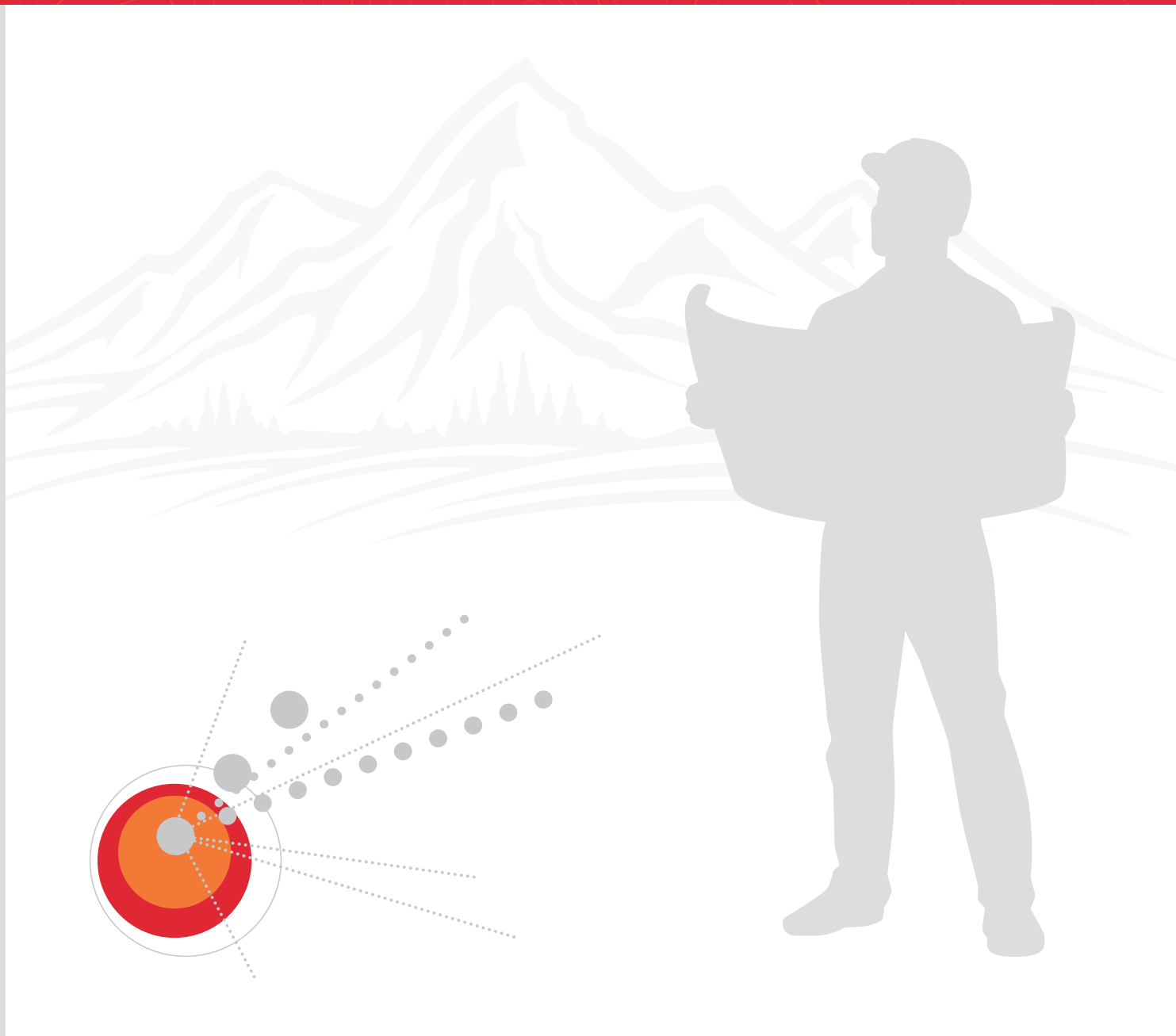


Hvordan unngå gjenstående sprengstoff og forsagere ved kontursprengning



Arbeidsgruppen har bestått av

Kristoffer Foss (Kjell Foss AS)
Morten Lorentzen (Follo fjellsprenning AS)
Eivind Groven (Veidekke Entreprenør AS)
Glenn Seland (RVO)

John Eriksen (AF Gruppen AS)
Nils Ramstad (Multiconsult ASA)
Harald Fagerheim (Vegdir)
Olaf Rømcke (Orica Norway AS)

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

Det har vært flere uhell i forbindelse med at det har stått igjen sprengstoff etter sprengning. Dette ønsker bransjen å gjøre noe med, og har derfor ønske her om en «nullvisjon».

Bransjerådet for Fjellsprenning (BfF) har derfor satt ned en arbeidsgruppe som skal se nærmere på problemet med gjenstående sprengstoff etter sprengning, og komme med tiltak for å kunne nå "nullvisjonen". Mandatet har vært; **hvordan unngå gjenstående sprengstoff og på den måten gjøre bransjen sikrere.**

I denne brosjyren har man spesielt tatt for seg kontursprengning innen dagsprengning/vegskjæringer.

Arbeidsgruppe har sett på tre hovedområder: Valg av produkter, valg av metode og opplæring.

Arbeidsgruppen har forsøkt å evaluere fordeler og ulemper ved de forskjellige produktene som benyttes i forbindelse med sprengning, samt når det gjelder valg av metode ved sprengning.

Det er ikke et ønske at bransjen eller prosjektene skal bli låst til et bestemt utvalg av produkter eller metoder, men arbeidsgruppen har kommet fram til noen anbefalinger som vi mener vil ta oss videre mot målet som er "nullvisjonen"; *det skal ikke stå igjen udetonert sprengstoff etter sprengning.*

Kort sammendrag av det arbeidet som arbeidsgruppen har kommet fram til så langt:

Sprengstoffer

Når det gjelder valg av sprengstoff, så vil mer bruk av bulk-sprengstoffer redusere omfanget av gjenstående sprengstoff. Det vil også redusere faren for

detonasjon vesentlig i forbindelse med utlasting og pigging etter sprengning hvis det skulle finnes udetonert sprengstoff etter sprengning.

Dette gjelder både emulsjon- og anfosprengstoffer.

Tennsystemer

Når det gjelder valg av tennsystemer så vil mer bruk av elektroniske tennere kunne redusere omfanget av gjenstående sprengstoff, da dette systemet er målbart. Et vanlig elektrisk tennsystem

er også målbart, om ikke i samme omfang som de elektroniske systemene. Dagens ikke-elektriske tennsystemer er ikke målbare, men er enkle og rasjonelle tennsystemer som derfor også vil kunne være riktige systemer å bruke ved mange type sprengninger.

Gruppen tror at bruken av elektroniske tennere vil øke i omfang, men at valg av tennsystem må sees ut fra hva som er best egnet for den aktuelle sprengningsjobben som skal utføres. Når det skal dekkes med matter, duk eller annet dekkingsmaterie, bør tennsystemet være målbart.

Metodevalg

Når det gjelder metodevalg i denne sammenheng har vi sett spesielt på kontursprengning. Her mener vi at presplitt der konturrasten sprenges separat, generelt er en mye sikrere metode å spreng kontur på enn modifisert presplitt og slett-sprengning, med tanke på gjenstående sprengstoff.

Opplæring

Det bør være større fokus på den praktiske utførelsen av bergsprengning med spesiell fokus på metoder og produkter som innebærer høy risiko for gjenstående sprengstoff. Dette er noe som i større

grad må implementeres i opplæring/kursene for bergsprengersertifikatene.

Tilleggskommentar

Det bør være egne poster i anbudet for prosesser som innebærer en økt risiko for gjenstående sprengstoff. Dette innebærer at kontur og søm ikke bør inngå i den faste kubikkmeterprisen for sprengning i dagen. Grunnen er at samleposter ofte vil kunne føre til ulike konkurransevilkår, varierende og ugunstige valg av produkter og metoder som vil øke risikoen for gjenstående sprengstoff.

Viktig; velg rett produkt til rett utførelse!

Evaluering av produkter og metoder som danner grunnlag for sammendraget over:

Sprengstoff

-Patronert NG (NitroGlykol holdige)

Fordelen ved NG produkter er at det er et følsomt sprengstoff som har en god overføringsevne. Dette gjør at det skal mye til før det blir stopp i detonasjonen. Unntaket her er mindre dimensjoner <30 mm og spesielt rørladninger. Bruk av rørladninger må alltid kombineres med bruk av 5-10 grams detonerende lunte. Dette vil redusere faren for at det står igjen udetonert sprengstoff.

Ulempen ved NG sprengstoffer er at de er mer følsomme for slagenergi. De har også god holdbarhet, noe som innebærer at de kan ligge lenge i grunnen uten å forringes. Erfaringer viser at de kan representere en fare i flere tiår.

-Patronert Emulsjon/Watergel

Fordelen ved Emulsjons/Watergel sprengstoffer er at de er lite følsomme for slagenergi. De har heller ikke så lang holdbarhet og de brytes fortere ned enn NG sprengstoffer.

Ulempen er at de pga mindre følsomhet lettere kan få stopp i detonasjonen. Faren for gjenstående sprengstoff er derfor større enn ved bruk av NG- sprengstoffer.

Kommentar: Patronert sprengstoff, både papir og plast bør være godt synlig.

-Detonerende lunte 80-150 grams (brukes i stedet for rørladninger ved kontursprengning)

-Fordelen er at de er følsomme, noe som innebærer at det skal mye til før det blir stopp i detonasjonen.

-Ulempen er at den blir tilsvarende mer følsom for slagenergi.

-Bulksprengstoffer: Anfo/Emulsjon/Watergel

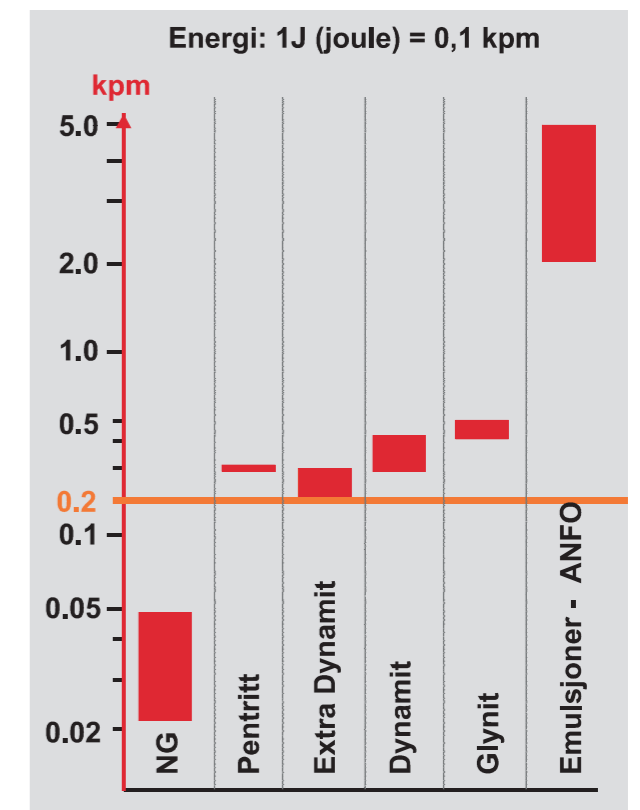
-Fordelen er at man får en god og sikker ladestreg, noe som innebærer god overføring og sikker detonasjon. Bulksprengstoffer er svært lite følsomme for slagenergi og må betraktes som de sikreste i forhold til utilsiktet detonasjon (hvis det skulle gjenstå sprengstoff etter sprengning) under utlasting og pigging. Anfo er løslig i vann og vil derfor ikke ligge i grunnen lenge.

-Svært få ulemper i forhold til problemet med gjenstående sprengstoff.

-Detonerende lunte 5 -10 grams

Dette brukes som overdrager ved bruk av rørladninger i borhullet og i forbindelse med ikke-elektriske tennsystemer.

Fallhammertesten (figur 1) gir en oversikt over hvor følsomme de forskjellige sprengstoffene er i forhold slag, som kan relateres til f.eks. graving og pigging.



Figur 1.

Fallhammertest (slagfølsomhet)

Fallhammertesten kan gi forskjellige tallverdier på samme type sprengstoff avhengig av hvordan testen er utført. Testen viser likevel den relativt store forskjellen i følsomhet mellom de ulike sprengstofftypene.

NG = Nitroglyserin (Nitroglykol)

Pentritt = detonerende lunte

Extra dynamit = Ekstra høyt innhold av NG, produseres ikke lenger

Glynit = NG holdig pulversprengstoff. Produseres ikke lenger, man kan sammenliknes med NGrørladninger (litt svakere)

Emulsjon – Anfo = Bulk sprengstoffer.

Tennsystemer

-Elektriske

-Fordelene er at tennsystemet er målbart og meget enkelt i bruk ved ren seriekobling. Brudd i tennkretsen vil lett kunne oppdages ved hjelp av ohmmeter. Motstanden i tennene innenfor samme gruppe vil kunne variere (men ikke mye). Dette innebærer at man kan få litt forskjellige verdier på motstanden ved to forskjellige salver med samme antall tennere.

-Ulempen kan være at det er vanskelig å få målt jordfeil, og det kan også være vanskelig å måle overslag. Tennsystemet har begrensninger i forhold til høyspent.

-Ikke-elektriske

-Fordelen er at det er et relativt enkelt og oversiktlig tennsystem og har ingen begrensninger i forhold til høyspent.

-Ulempen er at det ikke er målbart. Ved dekking med matter, duk eller annet dekkingsmateriell, er dette tennsystemet meget sårbart for brudd i tennkretsen.

-Elektroniske

-Fordelen er at dette tennsystemet er målbart. Både når det gjelder brudd i tennerkrets, jordfeil og overslag. Det måler også antall tennere som er innkoblet og registrerer om det mangler tennere og om de har fått sin tennforsinkelse. Man må her imidlertid være klar over at selve baseladningen i tennere er det ikke mulig å måle.

-Ulempen er at det i en startfase vil ha en noe høyere brukerterskel, da det kreves mer utstyr.

Hver leverandør har sitt eget system.

Kommentar: Ved blanding av ulike typer tennsystemer er det viktig å forsikre seg om at tennsystemene er forenlige.

Evaluering av metodevalg som danner grunnlag for sammendraget over:

Generelt så har boring stor betydning for sprengningsresultatet, også når det gjelder gjenstående sprengstoff. Dette er et tema som ikke vil bli behandlet her. I denne omgang har arbeidsgruppen konsentrert seg om valg av metoder og da spesielt med fokus på kontur. Dette fordi vi mener det er i forbindelse med kontursprengning at vi har flest tilfeller av gjenstående sprengstoff.

Geologien, oppsprekking av berget har også stor betydning.

Vi har imidlertid her sett på de forskjellige metodene for kontursprengning, og evaluert disse.

Slettsprengning

Dette har til nå vært den mest benyttede metode i forbindelse med kontursprengning. Ved slettsprengning går salvehullene av før hjelperast og konturrast, noe som medfører stor risiko for at salvehullene ødelegger hjelperast og konturrast. Denne metoden gir derfor stor fare for at det står igjen sprengstoff etter sprengning, hvilket statistikken også viser.

Denne metoden anbefales derfor ikke av arbeidsgruppen.

Modifisert presplitt

Dette er en hybrid løsning mellom presplitt og slettsprengning og blir ofte brukt ved tettbebyggelse. Denne metoden anbefales ikke brukt, da faren for gjenstående sprengstoff er relativt stor.

Presplitt

Dette er også en mye brukt metode i forbindelse med kontursprengning, men til nå ikke like mye som slettsprengning. Ved presplitt så sprenges konturrasten separat og på samme intervallnummer før savlehullene bores og lades. Sannsynligheten for at det står igjen sprengstoff blir da redusert til et minimum.

Generelt så anbefaler arbeidsgruppen å sprengre kontur som presplitt. Dette gir det beste resultat og gir minst sannsynlighet for at det står igjen udetonert sprengstoff ved kontursprengning.

Presplitt gir imidlertid noen utfordringer ved sprengning nær bebyggelse, pga stor risiko for høye vibrasjoner og steinsprut. Vibrasjonene kan reduseres ved å dele opp presplitten i flere intervaller.

Sømboring

Her bores en søm av hull som ikke lades med sprengstoff i konturen. Hensikten er å skape en bruddanviser som sprengningen skal bryte mot. Etter at salven er sprengt, pigger man seg inn til sømmen, som da blir den endelige skjæringsveggen. Dette er den sikreste metoden for å unngå gjenstående sprengstoff ved etablering av kontur, under forutsetning av at selve salven har gått normalt. Benyttes hjelperast, mener vi at sannsynlighet for gjenstående sprengstoff øker betraktelig.

Sprengning av skråninger uten kontur

Dette er en metode som brukes en del i Sverige. Ved denne metoden så sprenger man ikke kontur, men legger skjæringen i skrå vinkel ut mot sidene. Dette krever større plass på sidene ved sprengning av skjæring, men har vist seg som en sikker metode når det gjelder gjenstående sprengstoff.

Vedlegg 1

Analyse og vurdering av forskjellige sprengstofftyper:

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
- MPPr** Modifisert presplitt
- sd** 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 * sd * k
- R_m** 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.
- Verdiene er inndelt i 1-6. (Det ble tatt inn noen x,5 på s_f for å nyansere.)

Hovedtype	Type	Kommentar til type	s _f	s _{fm}	s _d	k	R	R _m	Sluttkommentar
NG sprengstoffer	Dynamit (papir, plast)		2			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 MPPr 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 5g detlunte på utsiden	4	SI 6,0 Pr 3,0 MPPr 4,0	5	5	100	150 75 100	Dårligere overføringsevne enn dynamitt
Emulsjon	Patronert	Plastpølser	3	SI 6,0 Pr 2,0 MPPr 4,0	2	5	30	60 20 40	Dårligere overføringsevne enn dynamitt
	Rørladninger (Kemix)	Lades gjerne med 5g detlunte på utsiden	3	SI 6,0 Pr 2,0 MPPr 4,0	2	5	30	60 20 40	
Water gel	Riosplitt	Slurry i pølser Gjennomgående	2	SI 6,0 Pr 1,5 MPPr 3,5	3	5	30	90 23 53	
Detonerende lunte	5 - 10 gram	For opptenning av annet sprengstoff	2	SI Pr MPPr	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 MPPr 3,5	5	5	50	150 38 88	
Bulk	ANFO - sekk		2	SI Pr MPPr	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 MPPr	1	5	10	0 0 0	"Forsvinner i røysa". Om detonasjon - gjerne større mengde (lommer) eller en mengde med bunnladning.
	LD - redusert energi	Aktuell i hjelperast	2	SI Pr MPPr	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 MPPr	6	2	18	0 0 0	Får testet. Kan ha jordfeil.
	Ikke elektriske ("None!")		2,5	SI Pr MPPr	6	2	30	0 0 0	Litt høyere s _d . Kan ikke utelukke at slag på slange gir tenning
	Elektroniske		1	SI Pr MPPr	6	2	12	0 0 0	Ikke jordfeil., Test/kontroll før tenning. Eksakt tenntidspunkt - får ønsket intervall.

Andre kommentarer::

- Dynamitt opptre gjerne i kombinasjon med andre sprengstoffer (bunnladning etc.)
- Tennere uten at det er kombinert med sprengstoff er lite realistisk
- Mod. Presplitt: Fordemning gir større skadesone. Oppdeling av kontur i flere intervall.

Vedlegg 2

Analyse og vurdering av forskjellige metoder:

Forsagere - grovanalyse - Med utgangspunkt i METODE

- s_f** sannsynlighet for å få en forsager. Forutsatt tennere og blokker har fungert som planlagt Nonel (+ 5g detlunte 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 salvsprengning (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 sprengstoff. (For mer detaljer om dette, se analyse 1). Type og metode gir imidlertid visse begrensninger i alternative sprengstoffer 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 sprengstoff 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 sprengstoff i skjæring/kontur. (Forutsatt uten menneskelig svikt).
	Spreng slent	1	2	5	10	s _f : Sannsynlighet som generell for "vanlig" salvehull. Tar utgangspunkt i bulklading. 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 sprengstoff 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 ...), snørydding, trafikk-sikkerhet ...

Denne brosjyren er godkjent av Bransjerådet 31. januar 2023. Den er utarbeidet på grunnlag av arbeidsgruppens notat datert 26. januar 2017, med noen tilpasninger til nytt format.

