

Til: Veidekke v/Patrik Åberg

Fra: Sigurd Holo Leikarnes

Dato/Rev: 2014-11-19

Graveskråning mot jernbanelinjen i sør

Den 07.oktober befarte Patrik Åberg fra Veidekke og undertegnede OT tomten på Lilleby. Da den gamle smelteverkshallen skulle fjernes, ble det oppdaget at graveskråningen mot kjellerveggen var fylt igjen med kull. Dette kullet må fjernes for å kunne kalle tomten for ren.

Det er gjennomført prøvegraving som tyder på at topp graveskråning vil ligge ca. 16 meter fra Meråkerbanen. Prøvegravingen tyder også på at leiroverflaten under kullrestene ligger med en helning på ca. 45°.

RIG skal i dette notatet gjøre rede for fjerning av kullmassene i skråninga mot Meråkerbanen med tilstrekkelig sikkerhet i henhold til Jernbaneverkets retningslinjer. I tillegg ønsker veidekke en vurdering og beskrivelse av skråninga i permanent tilstand. Det kan ta mange år før det skal bygges på tomten, og i den tiden kan det hende tomten blir gjort offentlig tilgjengelig. Det er da viktig at graveskråningene har tilstrekkelig sikkerhet i henhold til dagens regelverk og retningslinjer.

Meråkerbanen ble grunnlagt i 1881, mens Lilleby Smelteverk ble etablert i 1927. Før smelteverket ble etablert ble det tatt ut leire til brenning av tegelstein på stedet. Det er grunn til å tro at jernbanen lå på stedet før graveskråningen og tilbakefyllingen med kullet ble utført.

Innmålinger og fremgangsmetode

Kotene på topp og bunn graveskråning har blitt målt inn av Nidaros oppmåling den 2014-10-29. Korteste avstand fra topp skrånings og til Meråkerbanen er i dag ca 20 meter. Skråning bunn ligger i dag på ca kote +12, mens skråningstopp ligger ca på kote +20. Meråkerbanen ligger noe høyere enn dette.

Det er av Veidekke gjennomført prøvegraving i to punkter. Det ble da kartlagt at det er 16 meter fra topp skråning og til nærmeste skinne. Leiroverflaten i skråninga har en helning på ca. 45°.

Videre er det blitt fortalt at fjerningen av kullet skal starte i vest og gå mot øst. Det er planlagt å gjennomføre gravingen slik:

- Seksjonsvis fjerning av forurenset masse
- Området friskmeldes ved analyser.
- Skråningen erstattes med å fylle tilbake rene betongmasser med 60-70 % større egenvekt enn kull/koks

Laster fra Meråkerbanen

For å finne laster, og krav til sikkerhet brukes jernbaneverkets Teknisk regelverk.

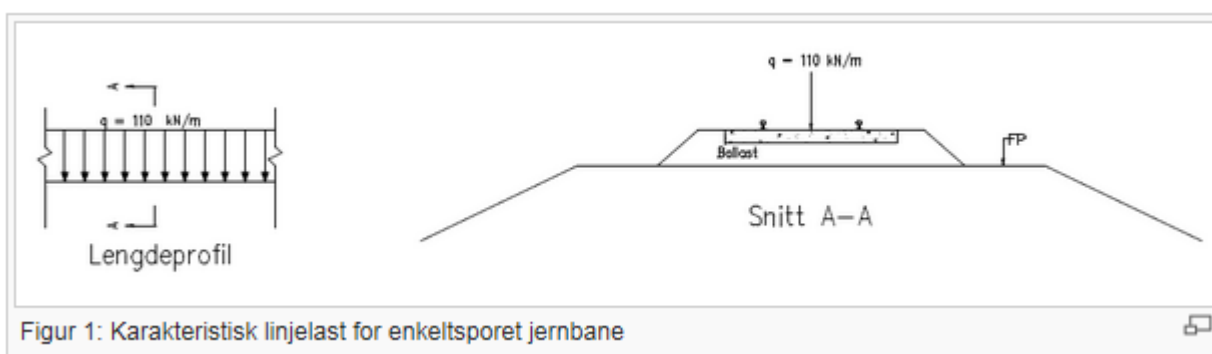
Krav til sikkerhet: Kapittel 2 setter krav til minste materialfaktor for stabilitetsanalyser.

Tabell 2: Materialkoeffisienter ved stabilitetsberegninger

Analysetype	Skadekonsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -metoden	Mindre alvorlig	1,20	1,30	1,40
	Alvorlig	1,30	1,40	1,50
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60
	Mindre alvorlig	1,40	1,55	1,70
Totalspenningsanalyse, Su-metoden	Alvorlig	1,55	1,70	1,85
	Meget alvorlig	1,70	1,85	2,00

Figur 1 Materialfaktorer hentet fra Ref. 1

Vi regner i dette tilfellet Totalspenningsanalyse, ADP Metoden, Bruddmekanisme Nøytralt. Skadekonsekvensklassen - Meget alvorlig. Skadekonsekvensklassen er avklart opp mot Jernbaneverket.



Figur 1: Karakteristisk linjelast for enkeltsporet jernbane

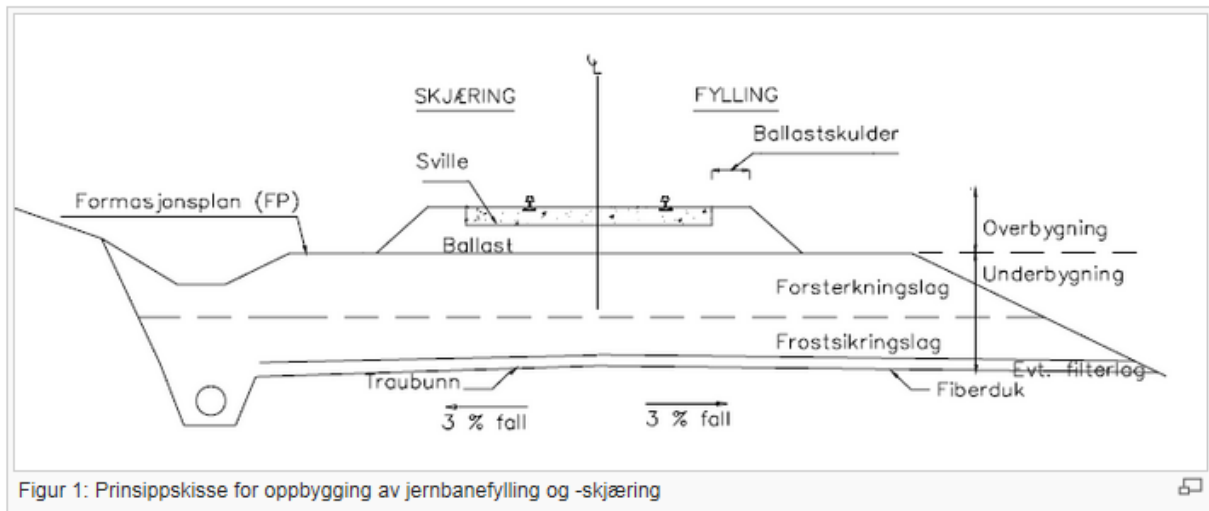
Figur 2 Karakteristisk laster hentet fra Ref. 1

Det regnes to last kombinasjoner:

1 – A1 + M1 – Lastfaktor 1,5 på last, og materialfaktor på 1,0

2 – A2 + M2 – Lastfaktor på 1,3 på last og materialfaktor i henhold til Figur 1

Med lastfaktor på 1,3 får vi linjelasten $P = 143 \text{ kN/m}$ som brukes ved beregning av skråningstabiliteten. For å få gunstig effekt av jernbanefyllingen fordeles denne lasten på en bredde på 1,5 meter. Vi får da en jevnfordelt jernbanelast på 96 kPa.



Figur 3 Typisk oppbygging av jernbanetverrsnittet, fra Ref. 1

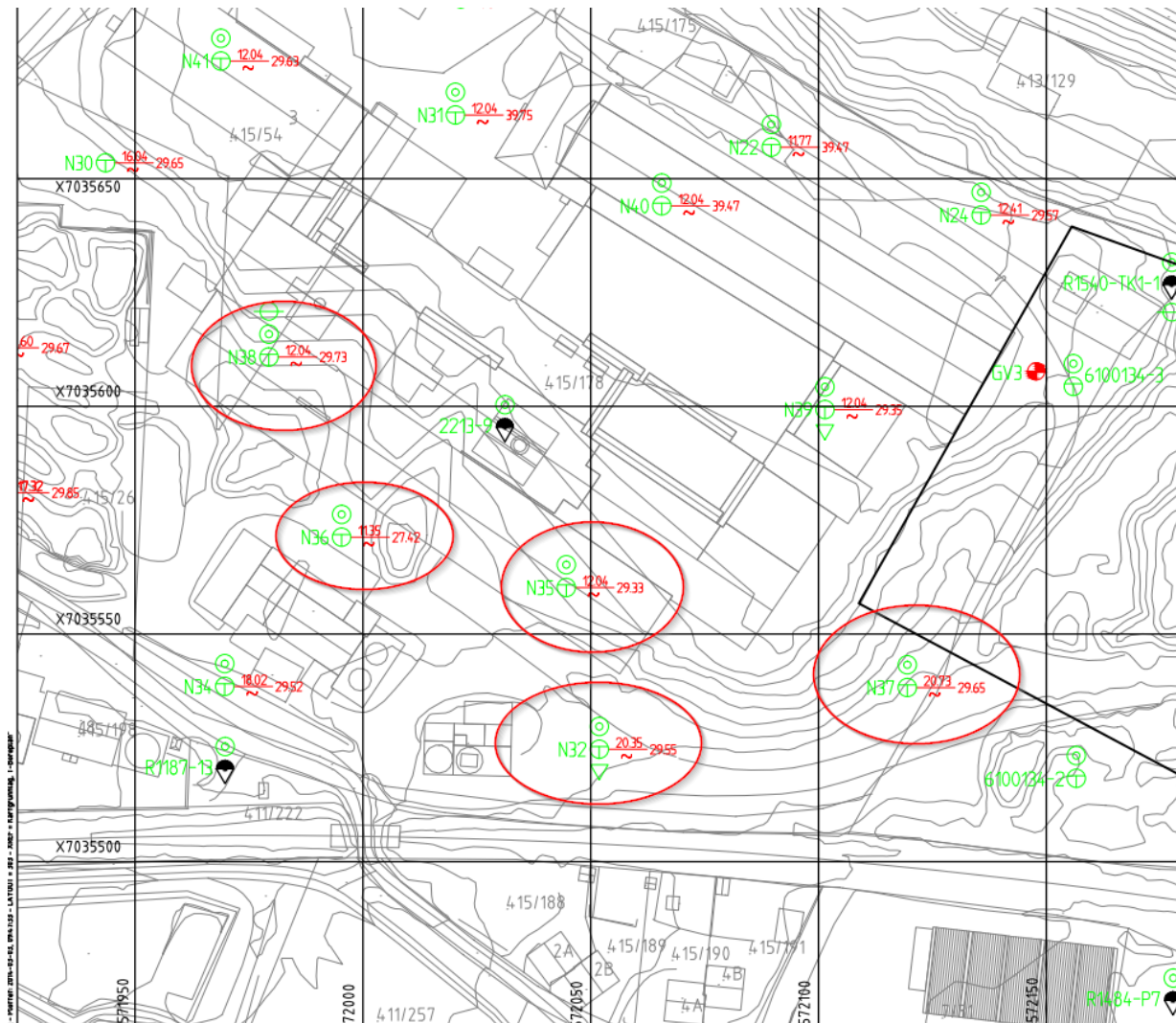
Det har ikke lyktes oss å finne nøyaktig oppbygging av jernbanesporet på dette stedet. Vi har derfor konservativt brukt minimumstykkelser til bærelaget.

- Forsterkningslaget minimum 700mm
- Frostsikringslag minimum 0mm
- Ballastlaget antar minimum 500mm.

Dette gir en mektighet på 1,2m med gode steinmasser.

Material

Det er gjort omfattende grunnundersøkelser nord for Meråkerbanen av Norconsult, se Figur 4



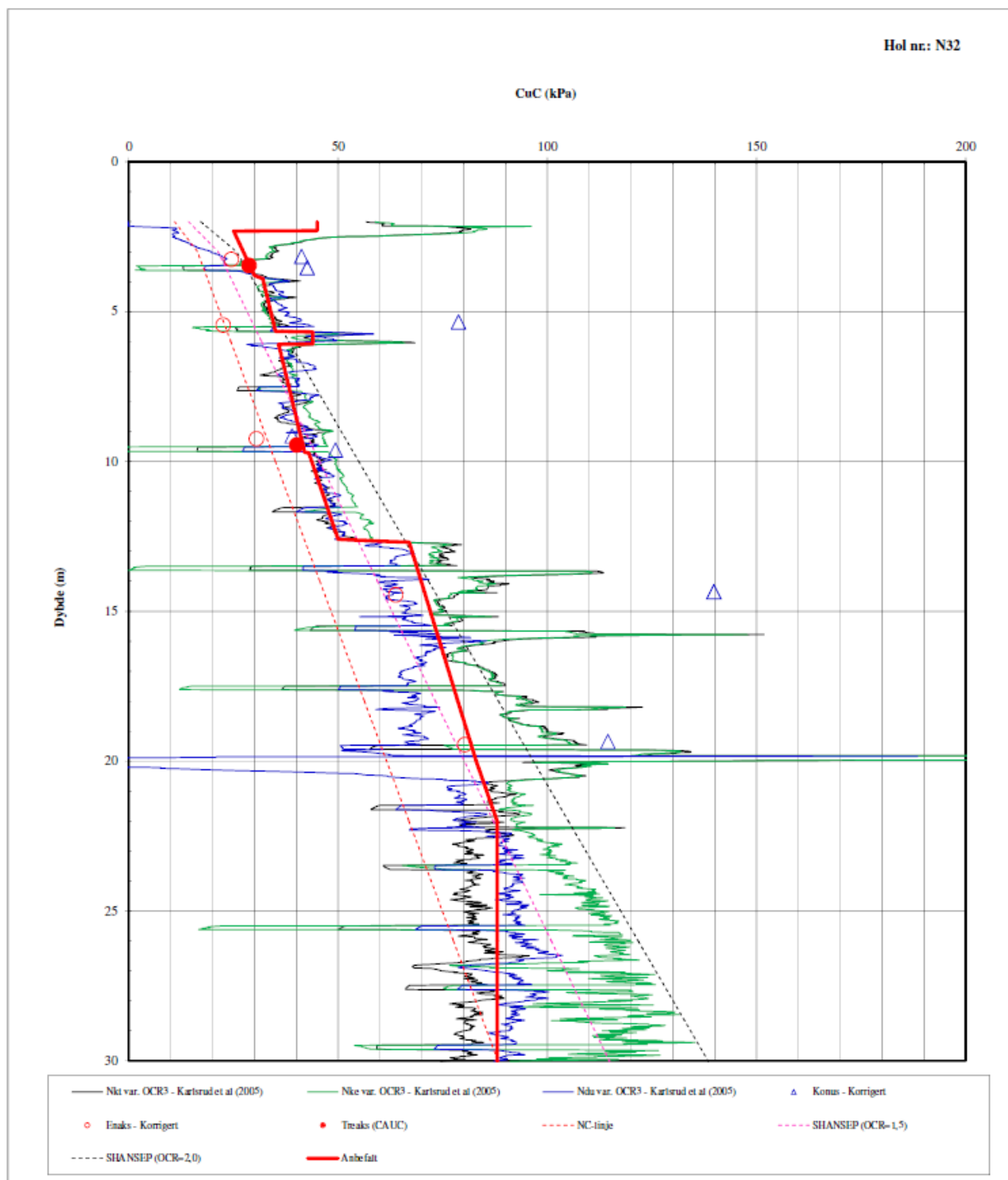
Figur 4 Borplanen Nord for Meråkerbanen

Vi har valgt å tolke løsmasseparametrene i skråningen fra CPTU-en i borpunkt 32. Denne ligger midt i området hvor de kritiske skjærflatene vil ligge.

Det er i tillegg gjort en del undersøkelser litt lengre øst, av Trondheim kommune. (R.1484 Lade-Tverrforbindelse). Disse viser at det er leire med lignende egenskaper også sør for banen.

Vi har også mottatt en rapport fra Trondheim Kommune med utdrag av vurderinger gjort av Jernbaneverket etter et lokalt skred ned mot Lilleby smelteverk på slutten av 50 tallet. Tidligere skredaktivitet i området, gjør at vi må være ekstra oppmerksom i forhold til stabiliteten i området. Det er fare for at det fortsatt ligger omrørte masser langs glideflaten på raset, og dermed noe redusert skjærstyrke lokalt i dag.

Rapportene fra tidligere grunnundersøkelser i området tyder på god overensstemmelse mellom disse og CPTU-tolkningen fra N32.



Figur 5 Cu profilet til borehull N32

Vi har brukt følgende materialparametere i beregningene

Navn	ρ [kN/m ³]	ρ' [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	Sua [kPa]
Tørrskorpe	20	10	38		26-88**
Leire	19,40	9,4			
Tilbakefylte betongmasser *	15	5	33	10	
Underbygning jernbane	20	10	40	10	

* Det skal fylles tilbake med masser fra rivningsarbeidet. Dette er betongmasser som er knust og armeing er fjernet. Det er antatt at denne har en egenvekt på 15 [kN/m³]. Dersom denne antagelsen er for høy (massene veier mindre) må RIG varsles, da stabiliteten forverres med bruk av lettere fyllmasser.

** Sua profil tolket ut fra Figur 5.

Kote	Sua
19	26
7,85	50
7,50	68
-1,7	88
-40	88

Grunnvannet er plassert i overgangen mellom tørrskorpe og leire

Det er modellert tørrskorpe under kullet med en mektighet på en meter. Dette antas pga uttørkning av leiren.

Beregninger

Det er gjort 4 forskjellige beregninger.

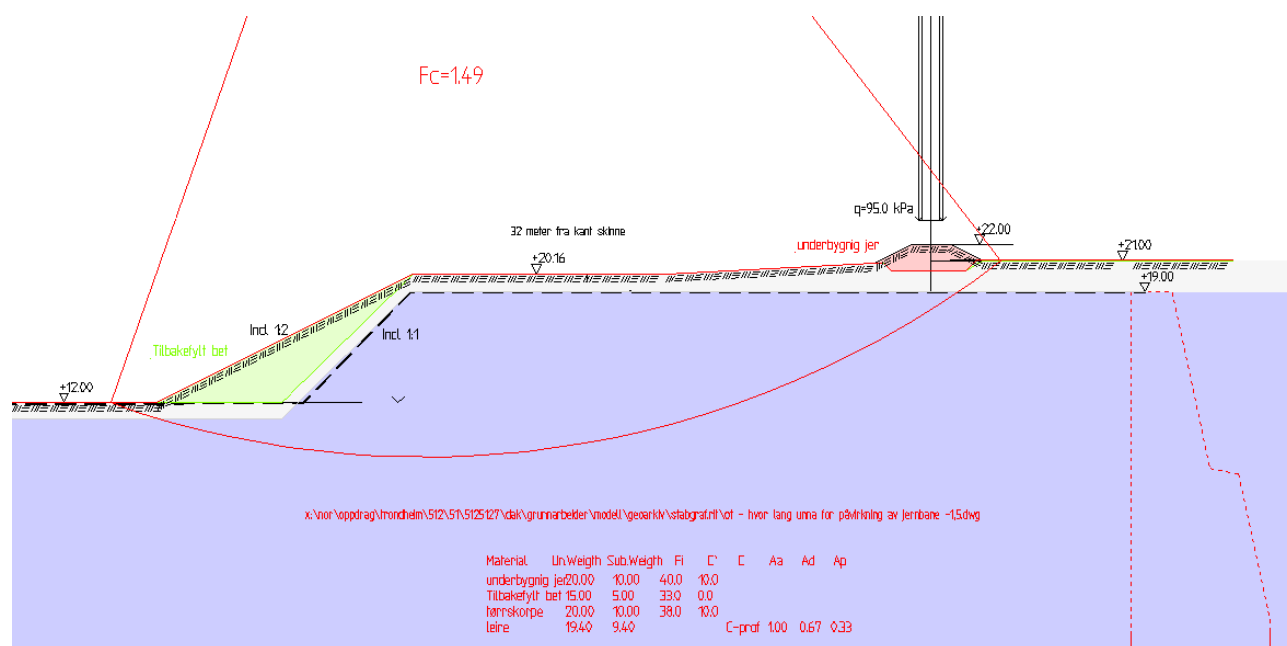
For alle beregningene forutsettes det at høydeforskjellen på skråningen er mindre en 8 meter. Leiroverflaten ligger med en vinkel på ca. 45° samt alle avstander er fra topp graveskråning og til ytterkant på nærmeste togssville. Det skal etableres permanente skråninger på 1:2 i de rene nye fyllmassene.

- 1) Avstand fra jernbane før det må gjøres ekstra tiltak – Skadekonsekvensklasse Meget alvorlig - F1,5

Det er på beregning 1 vurdert hvor nært det kan graves jernbanen uten at skråningen påvirkes av lasten fra jernbanen.

Disse beregningene er forutsatt uten 3D effekter, da dette er en permanent tilstand.

Med skadekonsekvensklasse Meget Alvorlig må vi ha en avstand på mer en 32 meter fra ytterkant på togssville til skråningstopp.



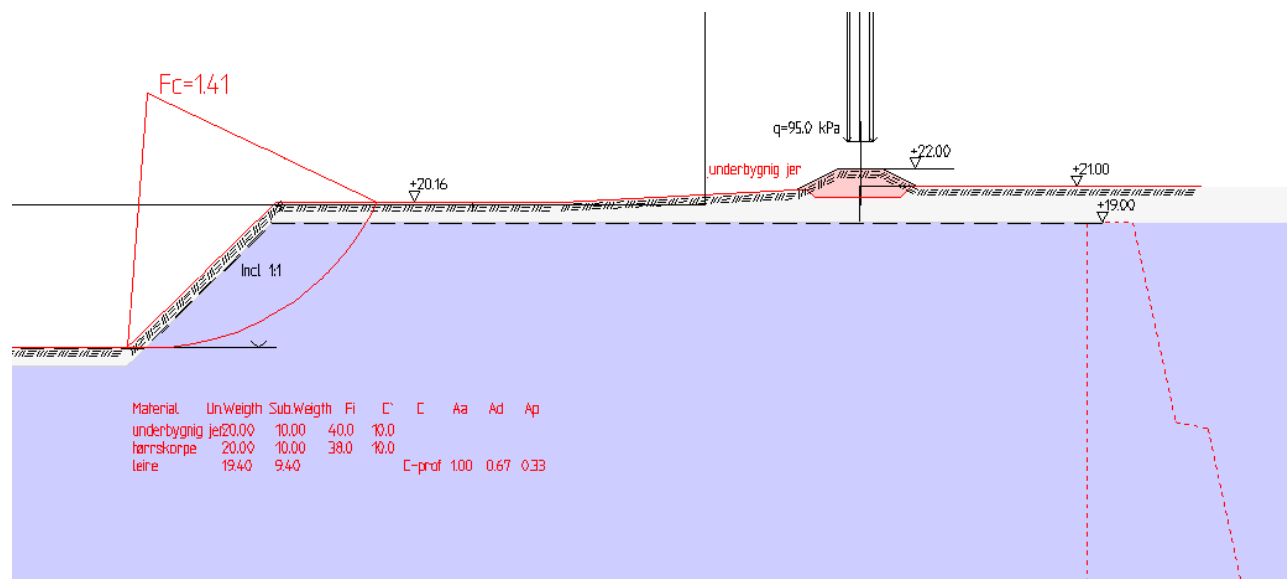
Figur 7 Bruddsirkel med sikkerhet 1,5 avstand 32m

2) Utgraving ved avstand større en 32 meter fra svillekant.

I denne beregningen må avstanden fra topp leirkant til kant togsville være større 32 meter.

For å få tilfredsstillende sikkerhet skal det være stabilt rehabilitert skråning på den ene siden til seksjonene. På den andre siden av seksjonen skal det ikke være fjernet noe av fyllmassene. Dette for å ivareta 3D effekter som ligger inne i beregningene.

Med 3D faktor på 0,1. Dvs etter SVV sine normer 1/lengde, hvor lengden er 10 meter så er det tilfredsstillende sikkerhetsfaktor på 1,4. Det betyr at det kan graves med maksimalt 10 meters bredde på seksjonene.

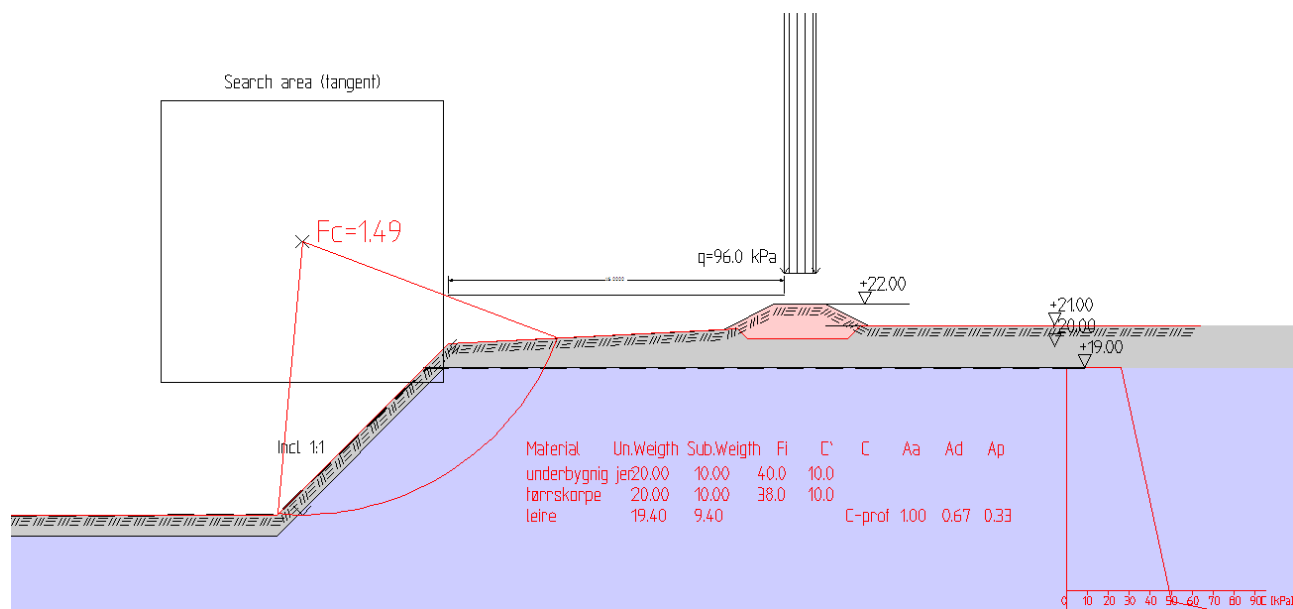


Figur 8 Bruddsirkel i en 10meter seksjon

3) Utgraving når du er innenfor kritisk sone (mindre en 32 meter fra svillekant)

Vi er nå innenfor den sonen hvor jernbanelasten påvirke skråningen. Dersom avstanden blir kortere en 16 meter til jernbanesporet må RIG kontaktes.

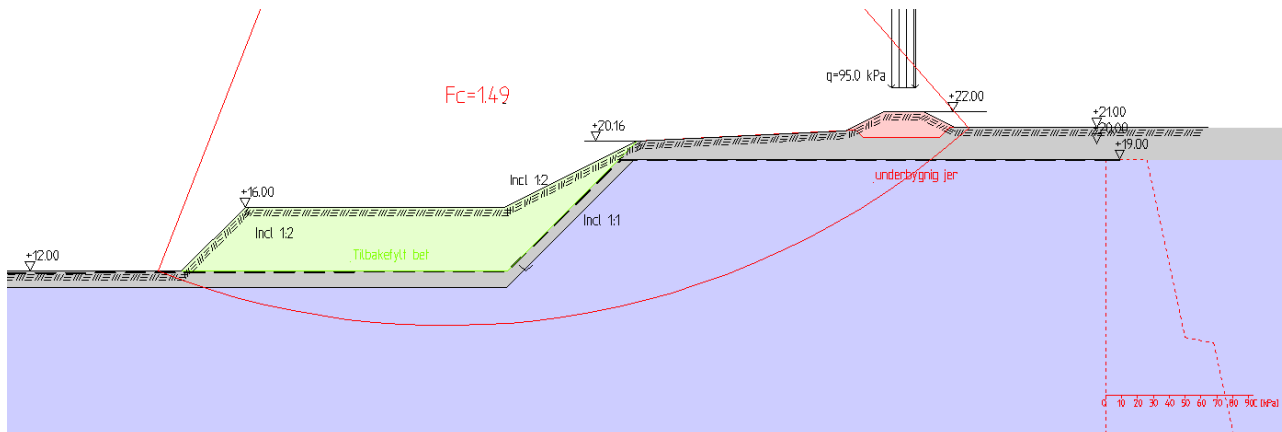
Når vi er inne i kritisk sone så må seksjonen på utgravingen reduseres. I kritisk området anbefales det seksjoner på 7,0meter. Vi har da en sikkerhet på 1,49 for stabilitet. Det forutsettes at der er masseutskiftet og tilbakefylt på minst en av sidene.



Figur 9 Bruddsirke 7,0m seksjon, inne ved jernbanen

4) Stabilisering kritisk avstand jernbanen – Meget Alvorlig - F1,5

Med skadekonsekvensklasse meget alvorlig må det etableres en terrasse på kote 16, med en utstrekning på minimum 16,5 meter. Se Figur 11 for oppriss.



Figur 11 Motfylling for område ved jernbane – Skadekonsekvensklasse Meget Alvorlig

KONKLUSJON

Hvor avstanden fra nærmeste sville, og topp leirskråning er mer en 32 meter, så vil ikke jernbanelasten påvirke skråningsstabiliteten. I dette området kan kullet masseutskiftes i 10 meter seksjoner.

Det skal her tilbakefylles med betongmasser som legges i en helning på 1:2.

Når avstanden til togskinnen er mindre en 32 meter, kan det ikke masseutskiftes i mer en 7 meter seksjoner. Det må i tillegg etableres en terrasse på kote +16, som har en utstrekning på minimum 16,5 meter.

Det er forutsatt at skråningshøyden er mindre en 8 meter.

Alle graveseksjonene skal tilbakefylles før arbeidene avsluttes for dagen. Ingen seksjoner må stå åpne uten tilsyn.

Observasjoner.



Figur 12 Historisk bilde av smelteverket. Jernbanen til høyere i bildet



Figur 13 Bilde fra befaring i oktober



Figur 14 Bilde fra befaring i oktober



Figur 15 Bilde fra befaring i oktober



Figur 16 Bilde fra befaring i oktober



Figur 17Bilde fra befaring i oktober

Ref. 1 [https://trv.jbv.no/wiki/Forside - 2014-10-30](https://trv.jbv.no/wiki/Forside_-_2014-10-30)

Ref. 2 NS-EN 1990:2002/A1:2005 + NA:2010

Trondheim, 2014-11-19

Utarbeidet:

Sigurd Holo Leikarnes

Fagkontroll:

Haakon Kulberg

Godkjent:

Tonje Stokkan

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Massedisponeringskart 0 - 1 m

