

# Levetidsbetraktninger ved bergteknisk prosjektering

Norsk bergmekanikkgruppe -  
Vårsleppet 2024

Håkon Bjørnsrud, Ingeniørgeolog

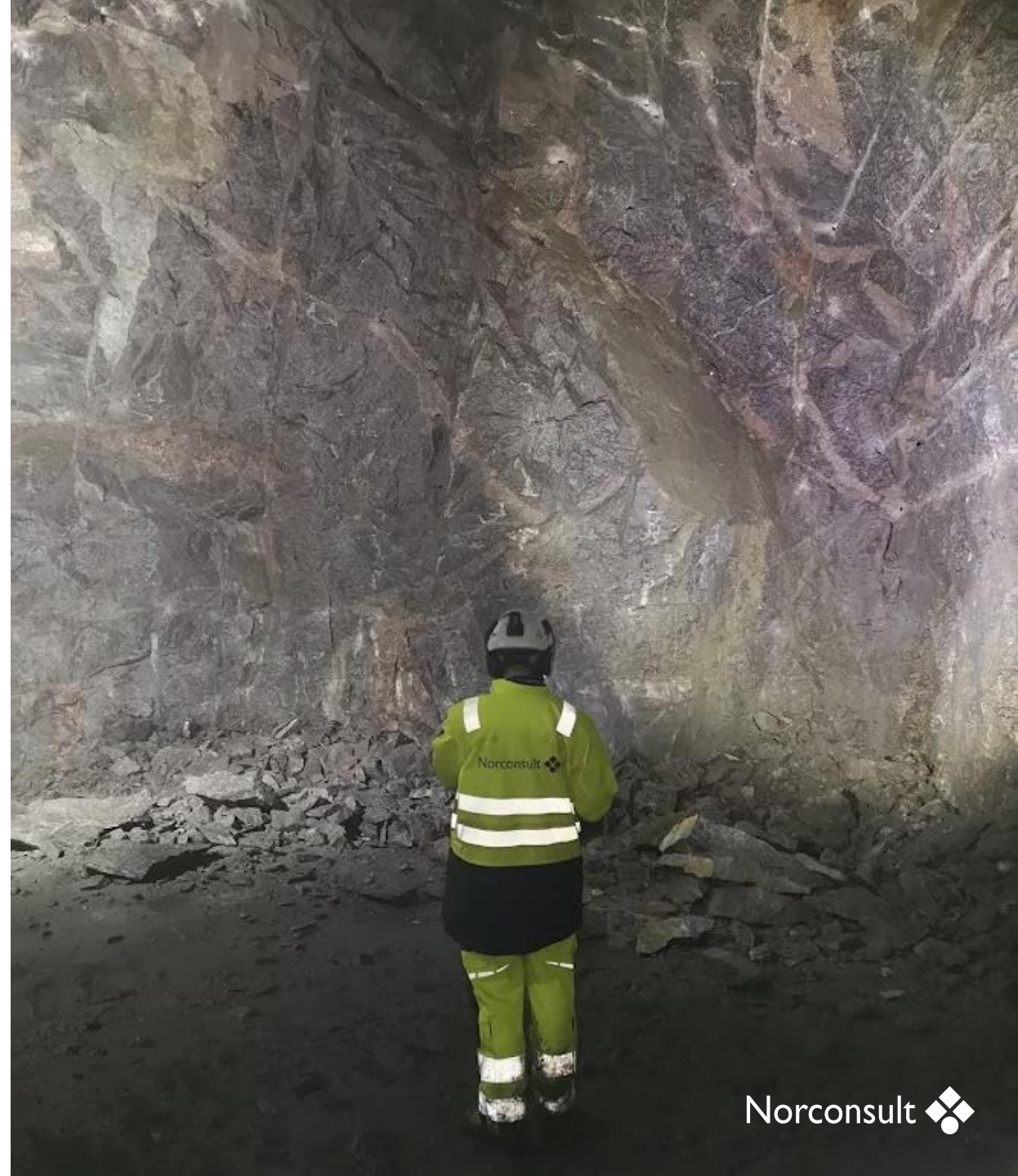


**Målet med mitt innlegg er å øke bevisstheten rundt hvordan ulike løsninger påvirker hvordan levetiden skal ivaretas.**

**Hvorfor er dette viktig?**

# Agenda

- ▶ Krav til levetid – regelverk
- ▶ Hvilke forhold må man hensynta etter berguttak for å oppnå ønskelig levetid / brukstid?
- ▶ Hvordan prosjektere løsninger som ivaretar krav til levetid?
- ▶ Hvordan dokumentere at levetiden til berguttaket er ivaretatt?



# Kort om relevant regelverk

# Kort om relevant regelverk

## SVV HB N500

KRAV 1.1—2 **SKAL**

GJELDENDE FRA 31.03.2022

Dimensjonerende brukstid skal være:

- 100 år for tunnelkonstruksjonen inkludert drens- og overvannssystem samt føringsveier for kabler i grunnen.
- 50 år for vann- og frostsikringskonstruksjon og teknisk infrastruktur, som kabler inkludert føringsveier i tunnelrommet.
- 25 år for tekniske installasjoner.

## SVV HB N200

KRAV 1.9—1 **SKAL**

GJELDENDE FRA 01.11.2022

Bergskjæringer skal etableres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på veg. Bergskjæringer etableres slik at rensk og annen sikring unngås de første 20 årene. Det samme gjelder rensk og sikring av løsmasse på skjæringstopp.

## SVV HB N400

### 1.1.6 Spesielle dimensjoneringsforutsetninger

KRAV 1.1.6—1 **SKAL**

GJELDENDE FRA 01.01.2022

Bruer og andre bærende konstruksjoner skal prosjekteres for 100-års dimensjonerende brukstid. Elementer og utstyr, som har dimensjonerende brukstid mindre enn 100 år, skal kunne skiftes ut. Korrosjonsbeskyttelsessystemer skal kunne fornyes. Konstruksjonen skal være dimensjonert og utformet for å ta hensyn til planlagte utskiftningsarbeider.

Veiledning til kravet [v](#)

For bruer som går over jernbane, 4-felts motorveg eller 2-felts veg med ÅDT > 8000, anbefales det at overbygningens underkant og sidekanter utføres i materialer som ikke krever planlagt periodisk vedlikehold i løpet av den dimensjonerende brukstiden.

Det er viktig å gjøre en grundig vurdering av konsekvensene planlagt vedlikehold har på fremkommelighet på strekningen. For eksempel har tverrspenne tredekker behov for planlagt vedlikehold (etteroppspenning).

KRAV 1.1.6—2 **SKAL**

GJELDENDE FRA 01.01.2023

Ferjekaier skal prosjekteres for 50-års dimensjonerende brukstid.

KRAV 1.1.6—3 **SKAL**

GJELDENDE FRA 01.01.2024

Dimensjonerende vannføring skal bestemmes i henhold til *vegnormal N200 Vegbygging*. Sikkerhetsklasse V3 skal forutsettes.

Veiledning til kravet [>](#)

# Kort om relevant regelverk

## Tek-17: § 10-2

(3) Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

## Energiprosjekter:

Anlegget skal designes for levetider som minimum tilsvarer avskrivningstid for de ulike komponenter/utstyr. Levetider for de ulike delene skal minimum være som følger:

- Bygg – og anleggsarbeider: 70 år.

## Eurokode 0

Tabell 2.1 – Veiledende dimensjonerende brukstid

Dimensjonerende brukstidskategori	Veiledende dimensjonerende brukstid (år)	Eksempler
1	10	Midlertidige konstruksjoner <sup>1</sup>
2	10 til 25	Utskiftbare konstruksjonsdeler, f.eks. kranbjelker, lagere osv.
3	15 til 30	Landbruksbygninger og lignende konstruksjoner
4	50	Bygningskonstruksjoner og andre vanlige konstruksjoner
5	100	Monumentale bygningskonstruksjoner, bruer og andre anleggskonstruksjoner

<sup>1</sup> Konstruksjoner eller konstruksjonsdeler som kan demonteres slik at de kan brukes på nytt, bør ikke anses som midlertidige.

**Hvilke forhold må man hensynta etter berguttak for å oppnå ønskelig levetid / brukstid?**

# Hvilke forhold må man hensynta etter berguttak for å oppnå ønskelig levetid / brukstid?



Google maps

Endring av forholdene eller forhold som ikke er avdekket under driving

Stabiliteten til berg er utsatt for kontinuerlig utvikling grunnet kjemisk, biologisk og mekanisk forvitring.

Det er derfor ikke mulig å forutsi all utvikling av total- og detaljstabilitet i skjæringer og skråninger.



## Ras E18 Lillesand 2023



For bilde, se her  
<https://www.bygg.no/e-18-vil-vaere-stengt-i-flere-dager-etter-steinras-ved-lillesand/1522630!/?image=5>

# Hvilke forhold må man hensynta etter berguttak for å oppnå ønskelig levetid / brukstid?



- ▶ De identifiserte stabilitetsproblemene som er sikret. Hva er levetiden på sikringsmidlene?
- ▶ All sikring har en begrenset teknisk levetid. Levetiden for montert sikring vil avhenge av en rekke forhold.
- ▶ For bolter blant annet:
  - Type sikring
  - Materialkvalitet
  - Korrosjonsbeskyttelse
  - Kvalitet på utførelse
  - Miljøforhold (vannforhold, aggressive bergarter)
- Hva når levetid er nådd?



2024-03-21 NBG - Vårsleppet



11

# Hvordan prosjektere løsninger som ivaretar krav til levetid?

Styrende for valg av løsning:

1. Ønsket sikkerhet / restrisiko
2. Hvordan ivareta ønsket sikkerhet

Tre situasjoner som ivaretar forhold knyttet til levetid



# Hvordan prosjektere løsninger som ivaretar krav til levetid?

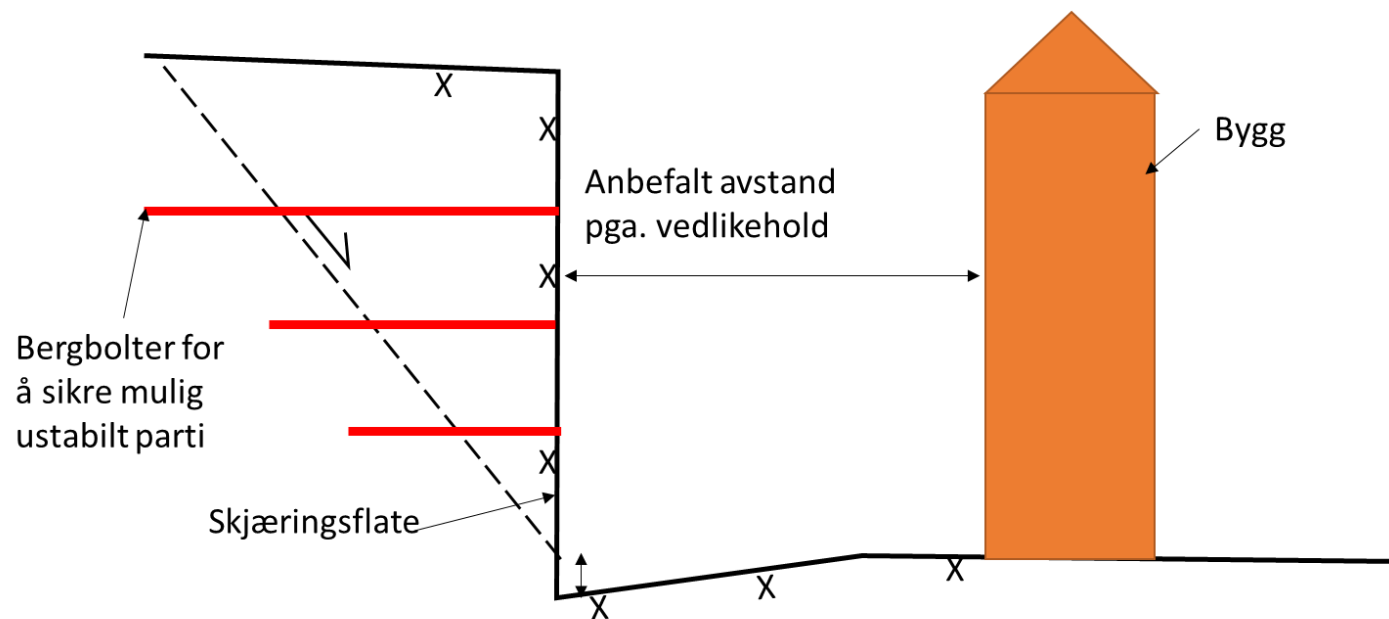
## Løsning 1

En avstanden mellom bygg og skjæring som muliggjør inspeksjon og evt. fremtidig vedlikehold bergsikringen.

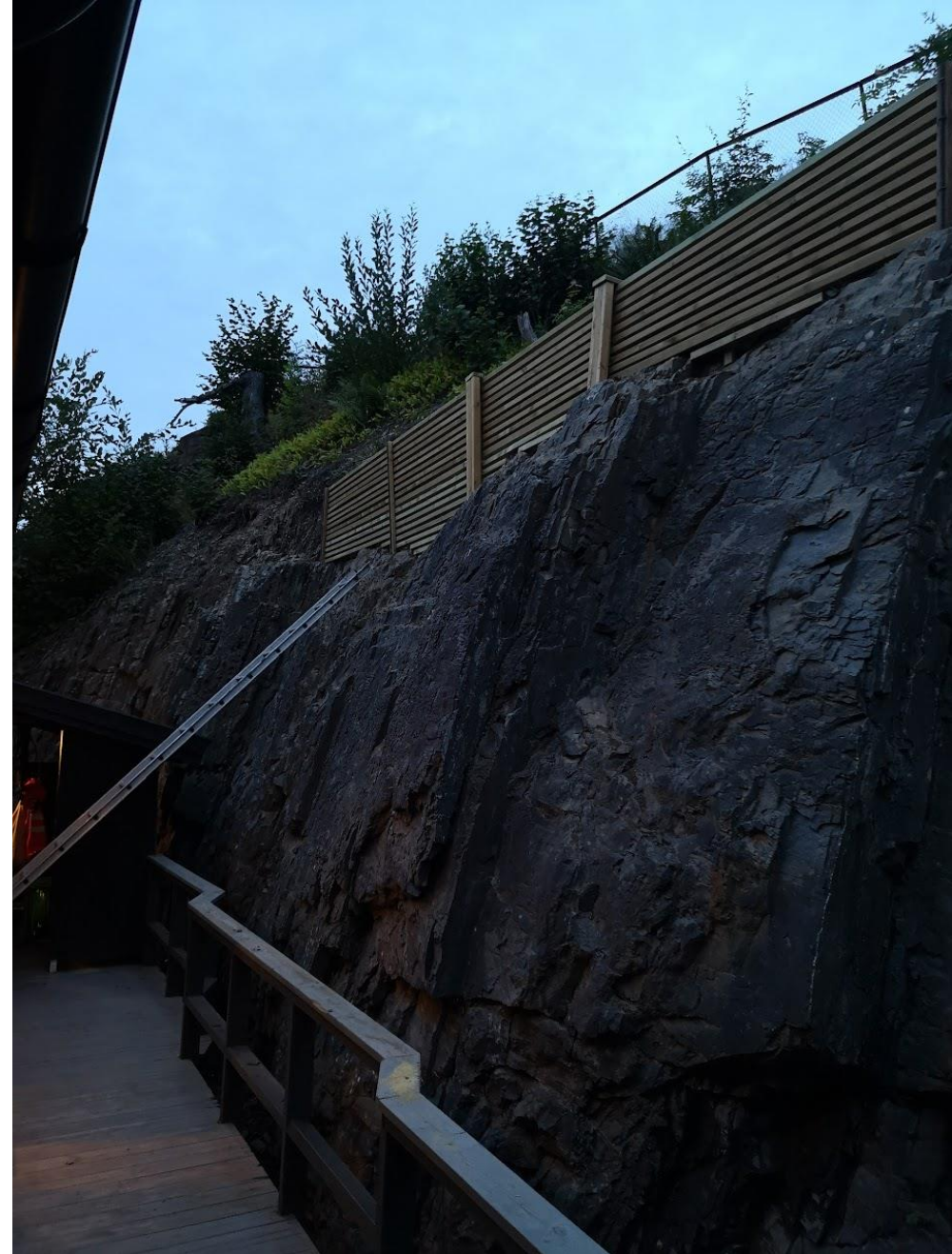
Løsning 1 vil bygget være uavhengig av bergskjæringer.

Skjæringen kan sikres konvensjonelt med bolter og steinsprangnett.

Levetid kan ivaretas gjennom inspeksjon og vedlikehold



- ▶ Hus plassert i tilstrekkelig tilstand fra bergvegg
- ▶ Inspeksjonsmulighet – ja
- ▶ Vedlikeholdsmulighet – ja

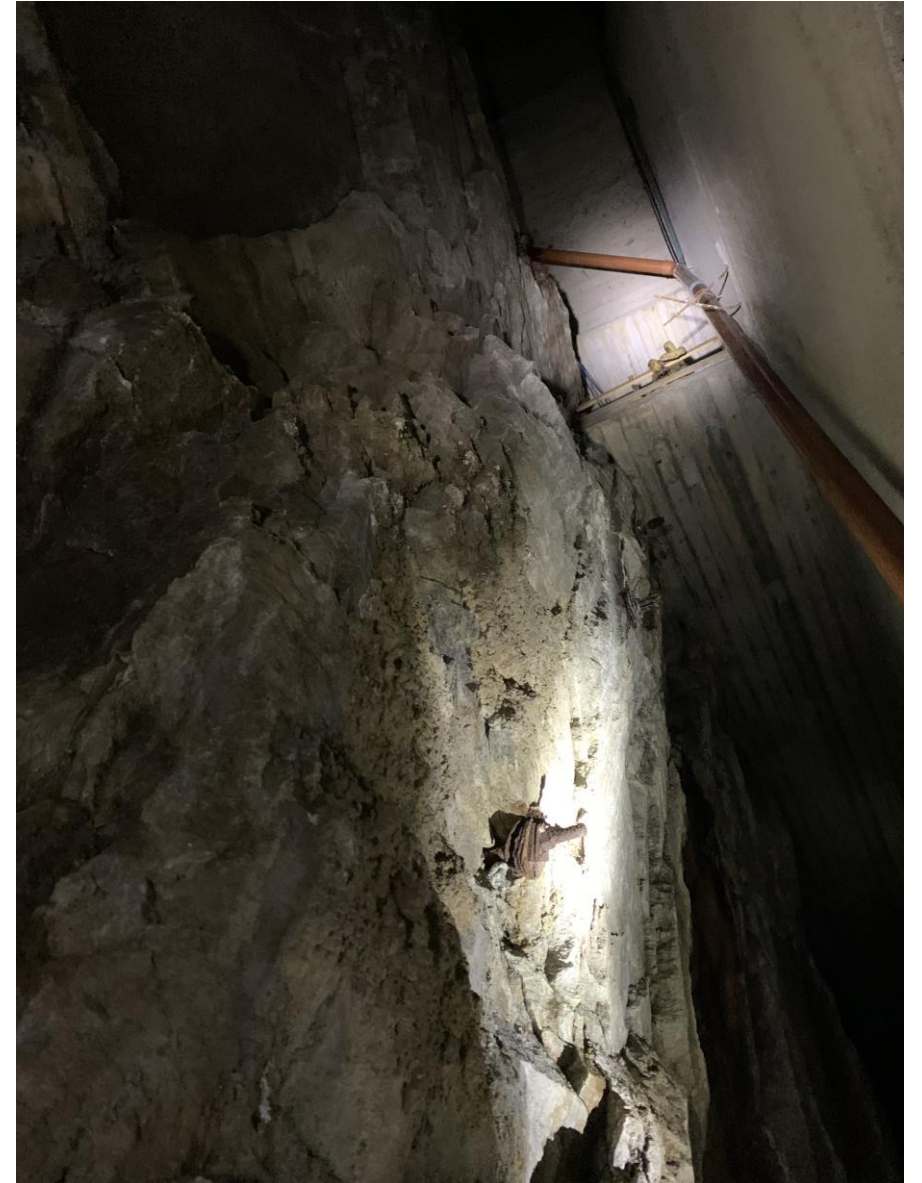


- ▶ Stor boligblokk plasser tett inntil skjæring
- ▶ Inspeksjonsmuligheter - ja
- ▶ Mulighet for vedlikehold – tja



# Bergrom bak konstruksjoner

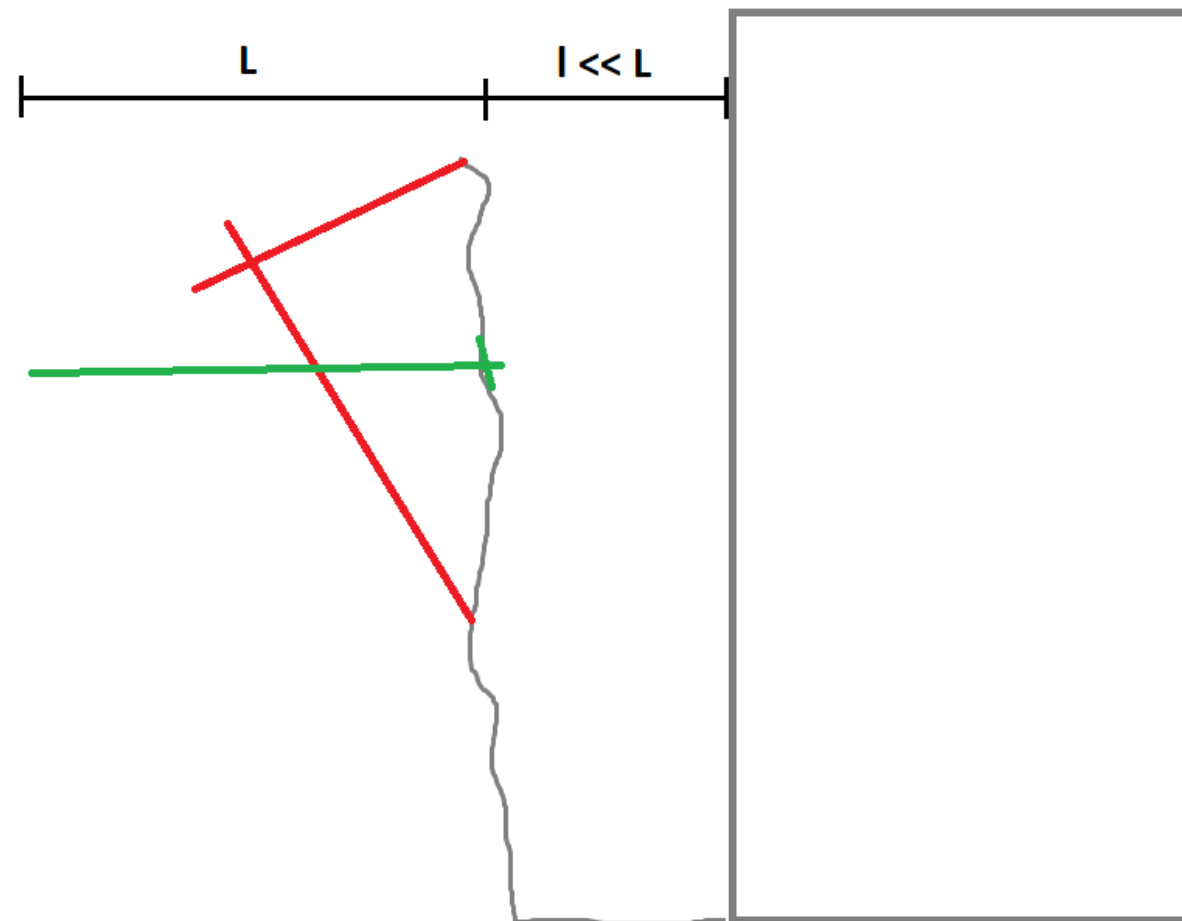
- ▶ Bergrom med betongkonstruksjoner.
- ▶ Ikke sprengt ut mer enn nødvendig for å få plass til konstruksjonen som skal inn i bergrommet.
- ▶ Ikke nødvendigvis tilrettelagt med tanke på inspeksjon eller nødvendig plass for fremtidig rehabilitering av bergsikring.
- ▶ Sikring nærmer seg eller har nådd, teknisk levetid eller det har oppstått ras.
- ▶ Sikring har som regel en funksjon, selv om mye sikring også kan være satt på konservativt grunnlag (for å være sikker)





# Problemstilling og løsninger - bolter

- ▶ Sikringsbolter som sikrer sprekkeavløst berg i skjæring for betongbygg i berg har nådd teknisk levetid eller det er registrert behov for supplerende sikring
- ▶ Lengde på bolter større enn tilgjengelig plass mellom skjæring og betongkonstruksjonen.
- ▶ Montering av nye (lange) bolter er plasskrevende)



# Hvordan prosjektere løsninger som ivaretar krav til levetid?

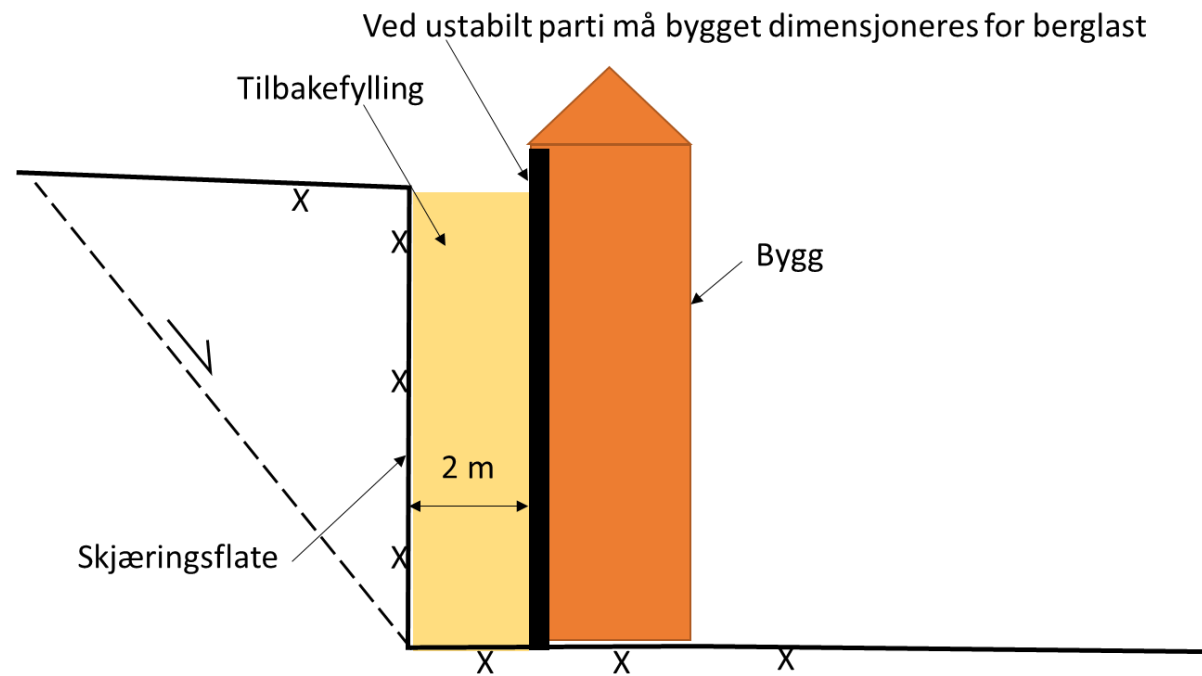
## Løsning 2

Volum mellom skjæring og bygg blir tilbakefylt eller er så liten at sikringsmidler ikke er mulig å inpsisere og/ eller vedlikeholde.

De bærende konstruksjoner må dimensjoneres for å tåle laster fra berget (og eventuell tilbakefylling).

Dette kan gjøres ved å støpe ribber, kontaktstøpe eller dimensjonere opp vegg.

Stabilitessikring har dermed samme levetid som bygget.



# Vamma 12

Kraftstasjon «i dagen» stor byggegrop.

**Midlertidig stabilitet:** Behov for tung sikring for å ivareta stabiliteten av byggegropa.

**Permanent stabilitet:** konstruksjon dimensjonert for å ta opp laster.



# Byggegrøp

- ▶ Frittstående konstruksjon som tilbakefylles
- ▶ Totalstabilitet OK.
- ▶ Vegg dimensjonert for tilbakefylling.
- ▶ Levetid for stabilitetssikring er tilsvarende som levetid for konstruksjon.

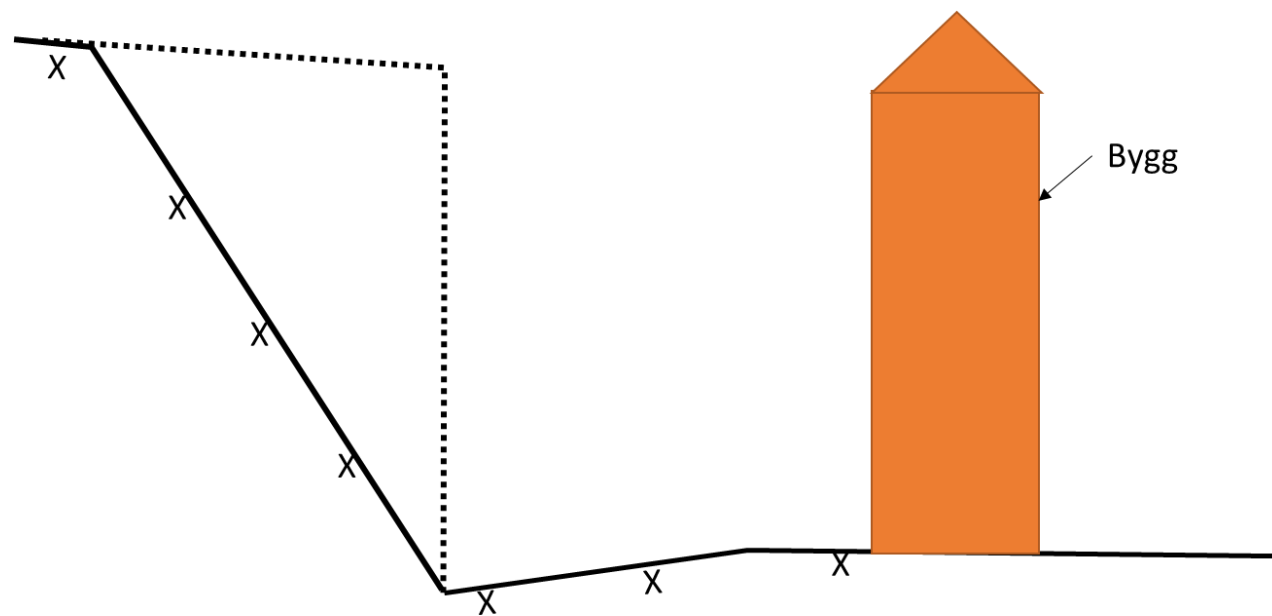


# Hvordan prosjektere løsninger som ivaretar krav til levetid?

## Løsning 3

Fjerne ustabil volum.

Kun hensynta detaljstabilitet



# E39 KVMØ

Tilpasning av geometrien for å fjerne ustabile masser og dermed unngå tung bergsikring.



# Hvordan dokumentere at levetiden til berguttaket er ivaretatt?

# Hvordan dokumentere at levetiden til bergtuttaket er ivarettatt?

## SVV HB N500

### 7.10 Ingeniørgeologisk sluttrapportering

KRAV 7.10—1 **SKAL** GJELDENDE FRA 31.03.2022

Det skal utarbeides en ingeniørgeologisk sluttrapport som inneholder:

- geologisk/ingeniørgeologisk dokumentasjon med kartlegging og beskrivelse av berøforholdene og samlet utført sikring
- **inspeksjonsrutiner** for berg og bergsikring, både når det gjelder behov, hyppighet og spesielt beskrive områder som krever spesiell oppfølging.
- eventuelle avvik i utførte sikringsmengder og sikringsmetoder ut fra det som var forutsatt i geologiske forundersøkelser, med begrunnelse.
- 3D-modell av geologiske forhold der modell er utarbeidet.

Veiledning til kravet ▾

Utført sikring, sammen med geologiske registreringer i tunnel, injeksjon, m.m. presenteres på en oversiktlig måte og rapporteres. Ingeniørgeologisk sluttrapport inngår som del av sikkerhetsdokumentasjonen for tunnel.

Erfaringer fra tunneldrivingen beskrives, både som dokumentasjon og for erfaringsoverføring. Dokumentasjon av utført uavhengig kontroll i byggefasen er også del av geologisk sluttdokumentasjon. Som del av ingeniørgeologisk sluttrapport lages en oversikt over punkter/strekninger som anbefales fulgt opp spesielt som del av drift- og vedlikeholdsrutinene, sammen med beskrivelse av områdene og vurdering av nødvendig hyppighet. Relevant bakgrunnsmateriale inkluderes i rapporten og arkiveres.

Eksempler på sluttdokumentasjon er gitt i V521 [\[10\]](#).

## SVV V521

### 5.3 Inspeksjon av berg og bergsikring

I sikkerhetsdokumentasjon av vegtunneler [\[1\]](#) inngår ingeniørgeologisk sluttrapport, i tillegg kommer dokumentasjon av geologiske inspeksjoner utført i driftsfasen. Rapportene er del av grunnlaget ved periodiske inspeksjoner etter tunnelsikkerhetsforskriftene, og inngår som del av sikkerhetsforvaltningen av tunnelen.

Punkter for oppfølging av geologi og bergsikring i driftsfasen er gitt i ingeniørgeologisk sluttrapport [\[1\]](#). Slike tilfeller kan f.eks. være nær kjente vannlekkasjer, eller områder med mangler i dokumentasjon av kartlegging eller stabilitetssikring.

Inspeksjon av berg og bergsikring kan utføres fra tunnelrommet, for eksempel med observasjoner av deformasjon i tunnelkledningen, visuelt eller med bruk av utstyr som kamera, lasermåling e.a. Tilkomst bak hvelv i nye tunneler for inspeksjon av berg/bergsikring kan bygges spesielt, men dette gjøres kun i unntakstilfeller der det ikke er mulig å lage en konstruksjon fri for inspeksjonsbehov. Eventuelle rom bak hvelv montert i normalprofil kan finnes ved havarinisjer, tverrforbindelser, nisjer for teknisk bygg, nisjer for kiosk til nødstasjon, eller ved pumpeump. Se også Statens vegvesen retningslinje R512 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø i vegtunneler under drift [\[64\]](#).

Metoder for inspeksjon av berg og bergsikring i tunnel (både eldre og nyere tunneler) er beskrevet i retningslinjer R211 [\[4\]](#); metode 1.4.13. Statens vegvesen rapport nr. 199 Inspeksjon av berg og bergsikring i vegtunneler [\[65\]](#) gir veiledende informasjon om bl.a. typer av skader på sprøytebetongsikring, rust på bolter/plater mv.



# Behov for inspeksjon?

## rapport nr. 199 Inspeksjon av berg og bergsikring i vegtunneler



S6: Utpressing pga svelleleire

Skadetype: S6

Gradering av stabilitet: 3

Beskrivelse/tiltak:

Spesialinspeksjon. Omfang, bergforhold, bevegelse. Overvåking. Prøvetaking av leire: svellestyrke - omfang av sikring.

Planlegge sikringstiltak.



S1: Nedfall av sprøytebetong på hvelv, tak.

Skadetype: S1

Gradering av stabilitet: 3

Beskrivelse/tiltak:

Nedfall skyldes svelleleire.

Spesialinspeksjon.

Overvåke utvikling. Vurderes i forhold til styrke på hvelv.

Planlegge reparasjon.

Figur9 Eksempel på S1. Nedfall av sprøytebetong.  
(Foto: E. Iversen)



Figur 2 Eksempel på F

F2: Nedfall ( $d > 0,3 \text{ m}^3$ ) bak hvelv-vegg av betongelementer.

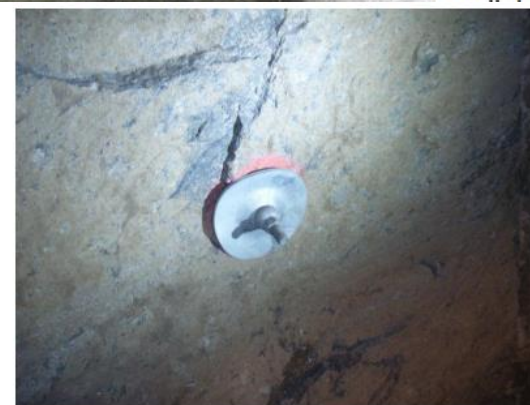
Skadetype F2

Gradering av stabilitet: 3

Beskrivelse/tiltak:

Hvelvet rives rundt ras-stedet, rensk og sikring av vegg. Så snart som praktisk mulig: ut fra styrken på hvelvet.

Ny inspeksjon rundt rasstedet, spesielt se etter



Figur27 Eksempel på B4 Deformasjon

B4: Bolt og skive - deformasjon

Skadetype: B4

Gradering av stabilitet: 3

Beskrivelse/tiltak:

Vurdere årsak til deformasjon på skiven.

Omfang. Vurdere behov for ettersikring.

Tabell 5.2 Gradering av stabilitet for berg og bergsikring

Gradering av stabilitet	Berg og bergsikring	Forslag til tolkning / tiltak
0	Ingen skader / endringer	Ingen tiltak
1	Svake skader / endringer	Ny inspeksjon om 5 år, ikke krav om ingeniørgeolog / bergteknisk kompetanse ved inspeksjon
2	Middels kraftige skader / endringer	Følges opp, ingeniørgeolog bestemmer intervall / behov for spesialinspeksjon
3	Kraftige skader / endringer (omfatter sammenbrudd og funksjonssvikt).	Tiltak igangsettes snarest mulig

## N200

KRAV 1.9.5—3 **SKAL**

GJELDENDE FRA 01.11.2022

Den utførte sikringen sammen med de geologiske forholdene skal dokumenteres i sluttrapport hvor også informasjon for fremtidig vedlikehold inngår.

KRAV 1.9.5—3\_1 **SKAL**

GJELDENDE FRA 01.11.2022

Rapporten skal inneholde informasjon for fremtidig vedlikehold.

## V225

### Drift og vedlikehold

Metode og hyppighet, både for bergskjæringen (forvitring, rensk, stabilitet) og bergsikringen (utbedring eller supplering). Spesielle forhold kan være partier som overvåkes mht. stabilitet, rensk av grøft, skredfare fra ovenfor skjæringen, etc. Rutinene kan endres ut fra erfaringer.

Geologisk sluttrapport angir hva som er underlagt inspeksjon utenom selve berget (nett, bolter, sprøytebetong, etc., - av hvem (personer med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse, eller andre) og hvordan (visuelt fra vegbane, ev. med renskespett fra godkjent løfteutstyr, tau, etc.). Det er viktig å påpeke elementer som det er viktig å holde spesielt øye med, enten det er bolter, konstruksjon eller et parti i skjæringsveggen.

## R610 – drift og vedlikehold

Stabilitetssikring, erosjonssikring og skråningsbeskyttelse skal holde massene i sideområdet på plass.

Bergskjæringer skal holdes fri for løs stein, løs sprøytebetong og is/iskjøving som er til fare for trafikanter og andre samt veg og vegutstyr.

Det skal gjennomføres systematisk rensk hvert 5. år eller etter spesiell beskrivelse.

Skade på stabilitetssikring, erosjonssikring og skråningsbeskyttelse skal repareres før følgeskader oppstår (som for eksempel undergraving med fundamentsetning som resultat, deformasjon av fundamenter pga. setning og/eller innsnevring/undergraving av fylling inntil bru).

# Hvordan dokumentere at levetiden til berguttaket er ivaretatt?

## Tek- 17 Veileder Dokumentasjon av sikkerhet mot naturpåkjenninger

Gjelder skredsikring, men mener det samme gjelder for bergsikring.

Krav om FDV dokumentasjon for ferdigattest

De fleste sikringstiltak krever tilsyn og vedlikehold. Eiers ansvar...

### 9.3. Dokumentasjon for drift og vedlikehold av sikringstiltak

De fleste typer sikringstiltak trenger vedlikehold for at de skal ivareta sikkerheten på lang sikt. Dette ansvaret påhviler eier. Hvis et byggverk og et sikringstiltak skal fungere i hele sin levetid må de som skal forvalte, drifte og vedlikeholde det ha kunnskap om byggverkets egenskaper.

Ved ferdigattest skal det foreligge tilstrekkelig dokumentasjon for byggverkets og byggeverens egenskaper som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold av bygget, FDV-dokumentasjon. Bestemmelsen om dette er gitt i TEK17 § 4-1 om dokumentasjon for driftsfasen. FDV-dokumentasjonen vil også gjelde for etablerte sikringstiltak tilknyttet byggverket, som for eksempel eventuelle flom- eller skredsikringstiltak.

Ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende foretak har plikt til å utarbeide eller fremskaffe nødvendig dokumentasjon for driftsfasen innenfor sine ansvarsområder. Søker skal samle dokumentasjonen og overlevere denne til byggverkets eier mot kvittering senest ved søknad om ferdigattest. Dette følger av SAK10 §§ 8-2, 12-2, 12-3 og 12-4. Foreligger ikke dette, er det grunnlag for avslag på søknad om ferdigattest.

Plan- og bygningslovgivningen omfatter i hovedsak arealbruk og utbygging. Regelverket stiller først og fremst tekniske krav ved nybygging. Byggesaken avsluttes med ferdigattest. Driftsfasen reguleres av ulike regelverk og i mindre grad direkte av plan- og bygningslovgivningen.

Det følger imidlertid klart av pbl. § 29-5 at ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det ferdige tiltaket oppfyller krav til sikkerhet, helse, miljø, energi og bærekraftighet, og slik at vern av liv og materielle verdier ivaretas. For å sikre at ethvert tiltak får en forsvarlig og tilsiktet levetid, skal det ved prosjektering og utførelse tas særlig hensyn til geografiske forskjeller og klimatiske forhold på stedet. Tilrettelegging for drift og vedlikehold er nødvendig for å sikre at byggverket får forsvarlig og tilsiktet levetid.

Plan og bygningsloven § 28-1 krever at det er etablert tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur og miljøforhold før grunn kan bebygges, eller eiendom opprettes eller endres. Dersom et sikringstiltak krever vedlikehold for at sikkerhetsnivået skal opprettholdes, må en løsning som sikrer framtidig vedlikehold være på plass før byggetillatelse kan gis.

De fleste typer sikringstiltak trenger tilsyn og vedlikehold etter byggefasen for at de skal ivareta sikkerheten på lang sikt. Det er eiers ansvar. Etter at et bygg har skiftet eiere noen ganger, er imidlertid eierne ofte ikke klar over ansvaret og de kostnadene dette kan medføre. Særlig problematisk kan dette være for sikringstiltak som ligger langt utenfor den eller de aktuelle eiendommene, og gjerne på annen manns eiendom.

Når sikringstiltak er en forutsetning for å gi byggetillatelse på det aktuelle stedet, bør det vurderes å gi vilkår som ivaretar denne forutsetningen slik at den fungerer uavhengig av eierskifter. En løsning kan være tinglyste heftelser på de berørte eiendommene.

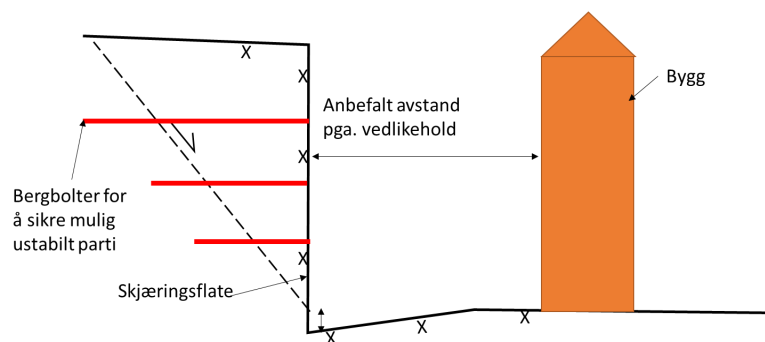
[Gå tilbake til toppen](#)



# Oppsummert

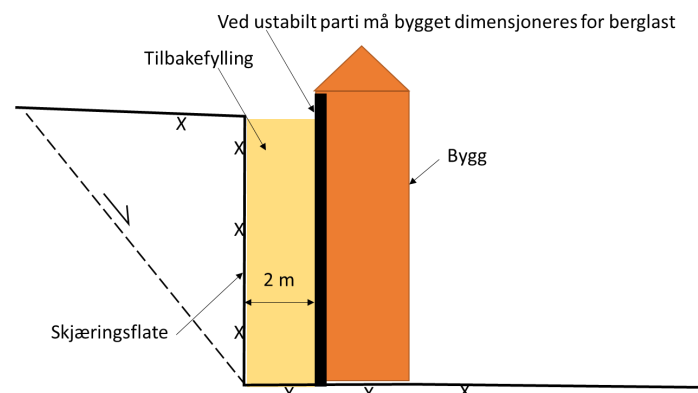
## 3 løsninger for å ivareta og kunne dokumentere levetid mht. totalstabilitet

### 1. Inspeksjon og vedlikehold



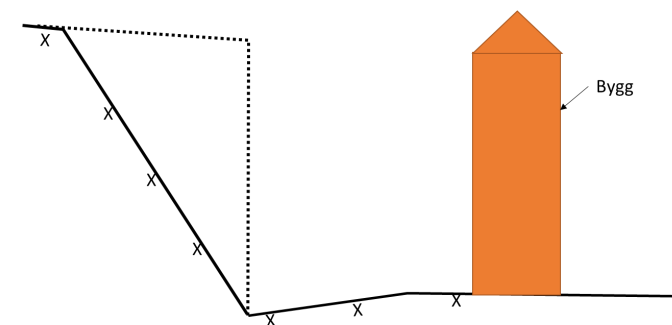
Kan inspisere regelmessig og fange opp utvikling i berget.

### 2. Dimensjonere konstruksjonen til å ta last



Får ikke inspisert og derfor en viss usikkerhet knyttet til utvikling i berget, må ha noe overkapasitet i løsningen.

### 3. Fjerne problemet



Det er ikke et totalstabilitetsproblem.



Every day we improve everyday life