

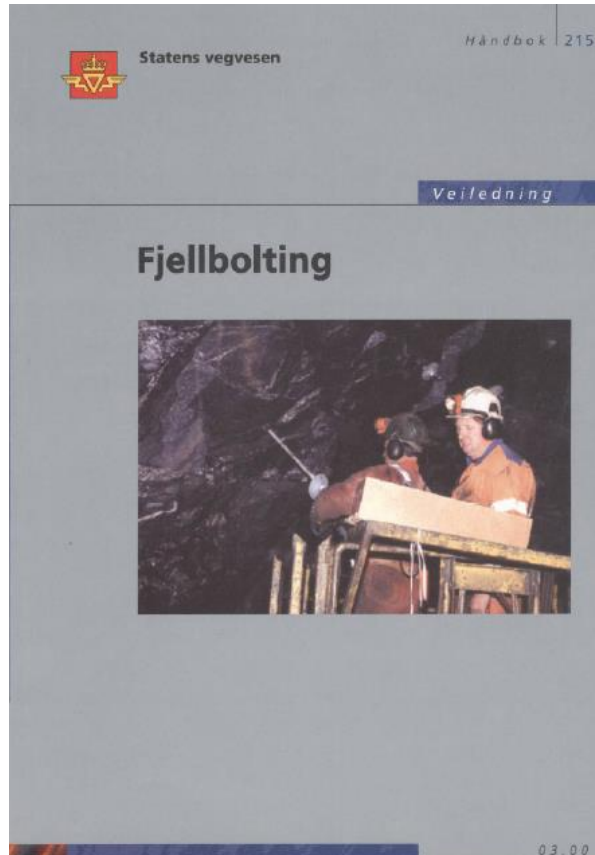
BOLTETYPER OG FUNKSJONER

HVA FINNES OG HVA BLIR BRUKT?

Werner Stefanussen
Fagsjef Ingeniørgeologi
Rambøll, avd Trondheim



REFERANSER



Statens Vegvesen

Håndbok 215

Fjellbolting (03.00)

BOLTETYPES

- **Endeforankrede bolter**

Mekanisk ekspansjonsbolt, polyesterforankret bolt

- **Fullt innstøpte bolter**

Sement- eller polyester-limt kamstål

- **Friksjonsbolt og glassfiberbolt**

Split set, Swellex, Glassfiber

- **Kombinasjonsbolter**

CT-bolt (Ørsta), Thor-bolt (GMA), Ischebeck Titan selvborende bolt

BOLTETYPEN

- **Fjellstag**

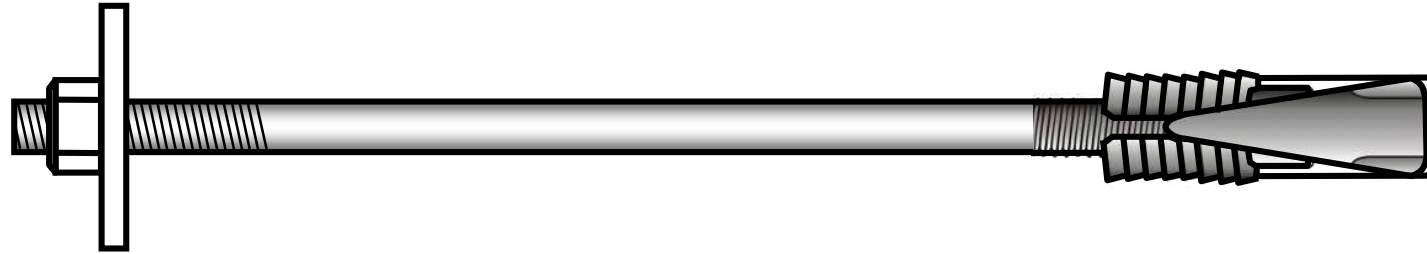
Når boltene blir for spinkle

- **Rørbolter**

I spesielt dårlig berg

MEKANISK FORANKRING

STÅLBOLT, MED ELLER UTEN KAM, FESTET MED EKSPANSJONSHYLSE

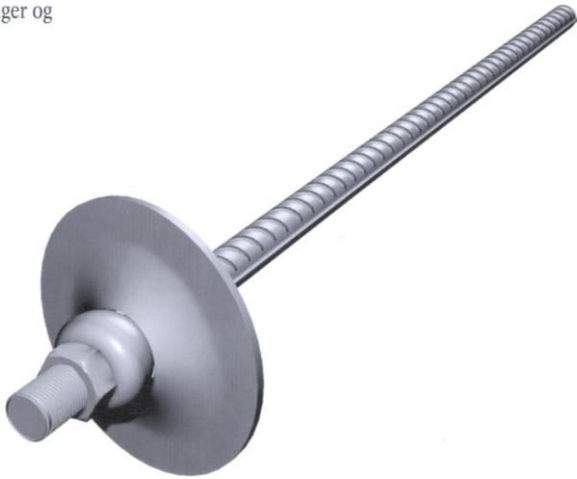


- En anvendelig bolt til forankring av blokker
- Ikke godkjent som permanent sikring



UNDERLAGSSKIVE, SFÆRISK KULE OG MUTTER

e gjenger og



POLYESTERFORANKRET BOLT



- En populær og sikker bolt
- Krever nøyaktig mntering
- Varmforsinket og epoxycoating

FRIKSJONSBOLT (SPLIT SET BOLT)



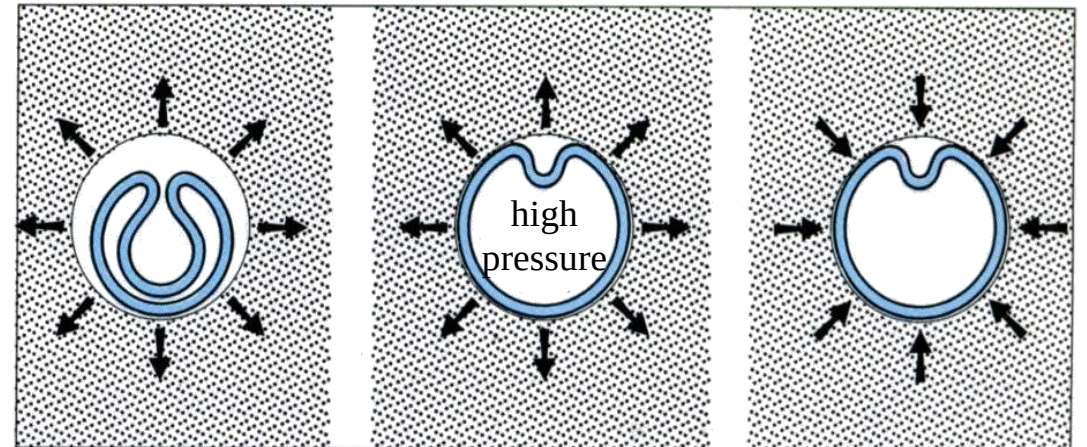
- Lite brukt i Norge



FRIKSJONSBOLT, SWELLEX



- Lite brukt i Norge



KOMBINASJONSBOLT, CT-BOLT ELLER NC BOLT



- Mye brukt
- God korrosjonsbeskyttelse
- Permanent sikringsbolt

KOMBINASJONSBOLT, THOR BOLT

INJEKSJON OG FORANKRING I EN OPERASJON



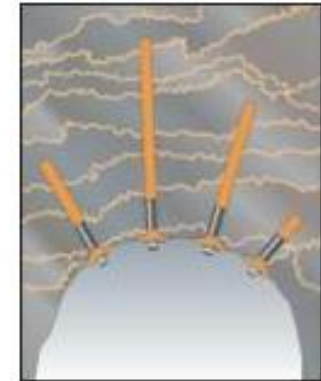
Step 1



Step 2



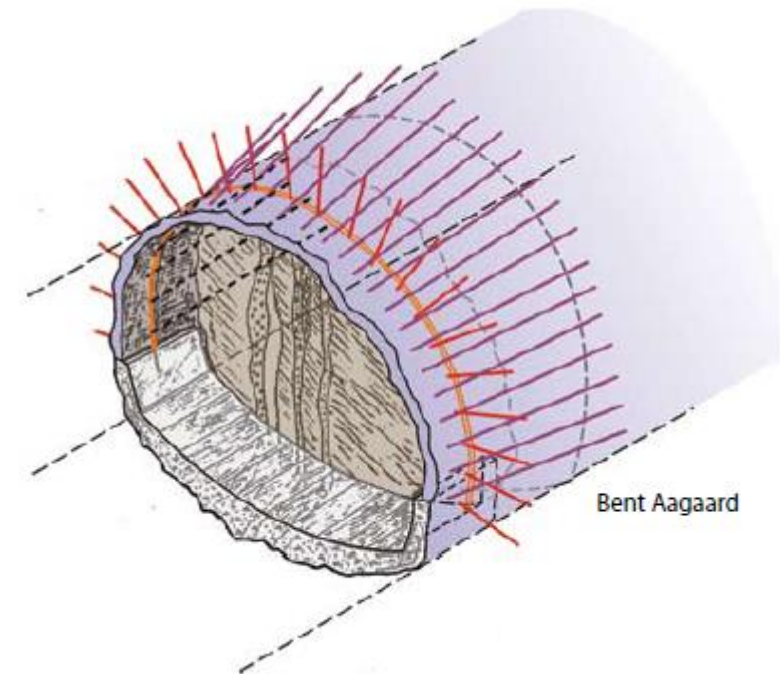
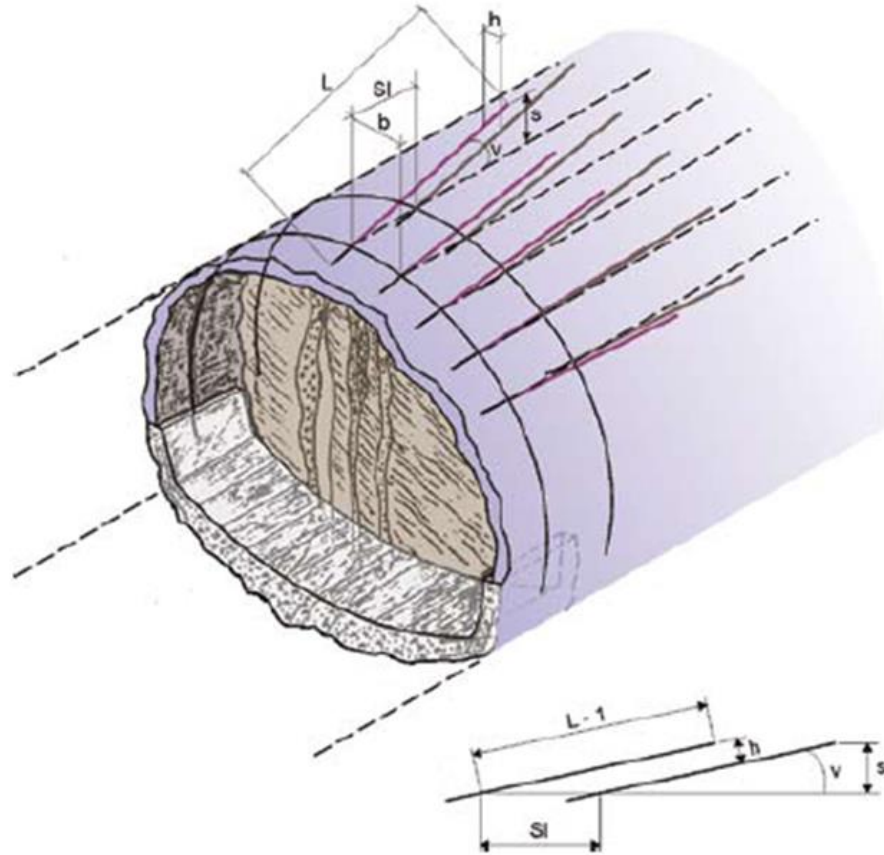
Step 3



Step 4

- Mye brukt utenlands
- Ikke mye brukt i Norge
- Kan være et smart valg under gitte forhold

SPILINGBOLTER I KOMBINASJON MED RADIELLE BOLTER



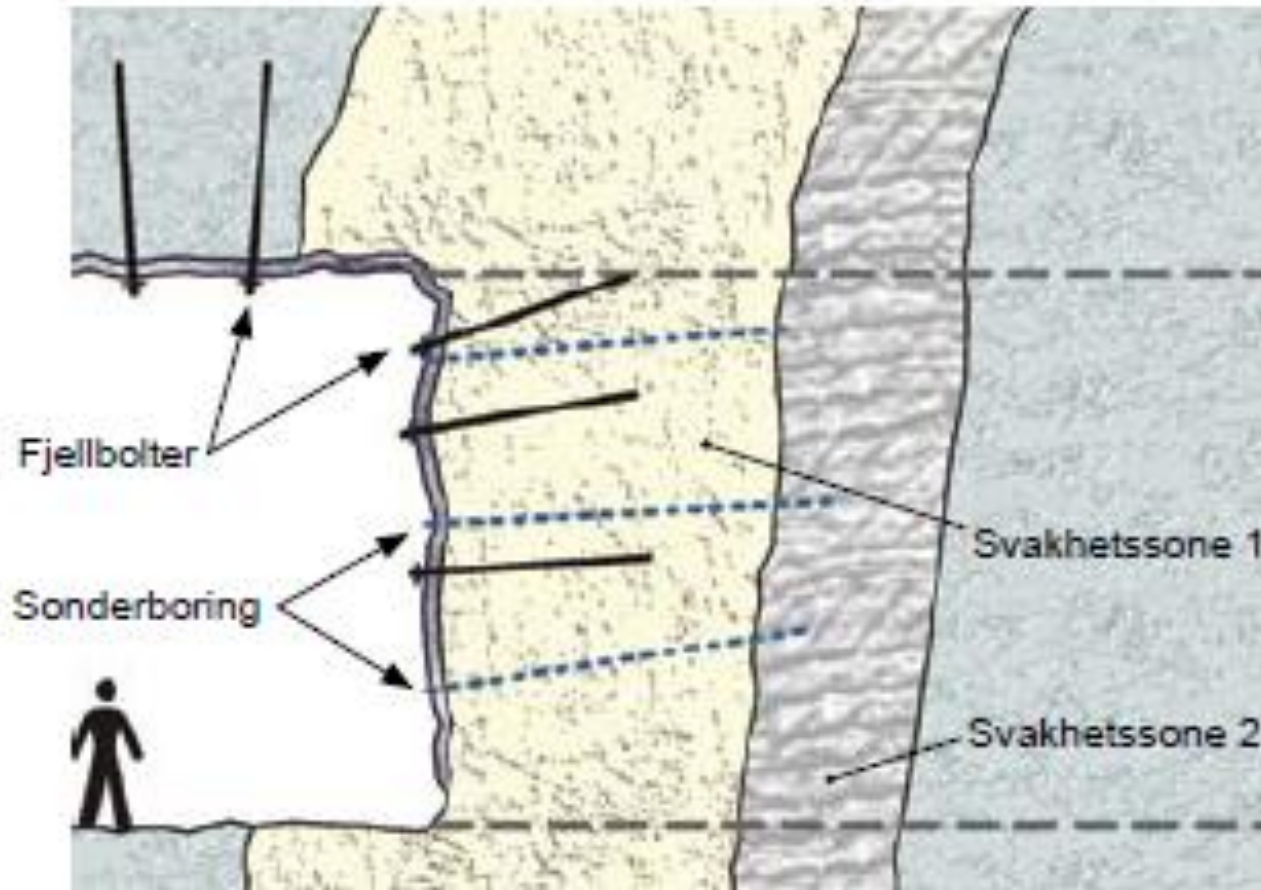
Bent Aagaard

LÅSING AV SPILINGBOLTER



- Benytter radielle bolter med plate og mutter, gjerne i samvirke med fjellband.
- Mye brukt i forbindelse med dårlig berg og svakhetssoner
- God effekt når de er korrekt montert

GLASSFIBERBOLT



- Hensiktsmessig å bruke i stoffen, når det skal sprenges etterpå.
- Ikke godkjent som permanent bolt.

ISCHEBECKSTAG

- **Ischebeck TITAN Tunnelsikring**
- **Mange bruksområder**
- Ischebeck TITAN injeksjonsstål kan benyttes i til tunnelseikring som spilingbolt, radiellbolt eller fjellforankring. Stålet installeres med engangs borkrone for fjell eller løsmasse.
- Installasjonen er enkel og tidsbesparende, direkte innboring med krone montert på spilingbolt, ettergysing gjennom selve bolten / staget (rørstål).
- I berg bores bolten inn til ønsket lengde med tunnelrigg – innboring med vannspyling.



RØRBOLT



- Benyttes i svært dårlig berg.
- Lange rør med diameter 50mm.
- Borstang med borkrone inni røret.
(Borkrone med større diameter enn røret)
- Gyses gjennom røret. Slisser i rørene for
å fylle hulrom mellom rør og berg.
- Monteres med 30-40 cm avstand mellom
rørene.

BOLTEDIAMETRE OG -LENGDER

- Diameter: Mest vanlig 20 eller 22 mm.
- Lengder opptil 6 meter
- Maksimal diameter 32 mm. På grunn av diameteren til borhullet ved normale tunnel/skjæringsarbeider
- Lengde begrenses til 6 meter på grunn av utfordringer med håndtering og montering

ANVENDELSE (IHHT HÅNDBOK 215)

	Endeforankret med ekspansjons-hylse	Endeforankret med polyester	Fullt innstøpt	Kombinasjons bolt
Grovblokkig	Anbefalt	Anbefalt	Anbefalt	Anbefalt
Moderat oppsprukket	Anbefalt	Anbefalt	Anbefalt	Anbefalt
Tett oppsprukket	Frarådes	Kan brukes	Anbefalt	Kan brukes
Lagdelt	Kan brukes	Anbefalt	Anbefalt	Anbefalt
Bergtrykks-problemer	Kan brukes	Anbefalt	Frarådes	Frarådes
Svakhetssoner	Frarådes	Kan brukes	Anbefalt	Kan brukes

EKSEMPEL

RAS I VANNKRAFT-TUNNEL, PANAMA



- Vulkansk tuff (siltstein)
 - Svært liten fasthet
 - Innstøpte bolter med 100 mm skive
 - Brudd rundt skiva, samt kollaps i bergmassen
-
- Kapasiteten er avhengig av bergmassens kvalitet. Ved svake bergarter eller svakhetssoner må dette tas hensyn til.

EKSEMPEL

HAVØYSUND JANUAR 2017



- “Vi føle oss litt ensom her ute”



GLIDEPLAN, SONDERBORING, LANGE BOLTER

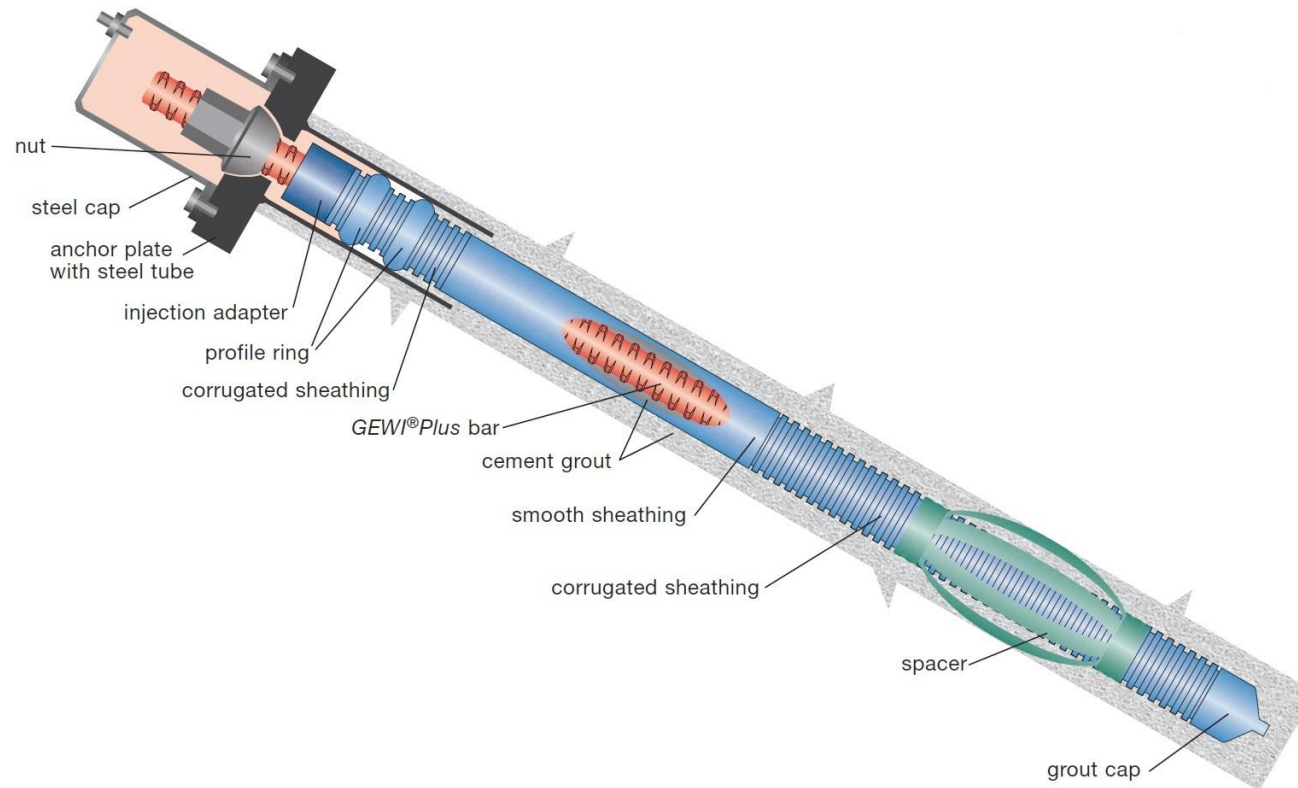


- Ca 20 meter høy skjæring
- Ca 400 m³ nedfall
- Nedfall som følge av kombinasjon av glideplan og vanntrykk
- Opptil 12 meter tykk ustabil bergmasse som må sikres.

STABILITETSBEREGNING OG ANBEFALT FORANKRING

- Sonderboringer viser glideplan inntil 12 meters dybde
- Beregning av nødvendig forankringskraft for å oppnå $F=1,5$
- 2 stk forspente stag pr meter brukskapasitet 450kN pr stag
- Kan for eksempel benyttes Dywidag GEWI Plus med diameter 30 mm
- Nødvendig med dreneringshull for å redusere sprekkevannstrykket i sleppene.

GEWI STAG FOR OPPSPENNING



- Kan forlenges ved skjøting
- Stor kapasitet
- Dobbel korrosjonsbeskyttelse
- Ankerplate som leveres fra leverandør
- Krever oppspenning

OBERTAU TUNNEL I SVEITS



- Ca 2 km lang vegtunnel
- Ca 1 km i morenemasser
- Utgraving av masser
- Sikring med nettarmert sprøytebetong, rørbolter og gitterbuer.

RØRBOLTENE ER MONTERT



- Rørboltene montert, innbyrdes avstand ca 30 cm. Klar for gysing
- Støtte på gitterbuene

KLAR FOR GYSING



- Klar for å gyse rørboltene
- Benyttet trykk på 5 bar

OPPSUMMERING

- Varmforsinket og epoxybelagte bolter er mest vanlig å bruke. Brukes til både temporær og permanent sikring.
- Endeforankrede bolter er effektive. Har begrenset permanent gyldighet. Avhenger av byggherren og situasjonen/anlegget.
- Fullt innstøpte bolter godkjennes som permanenete bolter. God korrosjonsbeskyttelse.
- Split set bolt og swellex bolter er lite brukt i Norge. Tidligere brukt i gruveindustrien. Brukes fortsatt bla i USA.
- Rørbolt. Benyttes som spilingbolt (paraply) i svært dårlig bergmasse. Må ha god forankring i starten, f.eks armerte buer.
- Diameter og lengde på boltene begrenses vanligvis til Ø32 mm og 6 meter lengde pga utfordring under håndtering og montering.

OPPSUMMERING

- Stag laget av spesialstål eller wire benyttes der det er behov for store forankringskrefter. Her må det benyttes spesielle ankerhoder.
- Vær aktsom ved svake bergarter eller svakhetssoner. Husk begrensning i kapasiteten til skiva pga oppsprekking/deformasjon i bergmassen.
- TAKK FOR OPPMERKSOMHETEN

