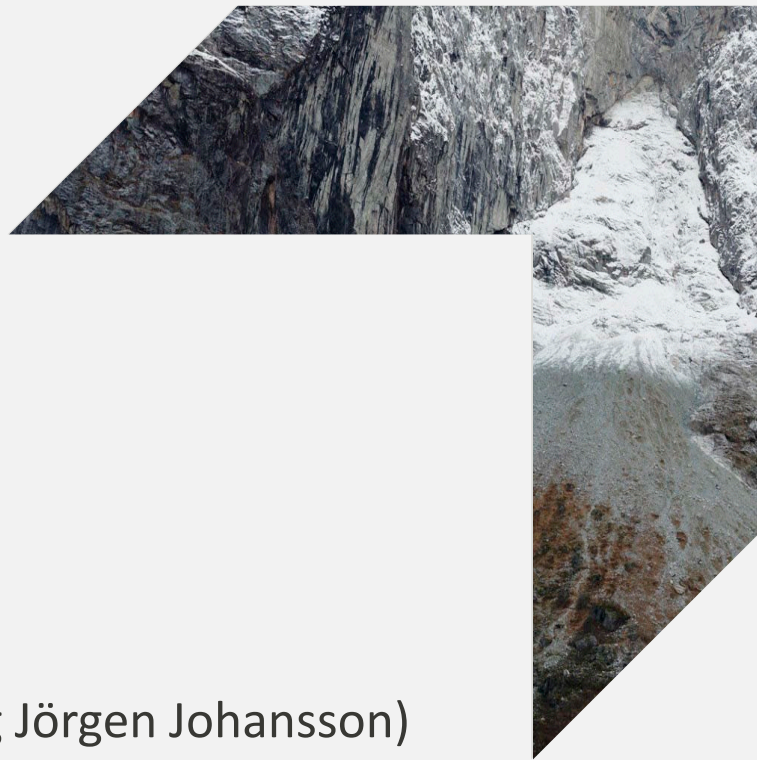




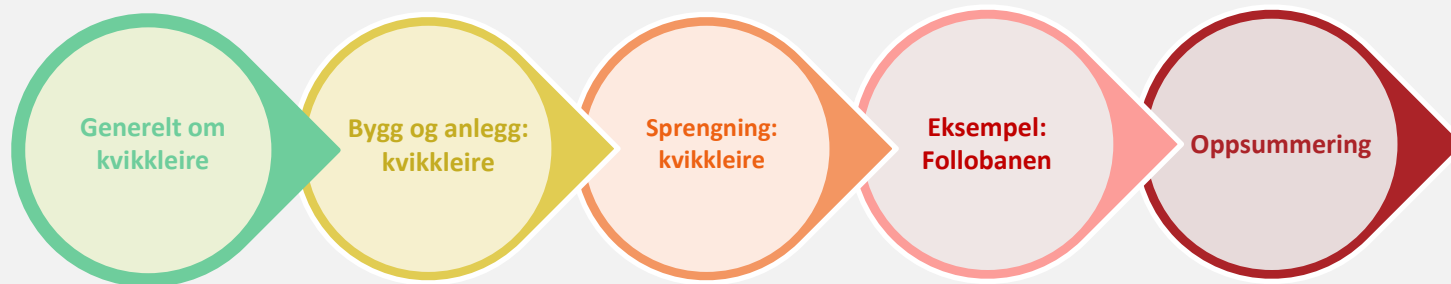
Kvikkleire, bygg og anlegg

NFF Under Oslo, 2022-03-03

Marius Mathisen Søvik

(med gode bidrag fra Einar John Lande og Jörgen Johansson)

Agenda



Generelt om kvikkleire

↗ Hva er kvikkleire?

- Kort fortalt: Marin leire uten salt
- Definisjon: «omrørt udrenert skjærfasthet» $S_{uR} < 0,5 \text{ kPa}$

↗ Hvor?

- Potensielt under marin grense
- Marin grense, Oslo: 210 moh

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Marin leire

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Istiden



Vekt av isbre:
Landet «presses ned»

10 000 f.kr – i dag



Isbre smelter. Vekt av isbre er
borte:
Landet hever seg (fortsett).

Leira som ligger under tidligere
havnivå kalles marin leire. Marin
leire har saltvann i porene.

Kvikkleire

➤ Kvikkleire= Marin leire med utvasket salt

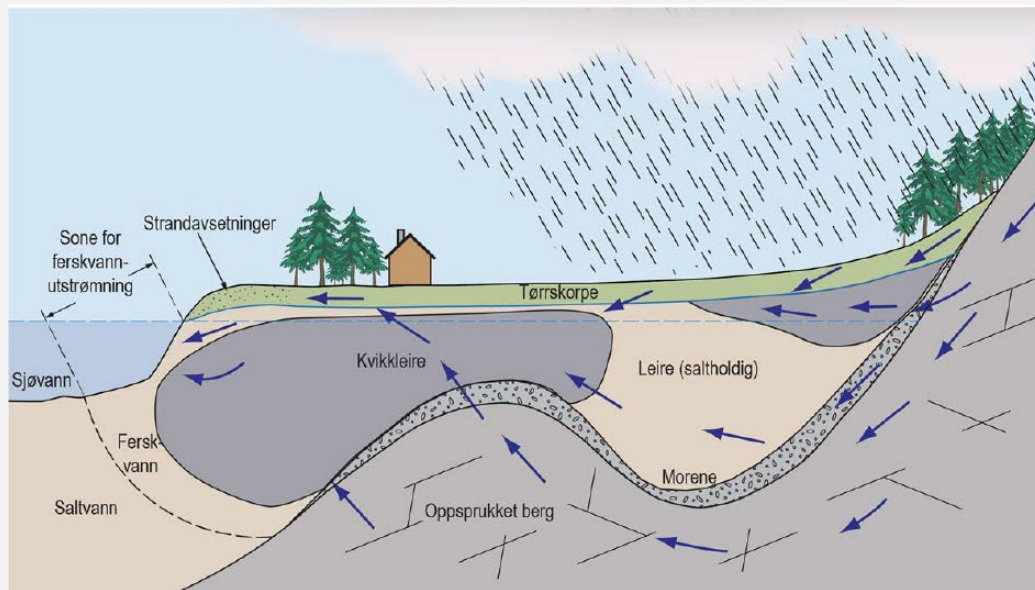
Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



Illustrasjon: NIFS-rapport 26/2013

Brudd i kvikkleire

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



**Kvikkleire har i
uforstyrret tilstand
nesten samme styrke
som annen leire**

Brudd i kvikkleire

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



**Etter omrøring kan
den bli som tung
væske**

Kvikkleireskred

Årsak:

1. Naturlig utløsning (erosjon)

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Kvikkleireskred

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



Skredet ved Byneset
(Trondheim) i 2012 ble
utløst etter erosjon i bekk

Kvikkleireskred

➤ Årsak:

1. Naturlig utløsning (erosjon)
2. Menneskelig påvirkning (anleggsarbeider osv.)

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Kvikkleireskred

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

NGI



Skredet ved
Skjeggestadbrua på
E18 i 2015 ble utløst av
oppfylling på golfbanen
ved siden av brua

Kvikkleireskred

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



Kvikkleireskred

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



NVE Atlas

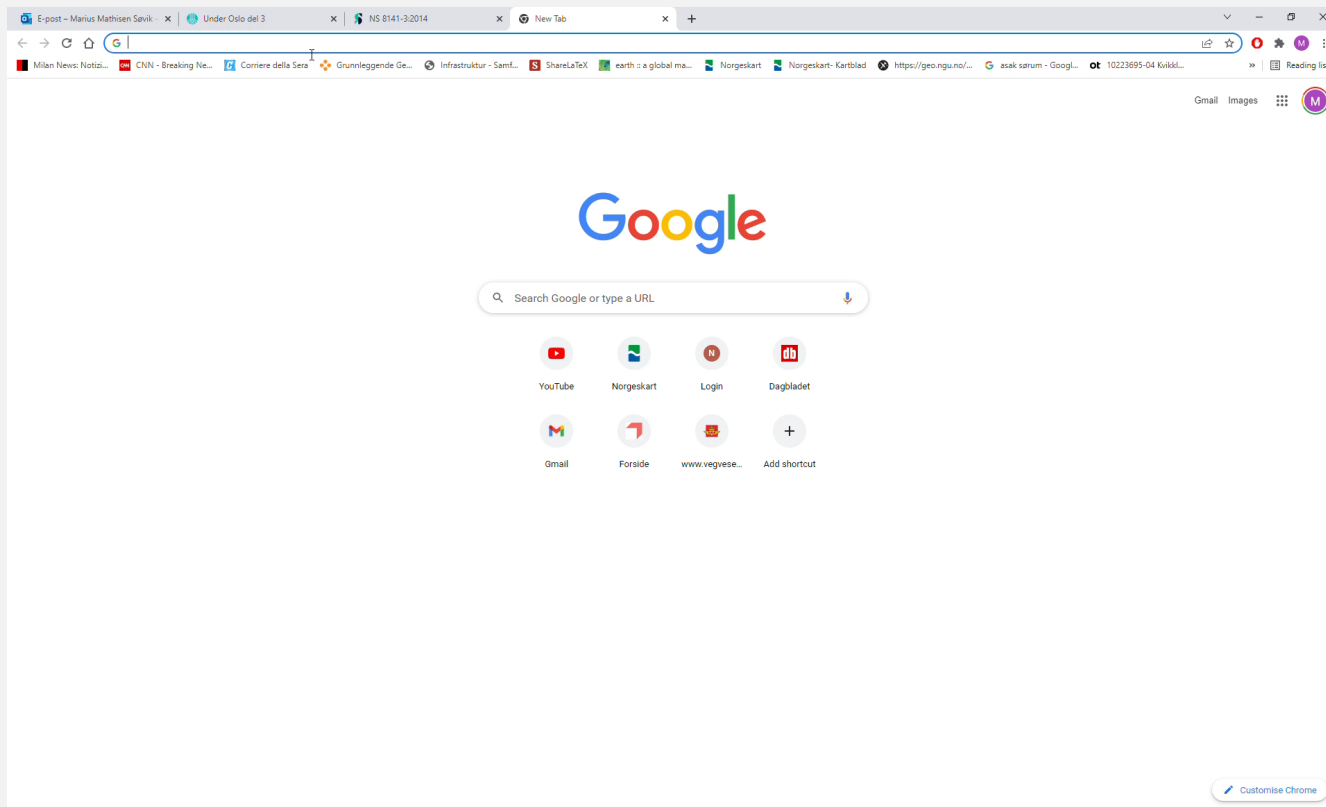
Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



God oversikt:

- NVE Atlas
- NADAG
- Utføre grunnundersøkelser

Bygg og anlegg: kvikkleire

➤ Vårt fokus: Menneskelig påvirkning på kvikkleira

➤ Inngrep påvirker de lokale forholdene!

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Grunnbrudd

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

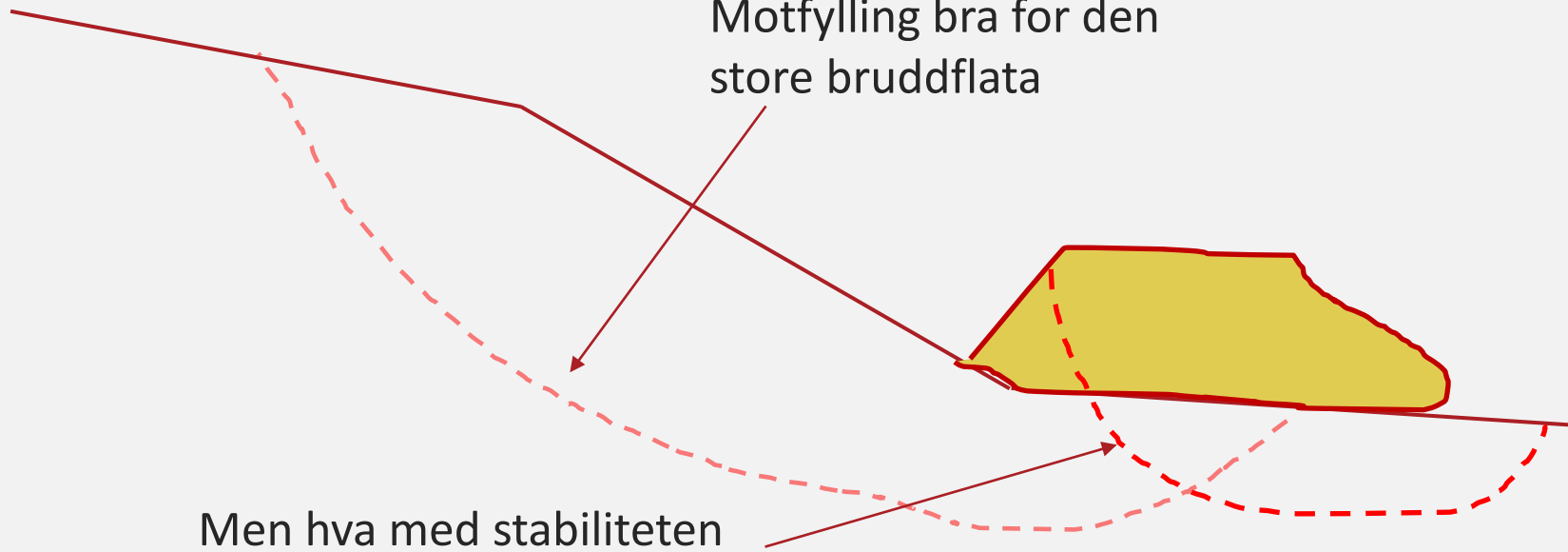
Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Motfylling bra for den
store bruddflata

Men hva med stabiliteten
av selve motfyllingen!?



Bygg og anlegg: kvikkleire

- Vi skal unngå overbelastning av kvikkleira fordi leira mister sin opprinnelige styrke og kan bli tilnærmet flytende.
- Overbelastning og resulterende *omrørt* kvikkleire kan medføre åpenbare HMS-utfordringer

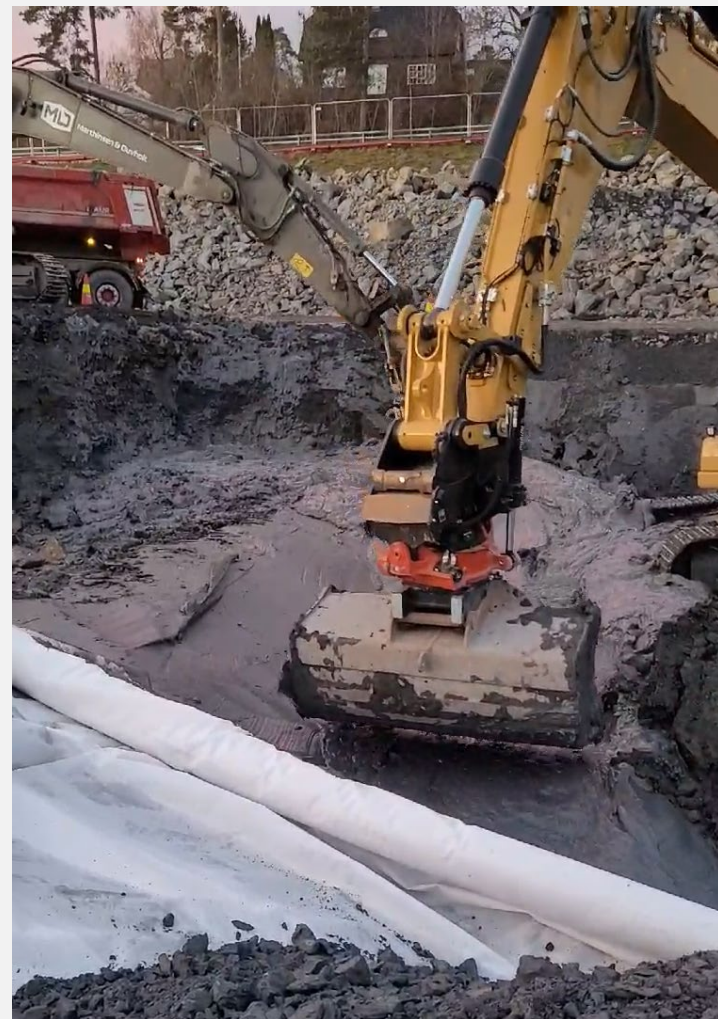
Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



Problemstillinger knyttet til byggegrop

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Støttekonstruksjon

- Spunt/rørspunt
- Rørvegg
- Pilarvegg (CFA)

Avstiving

- Bakforankrede stag
- Innvendig avstiving

Tetting mot lekkasje av vann inn i byggegrop

- Injeksjonsskjerm?
- Jetpeler?

Skvisning av kvikkleire gjennom spunt

- Typisk ved overgang til berg
- Typisk ved stag/forankring



Sprengning: kvikkleire

➤ Sprengsarbeider er sjeldent årsak til kvikkleireskred

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Vibrasjoner og støt Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire

Vibration and shock
Guideline limit values for construction work, open-pit and pit mining and traffic
Part 3: Effects of vibration from blasting on triggering landslide in quick clay



Sprengning: kvikkleire

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

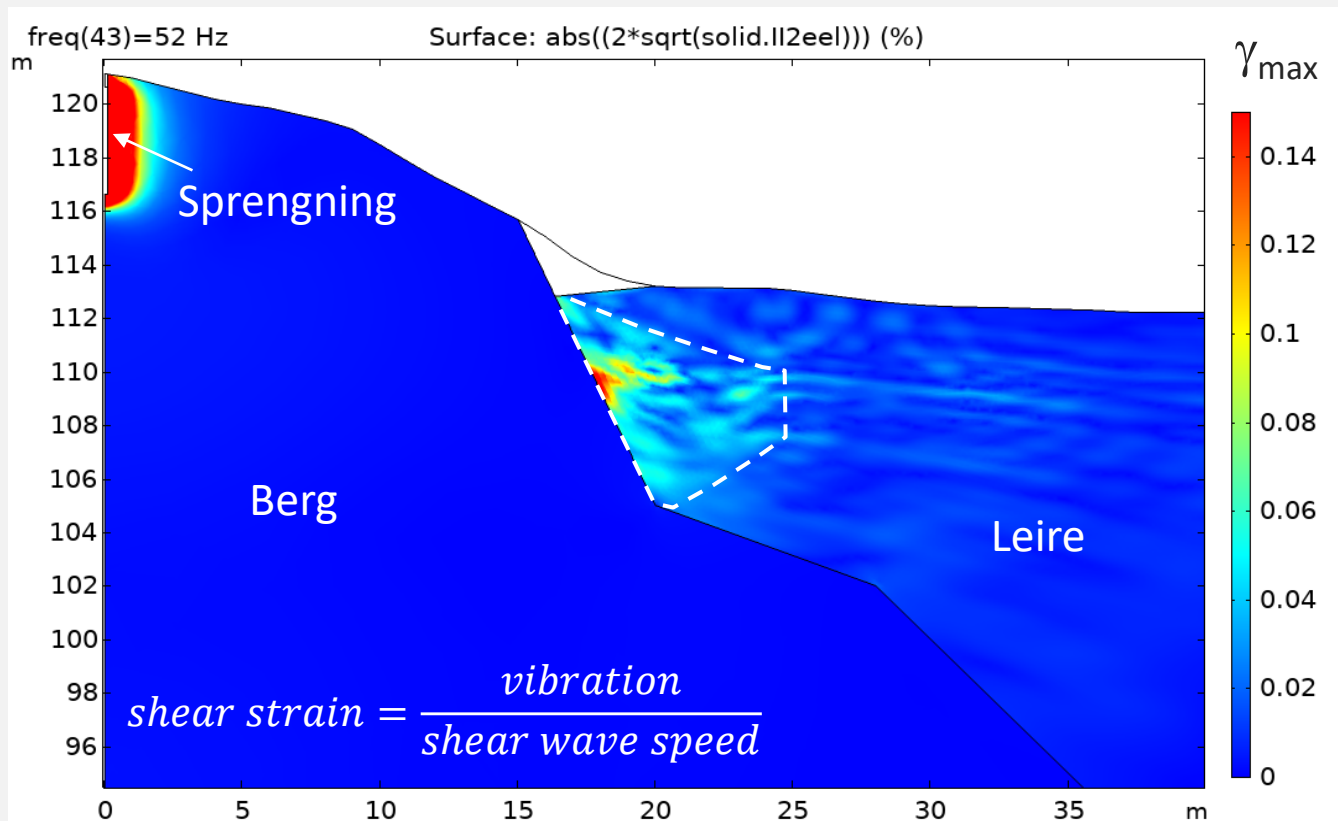
Eksempel:
Follobanen

Oppsummering



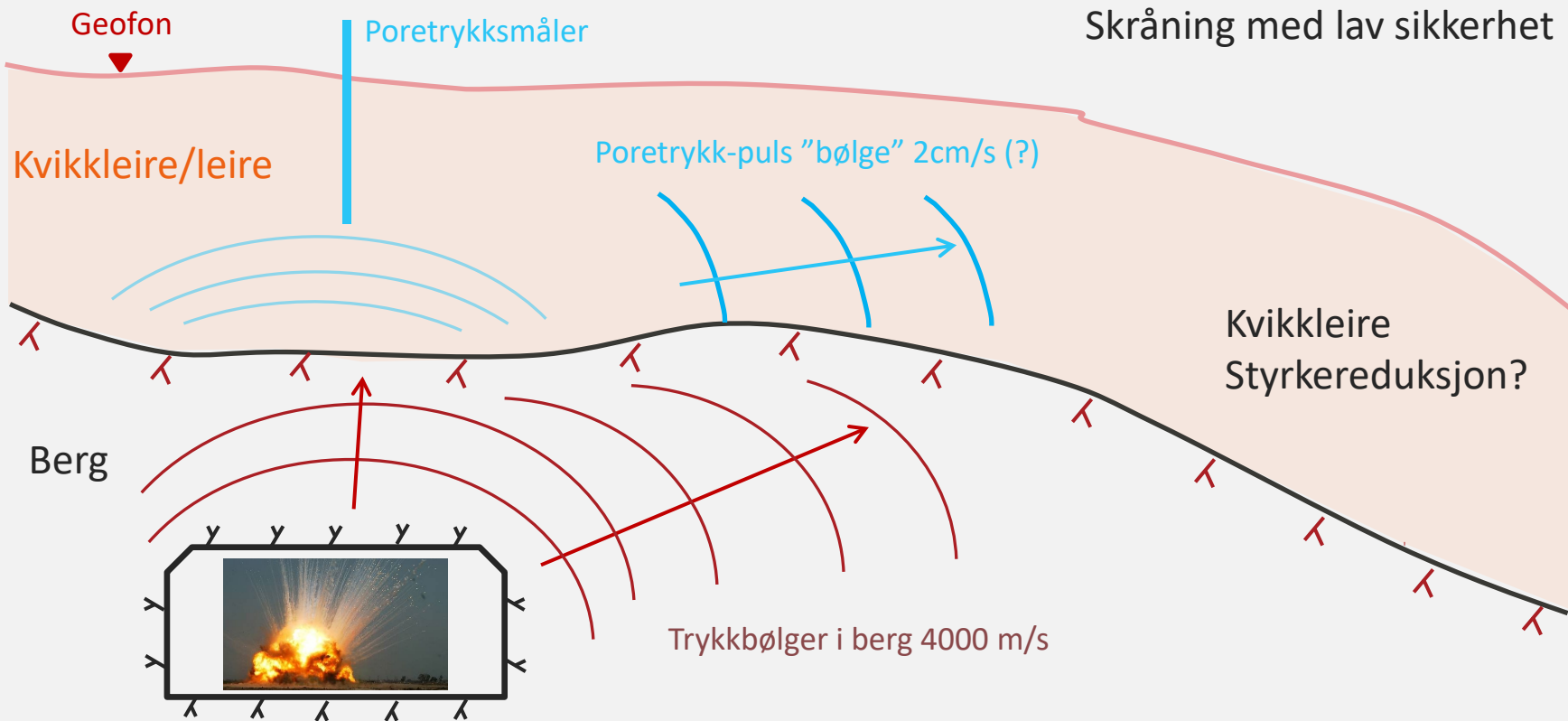
Skredet på Kattmarka ble utløst av sprengningsarbeider i 2009

Sprengning: kvikkleire

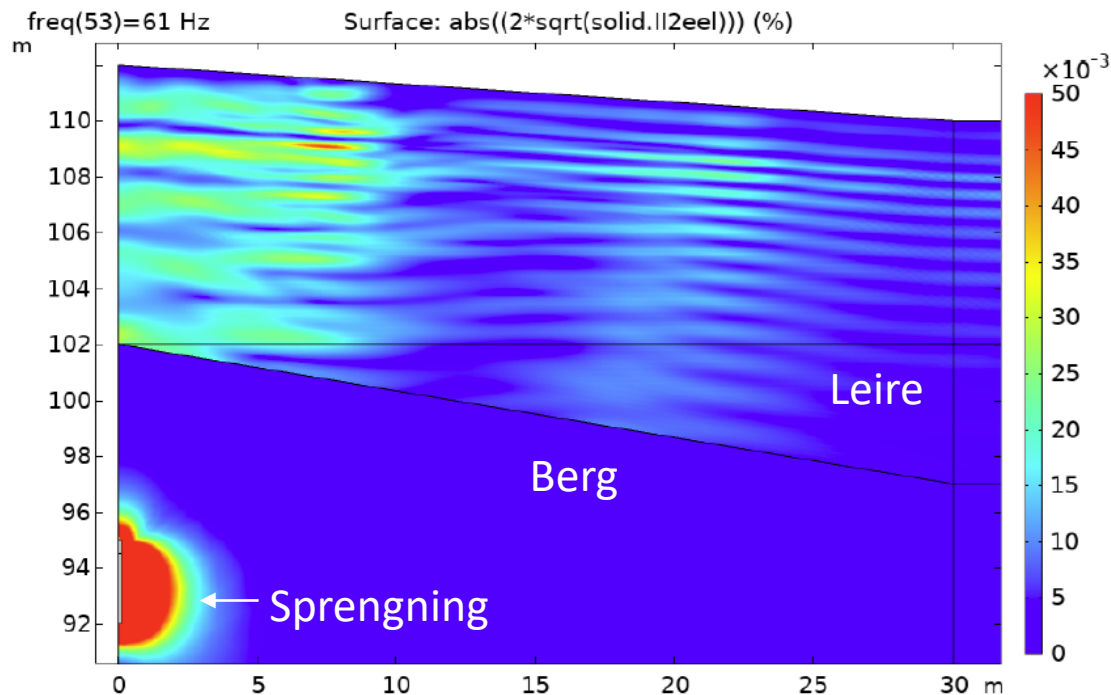


Beregning: Jörgen Johansson, NGI

Sprengning: kvikkleire



Sprengning: kvikkleire



Figur 4-4 Beregnede sykliske skjærtøyninger ved 61 Hz. Sprengningslast påført i nedre venstre hjørne i 3m dybt "sprengningshull".

Sprengning: kvikkleire

- Det pågår forsøk med sprengning i berg nær kvikkleire for å vurdere grenseverdien

Generelt om
kvikkleire

Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

Sprengning: kvikkleire

Generelt om
kvikkleire

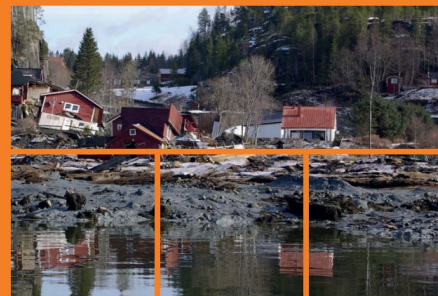
Bygg og anlegg:
kvikkleire

Sprengning:
kvikkleire

Eksempel:
Follobanen

Oppsummering

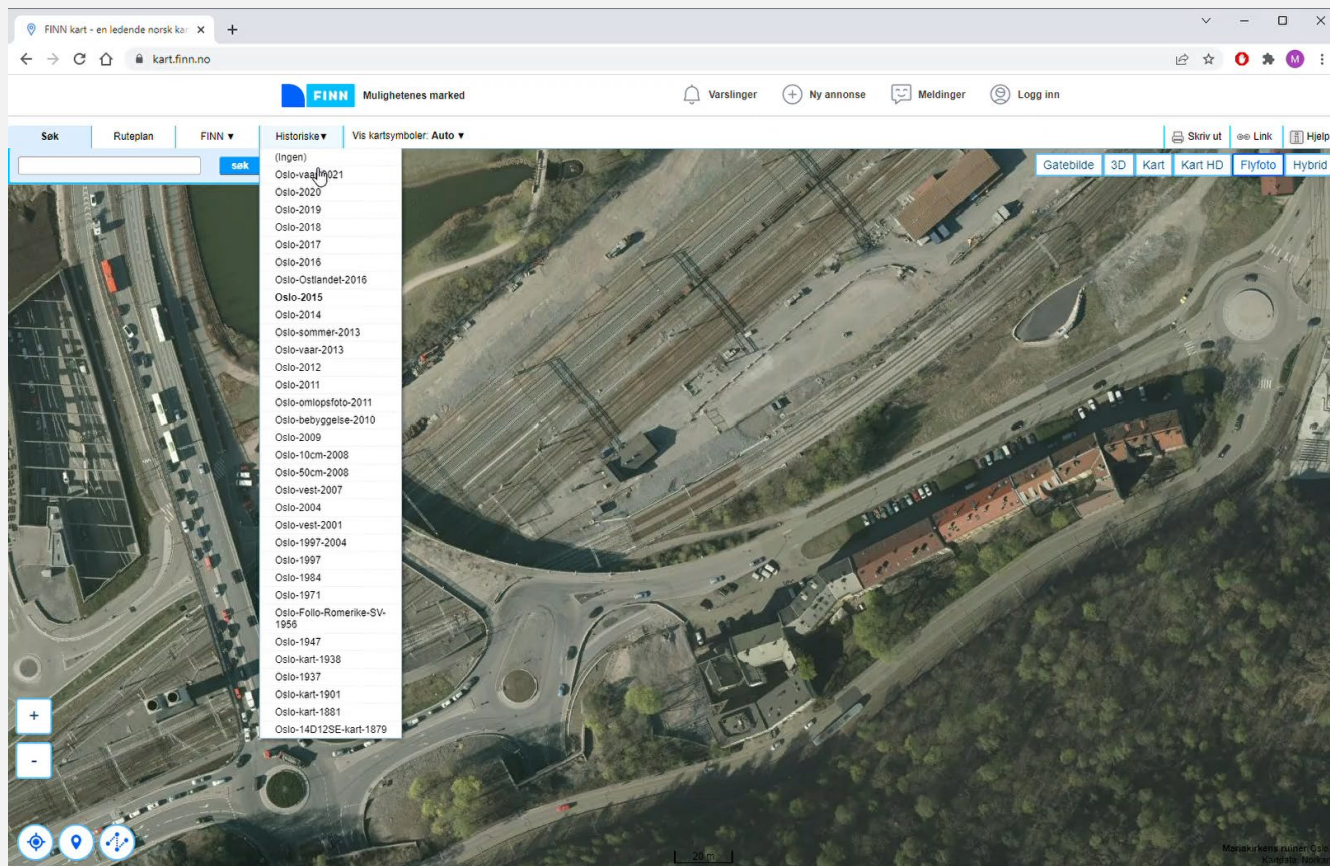
- NS 8141-3:2014
 - Grenseverdi: 45mm/s frekvensveid
 - (tilsvarer 25mm/s uveid)
- Det pågår forsøk med sprengning i berg nær kvikkleire for å vurdere grenseverdien
 - Kontakt for mer informasjon:
 - Jörgen Johansson
Jorgen.Johansson@ngi.no
 - Karin Norén-Cosgriff
karin.noren-cosgriff@ngi.no



Follobanen



Historisk utvikling – påhugg Ekebergåsen



Generelt om kvikkleire

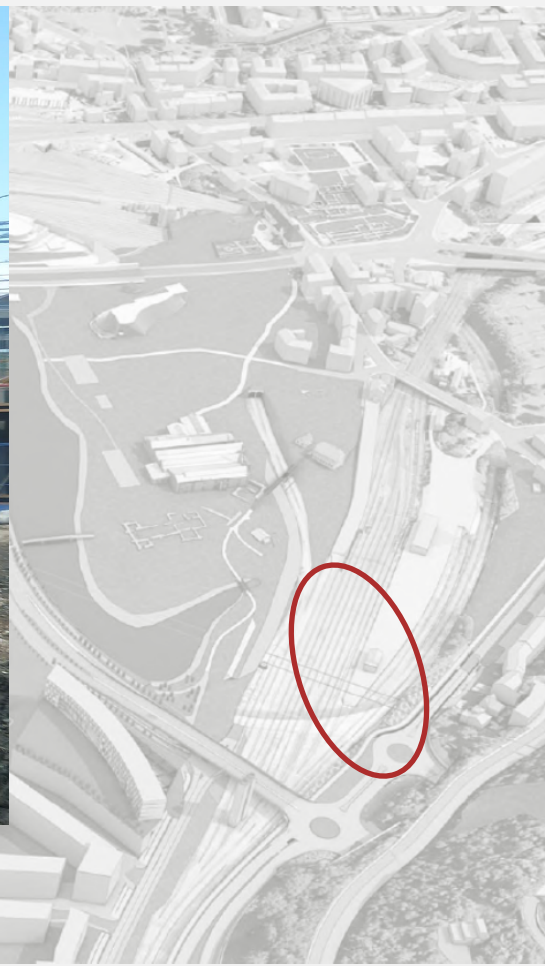
Bygg og anlegg: kvikkleire

Faregrad

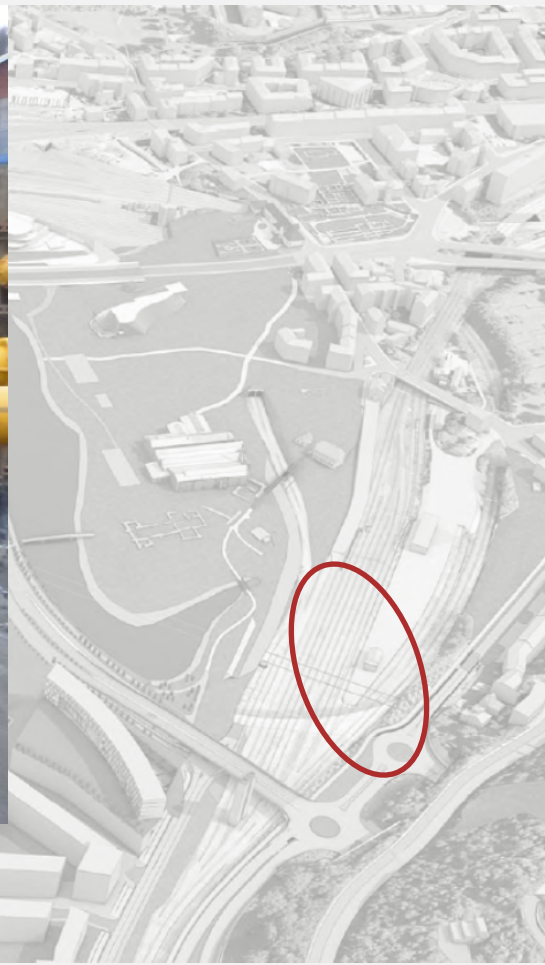
Eksempel: Follobanen

Sikkerhetskrav

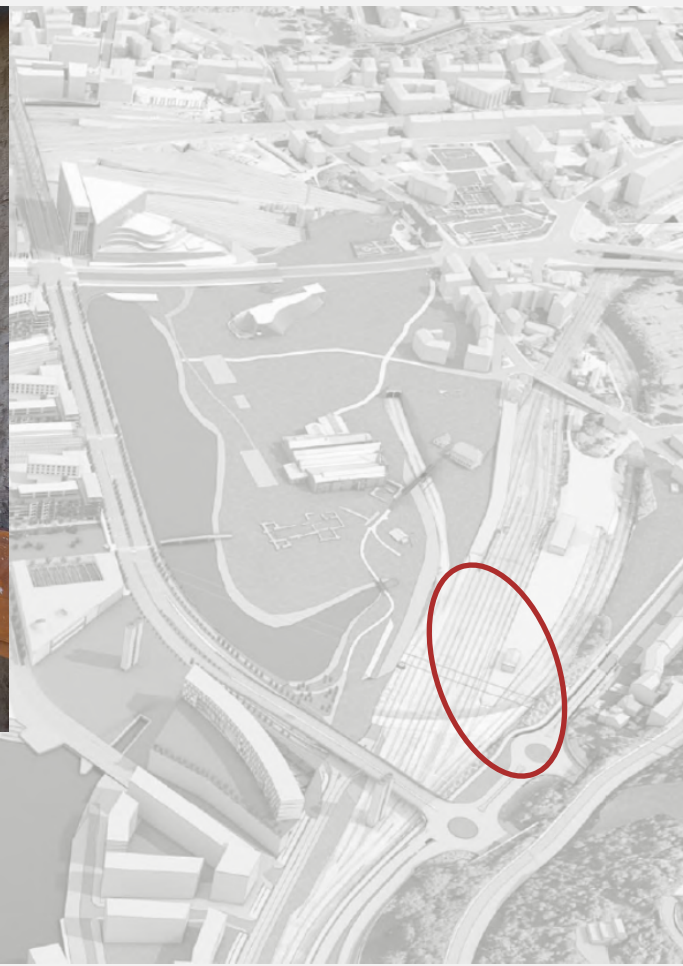
Follobanen - påhugg Ekebergåsen



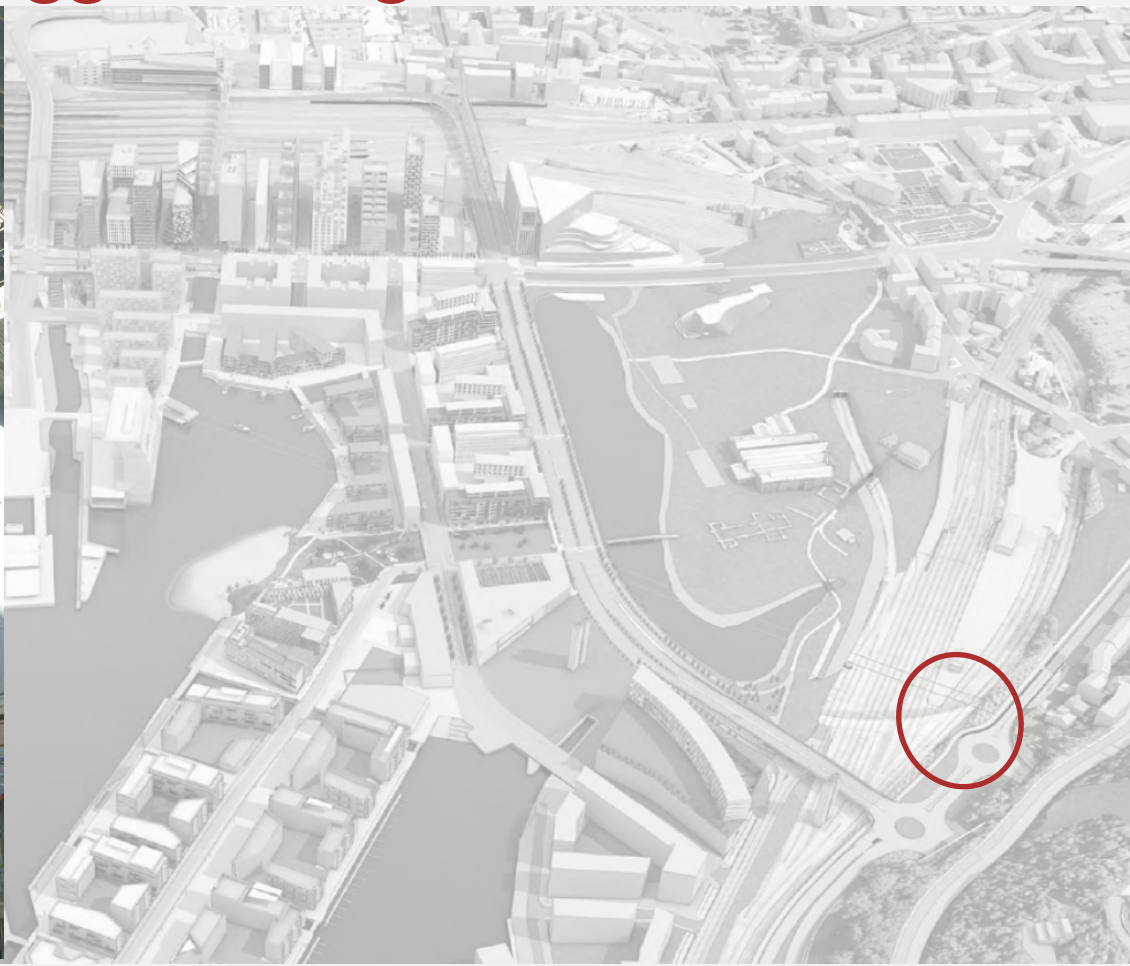
Follobanen - påhugg Ekebergåsen



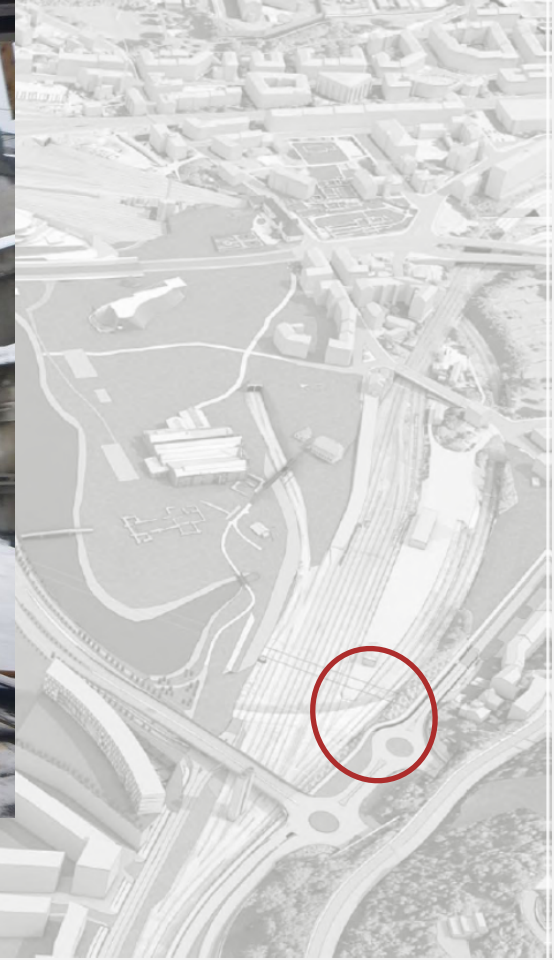
Follobanen - påhugg Ekebergåsen



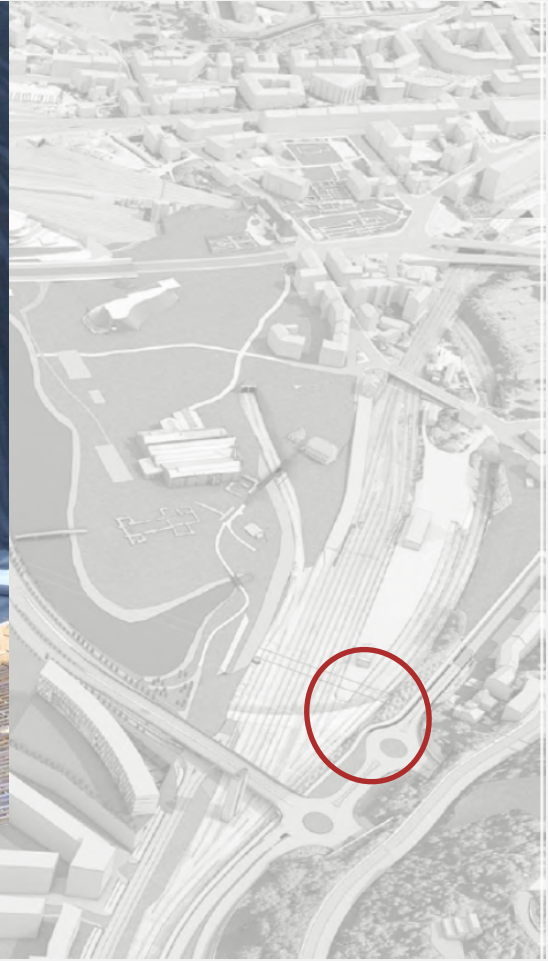
Follobanen - påhugg Ekebergåsen



Follobanen - påhugg Ekebergåsen



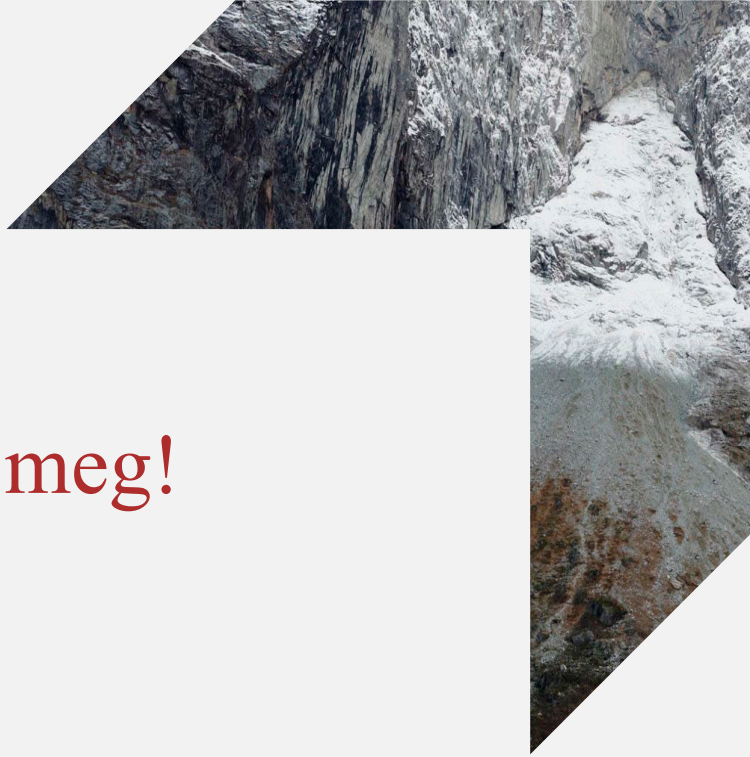
Follobanen - påhugg Ekebergåsen



Oppsummering



- Ved overbelastning mister kvikkleire sin opprinnelige styrke og blir tilnærmet flytende.
- Utglidninger/grunnbrudd i kvikkleire kan potensielt føre til (store) kvikkleireskred
- Viktig å vite kvikkleiras utbredelse
 - NVE Atlas er nyttig for et første inntrykk av et område
 - NADAG nyttig oversikt over allerede-utførte grunnundersøkelser
 - Utføre supplerende grunnundersøkelser
- Sprengning
 - Det pågår forsøk med sprengning i berg nær kvikkleire for å vurdere grenseverdi gitt i NS 8141
- Byggegrøp
 - Overgang mellom berg og løsmasser viktig
 - Forskjellige støttekonstruksjoner
 - Spunt
 - Rørspunt
 - Rørvegg
- Vannlekkasjer, tettekrav:
 - Ønsker ikke å endre poretrykksforholdene
 - Kan medføre setninger, bygningsskader



Takk for meg!



#påsikkergrunn