

Geologi

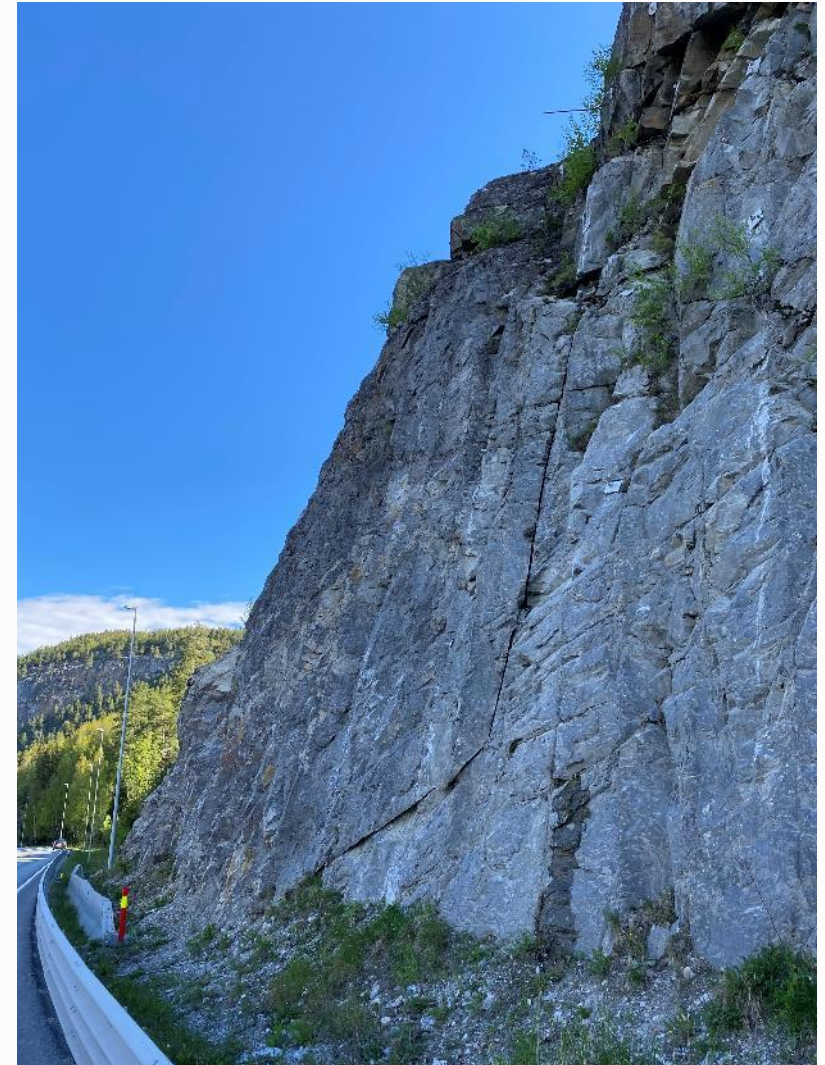
Hvilken betydning har geologiske forhold for vurdering og etablering av bergskjæringer?

- Kjetil Moen, Multiconsult Norge AS
- Kurs: «Stabilitet og sikring av bergskjæringer», 2021

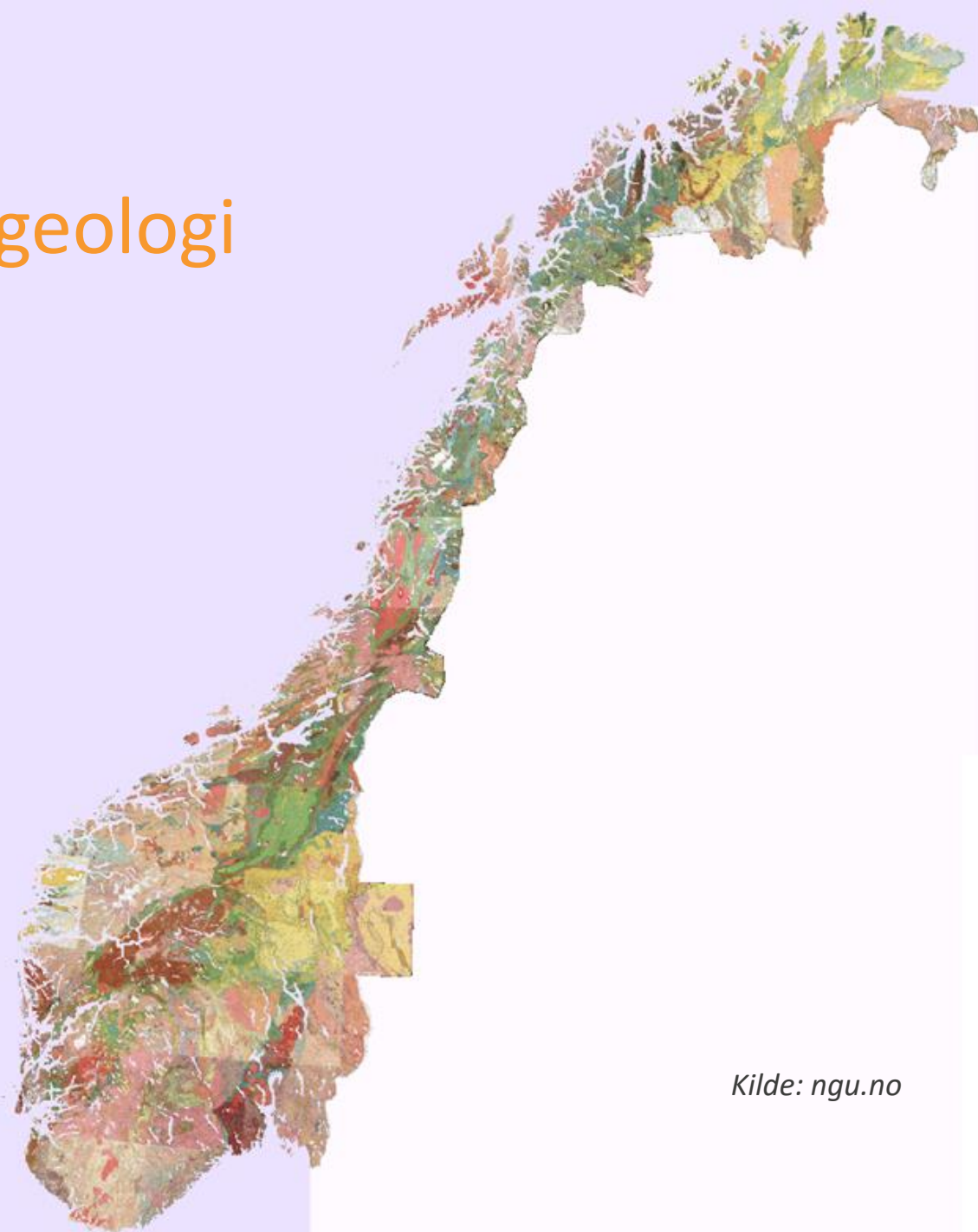
Innhold

...ikke grunnkurs i geologi, men litt om følgende:

- Geologiske forhold som har betydning for resultatet
- Ingeniørgeologiske undersøkelser / vurderinger
- Av og til går det galt... (utglidninger / ras)
- Eksempler (bilder / illustrasjoner)



Norges berggrunnsgeologi



multiconsult.no

Kilde: ngu.no

Geologiske forhold som har betydning ved etablering av bergskjæringer

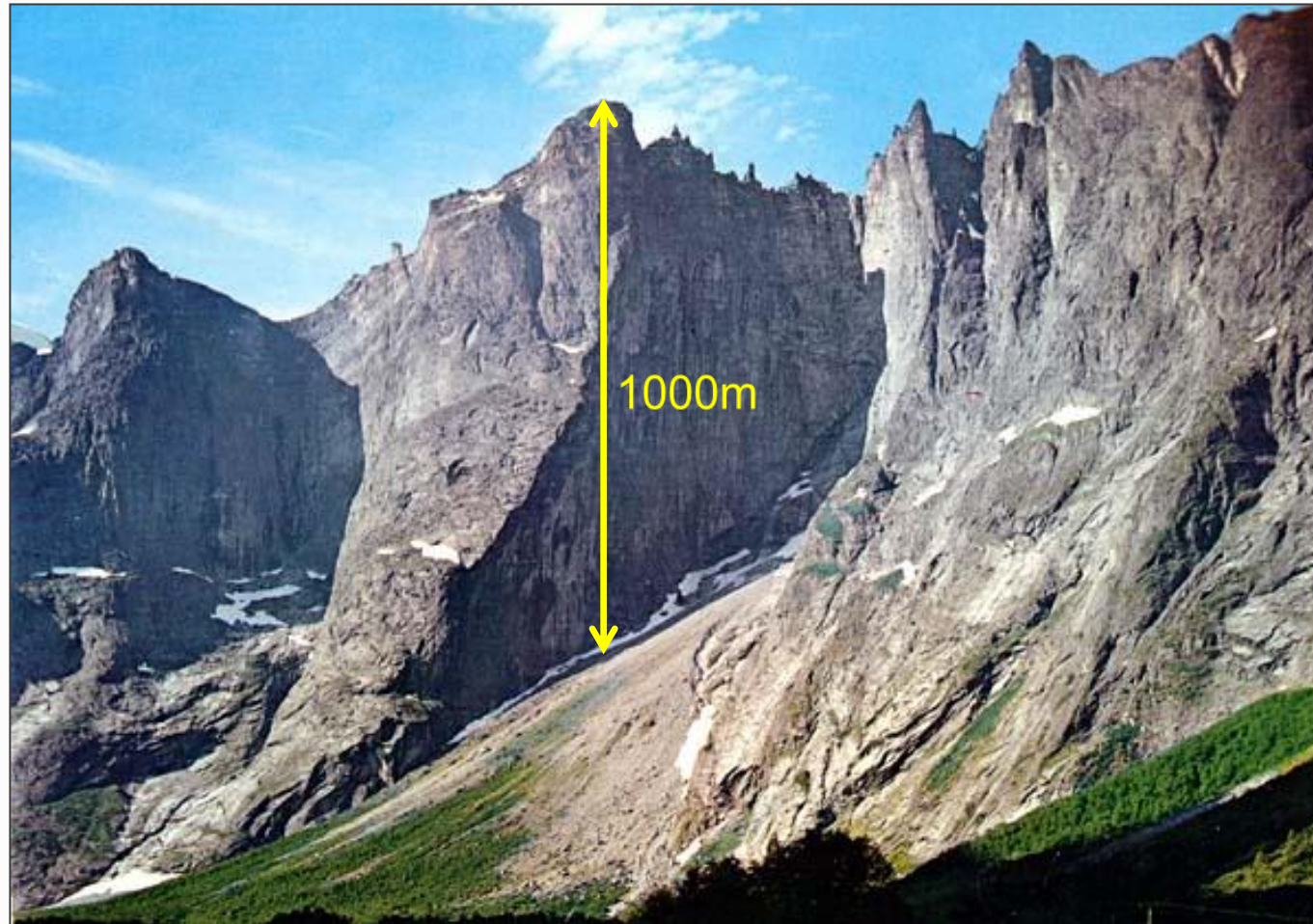
- Bergart
- Oppsprekning
- Slepper / svakhetssoner
- Forvitringsgrad
- Sprekkevann
- Bergspenninger



Karakteriserer
bergmassen
(byggematerialet)

Hvor høy kan en bergskjæring være, og samtidig være stabil ?

Trollveggen – Europas høyeste loddrette stup



Lokale stabilitetsproblemer forekommer fra tid til annen...

Trollveggen – Europas høyeste loddrette stup



Steinskred høsten 1998

Foto: Harald Sæterøy

På tross av størrelsen på disse skredene er totalstabiliteten i behold

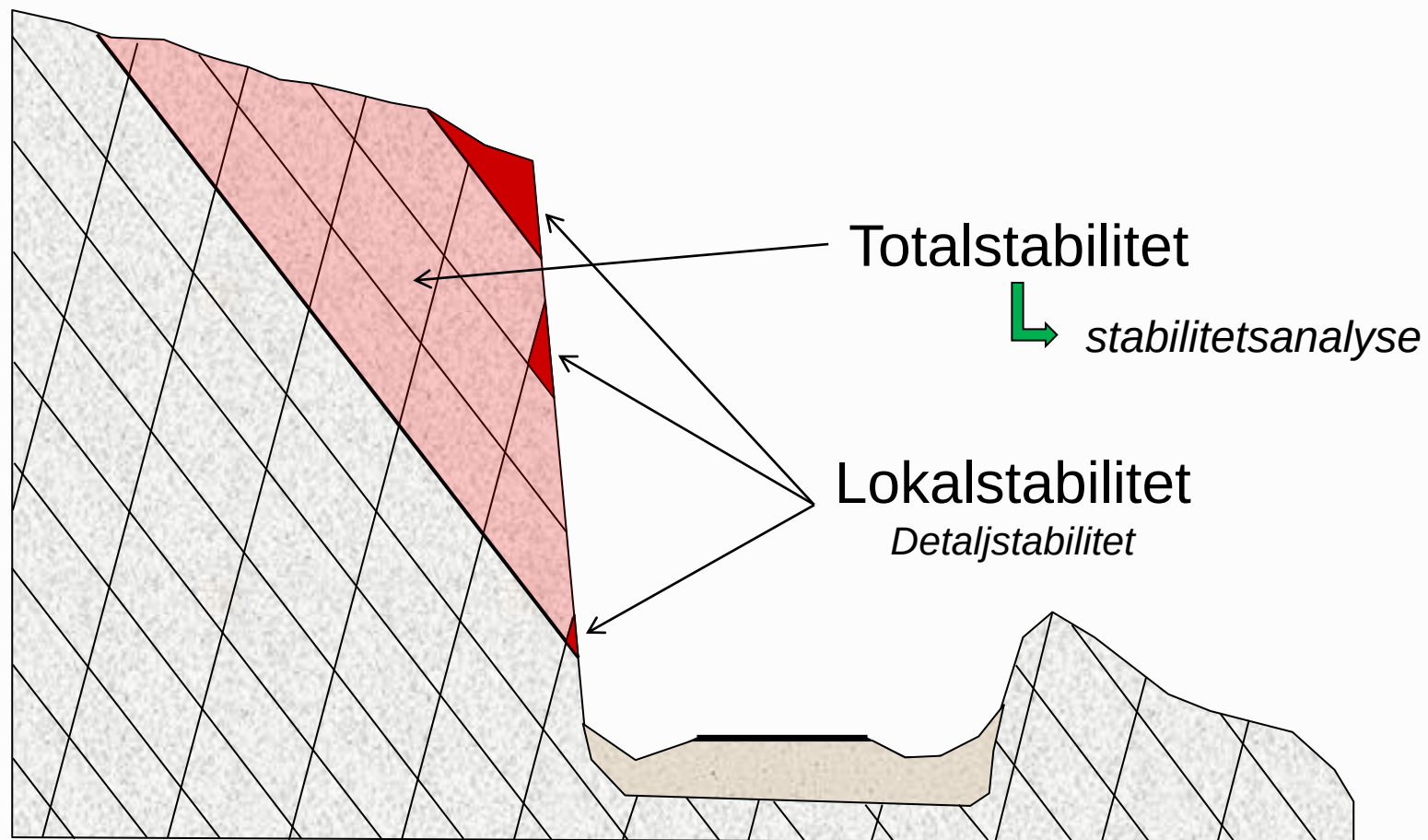
Trollveggen – Europas høyeste loddrette stup



Steinskred høsten 1998

Foto: Harald Sæterøy

Lokalstabilitet - Totalstabilitet



Eksempel på stabil skjæring (høyde 15 – 20m)

Rv.7 sør for Gulsvik. Båndet gneis. Usikret



Eksempel på ustabil skjæring (høyde 5 – 10m)

E18 Asker-Lier. Sterkt forvitret hornfels + diabas. Sikring: Fanggrøft – ”la det bare rase”



Samme bergart (larvikitt), samme sted (E18 Bommestad) – Forskjellig kvalitet



Bergkvaliteten er som regel dårligere nær fjelloverflaten (dagfjellsonen)

Vegskjæring v/ Isi avfallsanlegg, Bærum. Hornfels. Sømboring i toppen



Forbolting og sømboring bør ofte gå "hånd i hånd"



Effekten av sømboring kan være god...



Kalk-leirskifer

Byggegrøp,
Oslo

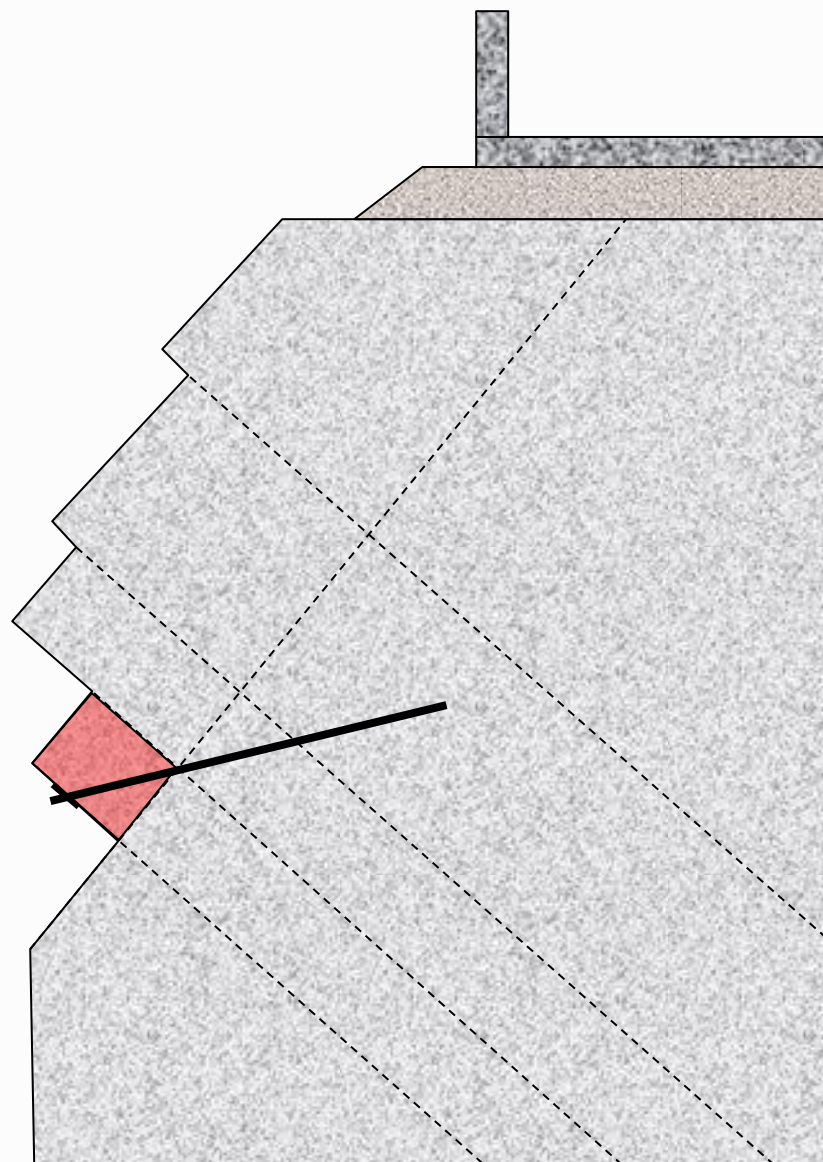
...eller mindre god...



Båndet gneis

Vegskjæring,
Kristiansand

Låseblokker (prinsipp)



Låseblokker (eksempel)

Nesodden – granittisk gneis



Vurdering av friksjons- og innspenningsforhold står sentralt

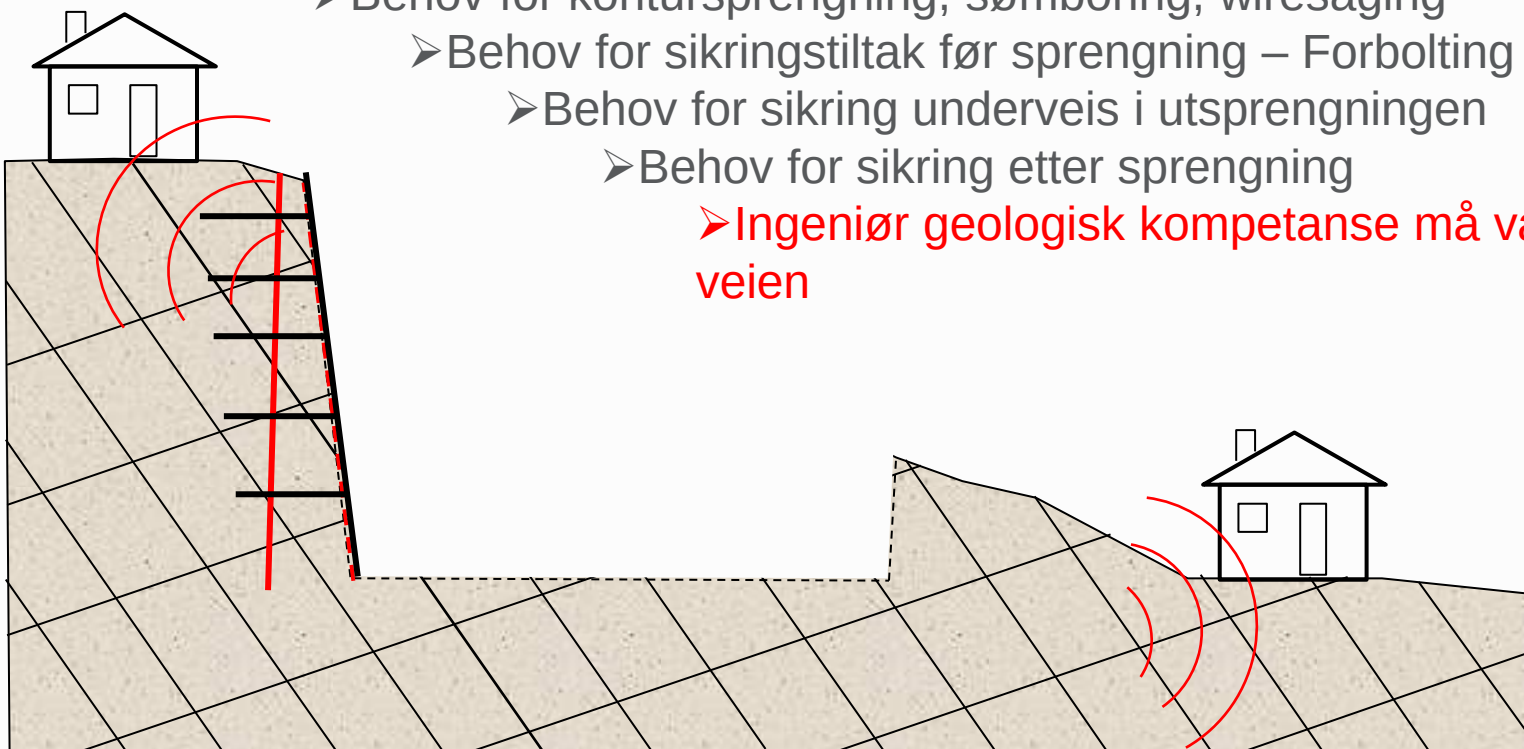


kalkstein /
leirskifer

Stathelle

Ingeniørgeologiske vurderinger

- Bergmassen, inkl. oppsprekning / svakhetssoner – ingeniørgeologisk kartlegging
 - Omgivelsene, bebyggelse
 - Krav til sprengningsarbeidene (forsiktig sprengning, rystelser)
 - Behov for kontursprengning, sømboring, wiresaging
 - Behov for sikringstiltak før sprengning – Forbolting
 - Behov for sikring underveis i utsprengningen
 - Behov for sikring etter sprengning
- Ingeniør geologisk kompetanse må være med hele veien



Mye kan gå galt dersom man ikke tar dette alvorlig...



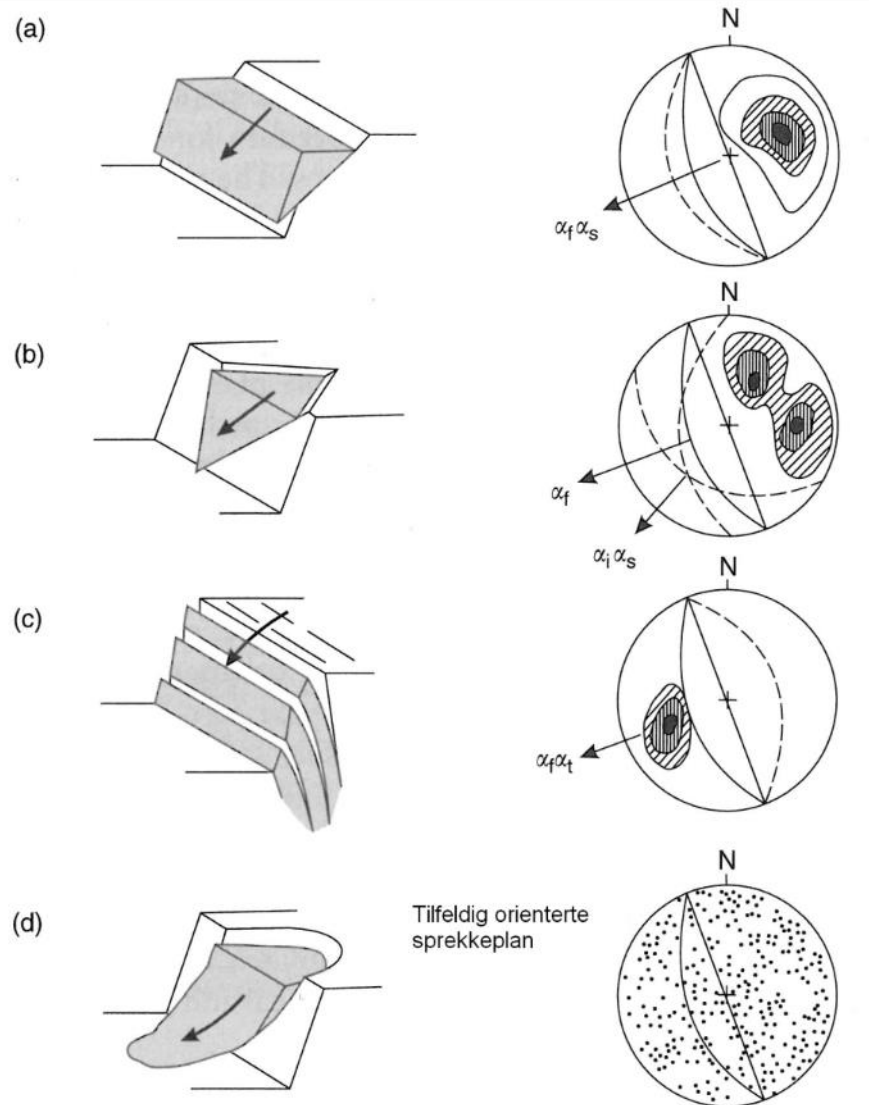
Oslo

Mye kan gå galt dersom man ikke tar dette alvorlig...



Mongstad

Kategorisering av de mest vanlige utglidningstypene



- Plan utglidning

- Kileutglidning

- Utvelting ("toppling")

- Sirkulær utglidning

Forklaring

Pol konsentrasjon

Storsirkel til selve skråningen

Storsirkel som representerer senter av respektiv pol konsentrasjon



α_f Fall retning for skråning

α_s Retning på utglidning

α_t Retning på utvelting

α_i Fall retning på skjæringslinja for to plan

Kilde: Rock Slope Engineering (Wyllie/Mah, 2004)

Eksempel: Plan utglidning



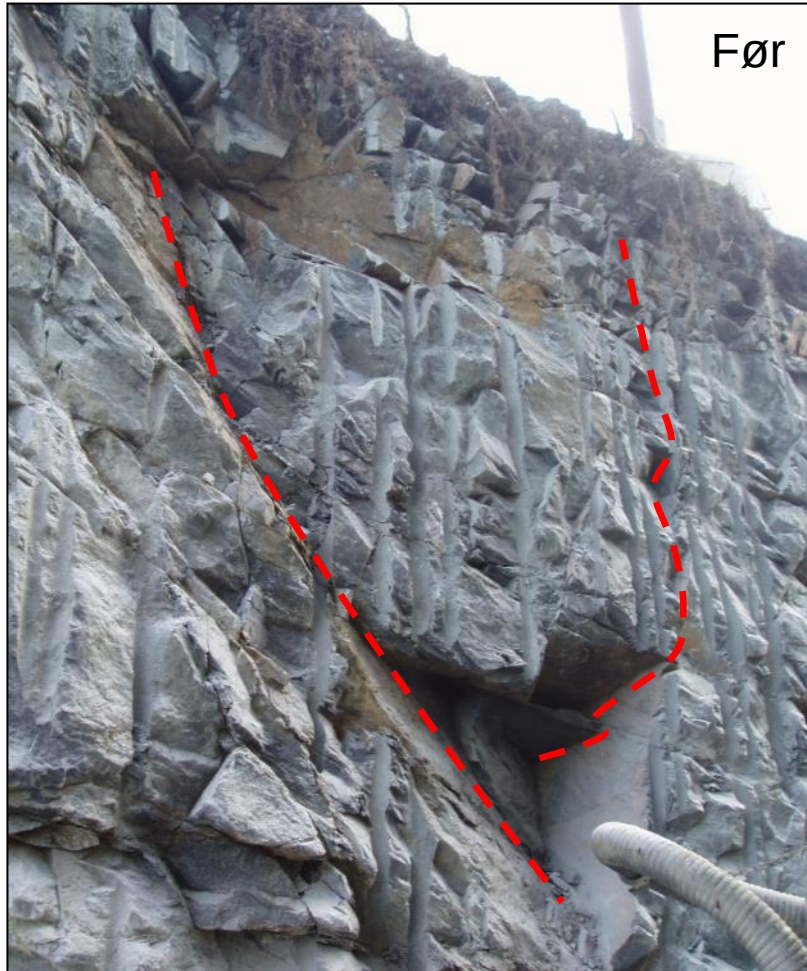
Dobbeltspor Lysaker – Sandvika,
wiresaget skjæring i leirskifer

Sprekkevann og frost kan være en drivende faktor...



Dobbeltspor Lysaker – Sandvika,
wiresaget skjæring i leirskifer

Eksempel: Kileutglidning



Nordstrand, Oslo
granittisk gneis

Eksempel: Utvelting (toppling)



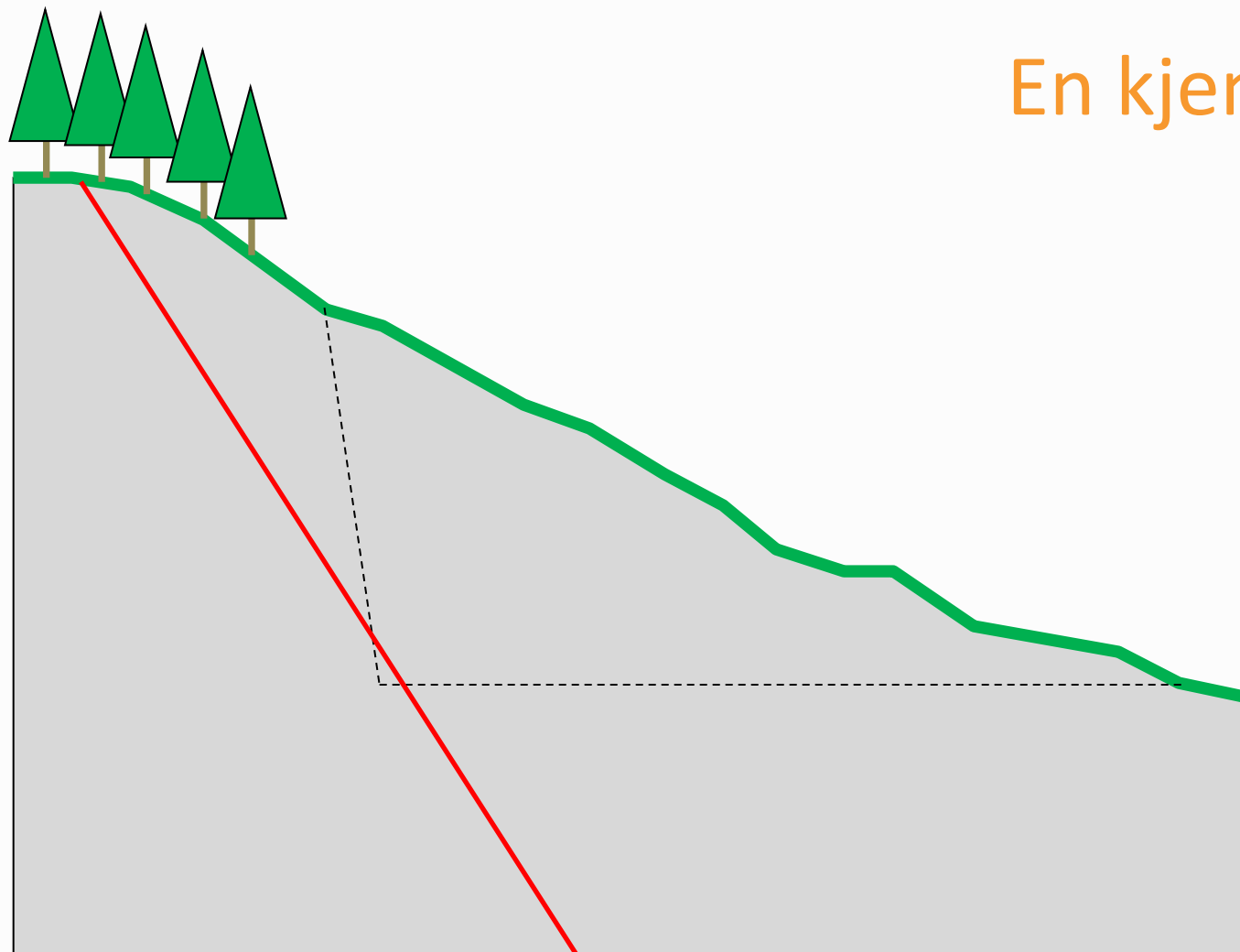
Nesbru (Asker),
kalkleirskiifer

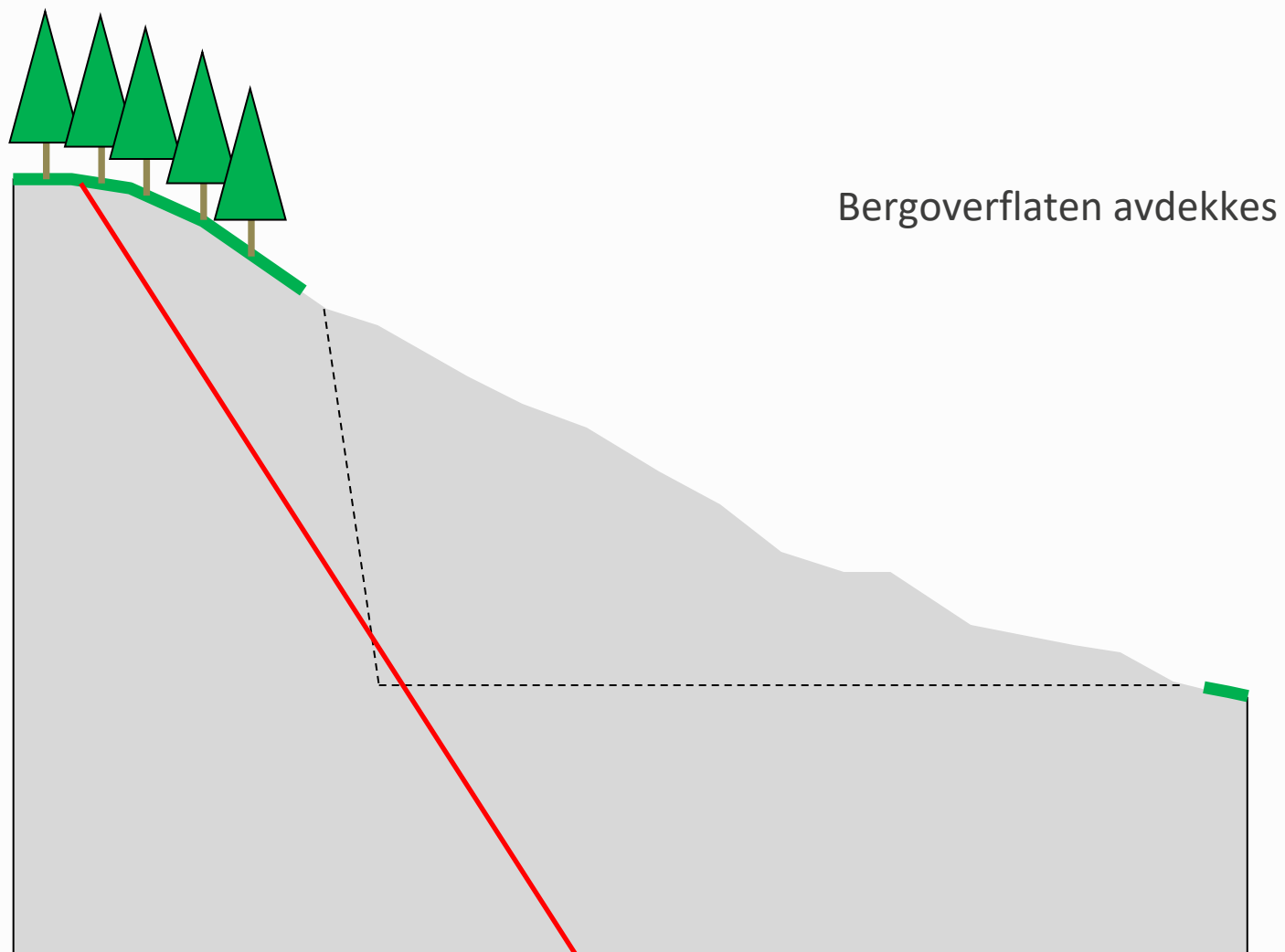
Eksempel: Blokkutfall

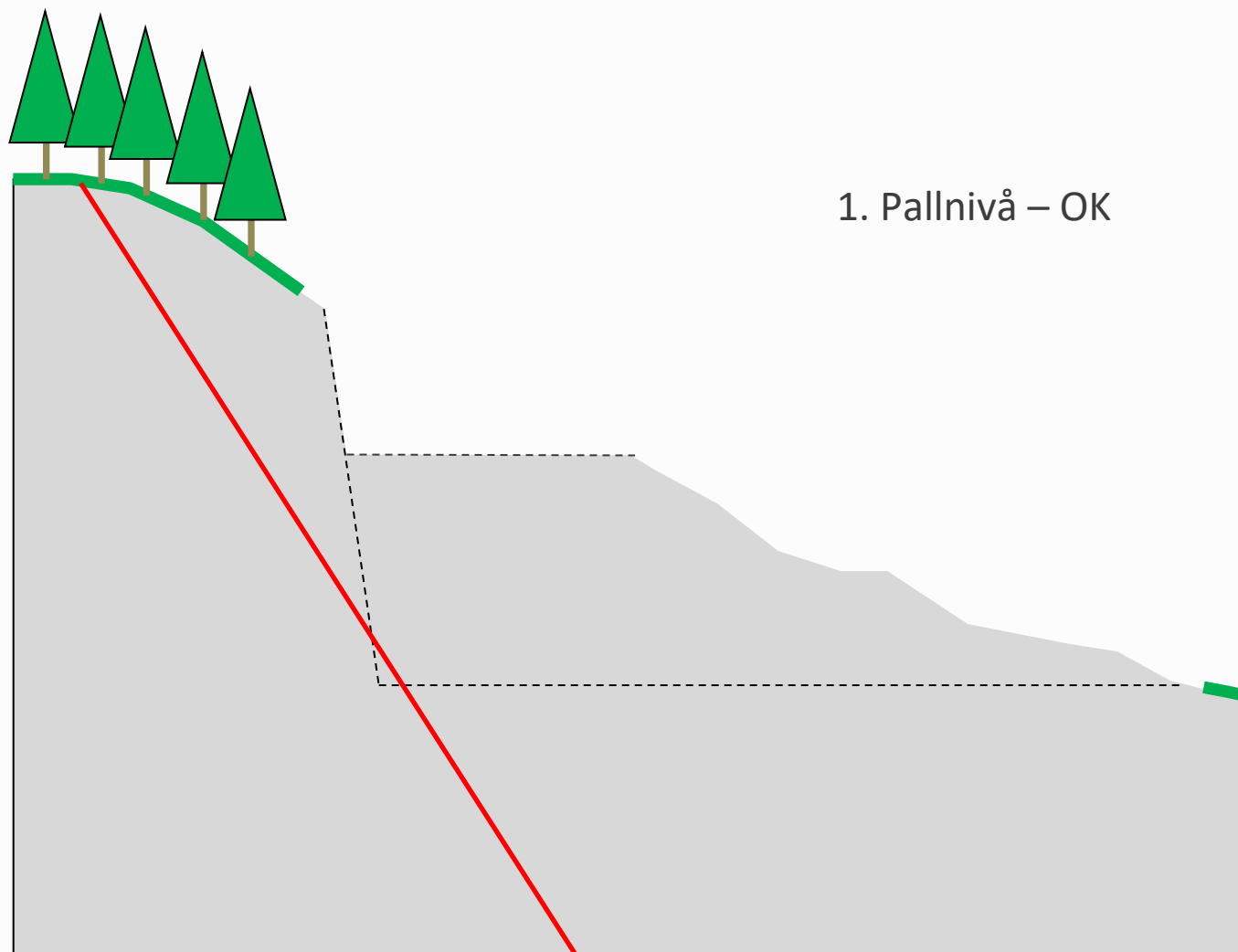


Aukra,
migmatittisk gneis

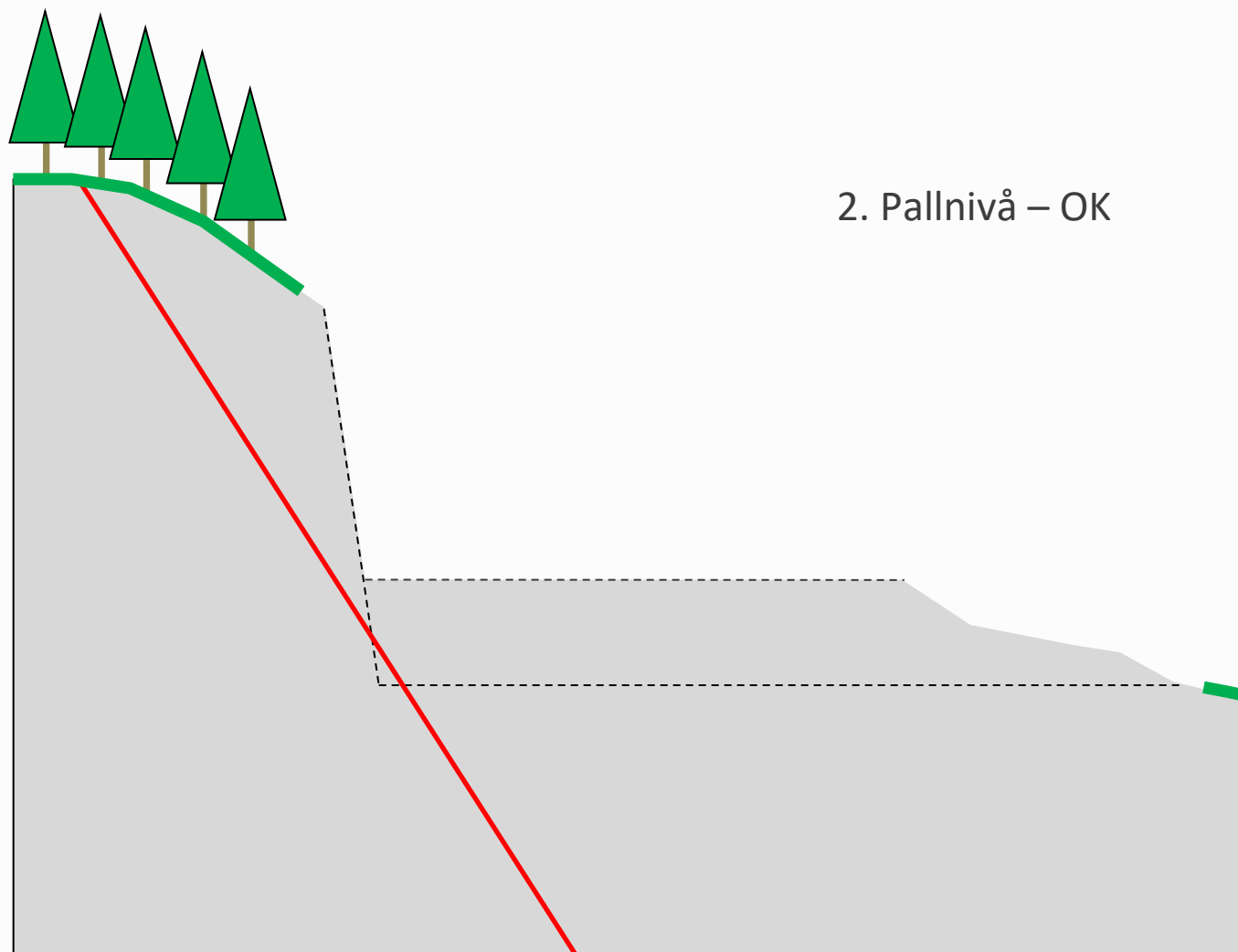
En kjent problemstilling...



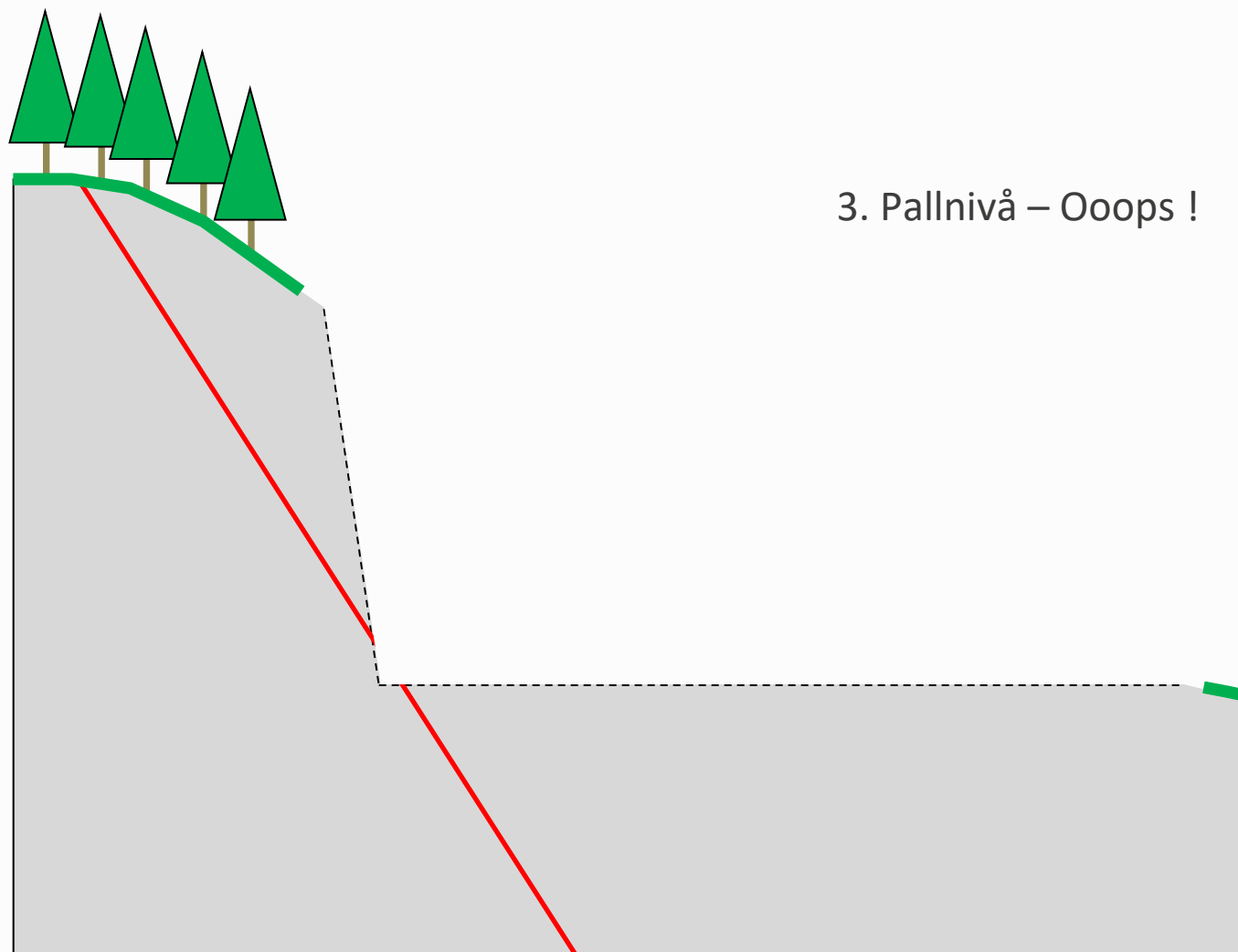


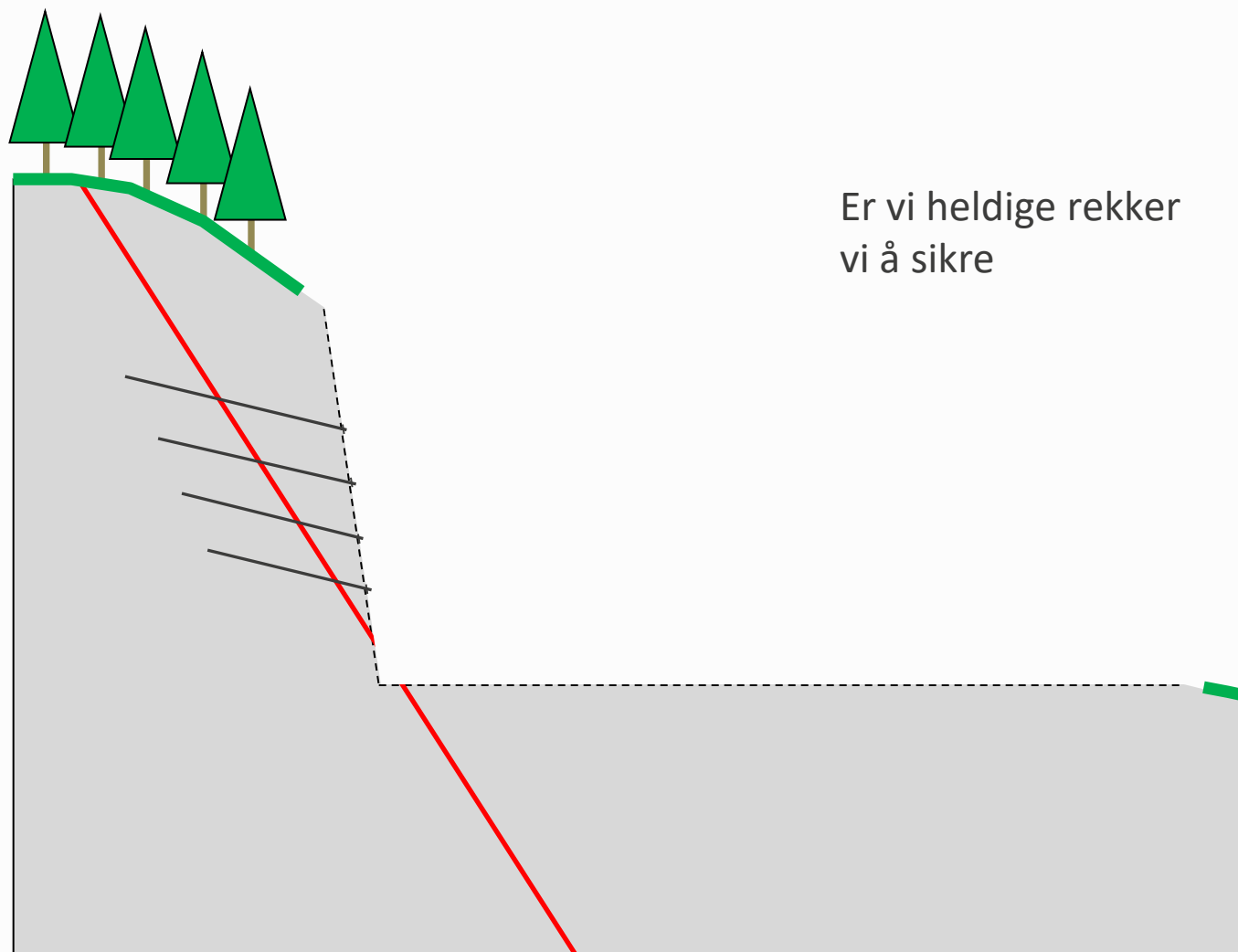


1. Pallnivå – OK

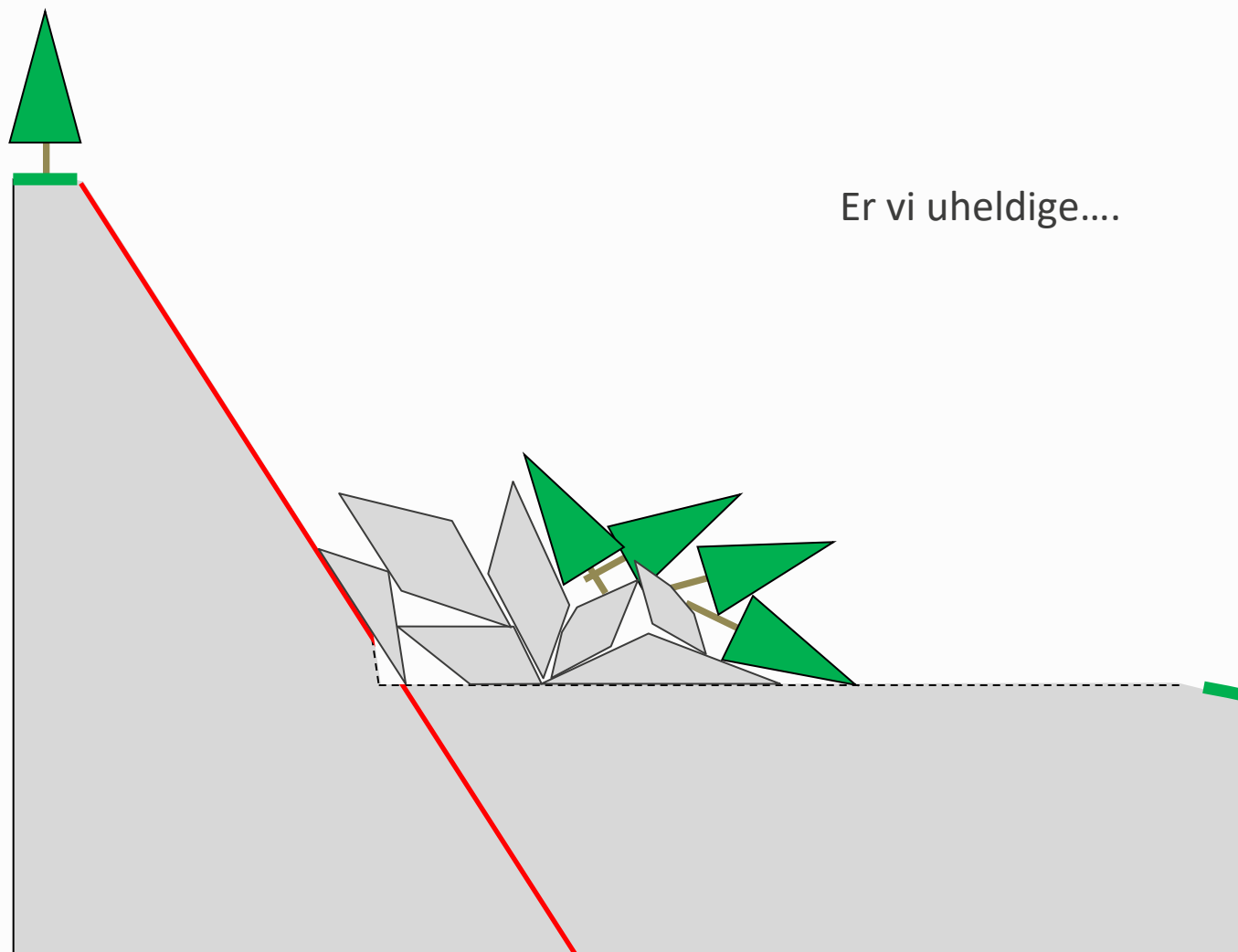


2. Pallnivå – OK

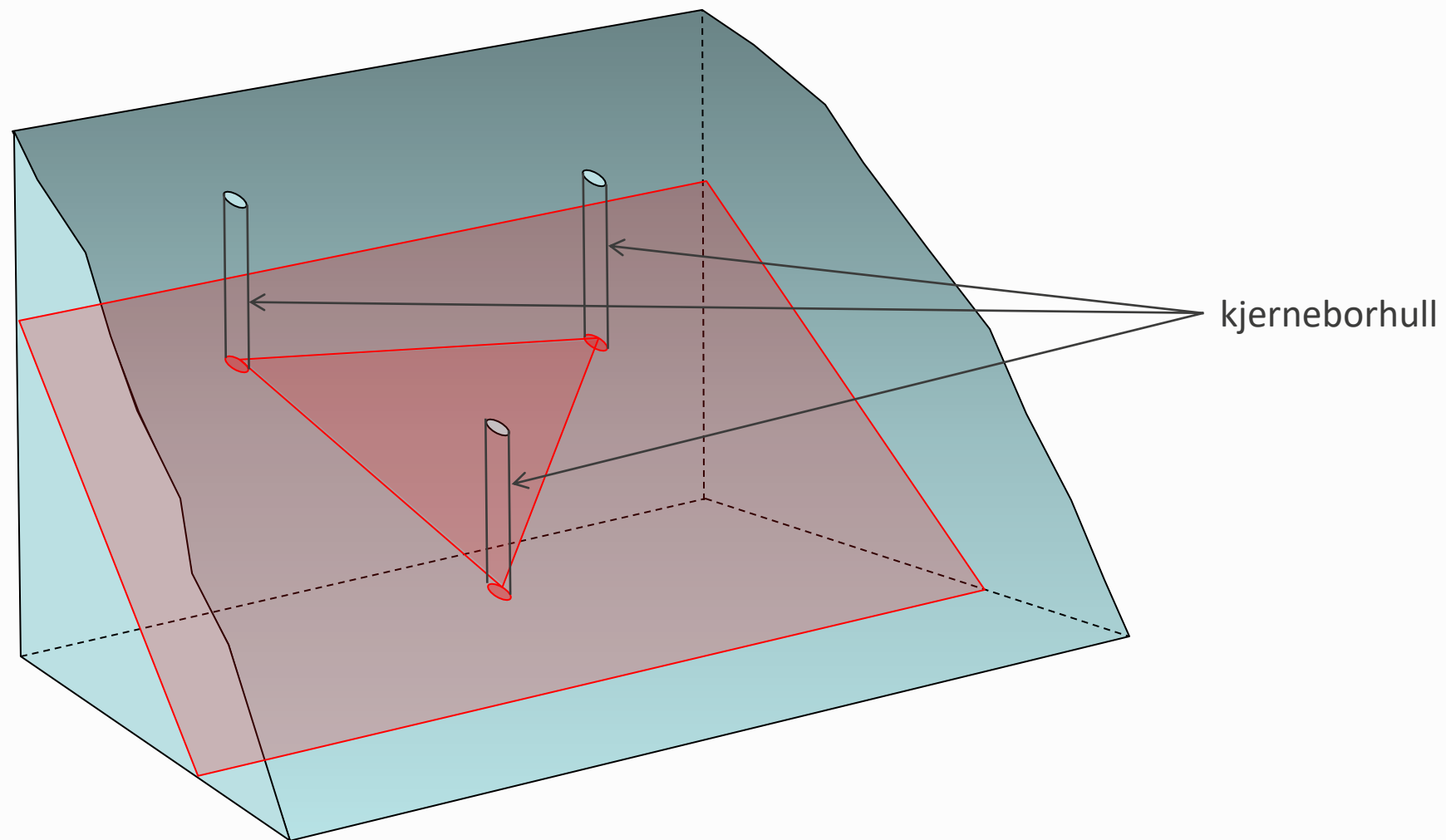


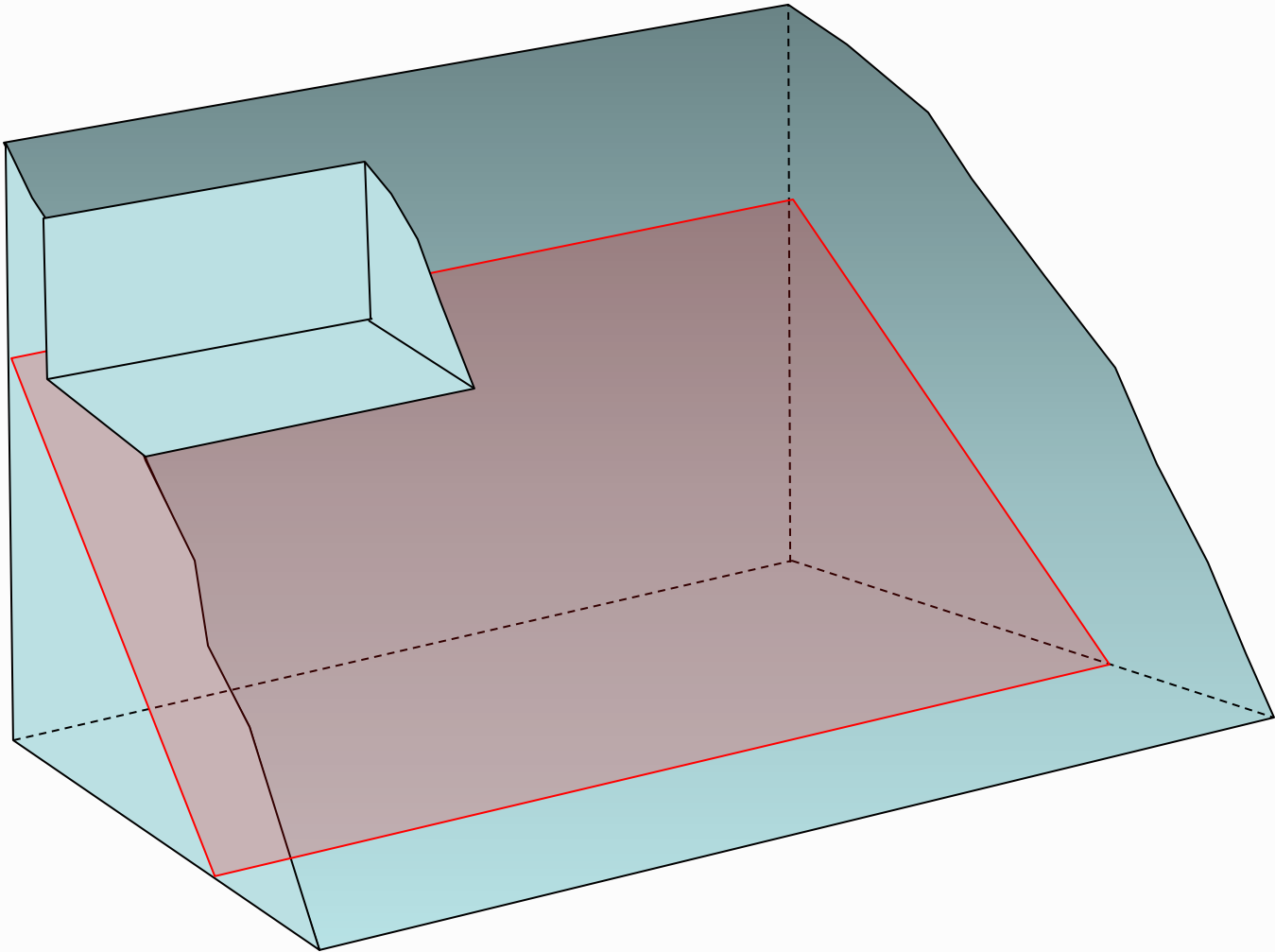


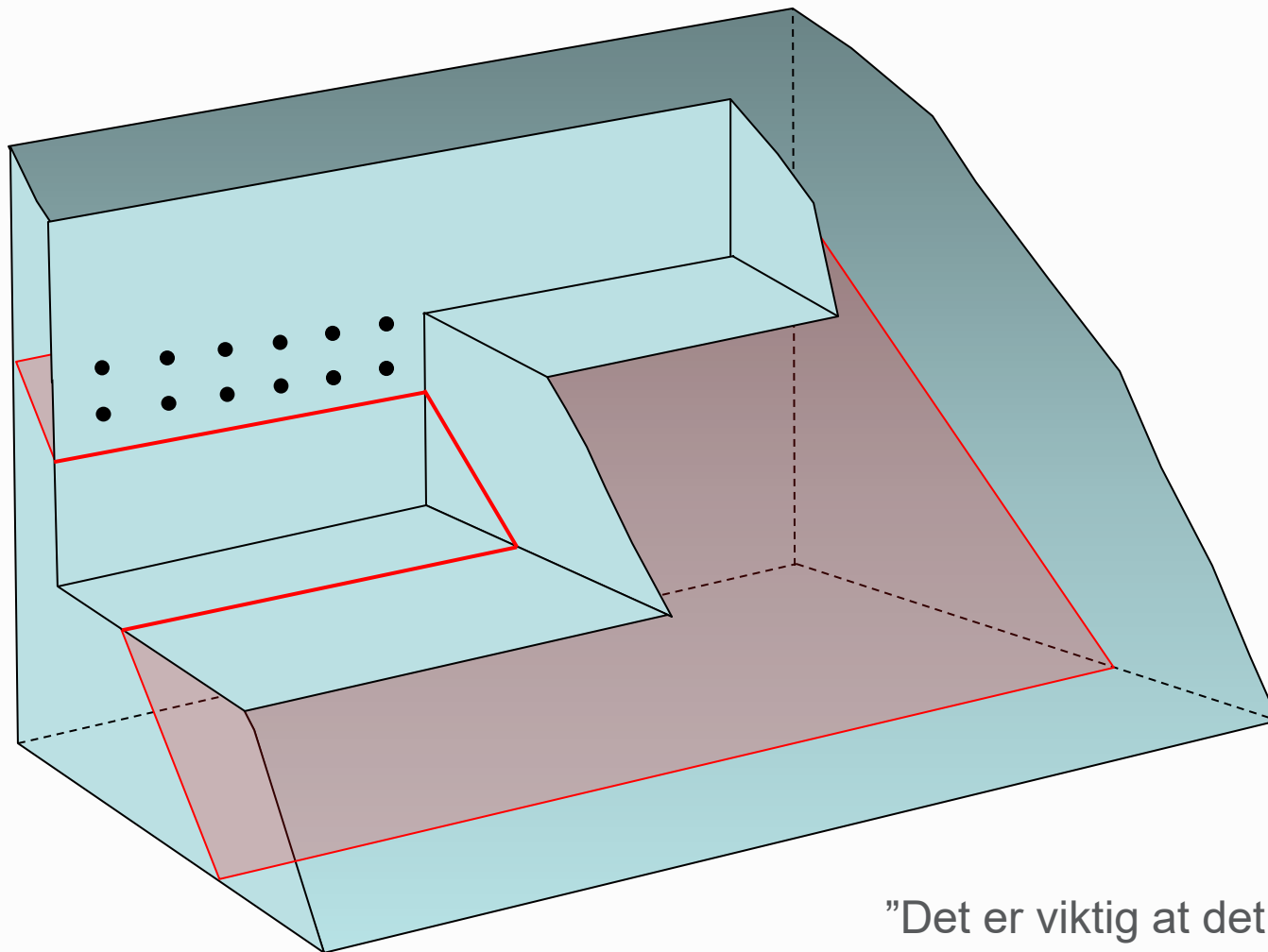
Er vi heldige rekker
vi å sikre



Er vi uheldige....

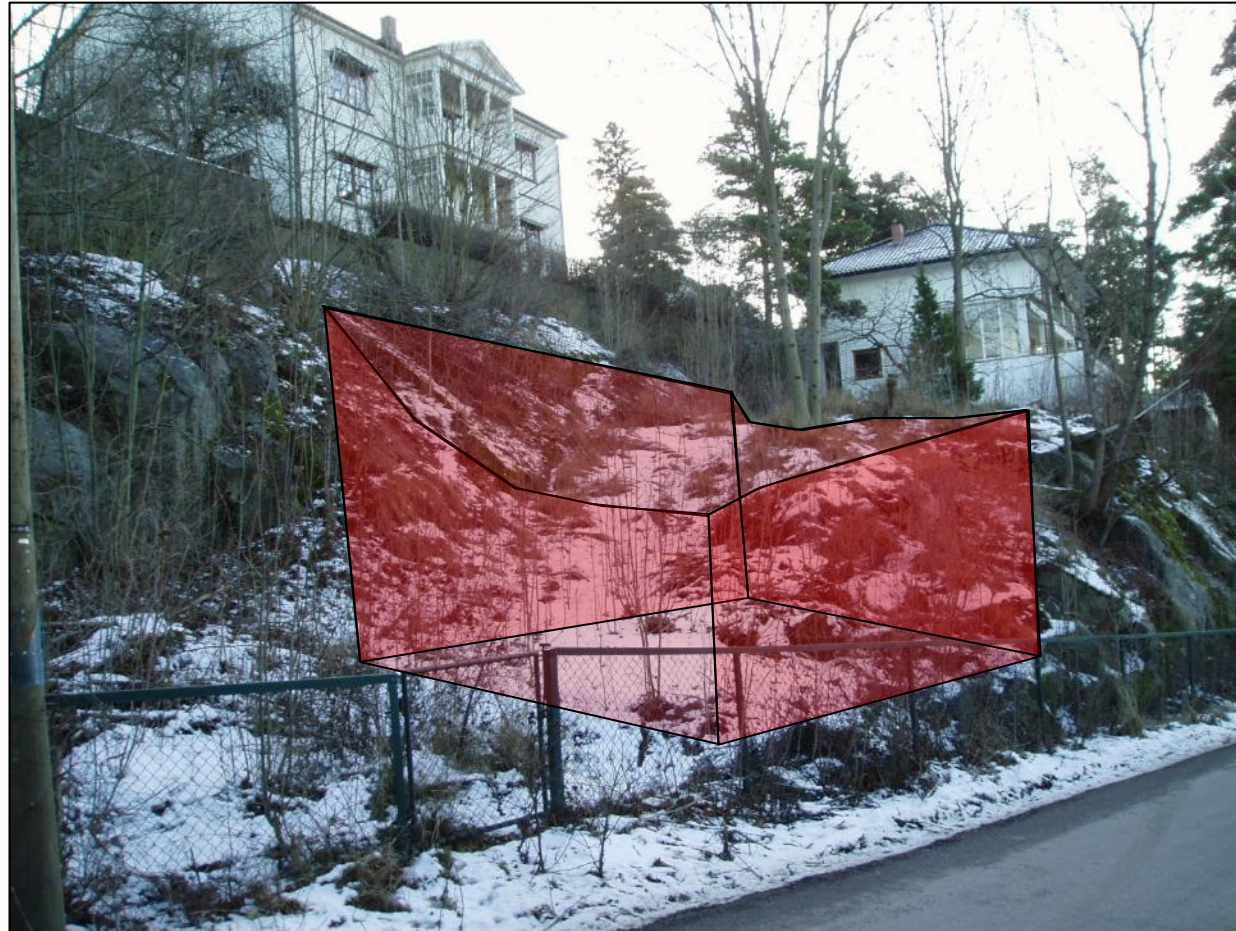




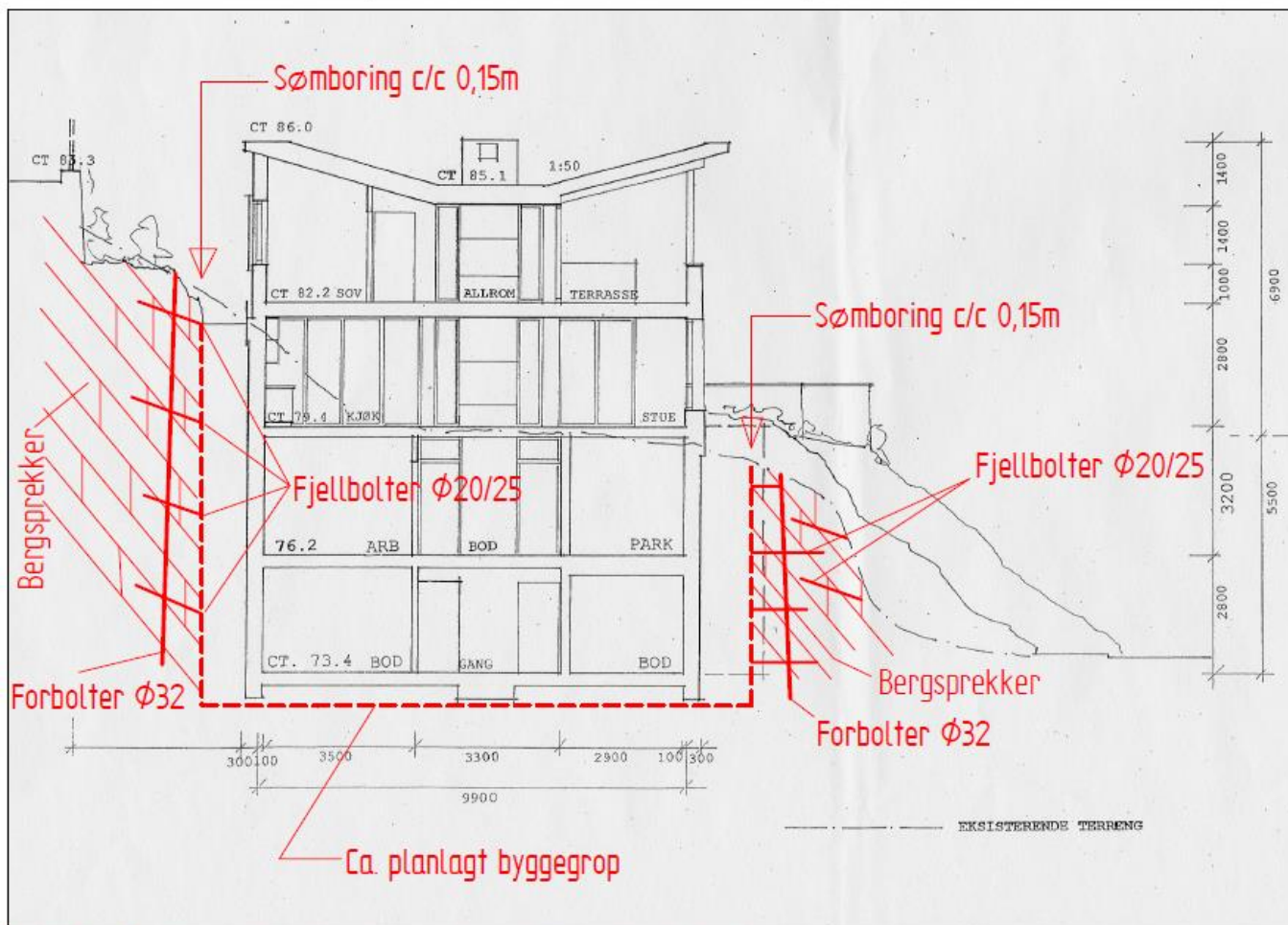


”Det er viktig at det ikke sprenges fri større flater enn
at det er mulig å sikre ustabile partier etter hvert”
→ Ingeniørgeologisk oppfølging !

Eksempel: Byggegrupp



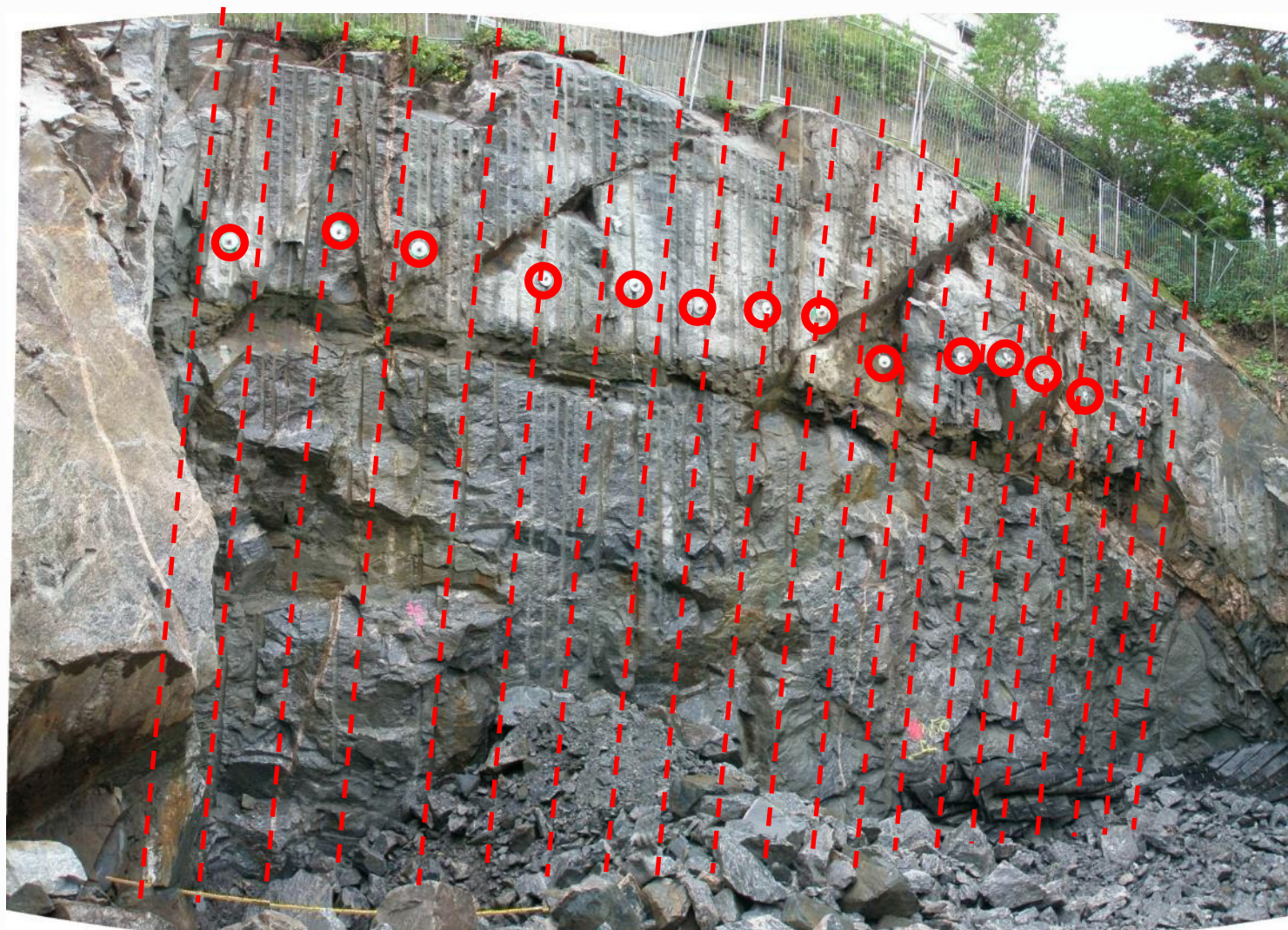
Bekkelaget, Oslo
granittisk gneis



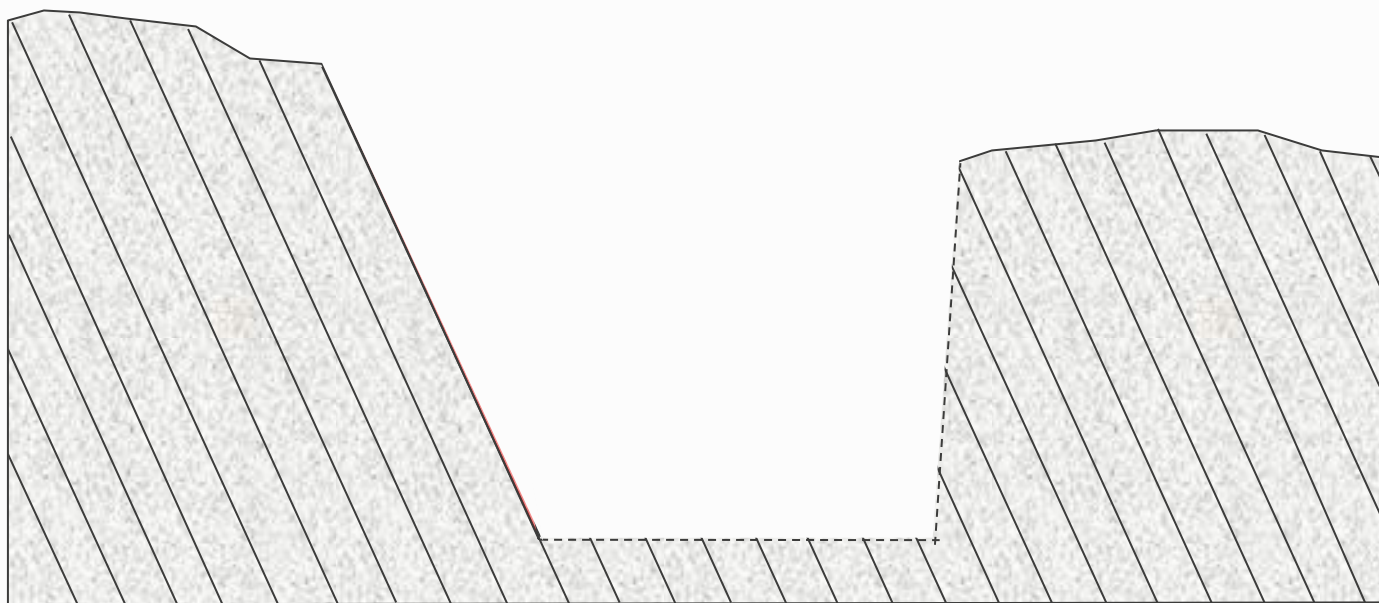
OBS: PRINSIPPSKISSE – Antall, plassering og lengde for forbolter / fjellbolter må anvises på stedet.







Utnytt geologien på mest mulig rasjonell måte...



Eksempel: E18 v/ Kragerø



Bergart: granittisk gneis

Eksempel: E39 v/Helleland (Egersund)



Bergart: Noritt (mørk dypbergart i gabbrofamilien)

Eksempel: E39 v/Helleland (Egersund)



Eksempel: Skjæring, Bergen



Her er ikke geologien utnyttet optimalt...

Gjelleråsen

Bergart: granittisk gneis

Sikret med nesten 50 stk. bolter/stag



Til slutt, et visdomsord...

Karl Terzagi – om det at det ikke alltid er mulig å få tak i relevante grunnlagsdata for ingeniørgeologiske stabilitetsvurderinger:

«... I slike tilfeller blir gjerne analysene basert på forutsetninger som har lite til felles med realitetene. Slike beregninger gjør mer skade enn nytte, fordi de avleder designerens oppmerksomhet fra de uunngåelige, men viktige huller i hans kunnskap om de faktorer som bestemmer stabiliteten i hardt, uforvitret berg»

Fra artikkelen «Stability of steep slopes on hard unweathered rock» (NGI Publ. 50)

A photograph of a person in an orange suit rappelling down a large, layered rock face. The rock face is composed of various shades of brown and tan, with visible horizontal and vertical cracks. The person is positioned in the upper left quadrant of the image. The background is a clear blue sky.

Takk for oppmerksomheten !