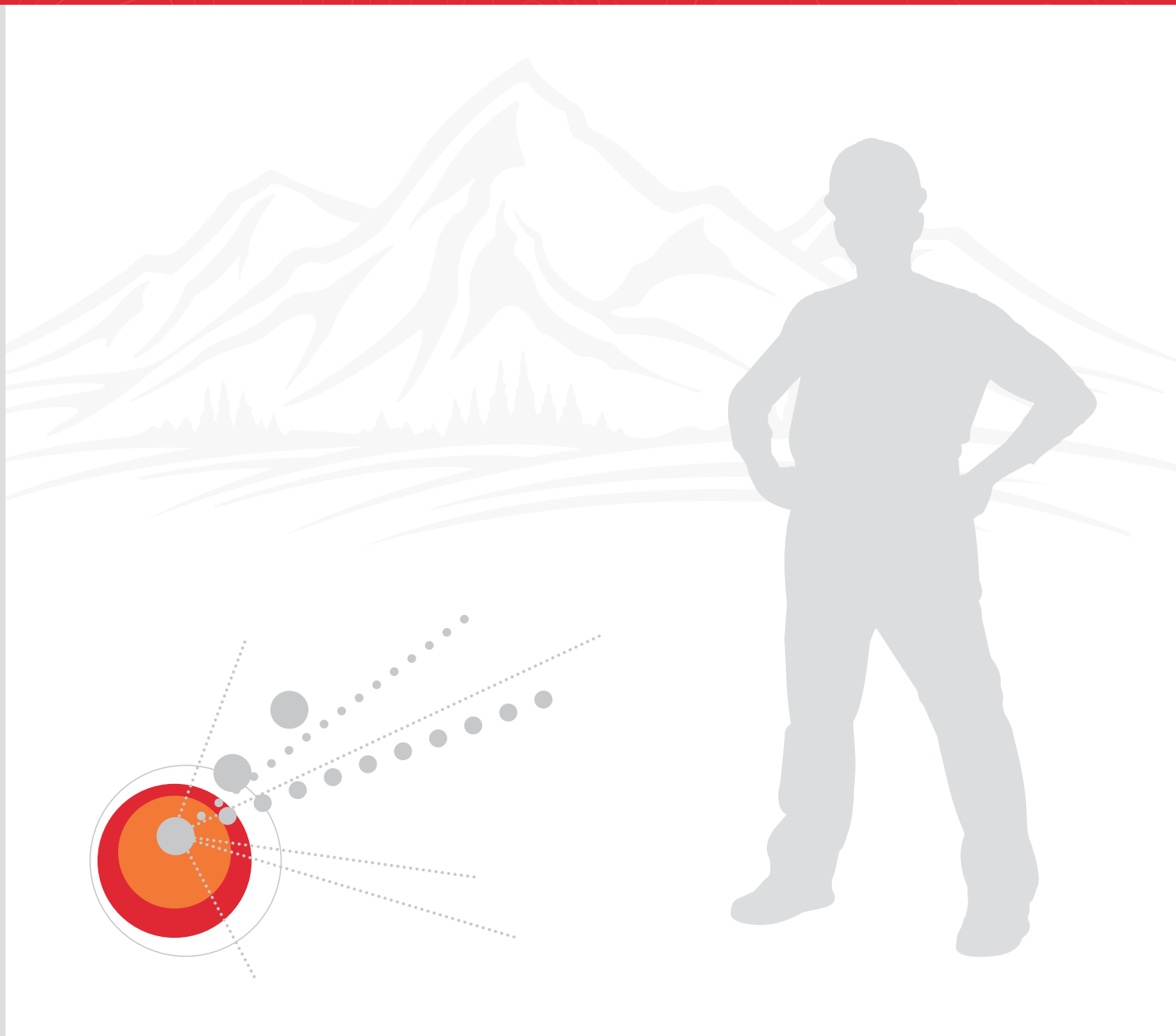


# Hvordan unngå gjenstående sprengstoff og forsagere ved dagsprengning



### Arbeidsgruppen har bestått av:

Harald Fagerheim  
Jørn Ivar Solum  
Ståle Fyksen  
Gunnar Jensen  
John Eriksen  
Kennth Svendsen  
Jarle Grøndalen  
Tore Venåsen  
Morten Lorentzen  
Lasse Fjeldberg  
Alexander Hjellev  
Emil Koren (delvis)

Statens Vegvesen  
Austin Norge AS  
TT Anlegg AS  
Brekken AS  
AF Anlegg AS  
Vestfold Fjellboring AS  
Kroon Maskin AS  
Hæhre Entreprenør AS  
Follo Fjellsprengning AS  
Kjell Foss AS  
I.H Entreprenørforetning AS  
Leif Koren AS



### Alt sprengstoff som står igjen, skal uansett type og tilstand behandles som sprengstoff.

#### 1. Definisjoner:

Forsager: Et sprengstoff eller tennmiddel, eller deler av dette, som ikke detonerer som forutsatt når det har blitt tilført den energi/initiering som er beskrevet brukt i brukerveiledning for sprengstoff/tennmiddel.

Gjenstående sprengstoff: et produkt som ikke er omsatt /detonert i en sprengning og finnes igjen i salva etter gjennomført sprengning.

#### 2. Gjennomgående opplæring

Den enkelte virksomhet må sørge for tilstrekkelig opplæring av lærlinger

- Sørge for oppfølging av lærlinger.
- Sørge for at læreplan for lærlinger blir fulgt.
- Virksomheten må sikre etterutdanning/oppfrisking utover lovpålagte kurs.

Virksomheten må sørge for at bergsprengningsleder får de ressurser som trengs.

#### 3. Prosjekterende

Enhver fysisk eller juridisk person som har til oppdrag å tegne, beregne, planlegge eller beskrive hele eller deler av bygget eller anlegget som skal oppføres, må kunne dokumentere sin kunnskap.

<https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/regelverkspdf/byggherreforskriften>

- Unngå "angstsetting" av rystelses krav, som kan medføre feil valg av produkter. Rystelseskrav fastsettes etter NS 8141.

#### 4. Bestiller av bergsprengningsarbeid

Valg av produkter og utførelsesmetode bør ikke beskrives av bestiller, eller konsulent uten at den har tilfredsstillende kompetanse (kompetanse som bergsprenger/bergsprengningsleder)

<https://www.dsb.no/lover/farlige-stoffer/veiledning-til-forskrift/veiledning-til-eksplosivforskriften-kap.-10/#-84-virksomhet-som-far-utfort-bergsprenngningsarbeid>

Bestiller og utførende virksomhet bør gå gjennom det prosjekterende beskrive nøye, og evt. stille kritiske spørsmål.

#### 5. Byggetid og aktiviteter som pågår samtidig

For kort byggetid kan påvirke salveplanlegging og risikovurderingen som kan ha betydning i forhold til gjenstående sprengstoff.

<https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/regelverkspdf/byggherreforskriften>

Byggherren må sørge for at det avsettes tilstrekkelig tid og ressurser til både prosjektering og gjennomføring av prosjektet. Dette for å sikre at det ikke oppstår risikoforhold som følge av at arbeidsoperasjoner som kan ha gjensidig negativ innvirkning på hverandre sikkerhetsmessig, må gjennomføres samtidig. Byggherren skal videre sørge for at det ikke planlegges slik at helseskadelig tidspress vil oppstå under utførelsen, at det avsettes tilstrekkelig tid.

For korte vinduer for sprengningstidspunkt/ stopp av trafikk. / kan medføre mer stress og derigjennom større sannsynlighet for feil som resulterer i gjenstående sprengstoff. Samtidige arbeidsoppgaver (betong, jernbinding) på byggeplass nær steder det sprenges kan øke risikoen, krever mer i forhold til logistikutfordringer.

#### 6. Salveplanlegging

En god salveplanlegging og gjennomføring er en forutsetning for å redusere gjenstående sprengstoff eller forsagere.

##### 6.1. Forhold som kan påvirke evt gjenstående sprengstoff eller forsagere er:

- Dype/trange salver,
- Mange raster
- Pallhøyde
- Kast på borehull
- Geologi/slepperetning i forhold til skyteretning er avgjørende
- Produktvalg, basert på egne erfaringer og kompetanse samt produsentens veiledninger
- Feil forsinkertider

##### 6.2. Nummerering av salve

Ved valg av forsinkertider er det viktig å vurdere brytning av hvert enkelt borehull, og hvordan dette borehullet påvirker andre borehull i salva.

#### 7. Borerapport med nyttig informasjon til bergsprenger

Problemer med borehull som kan medføre ladeproblemer, må kommuniseres og dokumenteres overfor bergsprenger (avvik i forhold til plan).

- Hvilket borehull
- Hvilken hulldybde

<https://www.dsb.no/lover/farlige-stoffer/veiledning-til-forskrift/veiledning-til-eksplosivforskriften-kap.-10/#-88-krav-til-boring>



Riktig skjøt/kobling av detonerende lunte: Feste av 5 g/m lunte til lunte 100 g/m for sikker overføring. Enden på 100 g/m lunte er teipet for å gjøre den mer vannbestandig.



Skjøting av 100 g/m detonerende lunte med god overlapp.

## 8. Kontur

### Generelt

Det må vurderes av bergsprenger, utfra forhold (geologi og stedlige omgivelser) om ladestrengen skal initieres i fra topp eller bunn.

### 8.1. Presplitt (kontur som skytes alene og før boring og lading av salve)

#### 8.1.1. Kontur med det lunte

- Lunte ende må sikres mot vanninntrenging (plugg eller riktig tape, se test i fra en entreprenør og produsent bak i dokumentet)
- Detoneres med overdrager (5 eller 10 g/m)
- Eksempel på riktig og feil bruk- ligger bakerst i dokumentet.
- Ved oppdeling med flere intervaller, hopp over ett borehull før neste rekke lades.

#### 8.1.2. Kontur med kontinuerlige watergel / emulsjonspølser (eks Riosplit)

- Ved oppdeling med flere intervaller, hopp over ett borehull før neste rekke lades.

- Detoneres med overdrager (5 eller 10 g/m)
- Følg produsentens anvisninger

#### 8.1.3. Kontur med andre produkter

- Følg produsentens anvisninger

### 8.2. Modifisert presplitt

- (Kontur som skytes sammen med salve, hvor kontur detonerer før salvehull)
- Metoden kan gi større sannsynlighet for forsagere

#### 8.2.1. Kontur med detonerende lunte

- Lunteende må sikres mot vanninntrenging
- Detoneres med overdrager (5 eller 10 g/m).
- Ved oppdeling med flere intervaller, hopp over ett borehull før neste rekke lades.
- Følg produsentens anvisninger

#### 8.2.2. Kontur med kontinuerlige watergel / emulsjonspølser

- Ved oppdeling med flere intervaller, hopp over ett borehull før neste rekke lades.
- Anbefales at ladestrengen stammes opp i borehullet.

- Detoneres med overdrager (5 eller 10 g/m)
- Følg produsentens anvisninger

#### 8.2.3. Kontur med andre produkter

- Følg produsentens anvisninger

### 8.3. Slettsprengning

- (Kontur skytes som siste del av salva, følger salvas forløp)
- Salve -> hjelperast -> kontur
- Metoden gir ofte større sannsynlighet for forsagere/ gjenstående sprengstoff enn presplitt

#### 8.3.1. Kontur med detonerende lunte

- Detonerende lunte ende må sikres mot vanninntrenging
- Detoneres med overdrager (5 eller 10 g/m)
- Ved oppdeling med flere intervaller, hopp over ett borehull før neste rekke lades.
- Følg produsentens anvisninger

#### 8.3.2. Kontur med kontinuerlige watergel / emulsjonspølser

- Ved oppdeling med flere intervaller, hopp over ett borehull før neste rekke lades.
- Anbefales at strammes opp i borehullet.
- Detoneres med overdrager (5 eller 10 g/m)
- Følg produsentens anvisninger

#### 8.3.3. Kontur med andre produkter

- Følg produsentens anvisninger



Overflateopptening med riktige knuter på hovedlunte.



Skjøting med knute.



Riktig kobling med knute på hovedlunte.



Feil kobling/bruk.

## 9. Patronering av borehull/ladeteknikk

### 9.1. Borehull diameter bør tilpasses valg av sprengstoff

Eksempel;

38 mm krone;  
25- 30 mm Ø på sprengstoff

45 mm krone;  
30 – 35 mm Ø på sprengstoff

51 – 56 mm krone;  
35 – 45 mm Ø på sprengstoff

64 mm krone ;  
40- 50 mm Ø på sprengstoff

70 mm krone ;  
45 – 55 mm Ø på sprengstoff

76 mm krone;  
50 – 60 mm Ø på sprengstoff

### 9.2. Ved patronering av borehull

- Sikre at patroner må ha kontakt med hverandre (ikke vannlommer mellom patroner)
- Sikre seg at patroner ikke kiler seg på veg ned i borehullet)
- Sikre at patroner ikke glir forbi hverandre (ved for liten patron diameter i forholds til borehulldiameter)

### 9.3. Bunnlading

- Ved lading med bulkemulsjon, sikre at primer(bunnlading) trekkes opp slik at den sitter i bulkemulsjonen, og at den ikke "surfer"

oppover i borehull under lading.

- Bør også vurderes å løfte primer (bunnlading) over lastenivå, dersom det skal sprenges dypere på samme område senere.

### 9.4. Ladestreg bør sikres med flere tennere ved behov, og om nødvendig ved pallhøyder mindre enn 10 meter.

- Ett av de viktigste vurderinger som bør gjøres for å sikre detonasjon ved forskyvning av ladestreg/deler av borehull.
- Viktig å få borerapport som avdekker slepper/ svakheter.
- Vannfylte hull som kan medføre klipping av ladesøyle under detonasjon i nabohull
- Vannfylte hull som kan medføre dødpressing av ladesøyle med patronert emulsjon eller bulkemulsjon under detonasjon i nabohull

### 9.5. Dekkskyting med patronert emulsjon i vannfylte borehull.

- Sørg for riktig avstand mellom dekkene. Patronert emulsjon er mer utsatt for trykkoverføring i vannfylte borehull enn dynamitt.
- Følg produsentens anvisning

## 10. Koblingsteknikk.

### 10.1. Generelt

- Lettere å overse tennere ved kupert dagfjell, særlig ved store salver.
- Få med både bunn- og topptenner når det kobles
- Etterkontroll av kobling, av ansvarlig bergsprenger, for sikre at alt er koblet inn korrekt, og i henhold til produsentens anvisning.

### 10.2. Elektroniske tennere:

- Sørg for at alle tennere er scannet/lest og koblet inn i kretsen.
- Unngå å skyte salver med feilmelding, dette kan gi gjenstående sprengstoff i salva.
- Brukes i henhold til produsentens opplæring/ anvisning

### 10.3. Ikke-elektriske tennere (Nonel/shocktube):

- Være ekstra oppmerksom ved koblinger av koblingspunkter med ikke-elektriske tennere
- (Her kobles inn/til i to omganger). Sørg for at alle tennere er koblet inn, ved visuell kontroll.
- Betydelig mer utsatt for forsagere enn målbare tennsystemer ved dekking, om det ikke tas særskilte tiltak.
- Slanger og koblinger skjerms mot press/klem/ avrivning, eks ved bruk av steiner under matter, dekke med borkaks/grus. +++
- Total overflate forsinkelse bør ikke overskride laveste nominelle tid på borehullstenner (475 eller 500 ms).
- Sikre at splinter i fra en koblingsblokk ikke skader nærliggende slanger og koblinger.
- Følg produsentens anvisninger.

### 10.4. Elektriske tennere:

- Ikke kutte tennerledning, da motstand reduseres og man mister kontroll over antall tennere koblet inn, samt at sikkerhet reduseres.
- Tilpasse spenning på tennapparat til antall tennere og tennertype.

- Ikke koble inn flere tennere enn det tennapparatet er beregnet for.
- Ikke blande tennere i fra forskjellige typer/ produsenter i samme salve.
- Ved mistanke om jordfeil, sjekk salve med jordfeilmåler.
- Ved dekking av salver, sørg for å beskytte tennerledninger mot klem, skader i isolasjon på tennerledning og avrivning, ved bruk av steiner under matter, dekke med borkaks/grus, legge ledninger rundt kupert berg. +++
- Kontroller mellomledning og skytekabel for sår/skader, slik at overslag , og spenningstap unngås.

## 11. Feil på sprengstoff, det.lunte og tennere

### 11.1. Generelt

- Ved feil på produkter kan dette medføre gjenstående sprengstoff/forsagere.
- Ved mistanke om feil, ta vare på produkt + track & trace koder hvis mulig, og varsle DSB.

### 11.2. Sprengstoff

#### 11.2.1. Bulkemulsjon:

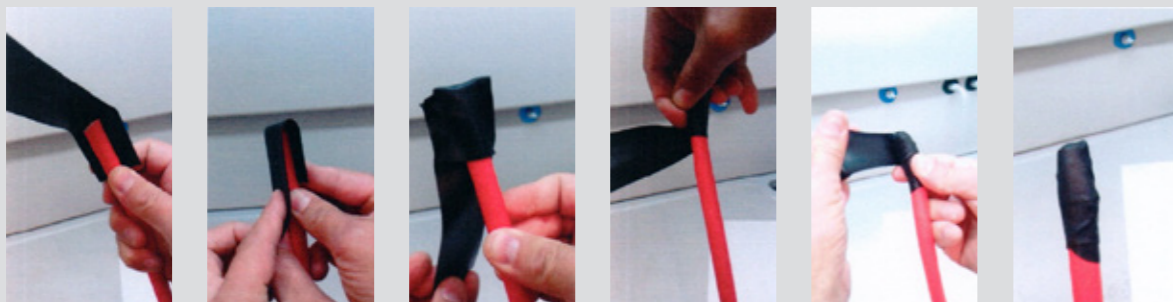
- Gassprøver må tas for å sikre riktig tetthet.

#### 11.2.2. Patronert emulsjon

- Sjekk at det ikke er harde krystalliserte patroner.

## Tetting av ender på detonere lunte

Forsøk utført av en produsent viser: Tape 3M VHB GPH og selv vulkaniserende ERP taper effektivt beskytter ender av detonerende lunte mot vanninntrengning i 24 timer på 2 meters vanddyp.



## Tetting med endehylse som tapes

TT Anlegg har utført tester; 2 lunter ført med ned på 17 meters dyp i 48 timer. Resultat:



Lunta som ble teipet normalt er helt tørr.



Lunte med dårlig teip trukket inn 10-15 cm vann.

### 11.3. Tennere

#### 11.3.1. Elektriske

- Ved gjenstående elektriske tennere har disse svært ofte ikke fått tilstrekkelig energi i opp-tenning i form av jordfeil/overslag. Dette kan skyldes skader på tenner og skyte ledning. Manglende kontroll av tennapparat
- Sveisefeil i tennpille kan gi "døde tennere" Dette vil man se på ohmmeter før avfyring.
- Velger man å koble ut og skyte salve allikevel, får man gjenstående sprengstoff i røysa.

#### 11.3.2. Ikke-elektrisk

- Kontrollere at slanger er riktig koblet inn i koblingsblokker, og at disse er brukt riktig.
- Sikre at det ikke kommer vann/futighet inn i slange ender når disse kappes.

#### 11.3.3. Elektroniske tennere

- Det er forskjell i hva hvert enkelt system tåler av lekkasje i strømkretsen.



Endehylse tapet 4- 5 runder rundt detonerende lunte.



Endehylser med forskjellige diameter tilpasset det. lunte 80 og 100 g/m.



Lunteende kappet av.



Tetningshylse satt på lunteende.

### Grovanalyse fra tidligere arbeidsgruppe

#### Forsagere - grovanalyse

- $s_f$  sannsynlighet for å få en forsager. Ett hull i det praktiske, men vurdert isolert uten påvirkning av nabohull. Og gitt at tenneren har virket.
- $s_{fm}$  sannsynlighet for å få en forsager, korrigert for metode. Metoden påvirker graden av sannsynlighet for uønsket påvirkning fra nabohull.
- SI** Slettsprengning
- Pr** Presplitt
- MPr** Modifisert presplitt
- $s_d$  sannsynlighet for at typen detonerer ved pågraving/påpigging/påboring
- k** konsekvens (kan være redusert om mengden sprengstoff vanligvis vil være begrenset)
- R** Risiko =  $s_f * s_d * k$
- Rm** Risiko =  $s_{fm} * s_d * k$  (risiko korrigert for metode)

#### Innledende kommentarer:

- Sannsynlighet for forsager kan vurderes mot overføringsevne. Variabler som detonasjonshastighet, energiinnhold og diameter kan legges til grunn.
- Vurdering av resultat av fallhammertest og friksjonstest gir en indikasjon på sprengstoffets følsomhet. En kan drøfte om disse testene fullt ut beskriver sannsynligheten for tenning. Det beste man har?
- Verdiene er inndelt i 1-6. (Det ble tatt inn noen x,5 på  $s_f$  for å nyansere. Bør over på heltall?)

Hovedtype	Type	Kommentar til type	$s_f$	$s_{fm}$	$s_d$	k	R	$R_m$	Sluttkommentar
NG sprengstoffer	Dynamit (papir, plast)		2	SI Pr MPr	5	5	50	0 0 0	Kun aktuelt i kontur eller hjelperast som bunnladning.
	Dynamit-rørladningere Ø 25/29 mm		4	SI 6,0 Pr 2,0 MPr 4,0	5	5	100	150 50 100	Noe dårligere overføringsevne enn dynamitt. Dårligere med redusert diameter. Bør ha overdrager med 5g lunte, ikke medregnet her.
	NG holdige	Rørladninger pulver Ladet med 5 g detlunte på utsiden	4	SI 6,0 Pr 3,0 MPr 4,0	5	5	100	150 75 100	Dårligere overføringsevne enn dynamitt
Emulsjon	Patronert	Plastpølser	3	SI 6,0 Pr 2,0 MPr 4,0	2	5	30	60 20 40	Dårligere overføringsevne enn dynamitt
	Rørladninger (Kernix)	Lades gjerne med 5 g detlunte på utsiden	3	SI 6,0 Pr 2,0 MPr 4,0	2	5	30	60 20 40	
Water gel	Riosplitt	Slurry i pølser Gjennomgående	2	SI 6,0 Pr 1,5 MPr 3,5	3	5	30	90 23 53	
Detonerende lunte	5 - 10 gram	For opptøining av annet sprengstoff	2	SI Pr MPr	5	5	50	0 0 0	Om kun lunte - gjerne mindre mengde
	80 - 150 gram	Konturhull (og evt. hjelper)	2	SI 6,0 Pr 1,5 MPr 3,5	5	5	50	150 38 88	
Bulk	ANFO - sekk		2	SI Pr MPr	1	5	10	0 0 0	"Forsvinner i røysa". Om detonasjon - gjerne større mengde (lommer) eller en mengde med bunnladning.
	ANE - Emulsjon		2	SI Pr MPr	1	5	10	0 0 0	"Forsvinner i røysa". Om detonasjon - gjerne større mengde (lommer) eller en mengde med bunnladning.
	LD - redusert energi	Aktuelt i hjelperast	2	SI Pr MPr	1	5	10	0 0 0	"Forsvinner i røysa". Om detonasjon - gjerne større mengde (lommer) eller en mengde med bunnladning.
Primere/boostere									
Tennere	Elektriske (VA)		1,5	SI Pr MPr	6	2	18	0 0 0	Får testet. Kan ha jordfeil.
	Ikke elektriske ("Nonel")		2,5	SI Pr MPr	6	2	30	0 0 0	Litt høyere $s_d$ . Kan ikke utelukke at slag på slange gir tenning.
	Elektroniske		1	SI Pr MPr	6	2	12	0 0 0	Ikke jordfeil. Test/kontroll før tenning. Eksakt tenntidspunkt - får ønsket intervall.

#### Andre kommentarer::

- Dynamitt opptrer gjerne i kombinasjon med andre sprengstoffer (bunnladning etc.)
- Tennere uten også sprengstoff er lite realistisk
- Mod. Presplitt: Fordemming gir større skadesone. Oppdeling av kontur i flere intervall.

## Forsagere - grovanalyse - Med utgangspunkt i METODE

### Forsagere - grovanalyse - Med utgangspunkt i METODE

$s_f$  - sannsynlighet for å få en forsager. Forutsatt tennere og blokker har fungert som planlagt Nonel (+ 5g delunte for kontursprengning) og bunnladning.

Se for øvrig innledende kommentarer.

$m_f$  - massen (mengde) en forsager typisk kan representere, relativt.

$k$  - konsekvens (. Konsekvens av at en forsager går av er alltid alvorlig og er derfor satt likt, mengden er avgjørende for hvor alvorlighetsgraden. Dette reguleres gjennom  $m_f$ )

$R$  - Risiko =  $s_f * m_f * k$

#### Innledende kommentarer:

- Sannsynlighet for forsager er for spengningen av skjæring/kontur vurdert ut fra hvordan detonasjonsforløpet kan påvirkes/avbrytes av detonasjon i nærliggende hull.
- Sannsynlighet for forsager ved salvesprengning (sprengning uten å ta hensyn til kontur) er vurdert relativt med hensyn på sannsynlighet for å få brudd i ladet streng under lading.
- I utgangspunktet er analysen gjort uten valg av spengstoff. (For mer detaljer om dette, se analyse 1). Type og metode gir imidlertid visse begrensninger i alternative spengstoffer og påvirker med det analysen.
- I den grad konsekvens avviker direkte fra mengde  $m_f$  så skyldes dette noe mer nyansert vurdering av den typen spengstoff denne mengden representerer ut fra metode.
- Verdiene er inndelt i 1-6. (Se disse som relative i forhold til hverandre)

Type	Metoder	$s_f$	$m_f$	$k$	R	Sluttkommentar
Skjæring/kontur	Slettsprengning	5	3	5	75	$s_f$ : Salvehull forstyrrer detonasjon i kontur. $m_f$ : Mange hull kan klippes / delvis stå igjen. $k$ : Forutsatt detonerende lunte
	Modifisert presplitt	4	2	5	40	$s_f$ : Konturen ligger litt foran hjelper og øvrige salvehull, men rasta er delt i flere intervaller. Ett konturhull i en serie kan påvirke neste. $m_f$ : Noen hull kan delvis stå igjen. F.eks. i en serie. $k$ : Forutsatt detonerende lunte
	Presplitt	3	1	5	15	$s_f$ : Konturen sprenges før resten av salven. $m_f$ : Alt i ett. God erfaring med at alt blir med. $k$ : Forutsatt detonerende lunte
	Bore søm	0	0	5	0	Ikke spengstoff i skjæring/kontur. (Forutsatt uten menneskelig svikt).
	Spreng slent	1	2	5	10	$s_f$ : Sannsynlighet som generell for "vanlig" salvehull. Tar utgangspunkt i bulkklading. $m_f$ : Enkelthull, men større mengde pr lm borehull ift. konturhull. $k$ : Bulksprengstoff (m/bunnladning). Mindre pigging enn mot kontur.
Salve (uten konturrast)	Ladet med patronert	2	2	5	20	$s_f$ : Kan miste kontakt mellom ladninger under lading (stein, kiling ...). $m_f$ : Sammenlignet med bulk, kan en annta at mengdene er noe redusert. $k$ : konsekvensen av boring, graving eller pigging på patronert spengstoff blir gjerne stor
	Ladet med bulk	1	2	5	10	$s_f$ : Strengen "renner/flyter" sammen. Med truck lades strengen uten opphold med mulig stein ned i hull ... $m_f$ : Kan risikere lokal overlading. $k$ : Bulksprengstoffet renner bort i røysa. Vanskelig å tenne.

#### Andre kommentarer:

- Slettsprengning: Kontur tennes etter salvehull.
- Mod. presplitt: Fordemning gir større skadesone. Oppdeling av kontur i flere intervall.
- Presplitt: Det er begrensning i når metoden kan benyttes ift. rystelser og fare for utkast. Utkast kan det iverksettes tiltak på.
- Søm: I en totalvurdering av søm forutsettes det at det ikke skytes konturrast innenfor, kun tilpasning av nærmeste salvehull for ikke å skade søm. Søm kan redusere behov for fjellsikring.
- Slent, der det er mulig, gir også andre fordeler/resultater ift sikring (blokker, is ...), snøridding, trafiksikkerhet ...

Denne brosjyren er godkjent av Bransjerådet 31. januar 2023. Den er utarbeidet på grunnlag av arbeidsgruppens notat datert 12. april 2021, med noen tilpasninger til nytt format.

