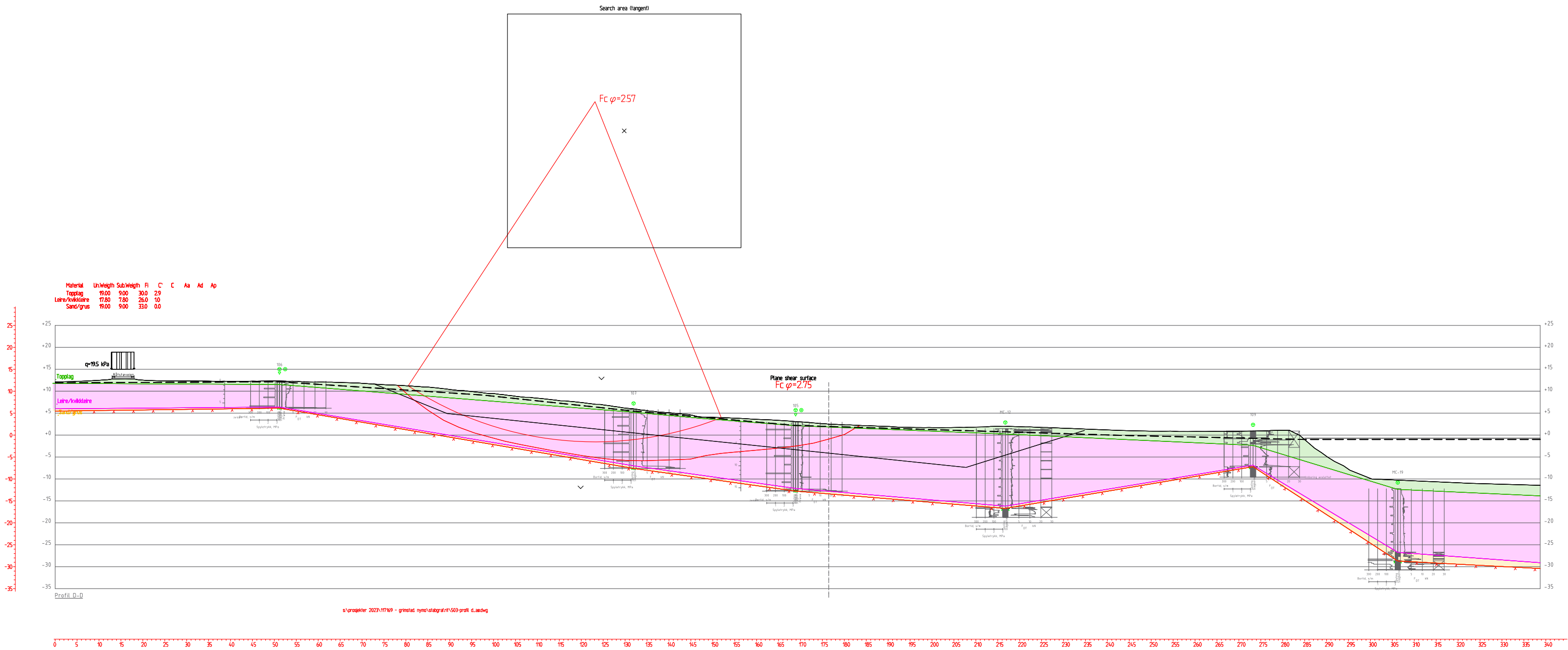
Beregning D-D_1

Totalspenningsanalyse



Beregning D-D_2

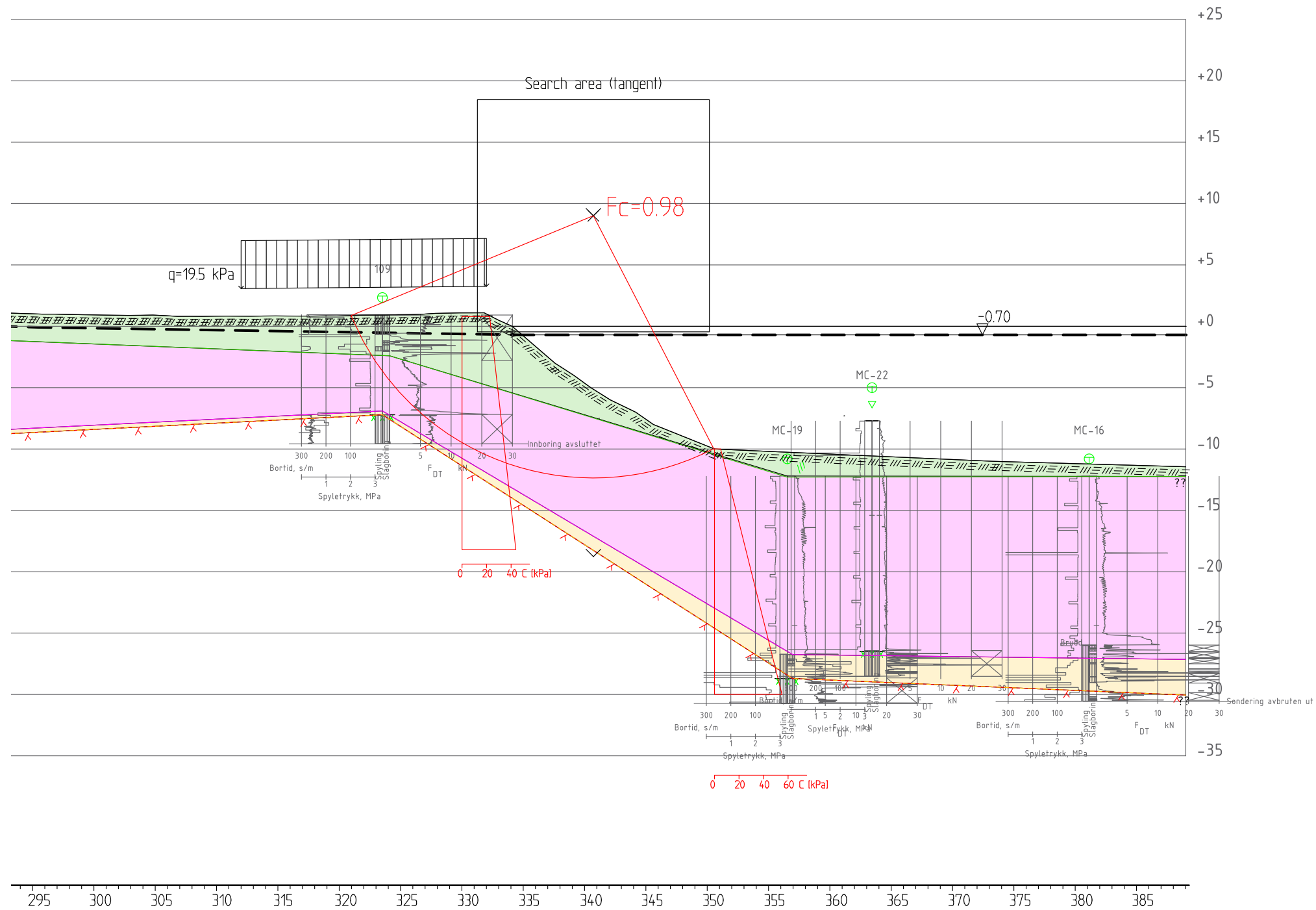
Effektivspenningsanalyse



Beregning C-C_3

Totalspenningsanalyse

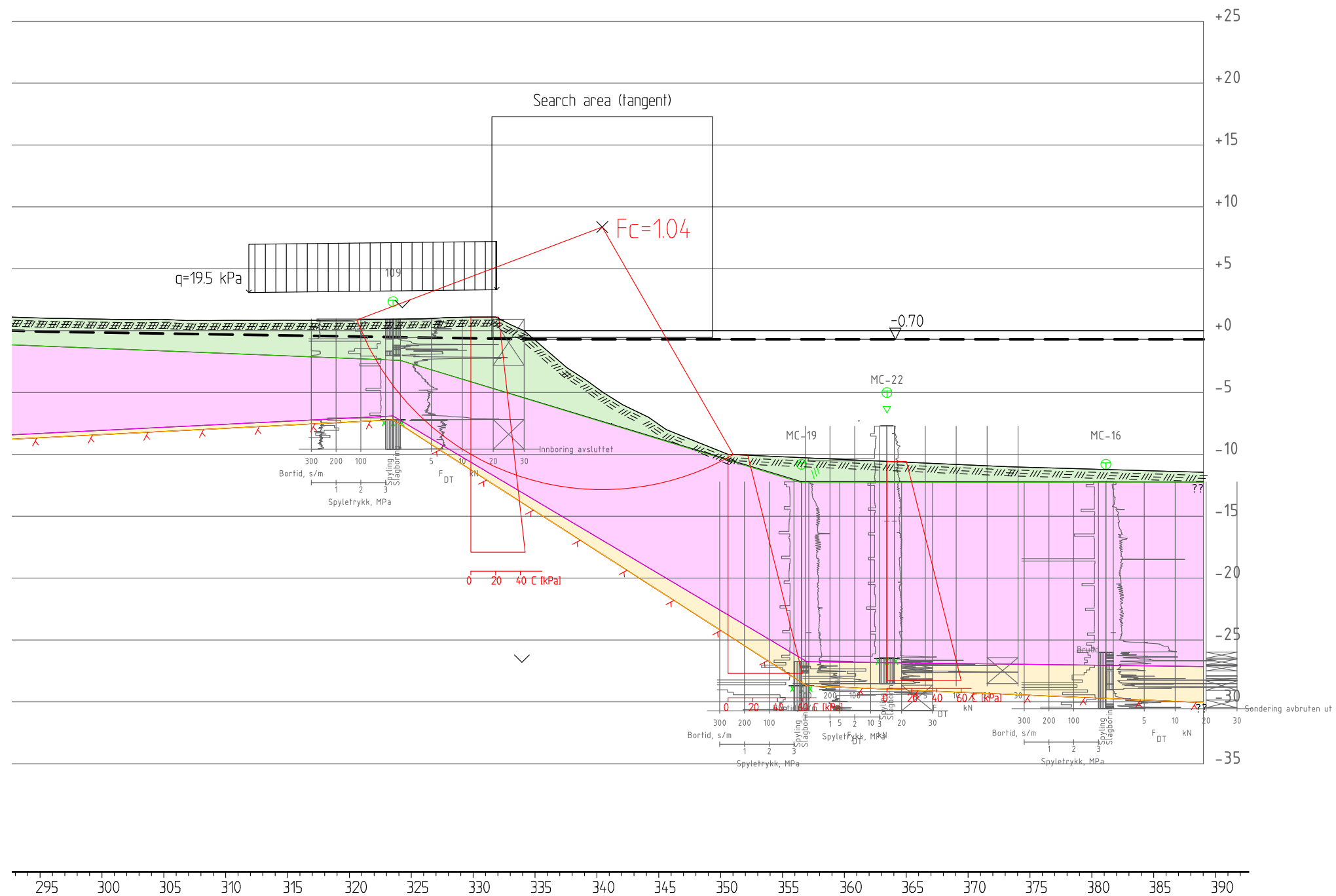
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	40.0	5.0				
Leire/kvikkleire	17.40	7.40			C-prof	1.00	0.65	0.37
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				



Beregning C-C_4

Totalspenningsanalyse

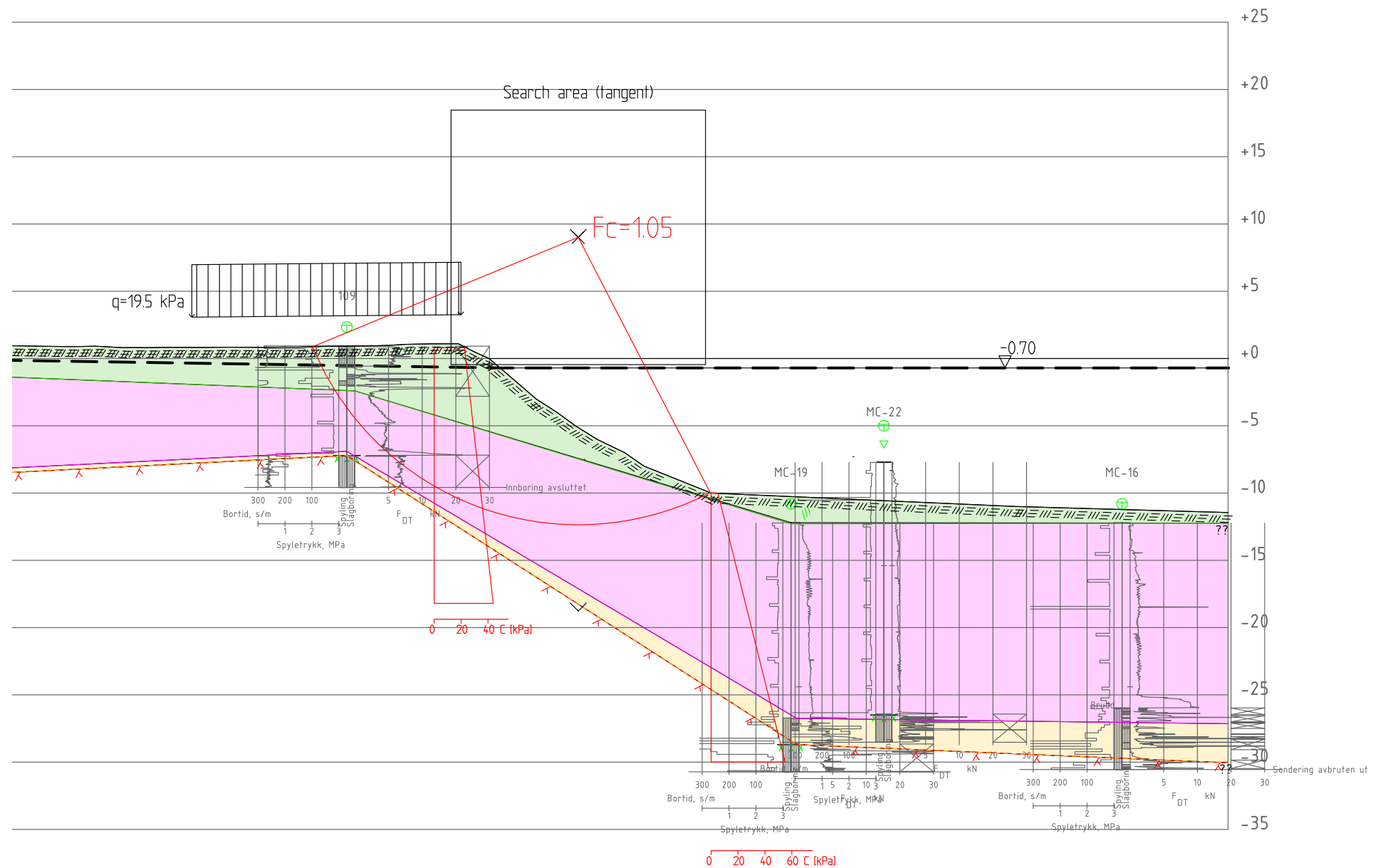
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	2.9				
Leire/kvikkleire	17.80	7.80			C-prof	100	0.65	0.37
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				



Beregning C-C_5

Totalspenningsanalyse

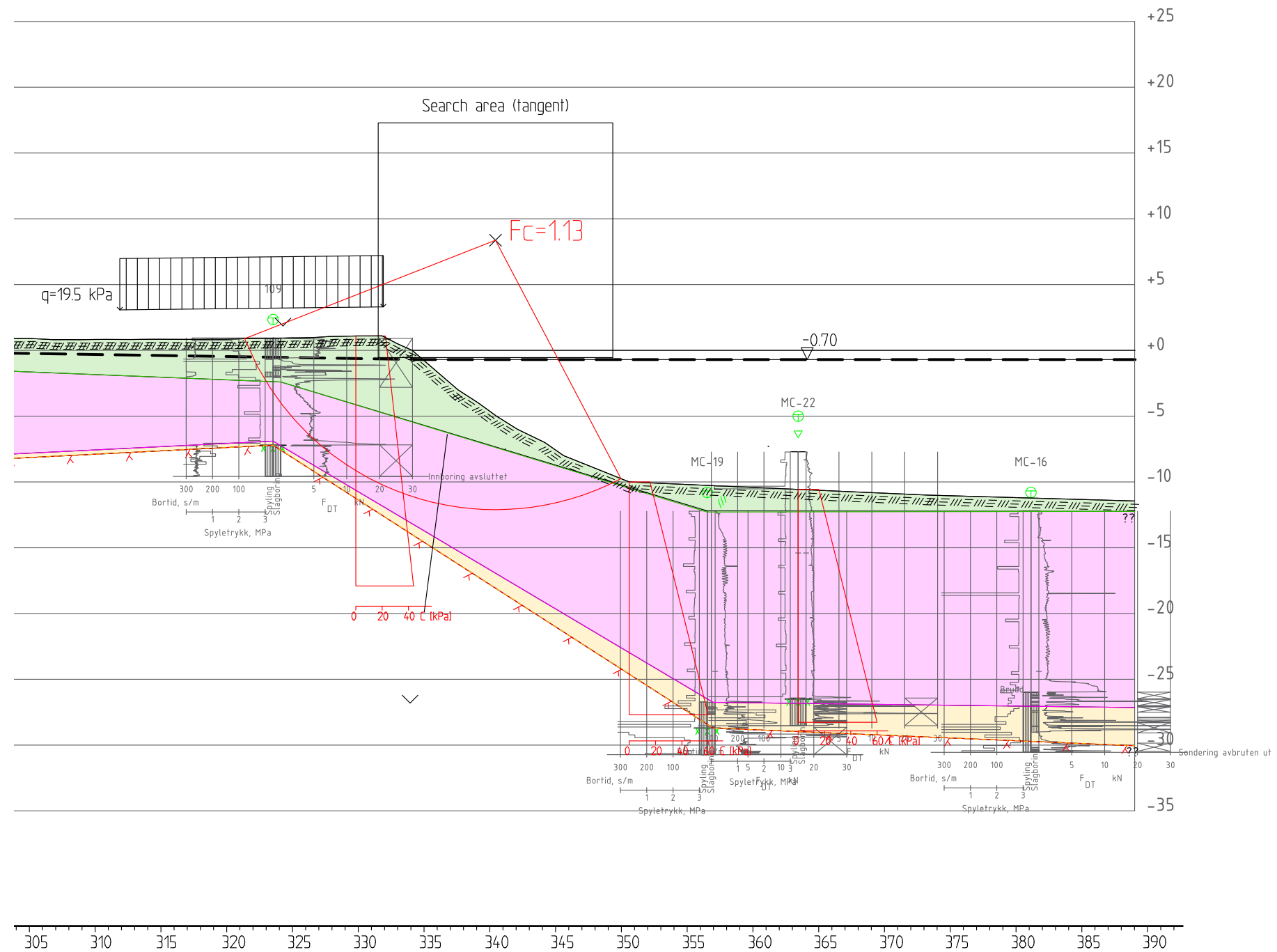
Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	40.0	5.0				
Leire/kvikkleire	7.40	7.40			C-prof	1.00	0.80	0.50
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				



Beregning C-C_6

Totalspenningsanalyse

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	2.9				
Leire/kvikkleire	17.80	7.80			C-prof	1.00	0.80	0.50
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				



Beregning C-C_7

Effektivspenningsanalyse

Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Topplag	19.00	9.00	30.0	2.9				
Leire/kvikkleire	17.80	7.80	26.0	1.0				
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				

