



07.03.2019

SPRENGNING AV SJAKT



ESPEN HUGAAS
TEKNISK SERVICE
ORICA NORWAY AS

Sjaktsprenghning - Innledning

- Er sjaktdriving er glemt kunst i Norge?
- ROGFAST
 - 2 x 250 meter blindsjakter Ø10 meter



Norconsult

Rogfast. Tunneler og kryss under Kvitsøy.

Rogfast. Kvitsøy. Illustrasjon: Statens vegvesen / Norconsult

Sjakter

Bruksområder for sjakter

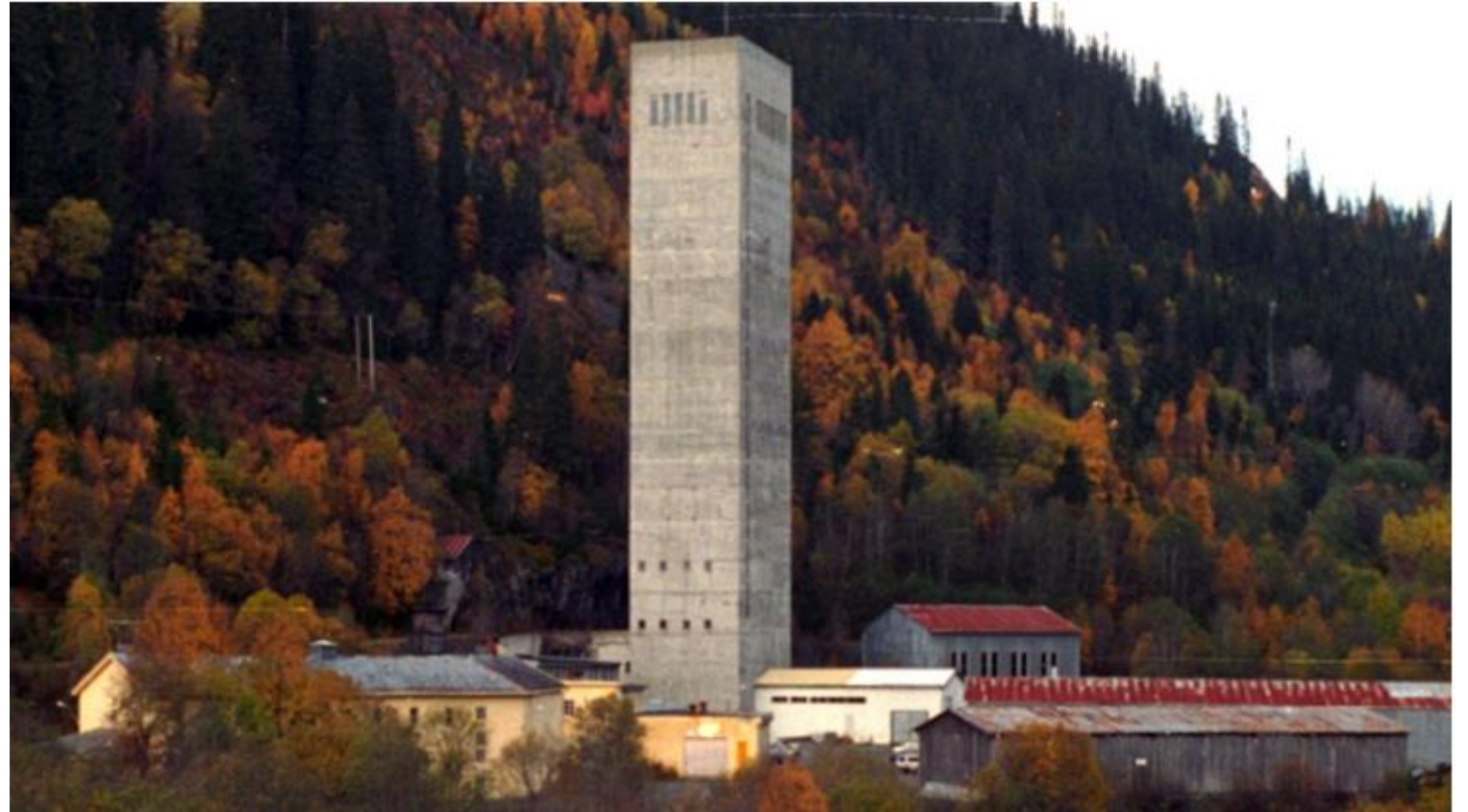
- Gruver
- Infrastruktur
 - Lukesjakter
 - Heissjakter
 - Kablesjakter
 - Ventilasjonssjakter
 - Transportsjakter



Holmestrand Stasjon. Kilde E24.no

Sjakter

- Fosdalen Gruve. 1 200 meter
- South Deep Mine (SA)
- 2 995 m

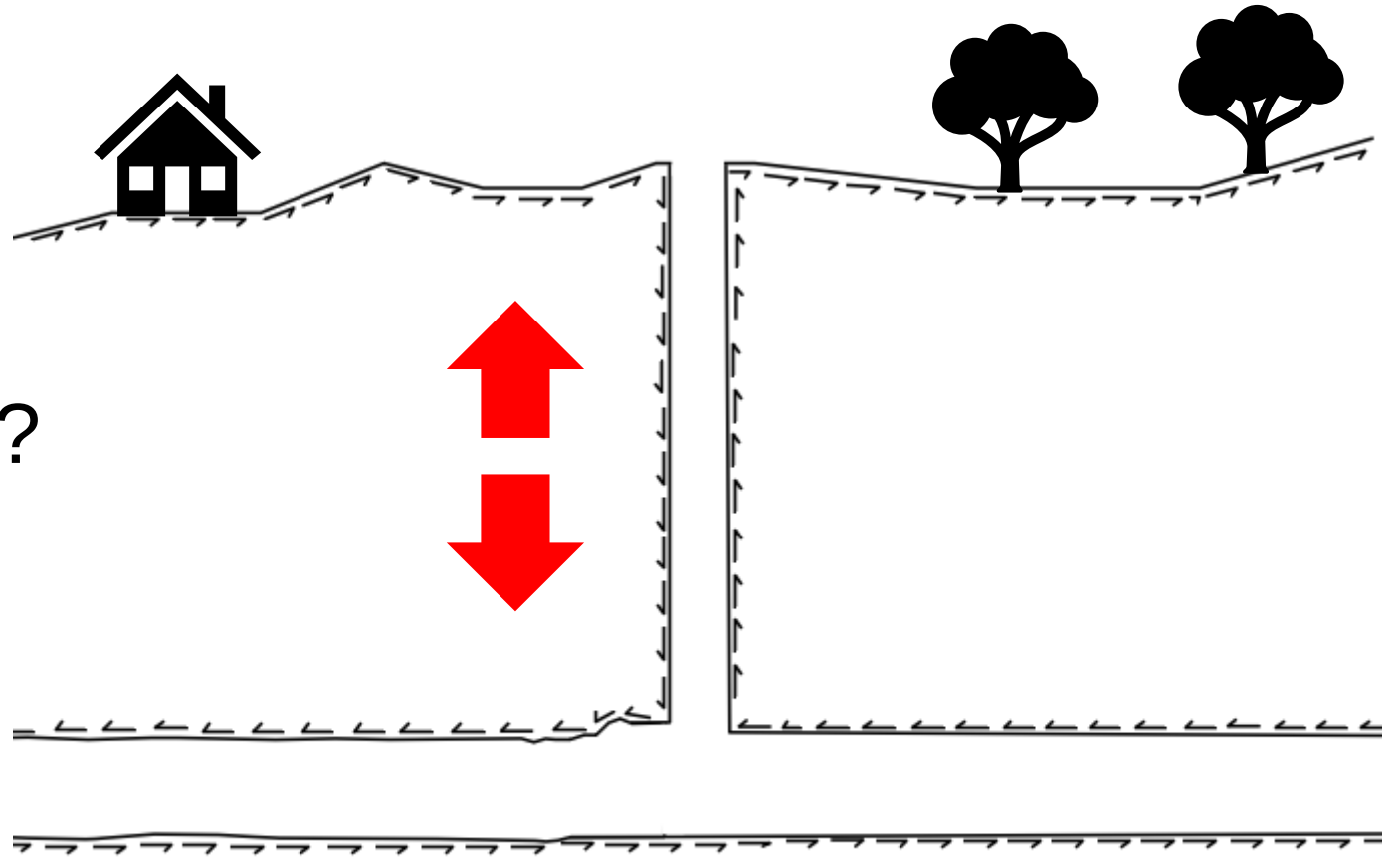


Fosdalen Bergverk AS Malm. Foto: Kolbein Dahle

Sjakter

- Forbindelse mellom to nivåer

Drive opp eller drive ned?



Sjakt-driving

- Boring av hele profilet
 - Opprømming
- Boring og sprengning
- Kombinasjon
 - Bore ut deler av tverrsnittet
 - Strosse inn resten
- Sage ut seksjoner

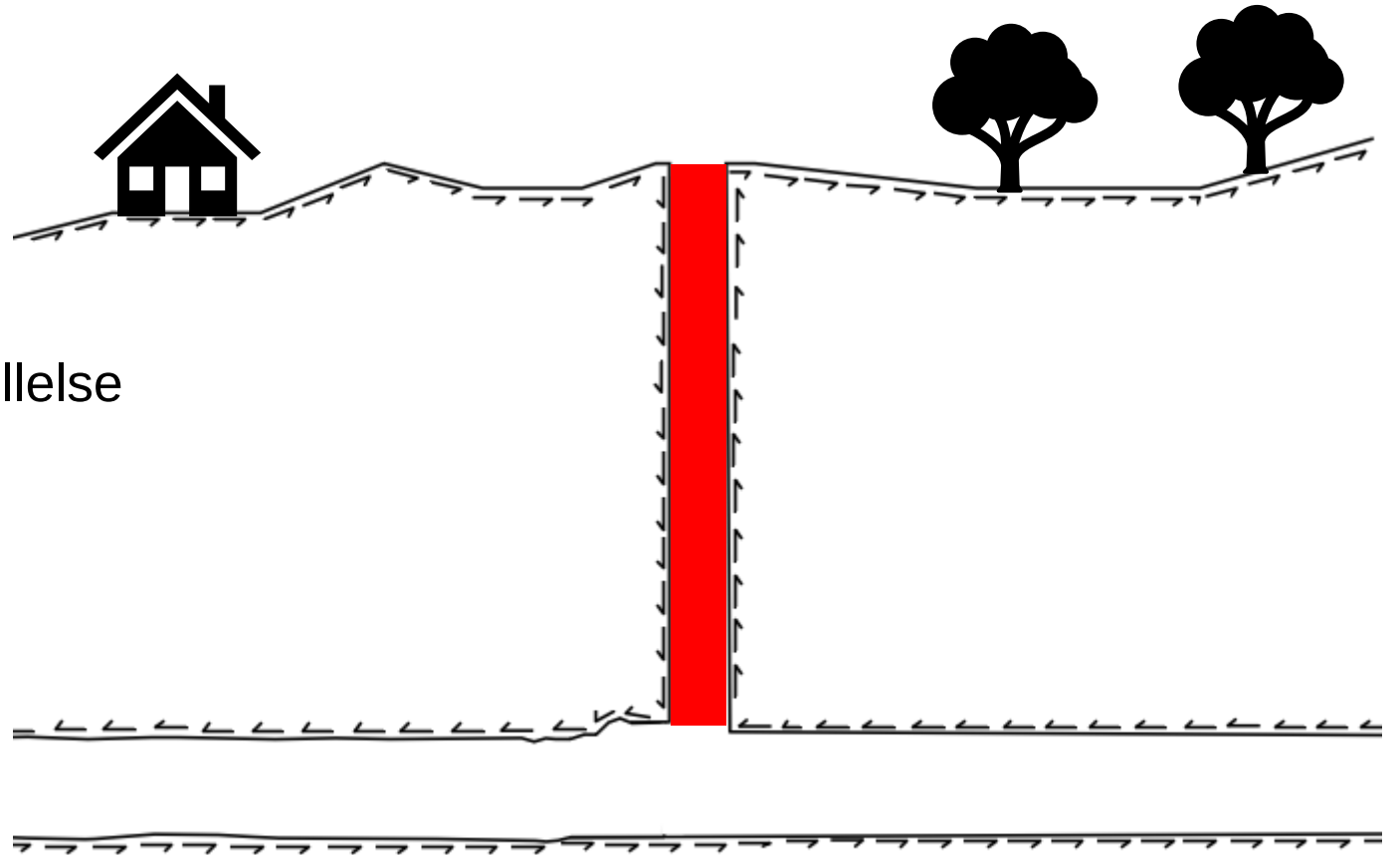


Raise boring. Foto: <http://www.dmcmining.com>

BORING OG SPRENGNING AV SJAKTER

Driving av sjakter

- Innspenning
 - Trange salver
 - En fri flate (opp eller ned)
- Stabilitet
 - Utfall under driving og etter ferdigstillelse
- Fragmentering
 - Masser kiler seg
 - Lasting i kibber



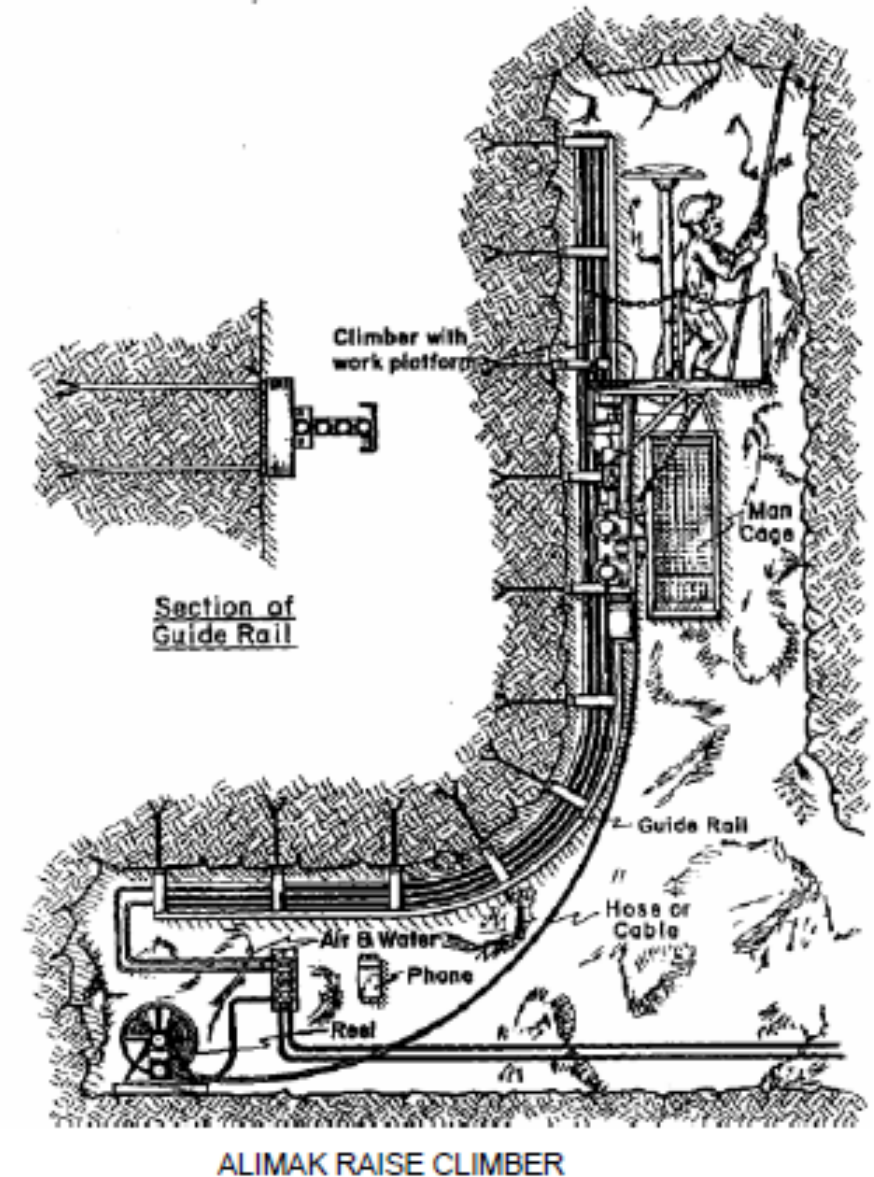
Metoder

Drive sjakt oppover

- Alimak metoden
 - *“Alimakdriften skal vi her hoppe lett over . Dette er behandlet på tidligere konferanser og regnes i dag som konvensjonell metode.”*

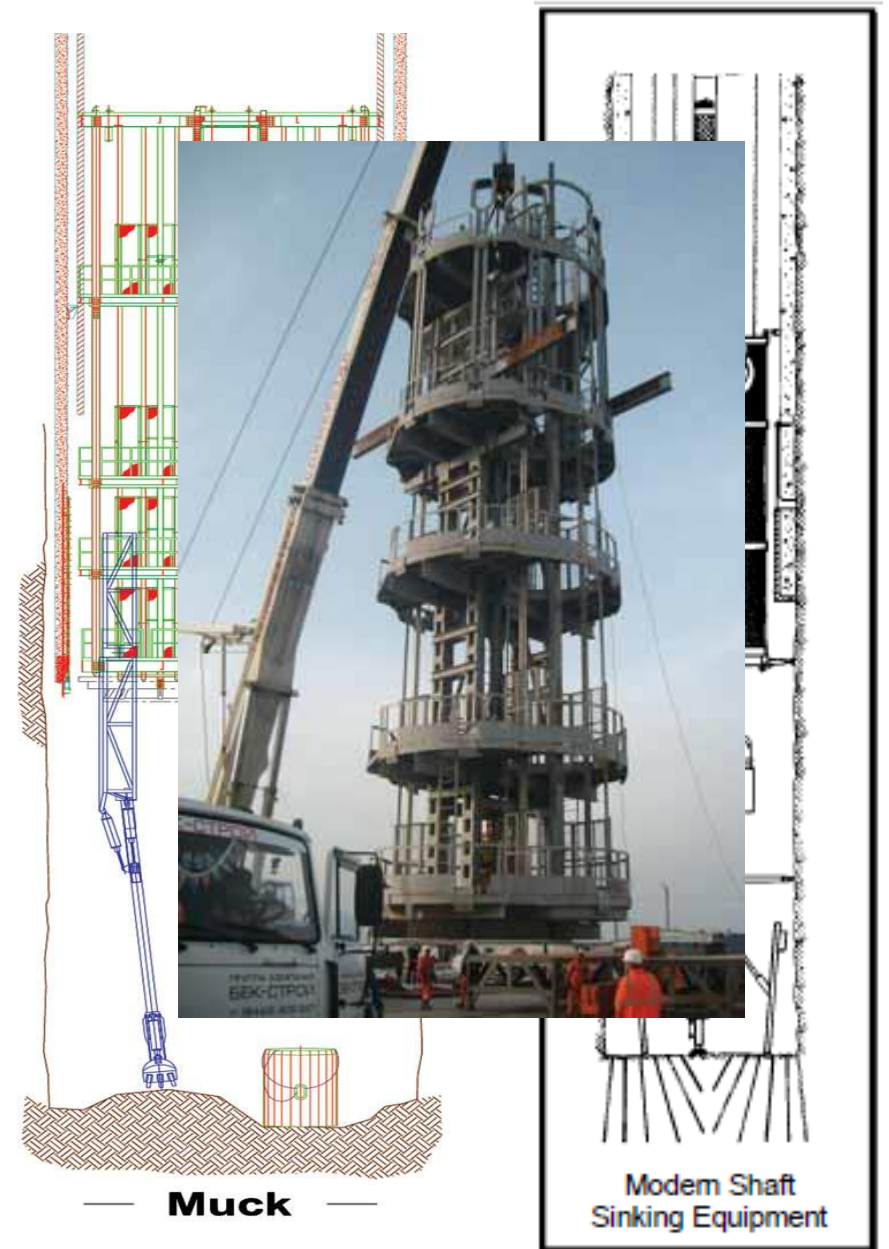
Sitat fra foredrag av Siv. Ing Erlend Stana på Fjellsprengningskonferansen I 1974

- Bygging av stillas etc.



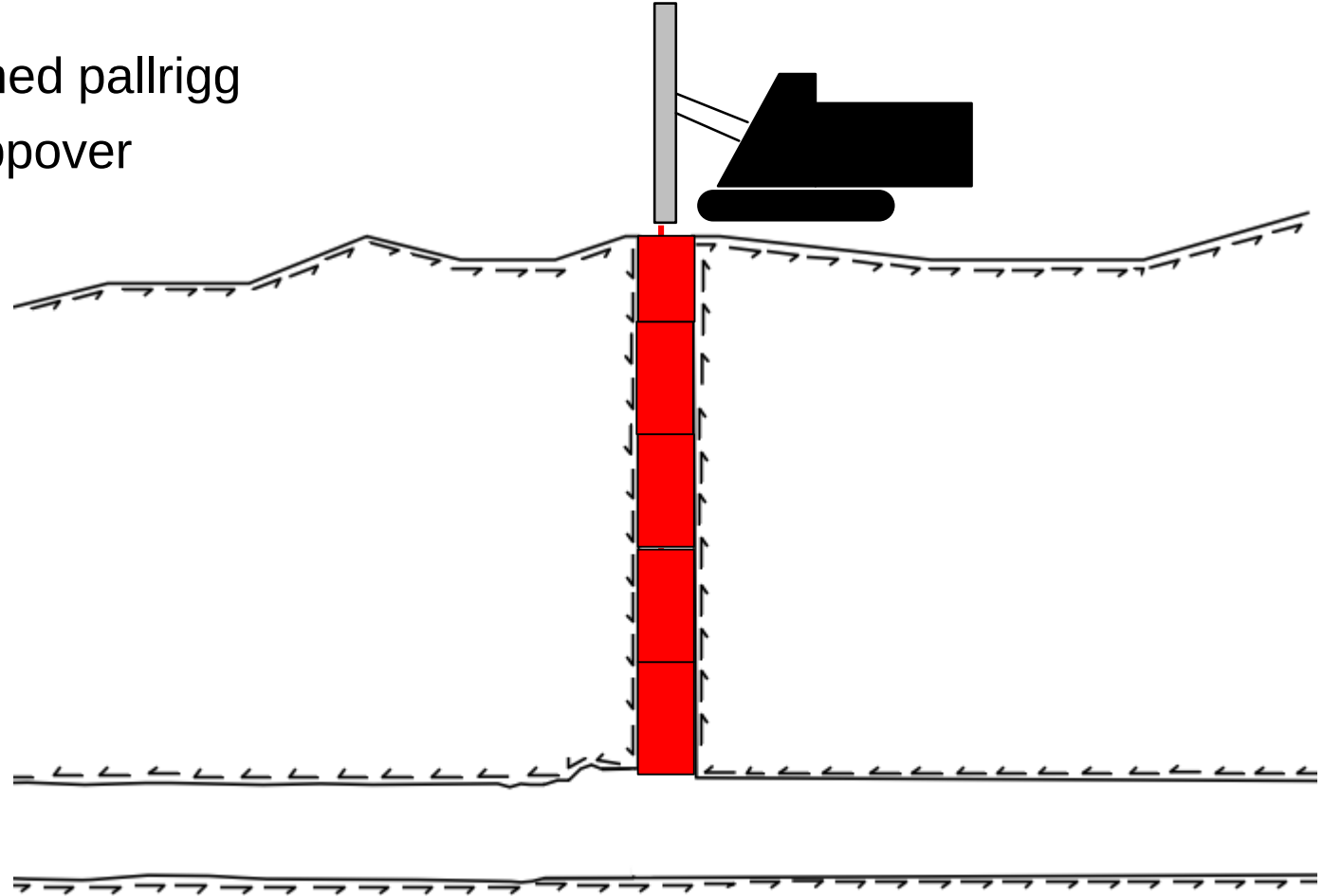
Metoder - Senking

- Sjaktsenkning
 - En lang rekke ulike løsninger
 - Utstyr og infrastruktur må fraktes til stoffen
 - Arbeidsplattform(er) i kran
 - Spesialutstyr
- Utlasting i kibber eller store bølter som heises til overflaten



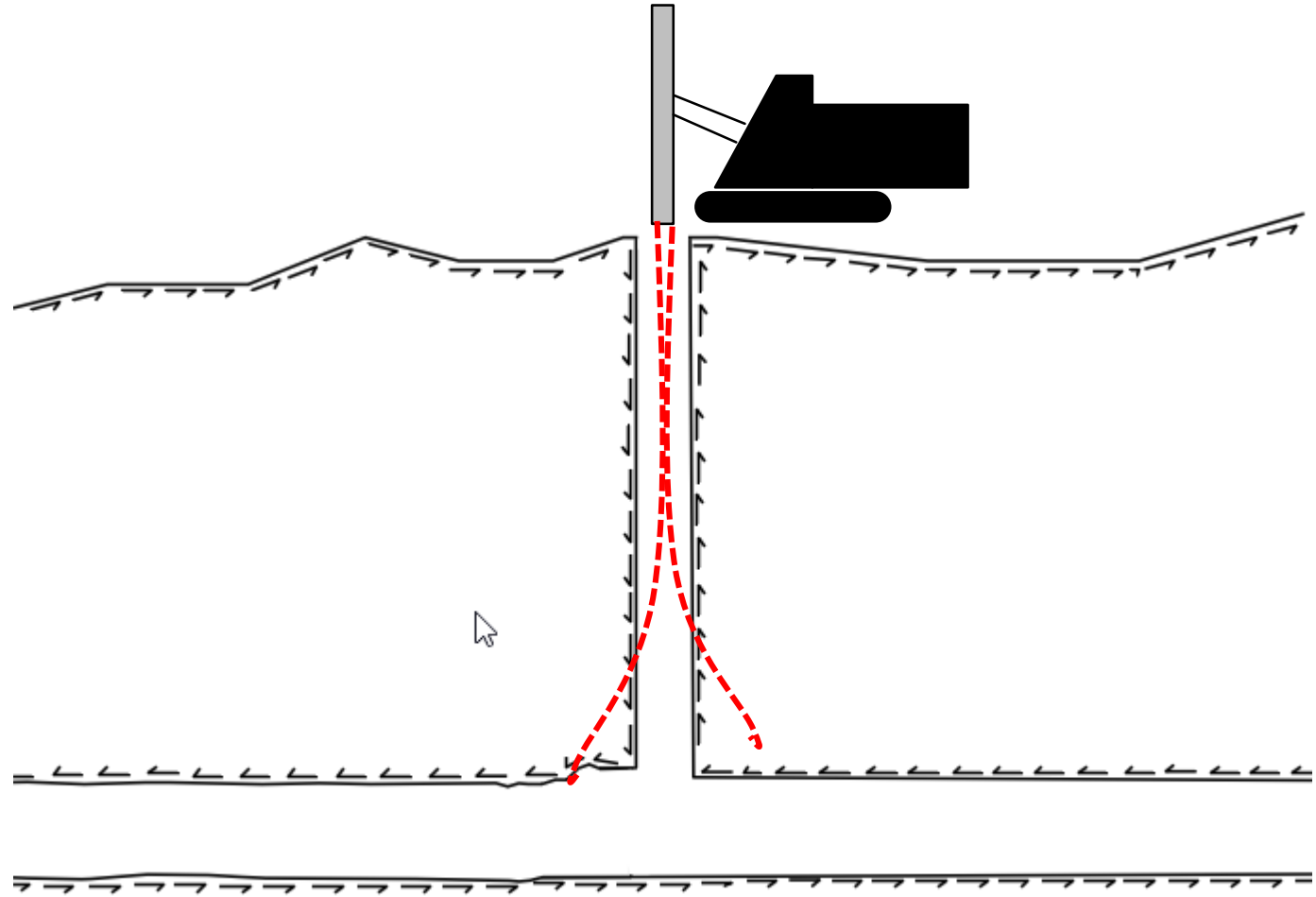
Metoder - Langhullsboring

- Boring av sjakta i sin helhet fra toppen med pallrigg
- Sprengning i seksjoner fra bunnen og oppover
- Standard utstyr
- Enkel tilkomst
- All lading fra toppen
 - fire ned ladninger
- Utlasting i bunn



Metoder - Langhullsboring

- Borenøyaktighet
 - Sammenboringer
 - Avvik ift. profil
- Ladeutfordringer i lange hull
- Kiling av masser
- Utrasninger i hull
- Kontroll av gjenstående sprengstoff



CASE

Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Kabelforbindelse mellom Sogn og Smestad i Oslo
- 4,5 km tunnel
- Planlagt ferdig i 2021
- Vertikal sjakt fra tunnel opp til Sogn Trafostasjon

Statnett
Fremtiden er elektrisk



KJELL FOSS



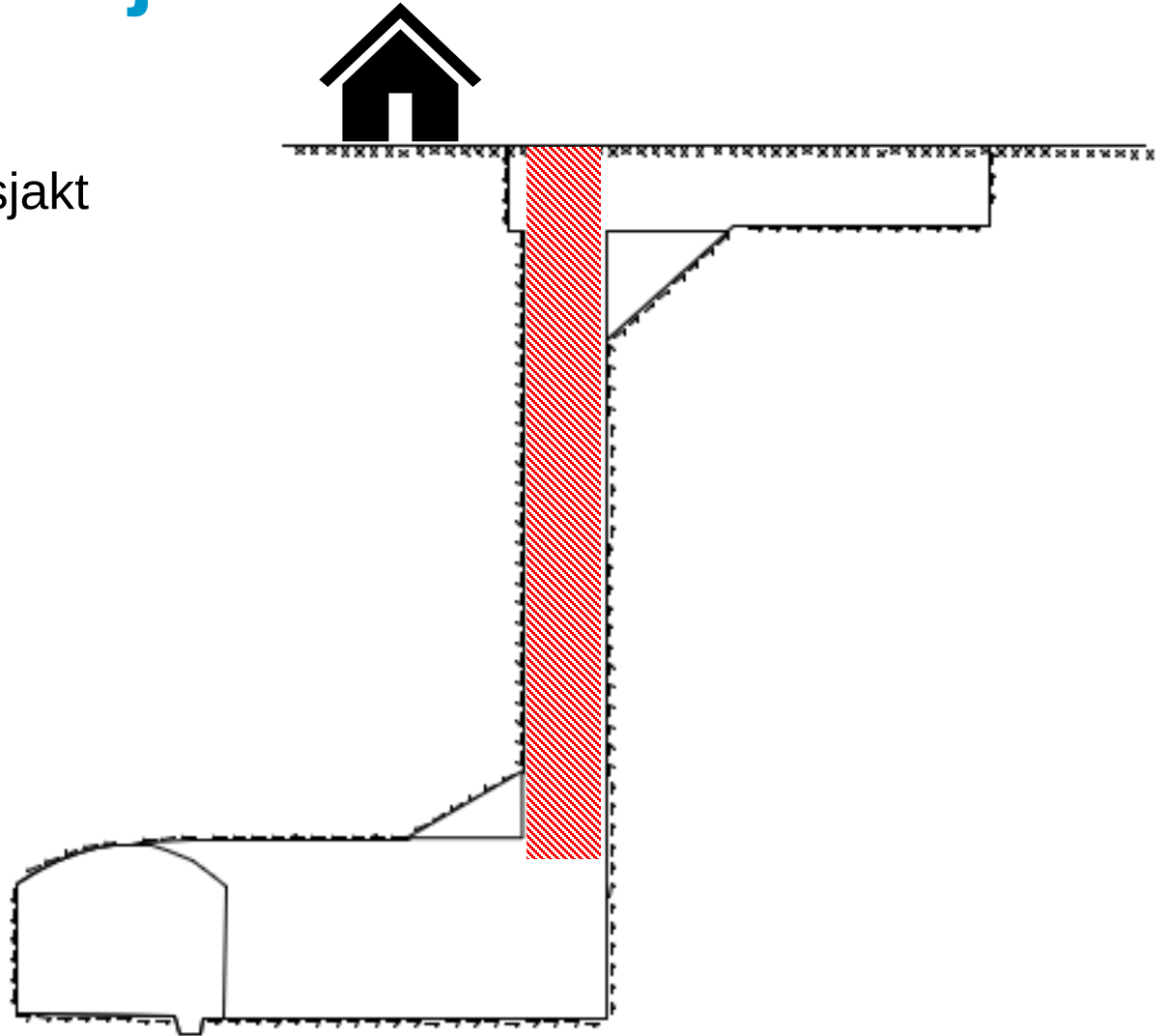
Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Tunnel drevet forbi bunnen av sjakt
- Nisje sprengt ut
 - Erfaringsdata
- Sprenging i påhugget i nærheten
 - Erfaringsdata
- Blottlagt berg i umiddelbar nærhet
 - Lagdeling



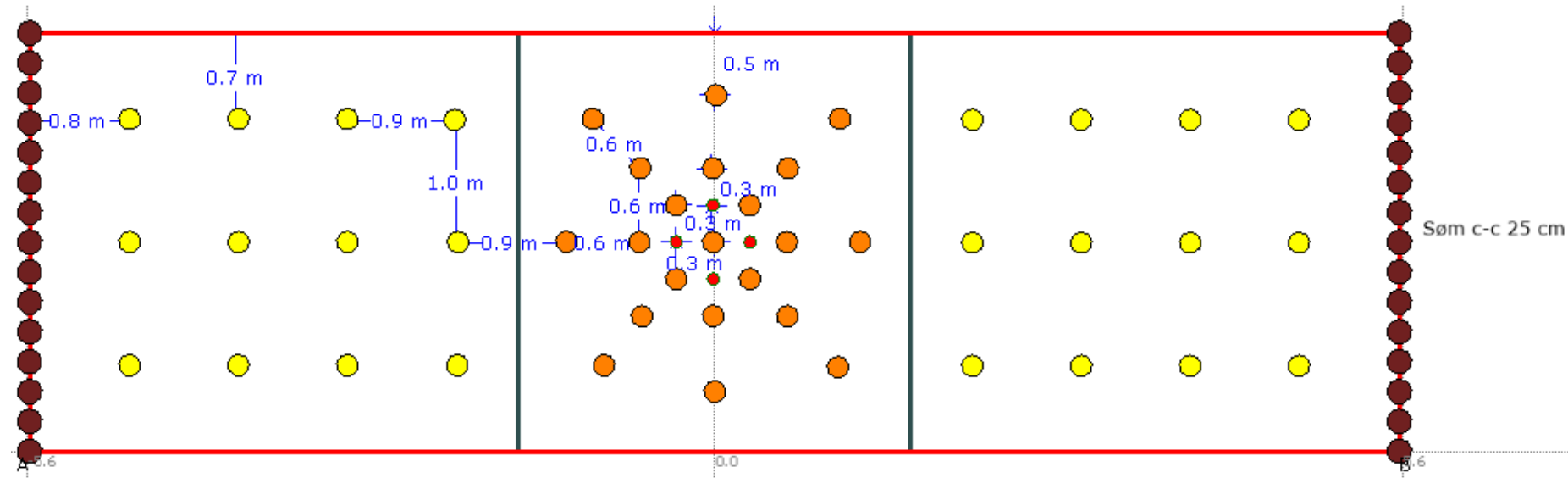
Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Byggegrep for framtiding bygg over toppen av sjakt
- Sjakten fikk en total dybde på 26-27 meter
- Eksisterende trafoanlegg i full drift
 - Sprutfare
 - Vibrasjonskrav
- Tunneldrift
- Sømboring av sider?
- Wiresaging av sider?
 - Langsider ble saget, kortsider sømboret



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Boring
 - T40
 - 89 mm hull TAC rør
 - 102 mm grovhull i kutt
 - Bruk av stikningsdata + bistand fra riggleverandør for å ha full kontroll på hullengde
 - Unngå å bore igjennom alle hull
 - Avviksmåling



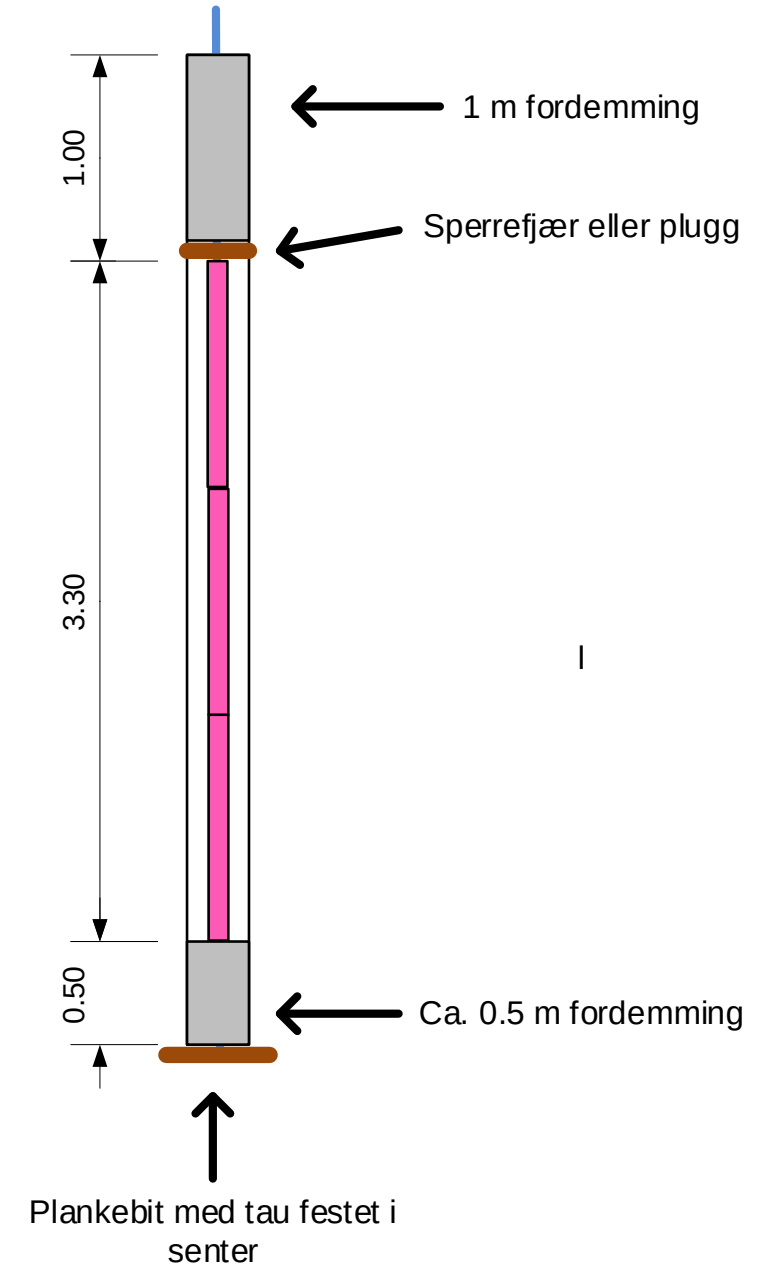
Case: L

- Salver
 - Inndeling
 - Tverrsnitt
 - Kutt
 - Sidestr
 - Vibrasjon



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Salver
 - Bruk av dynamitrørladninger
 - Kontroll av ladningsmengder
 - Fire sprengstoff ned over 25 meter
 - Hvordan låse ladningen på rett dybde
 - Sperrefjær
 - Lektebit i tau
 - Elektronisk opptenning
- Spesifikk ladning: $\sim 3 \text{ kg/m}^3$ i kutt, 1,5 i stross



Sikkerhet

- Fordemming av grovhull i toppen
- Dekking med flere lag matter + duk
- Dekking av sømhull
- Matter hengt opp foran nisje i tunnelen
- Supplering med stålplater.
- Kontroll med aktivitet nede i tunnelen



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Første salve
 - Ladning kilte seg 3 meter over bunnen i ett hull i kutten
 - Skyte hullet eller ikke?
 - K-Verdi langt over beregnet ut i fra tunnelsalver
 - Dårlig bryting, spesielt mot ene siden
 - Fordemmingsgrus fra grovhull tvers igjennom mattene
 - Sprengstoff i røysa

Rystelsesmåling

Max ladning per intervall: 3,50 kg

Navn	Plassering	Grenseverdi (mm/s)	Avstand (m)	Fjellkonstant (k)	Kalkulert rystelse (mm/s)	Mål rystelse (mm/s)	Ny fjellkonstant	Kilde
		50	45	109	4,5	 22,8	545	

Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Tiltak
 - Risikovurdering bore opp hull der det potensielt kunne stå igjen en ladning i kutten
 - Evakuering av tunnelen
 - Evakuering av område rundt borerigg
 - Tårnet helt ute
 - → Boret igjennom uten problem
 - Øke fordemming over ladningene
 - Stålplater til å dekke grovhullene med



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Andre salve (oppretting)
 - Varierende ladningshøyde i hull siden noen hadde delvis brutt ut første gang
 - Kontroll at toppen av alle ladninger lå på same nivå.
 - Fortsatt høyere rystelser enn vi hadde regnet med fra starten av
 - Bedre brytning, men effekten av boravvik ble tydelig da det ikke brøt ut mot saget slisse i ene siden.
 - Ekstra hull boret i side som hang igjen



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Videre erfaringer
 - Strossesalver gikk lettere enn kuttsalver
 - Drar med seg masser fra kutten
 - Ikke bryting ut mot søm i kortsidene
 - Annet hvert hull måtte lades med 100 g det lunte og skytes sammen med senere salver.
 - Etter som drivingen gikk oppover ble visuell kontroll fra bunnen umulig
 - Fiske etter hvilke dybder hullene hadde brutt til



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Videre erfaringer forts.
 - Overgang til bruk av ANFO i foringsrør
 - Reduserte dekoblingen
 - Mindre gjenstående sprengstoff
 - Lettere ladearbeid.
 - Vibrasjoner redusert når salvene kom ut som de skulle.



Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Resultater
 - Tidsmessig som forventet
 - Totalt 15 salver
 - Sjakta tatt ut i sju seksjoner
 - Fin brytning mot sagede sider
 - Søm stod fint også etter å ha blitt skutt



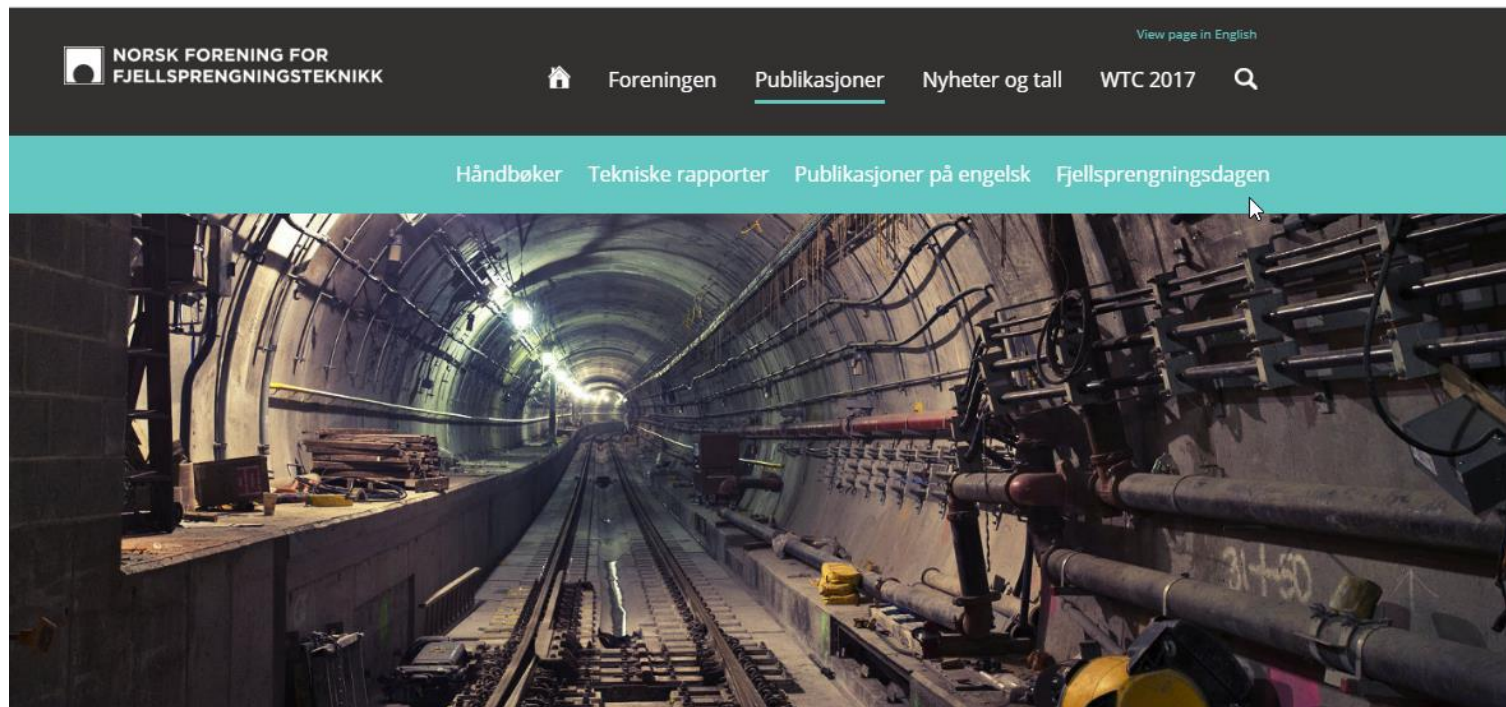
Case: Utsprengning av kabelsjakt

- Konklusjoner – Hva har vi lært av dette?
 - Store forskjeller i brytning på sjaktsalver i forhold til tunnelsalver
 - Selv med sagede sider henger det igjen fjell om avstanden til nærmeste hull blir for stor
 - Det er en stor fordel å ha borerigg tilgjengelig for å åpne sammenraste hull
 - Det vi trodde var en tett borplan viste seg å være absolutt nødvendig



Til slutt

www.nff.no



Bilde fra artikkel 22 Fjellsprenningskonferansen 1963 Ingeniør Eskild Bentzen