



Kvikkleire og faresoner, Bærum

1. november 2023, Bærum kommune

Marius M. Søvik og Jørgen Løkken Skaatan, NGI

Agenda

↗ Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred

- Hva er kvikkleire
- Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner
- Hvorfor går det skred?
- Hvordan kan man forhindre skred?
- Kvikkleire i Bærum

Agenda

↗ **Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred**

- Hva er kvikkleire
- Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner
- Hvorfor går det skred?
- Hvordan kan man forhindre skred?
- Kvikkleire i Bærum

Agenda

↗ **Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred**

- **Hva er kvikkleire**
- Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner
- Hvorfor går det skred?
- Hvordan kan man forhindre skred?
- Kvikkleire i Bærum

Hva er kvikkleire

Istiden



Vekt av isbre:
Landet «presses ned»

10 000 f.kr – i dag



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

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

i dag

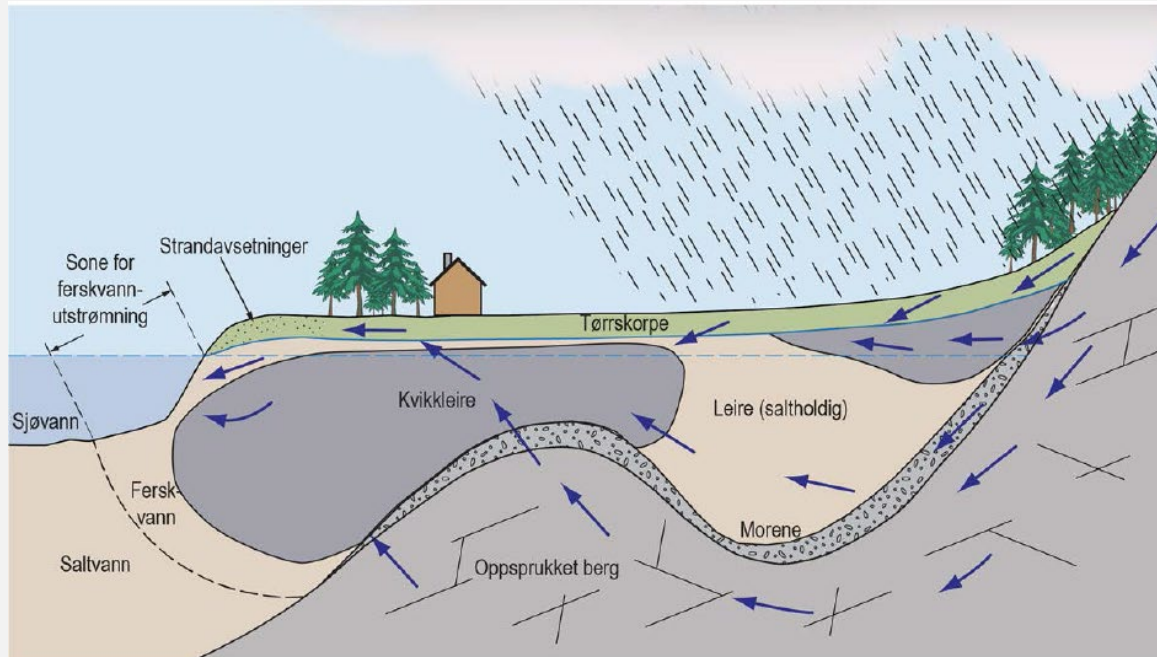


Når ferskvann strømmer
gjennom den marine (salte)
leira, så vaskes saltet ut ...

Hvordan påvirker dette leira?

Hva er kvikkleire

➤ Kvikkleire= Marin leire med utvasket salt



Figur 2.4 Illustrasjon etter NIFS-rapport 26/2013 (6) som viser hvordan ferskvann som over tid strømmer gjennom marin leire, kan medføre utvasking av salt i leira.

Hva er kvikkleire

↗ Kvikkleire= Marin leire med utvasket salt

Kvikkleire har i uforstyrret tilstand nesten samme styrke som annen leire



Hva er kvikkleire

↗ Kvikkleire= Marin leire med utvasket salt

Etter omrøring
kan
den bli som
tung
væske



Hva er kvikkleire

- ↗ Definisjon: Kvikkleire har «omrørt skjærfasthet» $SuR < 0,5 \text{ kPa}$



Agenda

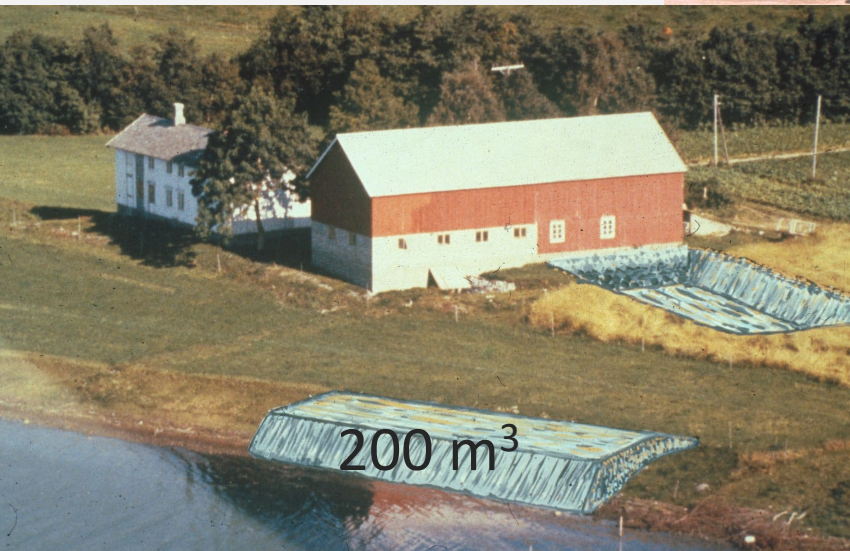
↗ Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred

- Hva er kvikkleire
- **Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner**
- Hvorfor går det skred?
- Hvordan kan man forhindre skred?
- Kvikkleire i Bærum

Kvikkleireskredet i Rissa 1978



Skredet startet med 200m³ fylling
plassert på kanten



200 m³

200 m³ ble til 6 millioner m³!

Kvikkleirekartlegging i Norge

- Systematisk kvikkleirekartlegging startet etter «Rissaraset» i 1978
 - NGU – Kvartærgeologisk kartlegging (marine leirer, marin grense)
 - NGI – Kvikkleireforekomster og kvikkleiresoner
- Program for økt sikkerhet mot leirskred 2000 – NVE
 - NGI utført risikoklassifisering av kartlagte faresoner med [metode \(utviklet av NGI\)](#)
 - Hovedsakelig oversiktskartlegging, dvs ikke rettet mot konkrete byggeprosjekter
- Nå enkelte soneutredninger
 - NVE - kvikkleiresoner med høy risiko (klasse 4/5)
 - Utbyggere - konkrete byggeprosjekter
 - (Kommuner, som starter kartlegging på eget initiativ)

Klassifisering av kvikkleiresoner

Faregrad:

Lav

Middels

Høy

Tabell 1 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0-17 poeng

Middels faregrad = 18-25 poeng

Høy faregrad = 26-51 poeng

Klassifisering av kvikkleiresoner

Tabell 2 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

Mindre alvorlig = 0-6 poeng

Alvorlig = 7-22 poeng

Meget alvorlig = 23-45 poeng

Konsekvens:

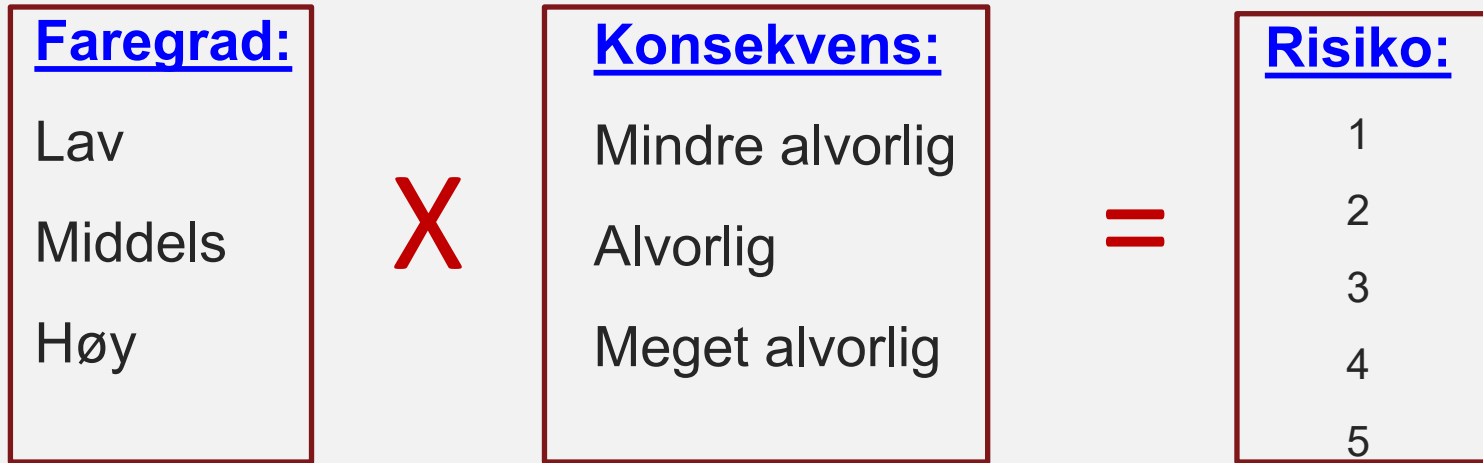
Mindre alvorlig

Alvorlig

Meget alvorlig

Klassifisering av kvikkleiresoner

Faregrad x Konsekvens = Risiko



Kvikkleirekartlegging i Norge

- Kvikkleiresonene har faregrad-, konsekvens- og risikoklasse
 - Brukes hovedsakelig for å prioritere hvilke soner som bør kartlegges nærmere først
 - Vi har ca 2500 kvikkleiresoner i Norge
 - Sonene med høyest risikoklasse (4/5) prioriteres først av NVE

Agenda

↗ Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred

- Hva er kvikkleire
- Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner
- **Hvorfor går det skred?**
- Hvordan kan man forhindre skred?
- Kvikkleire i Bærum

Hvorfor går det skred?

↗ Naturlige årsaker:

- Erosjon
- Ekstrem nedbør



↗ Menneskelige inngrep:

- Fylling topp skråning
- Skjæring fot skråning
- Peleramming
- Fjerning av vegetasjon



Hvorfor går det skred?

- ↗ Sikkerhet $\leq 0,99$ → Skred
- ↗ Sikkerhet = $1,00$ → *Akkurat* stabilt
- ↗ Sikkerhet $\geq 1,00$ → Robusthet mot skred

- ↗ En skråning med sikkerhetsfaktor $1,05$ betyr at skråningen har 5% teoretisk robusthet mot skred

- ↗ Det er krav om (udrenert) sikkerhet $\geq 1,40$ for ny bebyggelse
 - For ny bebyggelse, er det krav om skredsikring

Agenda

↗ Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred

- Hva er kvikkleire
- Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner
- Hvorfor går det skred?
- **Hvordan kan man forhindre skred?**
- Kvikkleire i Bærum

Hvordan kan man forhindre skred?

↗ Erosjonssikring

- Naturbaserte løsninger «vegetasjon»
- Steinplastring



↗ Stabilisering ved planering/jordarbeider

- Avlasting av skråningstopp
- Motfylling i bunn



Hvordan kan man forhindre skred?

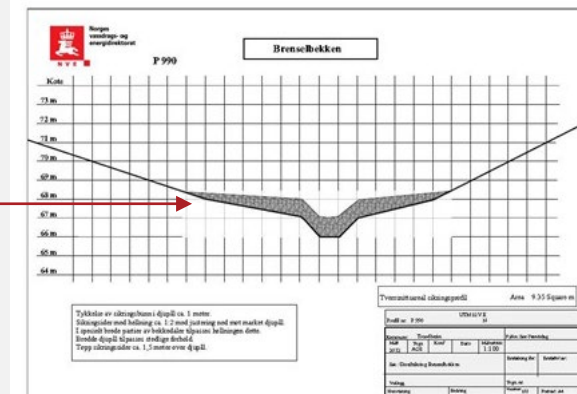
↗ Erosjonssikring

- Naturbaserte løsninger «vegetasjon»
- **Steinplastring**



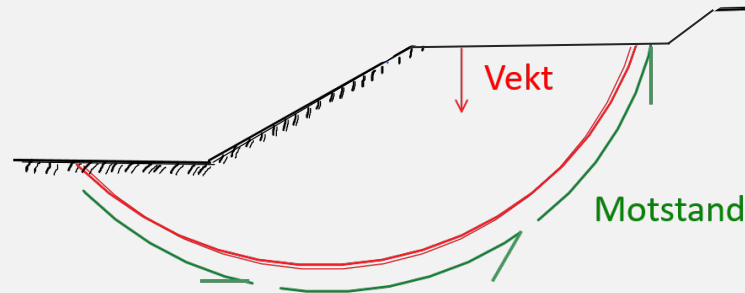
stein

Typisk bekkeprofil med plastring



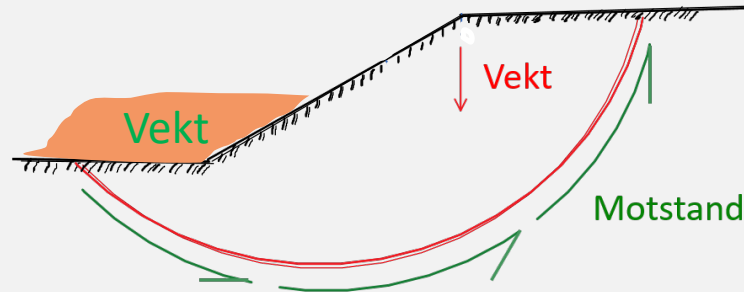
Hvordan kan man forhindre skred?

- Stabilisering ved planering/jordarbeider
 - **Avlastning av skråningstopp**
 - Motfylling i bunn



Hvordan kan man forhindre skred?

- Stabilisering ved planering/jordarbeider
 - Avlastning av skråningstopp
 - **Motfylling i bunn**



Agenda

↗ Innføring i kvikkleire og kvikkleireskred

- Hva er kvikkleire
- Kvikkleirekartlegging i Norge og faresoner
- Hvorfor går det skred?
- Hvordan kan man forhindre skred?
- **Kvikkleire i Bærum**

Kvikkleire i Bærum

Kvikkleire i Bærum

- Bærum kommune (land + vann)
192,3 km²
- Bærum kommune (land)
188,8 km²

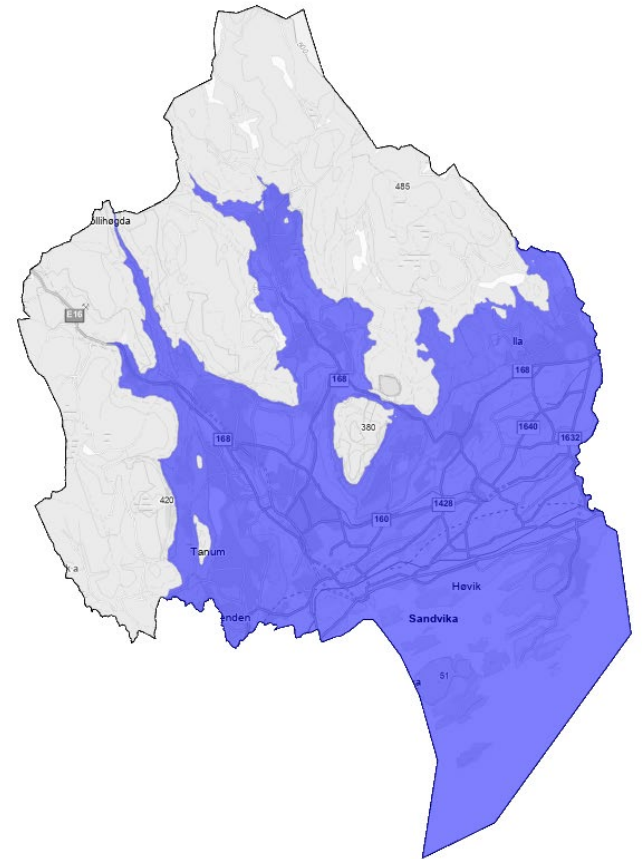
0 2.5 5 10 Kilometers



Kvikkleire i Bærum

➤ Bærum kommune under marin grense

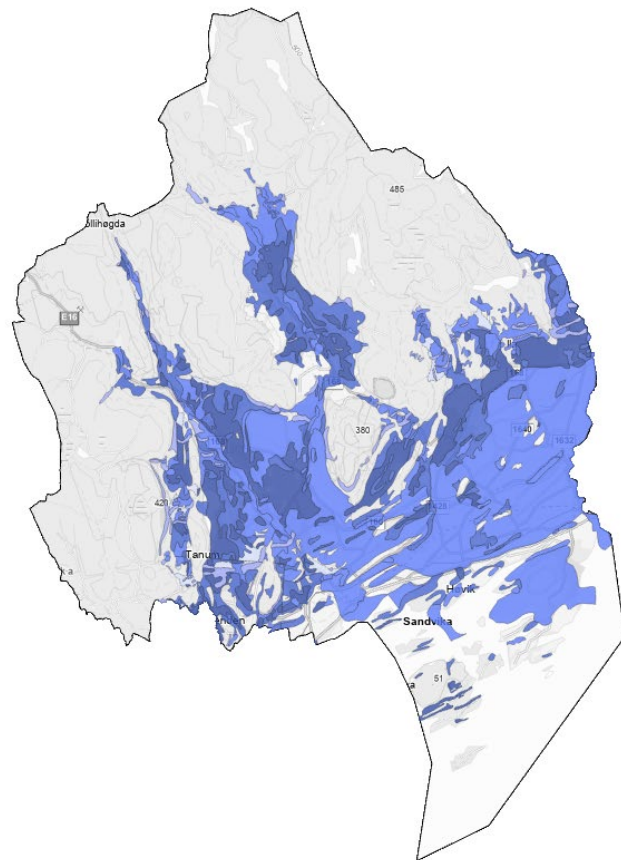
0 2.5 5 10 Kilometers



Kvikkleire i Bærum

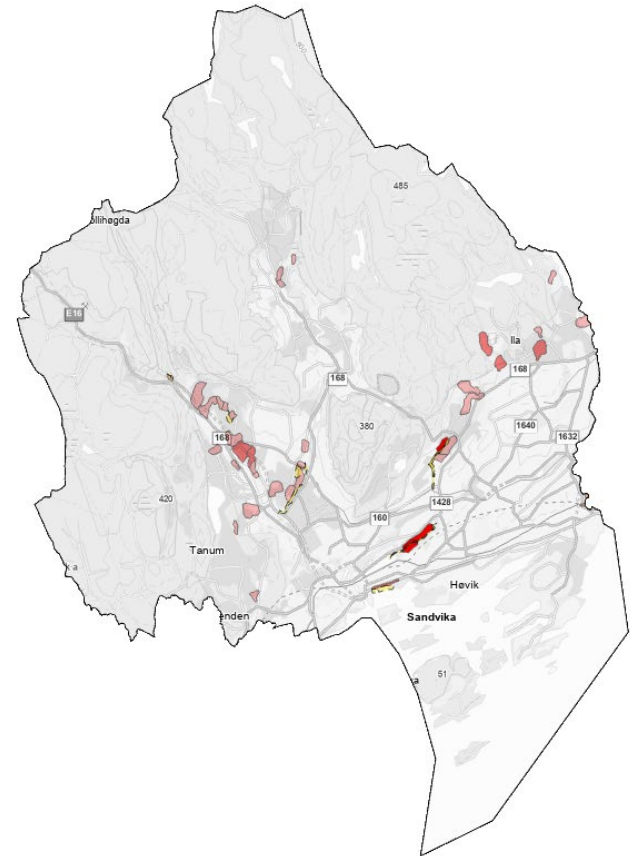
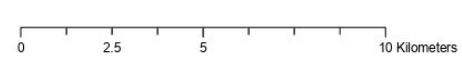
➤ Bærum kommune «mulig marin leire»

0 2.5 5 10 Kilometers



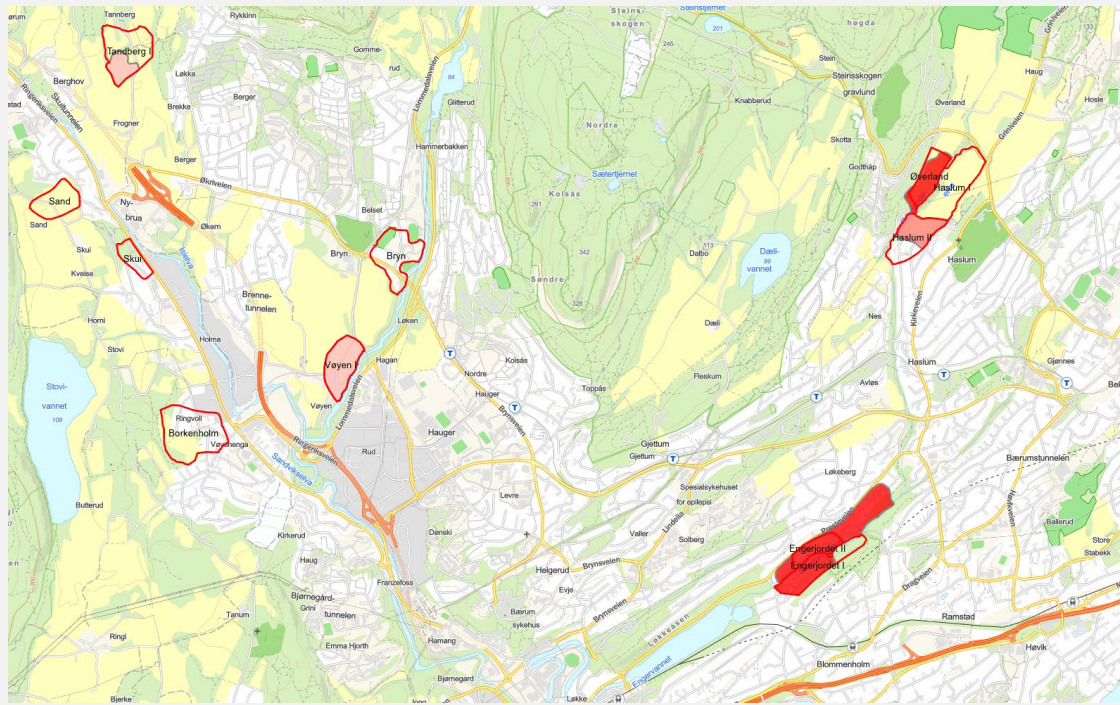
Kvikkleire i Bærum

- Bærum kommune «kvikkleiresoner»
 - NGI har nærmere kartlagt 11 kvikkleiresoner på oppdrag for Bærum kommune



Kvikkleire i Bærum

- Bærum kommune «kvikkleiresoner»
 - NGI har nærmere kartlagt 11 kvikkleiresoner på oppdrag for Bærum kommune

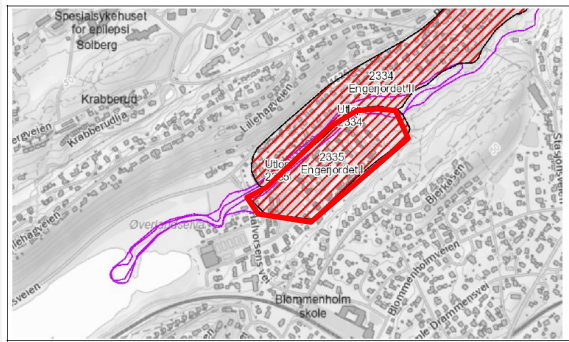


Status:
oktober/november 2023

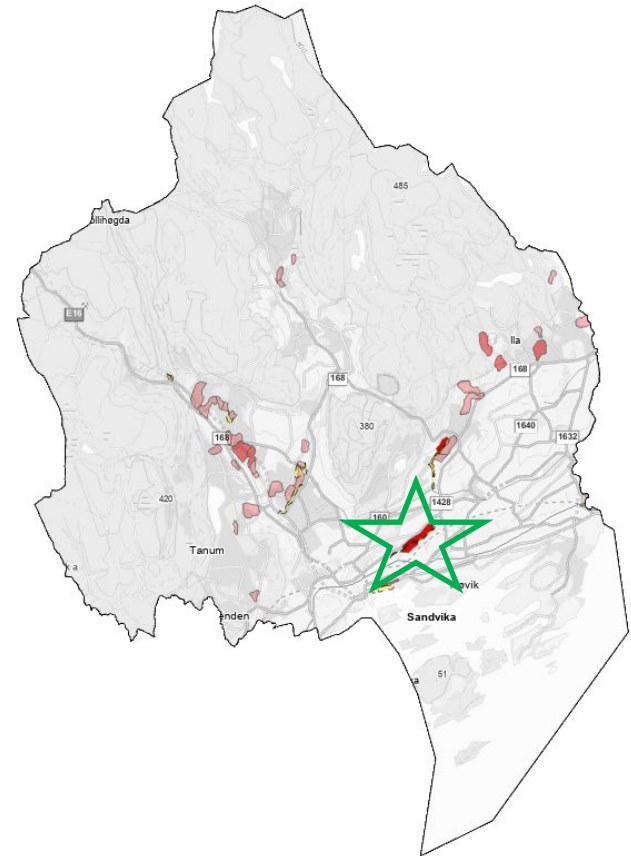
Kvikkleire i Bærum

↗ Kvikkleiresone 2335: Engerjordet I

- Faregrad «Høy»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse «3»



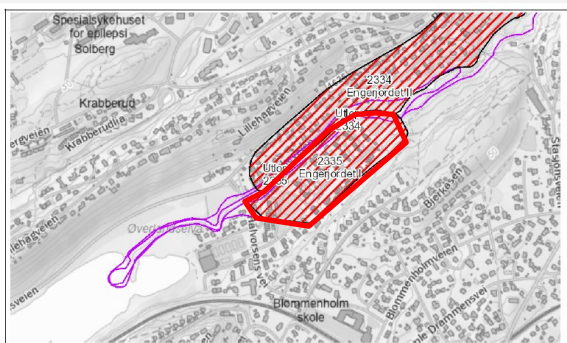
0 2.5 5 10 Kilometers



Kvikkleire i Bærum

↗ Kvikkleiresone 2335: Engerjordet I

- Faregrad «**Høy**»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse «3»



Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Det er registrert skredaktivitet langs Øverlandselva. Lokale utglidninger i 2007 (20061499 Notat 2007-07-31) og 2019 (20190822-01-TN).	Høy	3	1	3
Skråningshøyde i meter	Kritisk snitt, skråningshøyde < 15 meter	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Antatt normalkonsolidert	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Det er installert 2stk poretrykksmålere i ett borpunkt innenfor sonen (kote +7). Det er registrert tilnærmet hydrostatisk poretrykk. Det er usikkerheter knyttet til poretrykksforhold i store deler av sonen. Det antas derfor noe poreovertrykk.	0-10	1	3	3
Kvikkleiremektighet	Ca 8 meters mektighet	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	Antatt over 100. Påvist høy sensitivitet (st=93), men det er antatt at skjærfasthet i uforstyrret materiale i realiteten er høyere.	>100	3	1	3
Erosjon	Noe overflateerosjon er observert langs med elva.	Noe	2	3	6
Inngrep	Ingen kjent	Ingen	0	3	0
Total poengsum					27

Faresonene deles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0-17 poeng

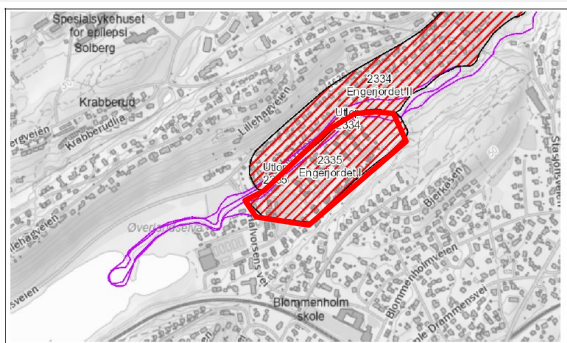
Middels faregrad = 18-25 poeng

Høy faregrad = 26-51 poeng

Kvikkleire i Bærum

↗ Kvikkleiresone 2335: Engerjordet I

- Faregrad «Høy»
- Konsekvensklasse «**Alvorlig**»
- Risikoklasse «3»



Konsekvensberegning

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	Boligfelt	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	Antatt 100-1000	100-1000	1	2	2
Toglinje	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Lokalnett	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Oppdemning med påfølgende dambrudd vil kunne føre til skader på boliger nedstrøms sonen.	Liten	1	2	2
Total poengsum					16

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum.

Mindre alvorlig = 0-6 poeng

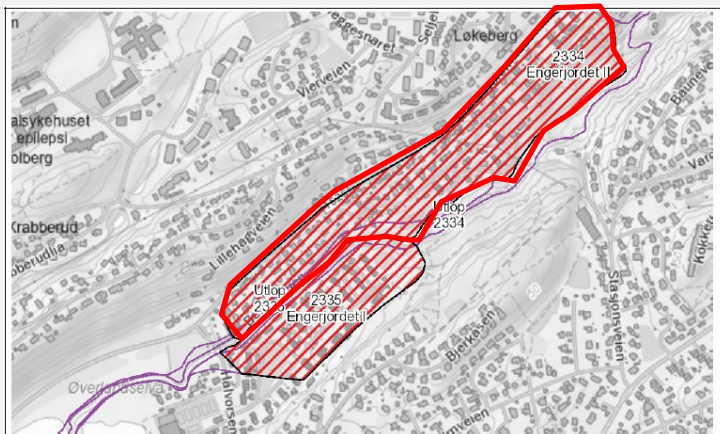
Alvorlig = 7-22 poeng ←

Meget alvorlig = 23-45 poeng

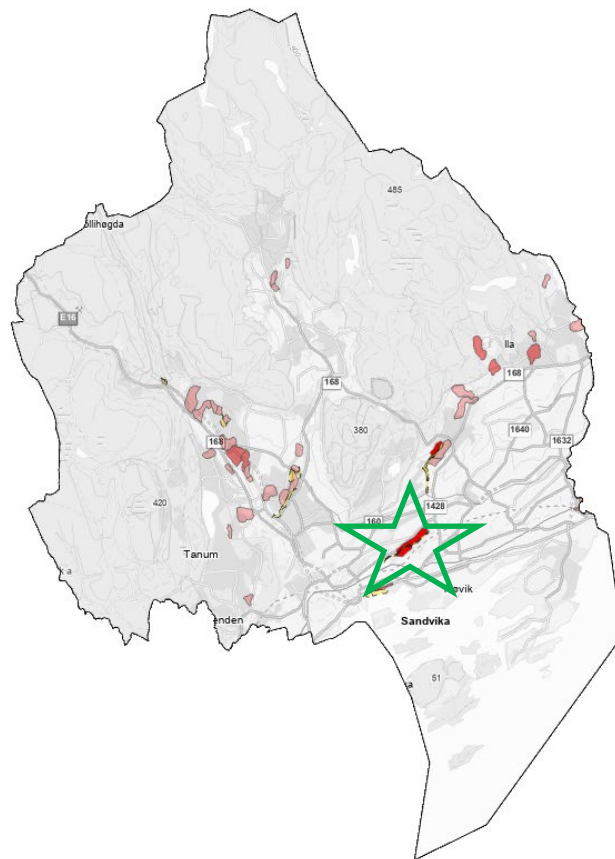
Kvikkleire i Bærum

↗ Kvikkleiresone 2334: Engerjordet II

- Faregrad «Høy»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse «4»



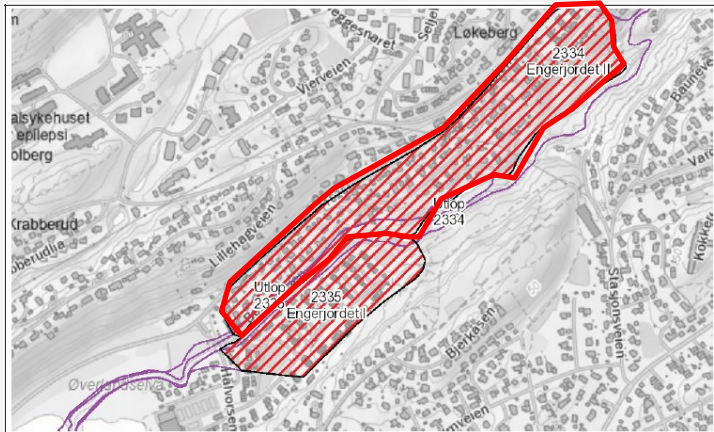
0 2.5 5 10 Kilometers



Kvikkleire i Bærum

↗ Kvikkleiresone 2334: Engerjordet II

- Faregrad «**Høy**»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse «4»



Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Utglidninger i 2011 (20110741-00-1-TN) og 2016 (NVE Atlas)	Høy	3	1	3
Skråningshøyde i meter	Kritisk snitt, skråningshøyde < 15 meter	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Antatt normalkonsolidert	1,0-1,2	3	2	6
Poretrykk	Antatt	0-10	1	3	3
Kvikkleiremektighet	Mektighet > 10 meter	>H/2	3	2	6
Sensitivitet	30-100, basert på resultater fra konustesting (st=50).	30-100	2	1	2
Erosjon	Noe erosjon langs elva. Lengst sør i sonen er det fylt opp med stein langs deler av elvekanten for å forhindre erosjon.	Noe	2	3	6
Inngrep	Plastring langs partier av nedre del av elveløpet. Dette vil ikke ha noen effekt for kritisk skråning	Ingen	0	3	0
Total poengsum					26

Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:

Lav faregrad = 0-17 poeng

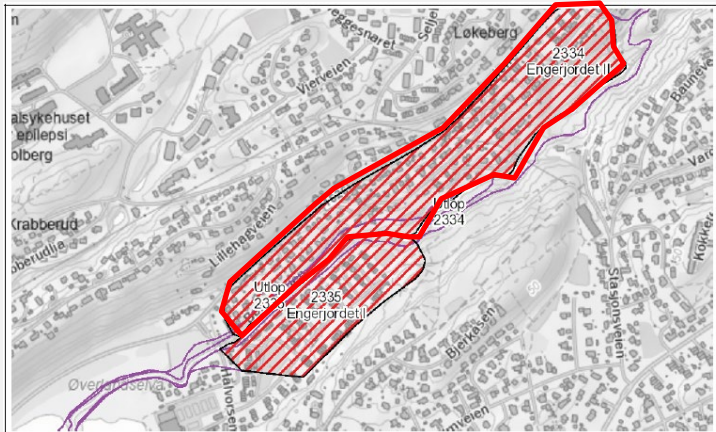
Middels faregrad = 18-25 poeng

Høy faregrad = 26-51 poeng

Kvikkleire i Bærum

↗ Kvikkleiresone 2334: Engerjordet II

- Faregrad «Høy»
- Konsekvensklasse «**Alvorlig**»
- Risikoklasse «4»



Konsekvensberegning

Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	Byggefelt i sonen - tett bebygd.	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse	Ingen	Ingen	0	1	0
Veier	Antatt 100-1000	100-1000	1	2	2
Toglinje	ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Det er registrert 415 meter regionalnett	Regional	2	1	2
Oppdemning	Oppdemning med påfølgende dambrudd vil kunne føre til skader på boliger nedstrøms sonen.	Liten	1	2	2
Total poengsum					18

Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:

Mindre alvorlig = 0-6 poeng

Alvorlig = 7-22 poeng

Meget alvorlig = 23-45 poeng

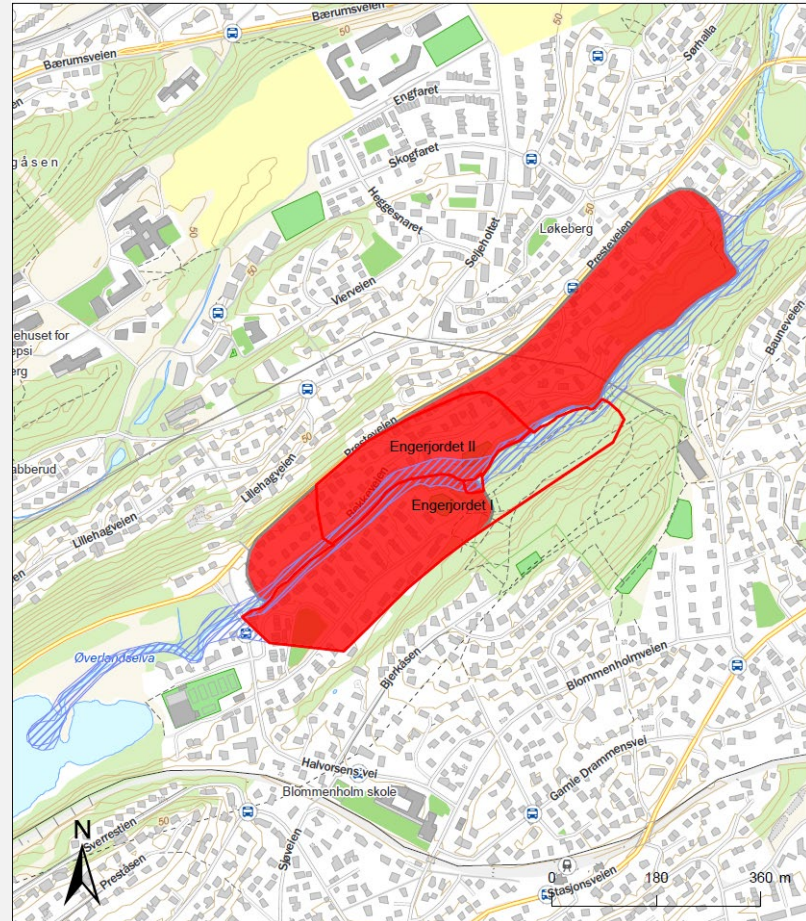
Kvikkleire på Engerjordet

↗ Kvikkleiresone 2335: Engerjordet I

- Faregrad «Høy»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse «3»

↗ Kvikkleiresone 2335: Engerjordet II

- Faregrad «Høy»
- Konsekvensklasse «Alvorlig»
- Risikoklasse «4»

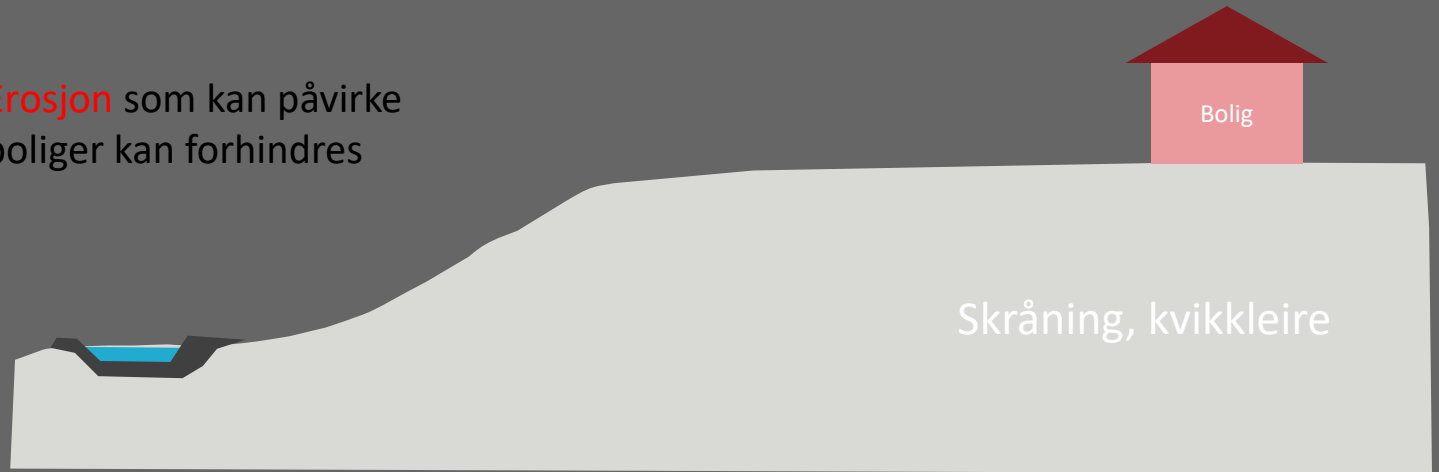


Tegnforklaring

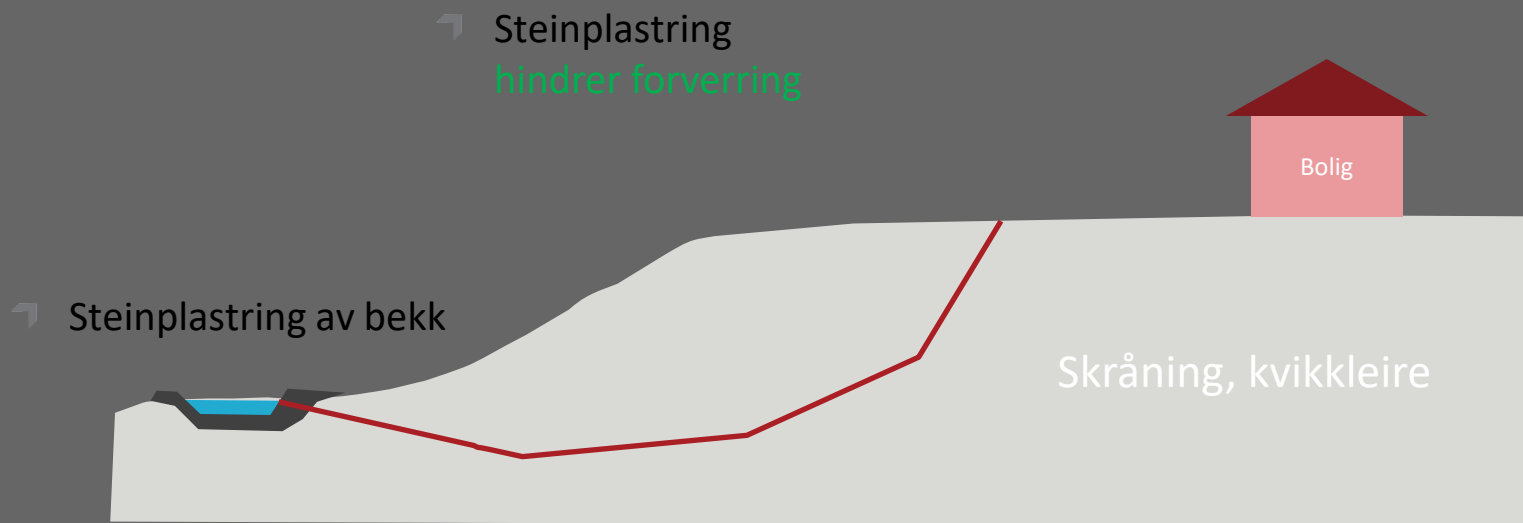
- Sonegeometri per 2021
- Utløpsområde

Tiltak som vurderes

- ↪ **Erosjon** som kan påvirke boliger kan forhindres

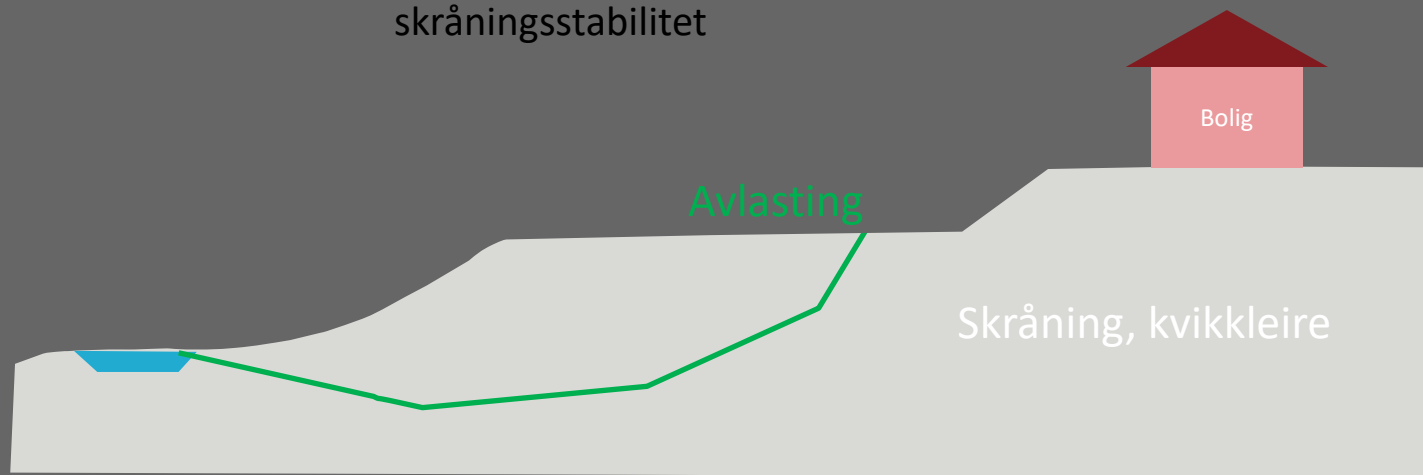


Tiltak som vurderes



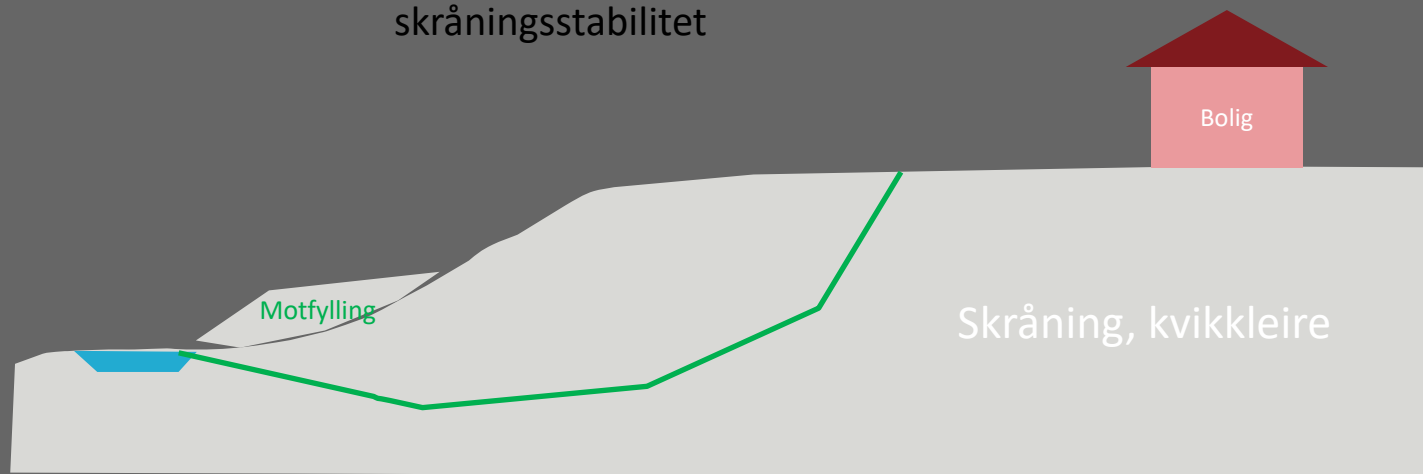
Tiltak som vurderes

➤ Avlastning gir bedre skråningsstabilitet



Tiltak som vurderes

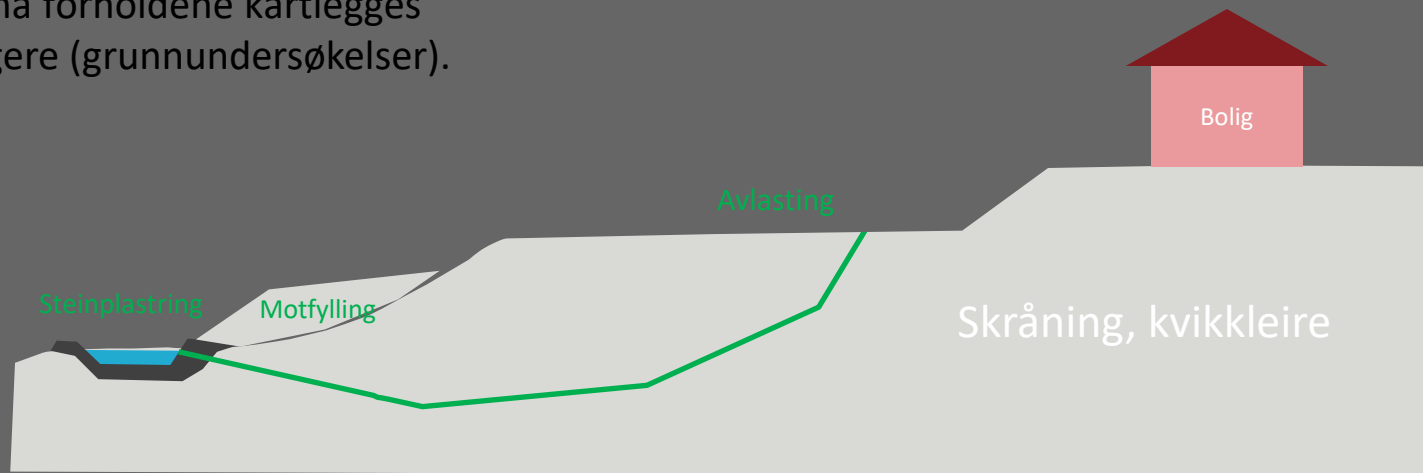
➤ **Motfylling** gir bedre skråningsstabilitet



Tiltak som vurderes

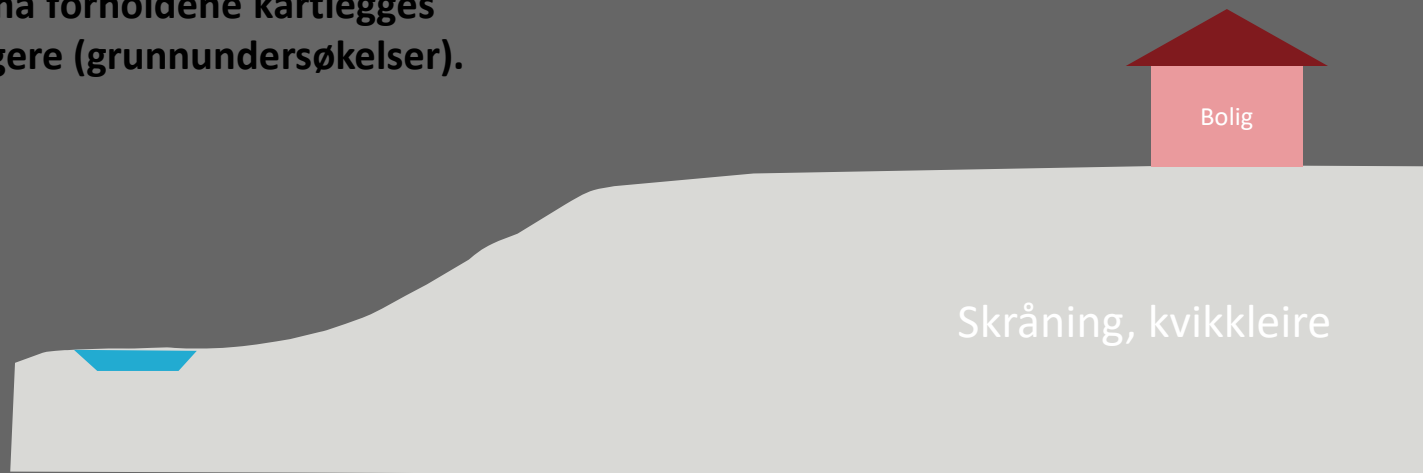
- ↗ Erosjonssikring hindrer forverring
- ↗ Avlastning/motfylling forbedrer stabiliteten
- ↗ En kombinasjon kan være aktuell?

- ↗ Først må forholdene kartlegges ytterligere (grunnundersøkelser).



Tiltak som vurderes

- ↗ Erosjonssikring hindrer forverring
- ↗ Avlastning/motfylling forbedrer stabiliteten
- ↗ En kombinasjon kan være aktuell?
- ↗ **Først må forholdene kartlegges ytterligere (grunnundersøkelser).**



Spørsmål?



The logo for Norges Geotekniske Institutt (NGI), consisting of the letters 'NGI' in a white, sans-serif font. The letter 'G' is stylized with a red and white geometric shape integrated into its right side.

NGI



#onsafeground

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO