

(15) Sprengningsarbeider

Stabil kontur i skjæringer

-forbolting

-boltesikring

-arbeidssikring

-permanent sikring

Nils Ramstad

Multiconsult Norge AS



Hvilke forhold har betydning for konturen? Hva ønsker vi å oppnå?

- Boring
- Sprengningsmetode

- Geologi
- Sikringsnivå
- Åpen kontur
- Tilbakefylt kontur
- Ferdsel inntil konturen etter at arbeidene er avsluttet



Sikringsmetoder

- Forbolting
- Bolte enkeltblokker/områder
- Systematisk bolting
- Fjellsikringsnett
- Fjellbånd
- Sprøytebetong



Sikringsnivå

- Arbeidssikring
 - Arbeidssikring skal ha et nivå som gjør det trygt å arbeide for den som utfører entreprisen. Arbeidssikring er et utførende ansvar.
- Permanent sikring
 - Permanent sikring skal ha et nivå som gjør det trygt for alle å oppholde seg inntil skjæringa så lenge skjæringa er tilgjengelig.
 - Permanent sikring må ha en kvalitet som også hindrer utglidninger i tilbakefylte skjæringer etter at tilstøtende bygning er tatt i bruk.



Naturgitte forhold som påvirker sikringsbehovet

- Bergart
- Dagfjell
- Oppsprekking
- Svakhetssoner

Stabil skjæring

Sikring ikke nødvendig



Dagfjell



Ustabil skjæring

Tydelige svakhetsplan



Sprekkevinkel (fall)



Forbolting

- Hvorfor forbolte?
 - Begrenser risikoen for massiv utglidning.
 - Begrenser risikoen for blokkfall.
 - Gir en generelt tryggere arbeidssituasjon i byggegrøpa.
 - Reduserer risikoen ved utførelse av permanent sikring.



Konsekvens av manglende forbolting



Konsekvens av manglende forbolting Skifrig berg med markerte glideplan



Konsekvens av manglende forbolting Skifrig berg med markerte glideplan

Utglidning av berg og vegg



Markert oppsprekking av vegg



Manglende forbolting og sømboring



Plan utglidning



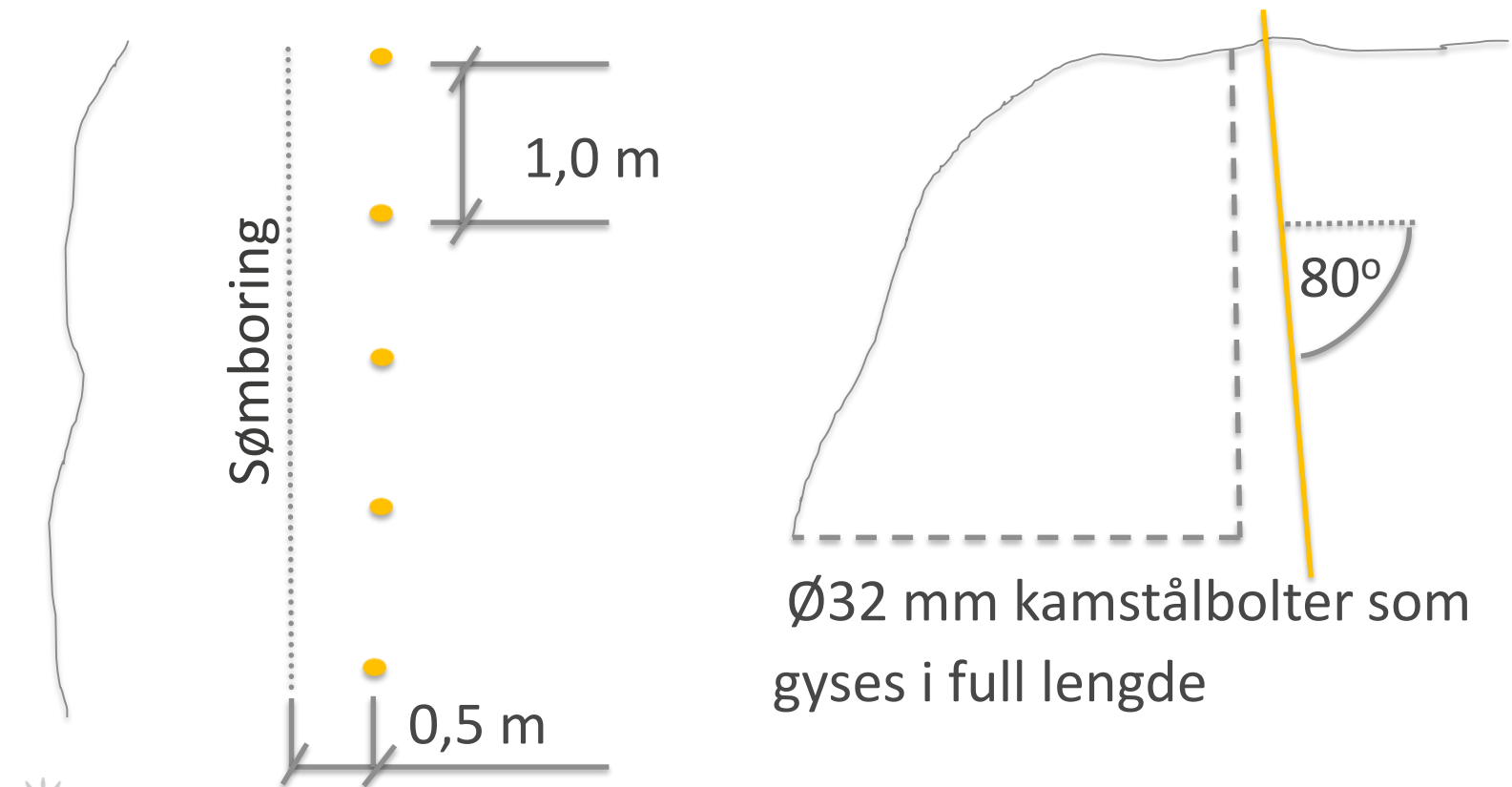
Kileutglidning



Forbolting med $\text{\O}32$ mm kamstål



Utførelse av forbolting



Forbolting i kombinasjon med plankestengsel



Utrasing under grunnmur



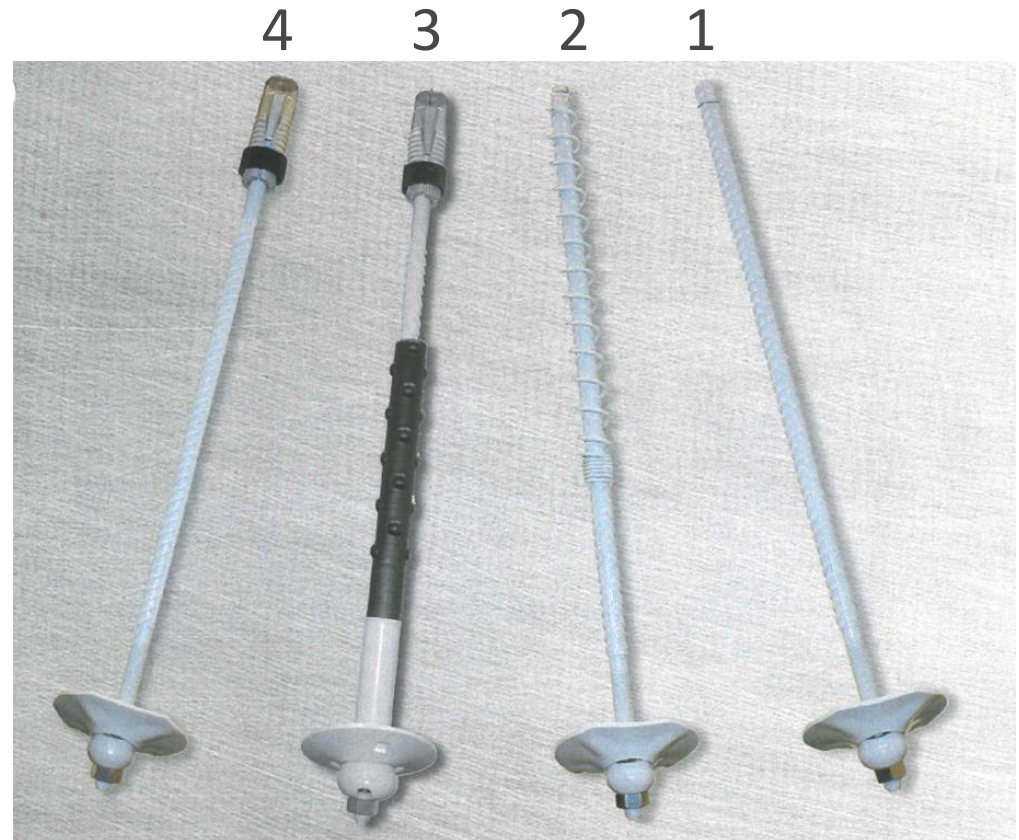
Boltesikring av skjæringer

Istykkerskutt skjæring



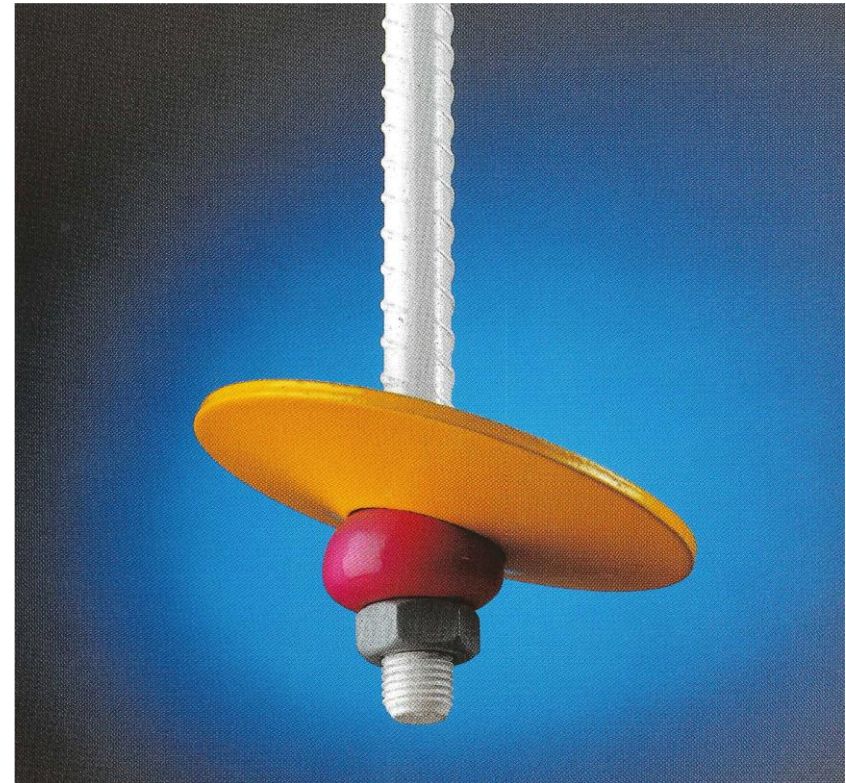
Bergbolter

- 1 Bolt for innstøping
- 2 Polyesterforankret bolt med blandefjær
- 3 CT bolt
- 4 Ekspansjonsbolt



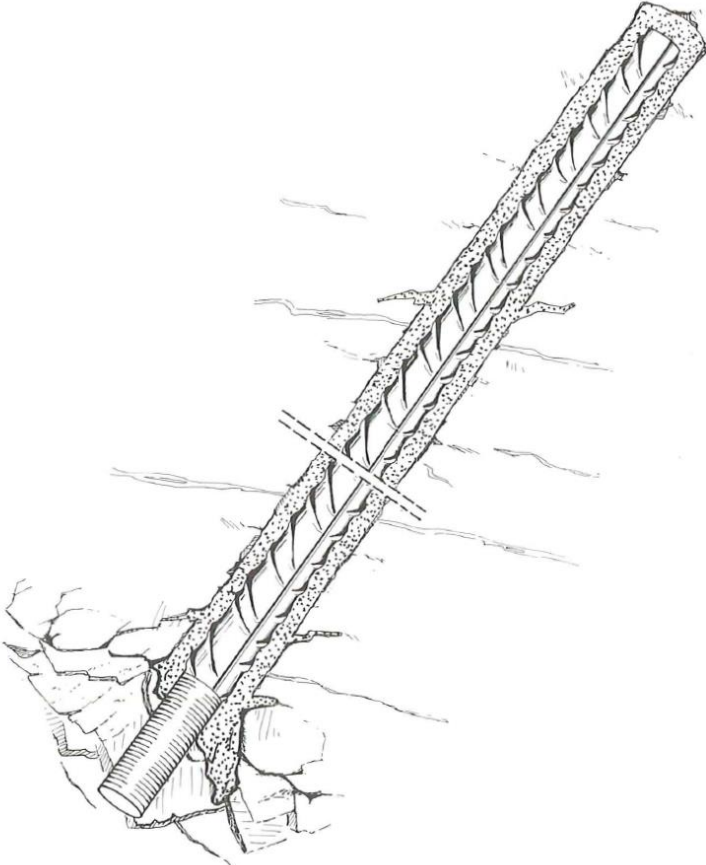
Komplett bergbolt

- Bergbolt med sfærisk skive halvkule, og mutter.
- Halvkule kan ta opp et vinkelavvik på 25° - 30°.
- Gjengepartiet på bolten er vanligvis 150 mm.
- Til sikring av enkeltblokker bør det alltid benyttes skive, halvkule og mutter, også på fullt innstøpte bolter.



Innstøpte bolter

Tabell 5

MØRTELINNSTØPT KAMSTÅLBOLT	
	<p>VANLIGE TEKNISKE DATA:</p> <p>Materiale: Kamstål, gjenget stål (500 N/mm²) Lengde: 0,8-6 m Boltehull: Ø30-Ø45 mm Bolt: Ø20-Ø25 mm (Ø25 og Ø32 mm ved forbolting) Flytegrense: 120-220 kN Bruddlast: 150-250 kN Vekt: 2,6-4,2 kg/m Bruddforlengelse: fullt innstøpt ≈ stivt system Korrosjonsvern: Varmforsinket, varmforsinket + pulverlakkert</p>
	<p>FORANKRING:</p> <p>- Sementmørtel</p>

Kilde: Håndbok i fjellbolting

Innstøpte (gyste) bolter

- Hulldiameteren skal være minst 10 mm større enn boltediameteren.
- Det skal benyttes ekspanderende gysemørtel, minst kvalitet B20.
- Mørtelen skal ha en kremaktig konsistens slik at den ikke renner ut av oppadrettede hull (V/C forhold 0,4).
- Mørtelen skal føres til bunnen av borehullet ved hjelp av gyseapparat og slange. Fylling av hullet skal skje fra bunnen av hullet og utover.
- Mørtel trenger to døgns herdetid uten akselerator.
- Med akselerator kan herdetiden reduseres til ett døgn.



Endeforankrede bolter

Tabell 3

POLYESTERFORANKRET BOLT - Boltehull Ø43-Ø48 mm	
	<p>VANLIGE TEKNISKE DATA:</p> <p>Materiale: Kamstål (500 N/mm²) Lengde: 1,5-6 m Boltehull: Ø43-Ø48 mm Bolt: Ø20 mm Flytegrense: 120 kN Bruddlast: 150 kN Vekt: 2,4 kg/m Bruddforlengelse: 4% Korrosjonsvern: Varmforsinket, varmforsinket + pulverlakkert</p> <hr/> <p>FORANKRING:</p> <p>- Polyesterpatron</p> <p>Underlagsplate, halvkule og mutter må brukes.</p>

Kilde: Håndbok i fjellbolting

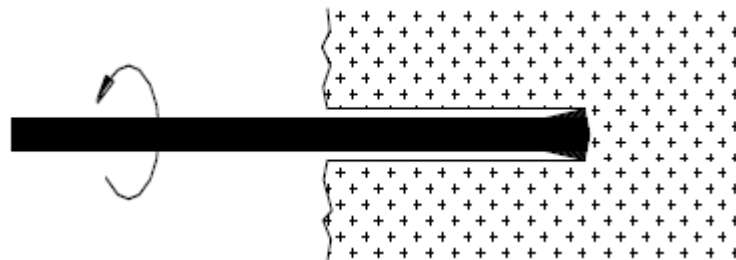
Polyesterpatroner til endeforankring av bolter

- Polyesterpatroner består av polyester og herder (katalysator) som ligger i hver sin strømpe. Herdingen settes i gang ved å blande polyester og herder. Det gjøres ved å rotere bolten **gjennom** patronen.



Polyesterpatroner

Monteringsanvisning



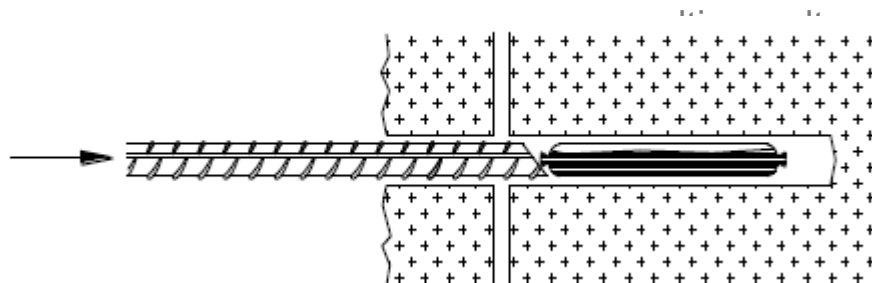
1. Borehullet må være tilpasset bolten og patronstørrelsen (se tabell under). **NB! Hullet bores 50-150mm kortere enn bolten.**

Bolt	Polyesterpatron	Borhullsdiameter	Forankringslengde *
Ø16	Ø18x200	Ø20-Ø23 mm	237
Ø16	Ø23x250	Ø25	226
Ø20	Ø23x250	Ø25-Ø29	300
Ø20	Ø23x400	Ø25-Ø29	480
Ø20	Ø27x400	Ø29-Ø32	467
Ø20 (m/blandefjør)	Ø40x480 mm	Ø43-Ø50	366
Ø25	Ø27x400	Ø32-Ø34	549

* =teoretisk forankringslengde basert på største boralternativ

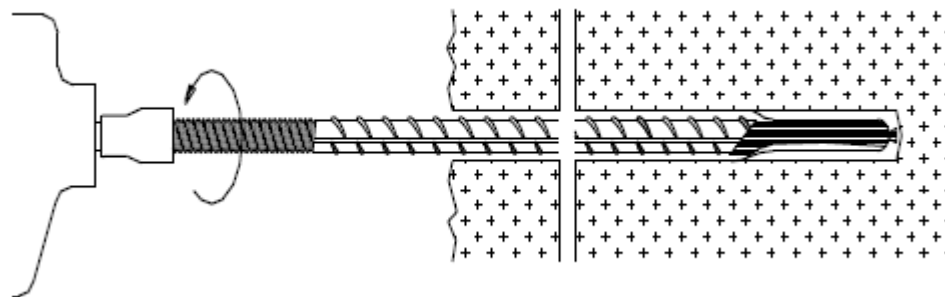
Polyesterpatroner

Monteringsanvisning



2. Patronene tempereres til **15-20 °C** før bruk og føres inn i hullet med låseklipset først ved hjelp av bolten.

Polyesterpatroner Monteringsanvisning

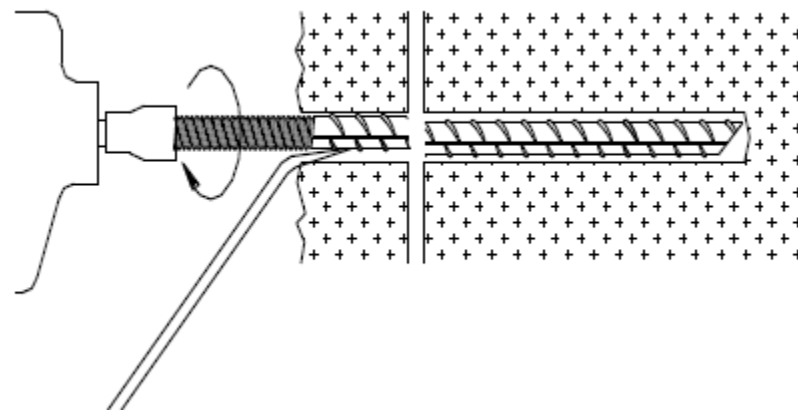


3. Bolten roteres med ca. 400 omdr./min og mates med ca. 20 mm/sek gjennom patronen. Passende rotasjonstid er 15 - 25 sek. For M20 og 25 bolter og 7-10 sek. for M12 og M16 bolter.

NB! Overrotering ødelegger forankringen og sentring av bolten er viktig for å unngå skade på overflatebehandlingen.

Polyesterpatroner

Monteringsanvisning

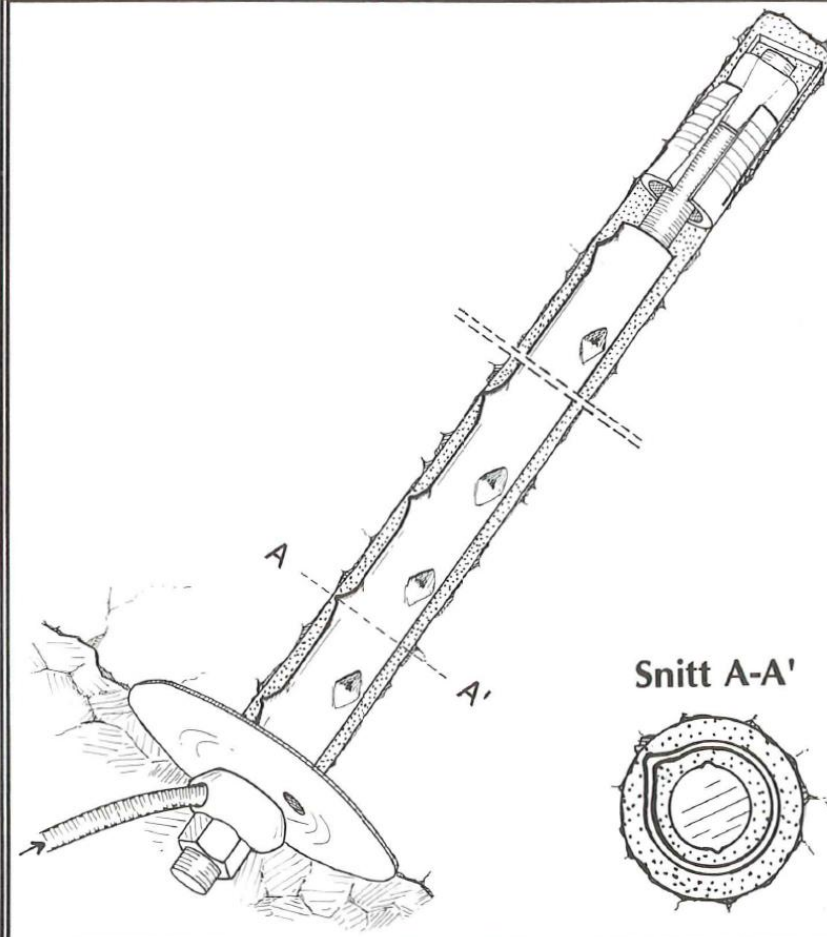


4. Vent i 30 - 40 sek eller lås bolten med et brekkjern og reverser drillen av bolten. Herdetid varierer med temperatur og ca. 80 % av full styrke oppnås etter 10 -15 min.

Nødvendig forankringslengde vil for M20 bolter variere fra 250 mm i granitt til ca. 500 mm i svakere bergarter som f. eks kalkstein.

Er det tvil om nødvendig forankringslengde bør boltene strekkprøves ved hjelp av en hydraulisk jekk.

Tabell 10

CT-BOLTEN	
	<p>VANLIGE TEKNISKE DATA:</p> <p>Materiale: Kamstål (500 N/mm^2) Lengde: 1,5-6 m Boltehull: Ø43-Ø47 mm Bolt: Ø20 mm Flytegrense: 120 kN Bruddlast: 150 kN Vekt: 2,4 kg/m Bruddforlengelse: 5% (før innstøping) Korrosjonsvern: Varmforsinket, varmforsinket + pulverlakkert</p>
	<p>FORANKRING:</p> <p>- Ekspansjonshylse + mørtel</p> <p>Må bruke underlagsplate. Mutter og spesialhalvkule følger bolten.</p>

Kilde: Håndbok i fjellbolting

Selvborende bolt

Ischebeck TITAN injeksjonsstål kan brukes til bergsikring som for eksempel bergbolt, bergforankring og feste av steinsprangnett. Bolten brukes gjerne som alternativ ved særlig oppsprukket berg eller boring gjennom løsmasser. Ischebeck TITAN har en rask og forenklet installasjonsprosess.

Injeksjonsstålet bores med engangskrone, som regel med vann- eller luftspyling og gyses direkte gjennom bolten. Bruk av Ischebeck TITAN medfører dermed at man unngår fastkiling av borstreng og/eller bolt ved kollaps av borehull.



NS 3420, FP1.31 Sikringsbolter

Omfang og prisgrunnlag

Prisen inkluderer

- Boring av hull
- Nødvendig underlagsplate, halvkule og mutter
- Nødvendig forspenning
- Etterstramming etter behov for opprettholdelse av arbeidssikring
- **Prøving og kontroll**



NS 3420, FP1.31 Sikringsbolter

Prøving og kontroll

Bolter skal prøves i følgende omfang separat for hver boltetype som benyttes på anlegget:

- Det skal foretas prøving av minst 50% av de første 100 boltene
- Dersom mer enn 5% av de prøvde boltene underkjennes, prøves 50% av de neste 100 boltene. Slik skal det fortsette inntil underkjennelsesprosenten er under 5%.
- Videre prøves 25 bolter pr. 1000 innsatte med samme akseptkriterium som over. Ved overskridelse av akseptkriteriet skal en gå tilbake og prøve 50% av hver 100 bolter inntil kriteriet igjen er oppnådd.
- Ved prøvetrekking trekkes det til 10% over brukslast eller dimensjonerende last.



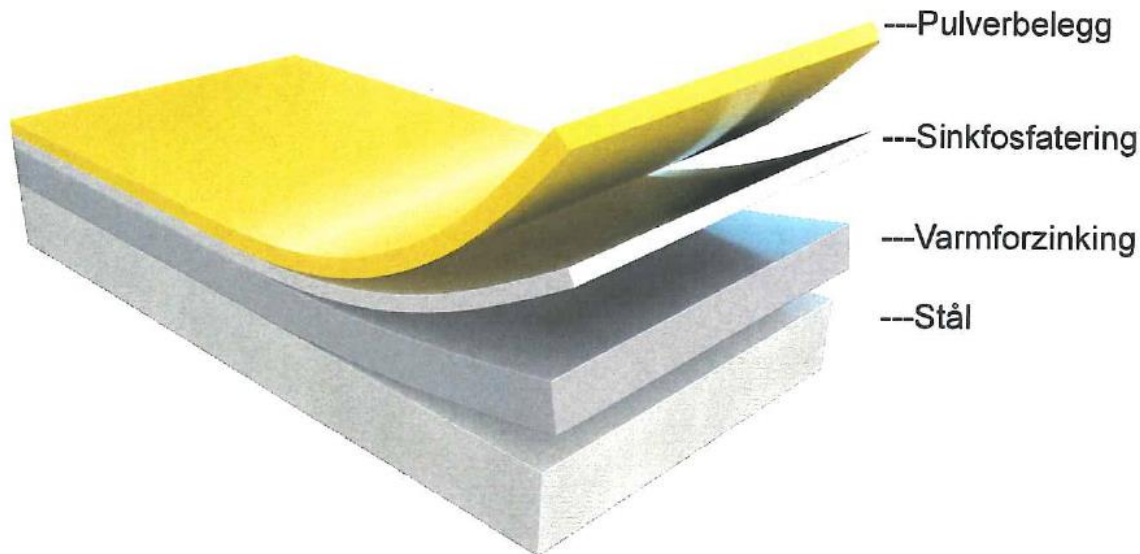
Fjellbånd

- Fjellbånd benyttes for å sikre ustabile blokker som ikke er egnet for boltesikring.
- Festes vanligvis til eksisterende bergbolter.



Korrosjonsbeskyttelse

Hva er Combi Coat® ?



CombiCoat® kombinerer de to beskyttende behandlingsmetodene varmforzinking og pulverlakkering, der lakken herdes til underlaget. Resultatet er en lakk som ikke skaller av. Prosessene sikrer produktene lang levetid, også i korrosive miljøer.

CombiCoat ® = Varmforzinking + sinkfosfatering + pulverlakkering

Ustabil berg holdt på plass av forbolter

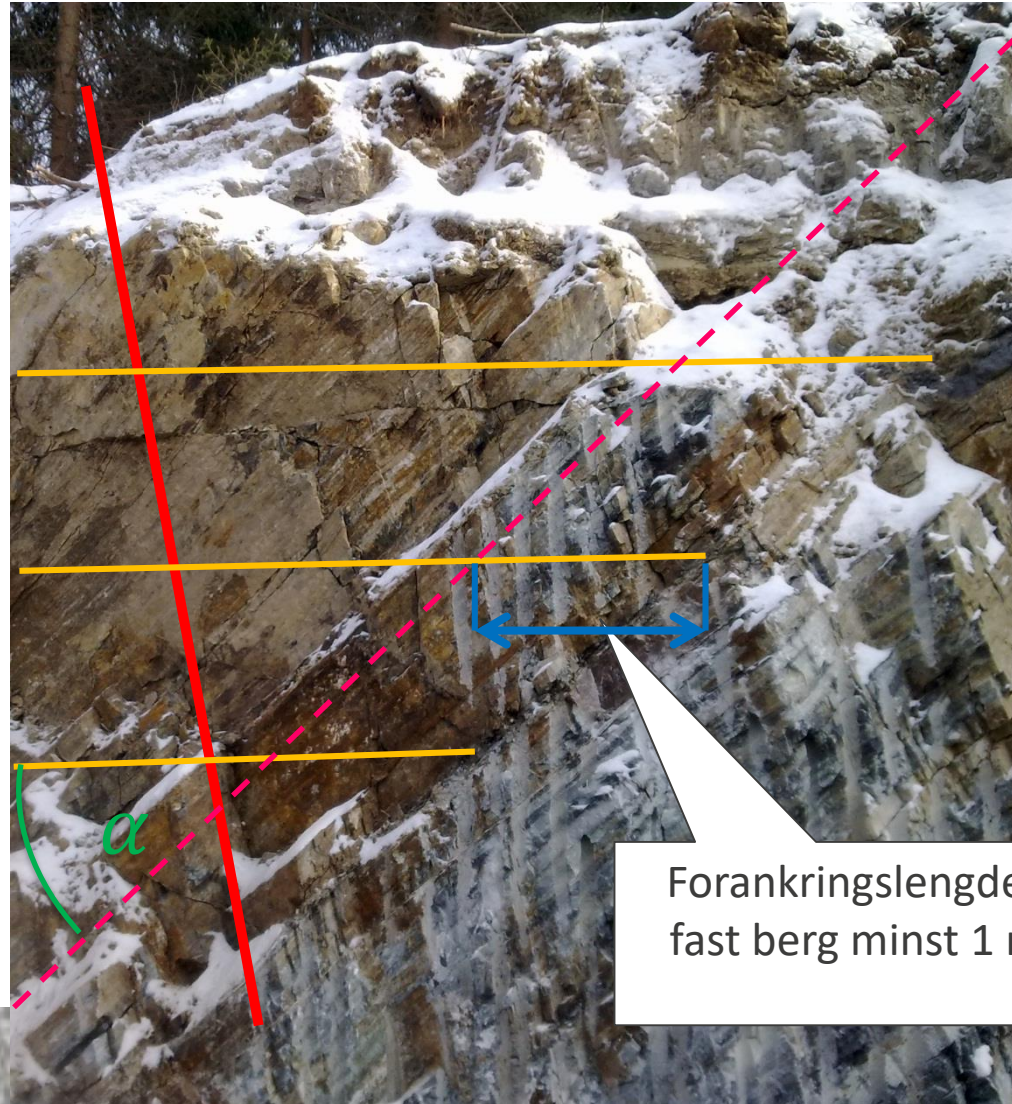


Supplerende bolting av ustabilt parti



Enkle prinsipper for boltesikring

- Når vinkelen α er større enn 55° , reduseres boltens bruddstyrke til skjærkapasitet



Boltekapasiteter kamstålbolter

Bolte diameter	Strekkapasitet (flytgrense)	Skjærkapasitet (flytgrense/ $\sqrt{3}$)
Ø20 mm	120 kN	70 kN
Ø25 mm	220 kN	127 kN

Vekt

1000 kg = 1 tonn =>

1000 kg * 9,8 m/s² = 9,8 kN ≈ 10 kN

Egenvekt berg: Ca. 27 kN/m³



Boltesikring

Beregning av nødvendig antall bolter

Enkel overslagsberegning
hvor det ses bort fra
friksjon og vanntrykk.

$$N = \frac{GF}{P} = \frac{V\gamma F}{P}$$

- N = antall bolter
- G = Vekt av blokk
- F = Sikkerhetsfaktor (1,5-3)
- P = Dimensjonerende boltekapasitet
- V = Volum av blokk
- γ = Bergets tetthet (bruk 27 kN/m³)

Ustabil skjæring

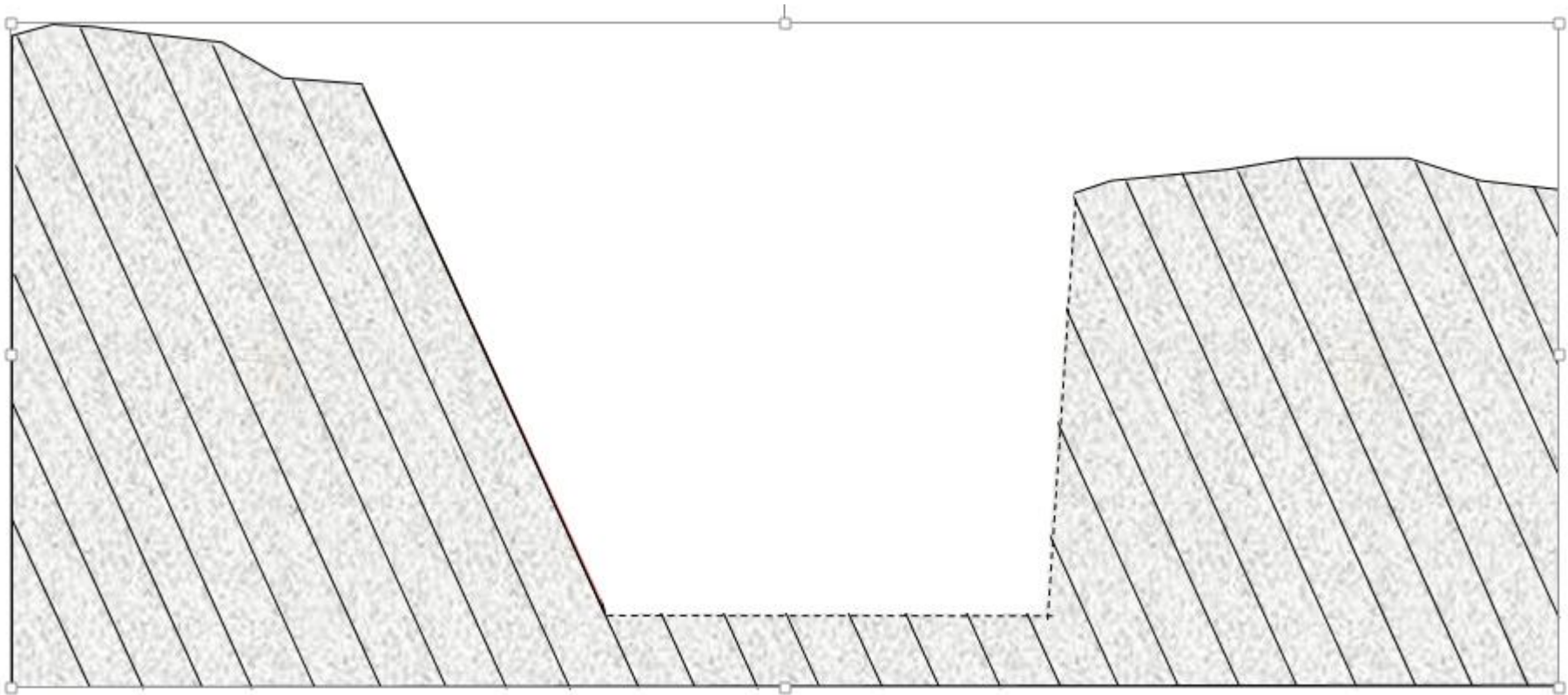


Sikring med fiberarmert sprøytebetong og påfølgende systematisk bolting

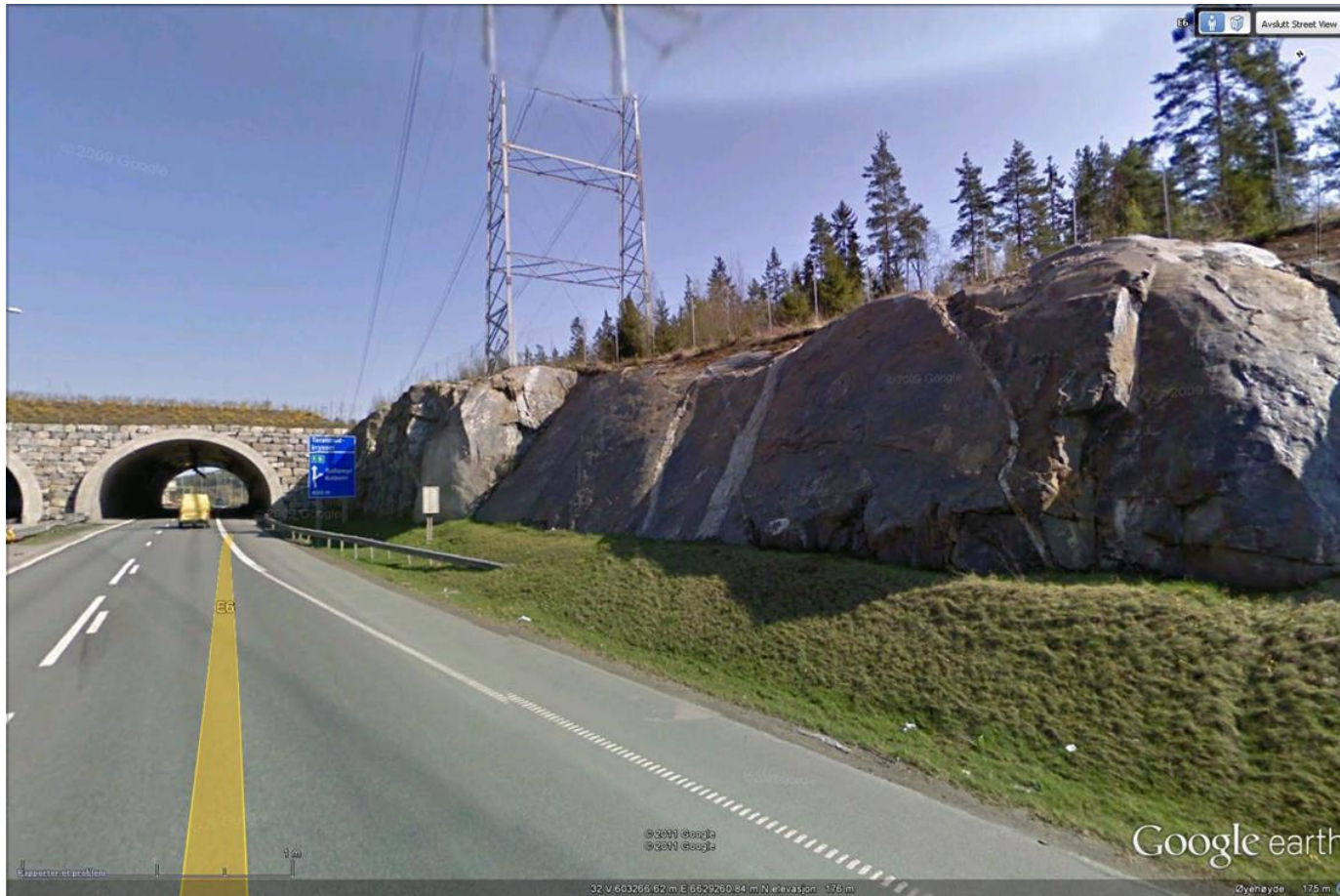


Veiskjæringer

Gjør nytte av geologien når plassen tillater det



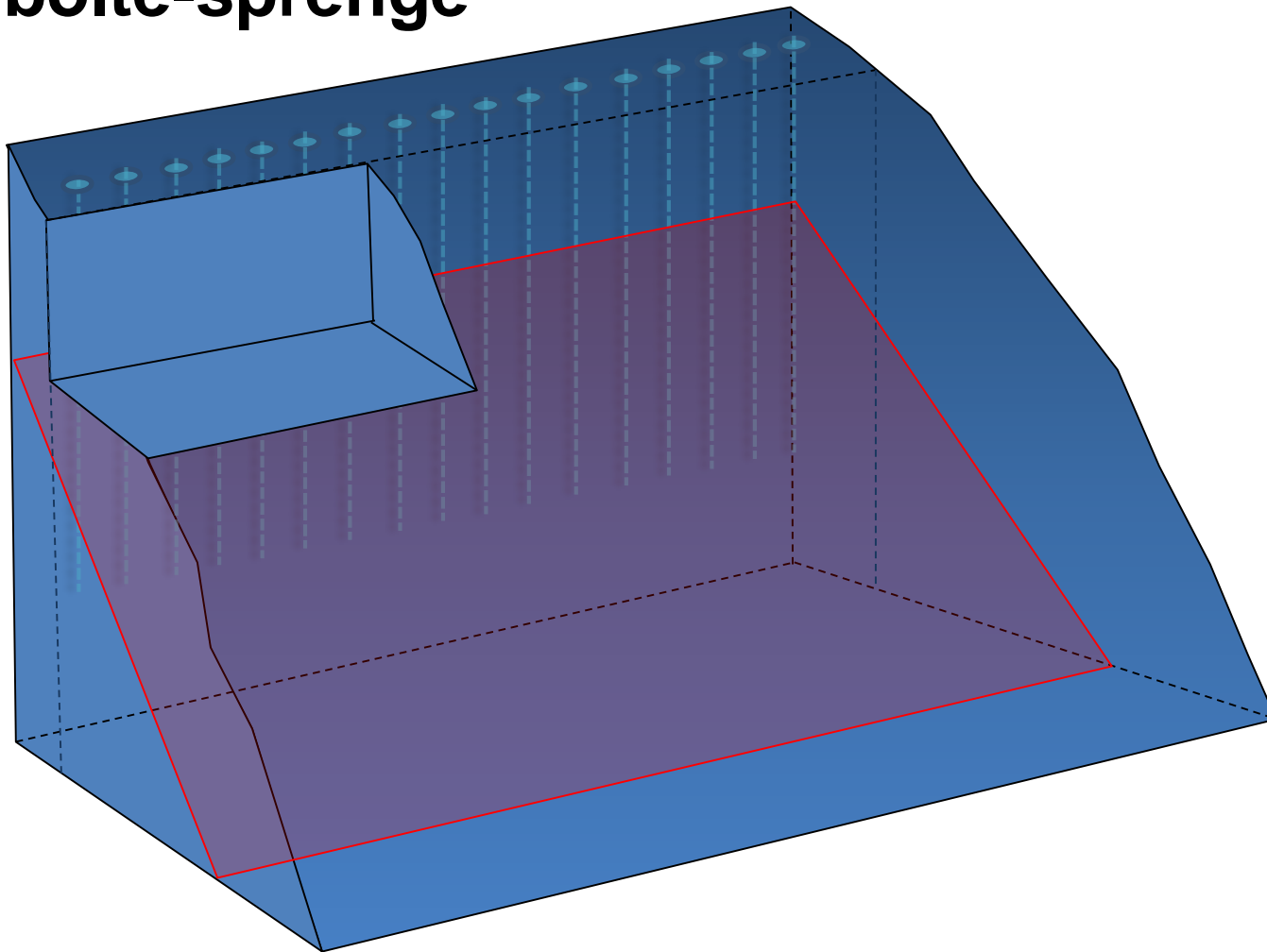
Bruke naturlige sprekkeplan



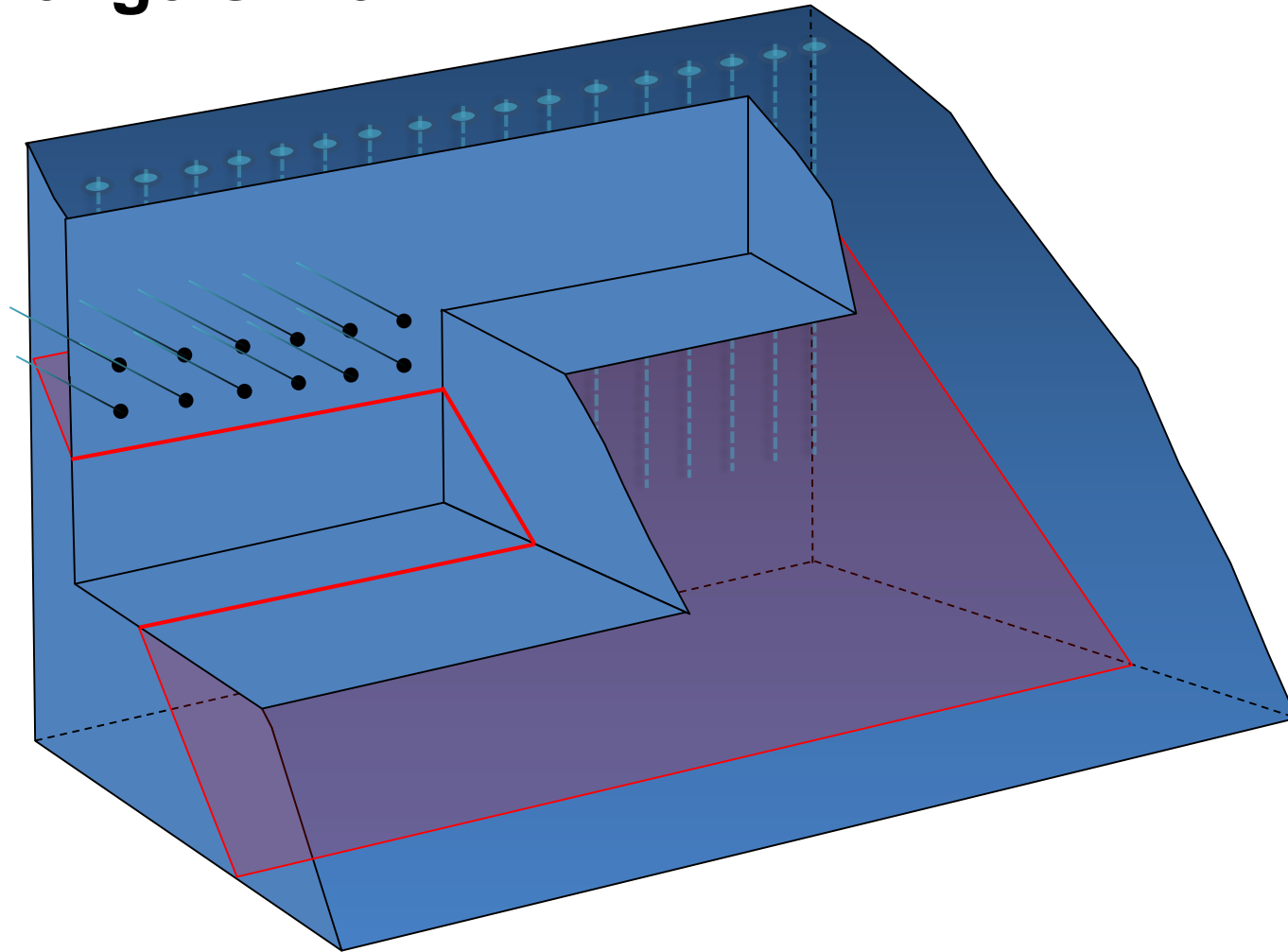
Sikring med bolter og nett



En liten oppsummering Forbolte-sprengning



En liten oppsummering Spreng-sikre



Noen råd til slutt

- I berg med åpne sprekker må det benyttes endeforankrede bolter.
- Det er ikke tillatt å sikre skjæringer slik at boltene kommer inn på naboens eiendom uten at det er innhentet tillatelse fra naboen.
- Når det er kuldegrader, må bolter og gysemørtel forvarmes for å unngå isdannelse rundt bolten.
- Polyesterpatroner og endeforankrede bolter må også forvarmes.
- Sprøytebetong må ikke brukes på overflater som har lavere temperatur enn +4°C.





Takk for oppmerksomheten

