

# Enkle beregningsmetoder

Tabeller og veiledende verdier for sprengning i dagen



Denne brosjyre er en oppdatert og utvidet versjon av ”Enkle beregningsmetoder”. Det kan synes gammeldags at det fortsatt lages tabeller for sprengning med borserie 11 og patronerte sprengstoffer, men vi vet at i enkelte situasjoner med rystelser etc. kan dette være den eneste løsningen. Videre sprenges det faktisk forsiktig i kjellere under hus, og sprengning av betong for å avdekke armering på brokar etc. er mer og mer vanlig.

Vi vil på det sterkeste presisere at de verdier som er gitt i tabellene er veiledende, og baserer seg på middels sprengbart fjell. Tabellene og verdiene er bare ment som et utgangspunkt for egne vurderinger og beregninger, opplegget på det enkelte sprengningssted er det fortsatt skytebasen som har ansvaret for.

Når det gjelder detaljer angående tennere, sprengstoffer og Systemer, henvises til våre Tekniske Informasjoner, som du finner på [www.oricaminingsservices.com](http://www.oricaminingsservices.com)

Når det gjelder Lover og Forskrifter henviser vi til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Telefon: 33 41 25 00. [www.dsb.no](http://www.dsb.no)

## INNHOLDSFORTEGNELSE

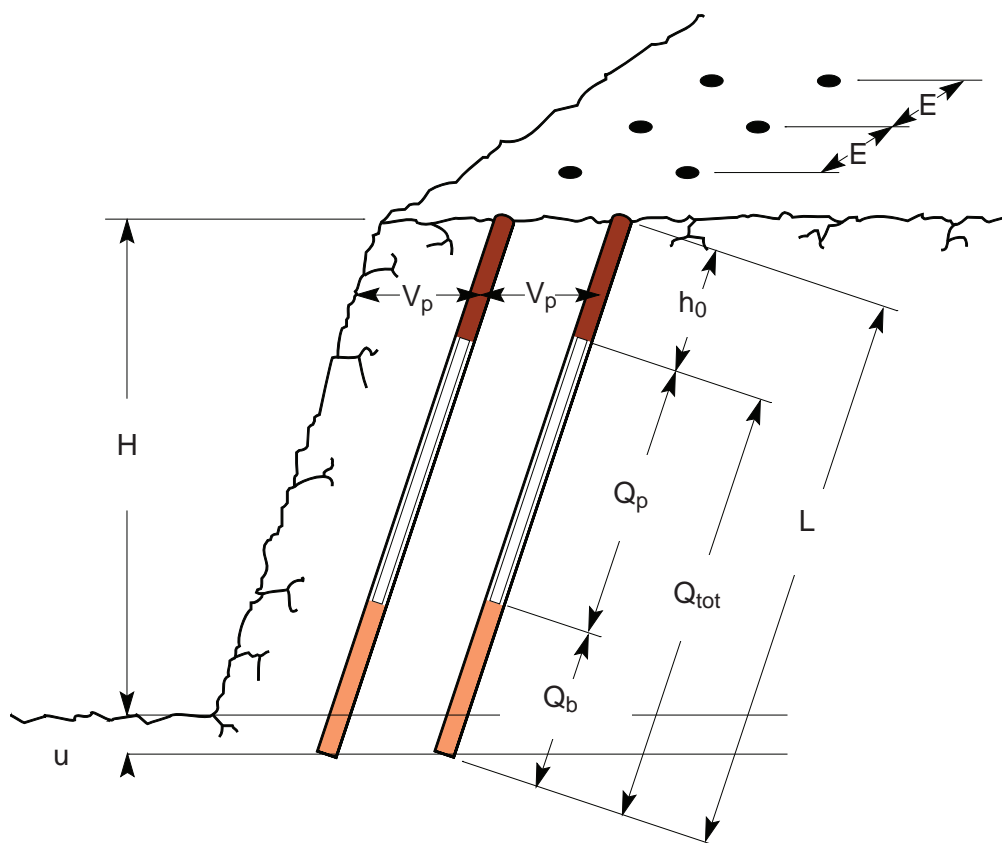
Pallsprengning	3
Bruk av patronerte sprengstoffer	4
Flåsprengning	4
Regulær pallsprengning	5
Bruk av Bulksprengstoffer	6
Bruk av Anolit	6 - 7
Bruk av bulkemulsjon	7
Sprengning av grøfter	7 - 8
Normal grøftesprengning	8 - 9
Forsiktig grøftesprengning	10 - 11
Kabelgrøfter	11
Grunne grøfter	12
Spretting knusing av stein	12
Grøftesprengning i vannsyk jord	13
Stubbesprengning	13
Opptenning av salver	13
Opptenning med Nonel tennere	13
Opptenning med Elektrisk tennere	13 - 14
Kapasitet på tennapparater	14 - 15
Sprengstoffsoriment	15 - 16

# PALLSPRENGNING

H	(m)	Pallhøyde/grøftedybde
L	(m)	Borehullslengde
$V_p$	(m)	Praktisk forsetning
$V_t$	(m)	Teoretisk forsetning
E	(m)	Hullavstand
u	(m)	Underboring
$Q_b$	(kg)	Bunnladning
$Q_p$	(kg)	Pipeladning
$Q_{tot}$	(kg)	Total ladning
q	(kg/m <sup>3</sup> )	Spesifikk ladning
$d_b$	(mm)	Hulldiameter i bunn
$h_0$	(m)	Uladet del (fordemning)

Tabellenes verdier skal betraktes som veiledende. Ved lettsprengt fjell eller tungsprengt fjell bør forsetningen justeres noe. En mindre prøvesalve kan gi indikasjon på fjellets sprengbarhet.

I tabellene der patronerte sprengstoffer benyttes, forutsettes det at bunnladning med papirpatroner stukes noe sammen ved hjelp av ladekjepp. Verdiene for pipeladning er beregnet ut fra at patroner/pølser/rør bare slippes ned i hullet. Ved middels sprengbart fjell er det på bakgrunn av erfaring tilsiktet en spesifikk ladning på ca 0,5 kg/m<sup>3</sup>.



## Generelle råd ved pallsprengning

Ved ladning må man tenke på at uønsket kast av fragmenter vanligvis kommer fra salvens framkant. Derfor bør man ved lading av borehull i første rast foreta en vurdering av hvert enkelt hull før ladingsmengden bestemmes. Et gunstig tiltak kan være å legge sprengstein som dekning foran pallen (i tillegg til påkrevet dekning). Ved pallhøyde 10 meter eller mer bør det vurderes 2 tennere pr hull.

# Bruk av patronerte sprengstoffer

## Bore – og ladetabeller

Disse tabellene er basert på følgende forutsetninger:

- Lettsprengt fjell: Teoretisk forsetning ( $V_t$ ) = 45 x db
- Middels sprengbart fjell: Teoretisk forsetning ( $V_t$ ) = 40 x db
- Tungsprengt fjell: Teoretisk forsetning ( $V_t$ ) = 35 x db
- Reduksjon for borehullsavvik og ansettfeil,  $V_{praktisk} = 80\% \times V_t$
- Underboring ( $u$ ) = 1/3 av forsetningen ( $V_p$ )
- Hullavstand er tilnærmet lik teoretisk forsetning ( $E = V_t$ )
- Bunnladningens høyde er tilnærmet lik ( $V_p$ ) praktisk
- Fordemning forutsettes 75 – 100 % av ( $V_p$ ) praktisk
- Spesifikk ladning ( $q$ ) er beregnet ut fra **pallhøyde** ( $H$ )
- Tabellene gjengitt i det følgende angir verdier beregnet ved middels sprengbart fjell, og tar hensyn til hullhelning ved beregning av hulldybden.
- Merk at pallhøyder lik  $V$  eller mindre karakteriseres som flåsprengning og krever tettere boremønster. Hulldybde må aldri være mindre enn korteste borstang, 60 cm.

## Flåsprengning lave paller. (Håndholdt)

Borserie 11 (34 - 29 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

Pallhøyde (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Hullavstand (E), m	Bunn ladning ( $Q_b$ ), kg	Pipe ladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Spesifikk ladning ( $q$ ), kg/m <sup>3</sup>
0,20	0,60	0,40	0,50	0,040	-	0,040	1,00
0,40	0,70	0,40	0,60	0,060	-	0,060	0,63
0,60	0,90	0,50	0,70	0,125	-	0,125	0,60
0,80	1,20	0,60	0,80	0,200	-	0,200	0,52
1,00	1,40	0,80	1,00	0,400	-	0,400	0,50

Bunnladning: Dynamit 25 mm x 180 = 0,125 kg eller 22 mm x 180 = 0,093 kg

Borserie 11 (34 - 27 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

Pallhøyde (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Hullavstand (E), m	Bunn ladning ( $Q_b$ ), kg	Pipe ladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Spesifikk ladning ( $q$ ), kg/m <sup>3</sup>
1	1,40	0,80	1,00	0,40	-	0,40	0,50
2	2,40	1,00	1,20	1,20	-	1,20	0,50
3	3,50	1,00	1,20	1,00	0,80	1,80	0,50
4	4,60	1,00	1,20	1,00	1,40	2,40	0,50
5	5,60	1,00	1,20	1,00	2,00	3,00	0,50

Bunnladning: Dynamit 25 mm x 180 = 0,125 kg. Pipeladning: Dynamit 22 mm x 180 = 0,093 kg

## Regulær pallsprengning

### Hulldiameter 45 mm, hullhelning 3:1 (18 grader)

Pallhøyde (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Hullavstand (E), m	Bunn ladning ( $Q_b$ ), kg	Pipe ladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Spesifikk ladning (q), kg/m <sup>3</sup>
2	2,50	1,20	1,50	2,00	-	2,00	0,56
3	3,70	1,40	1,80	3,80	-	3,80	0,50
4	4,70	1,40	1,80	2,50	2,20	4,70	0,47
5	5,80	1,40	1,80	2,50	3,40	5,90	0,47
6	6,90	1,40	1,80	2,50	4,50	7,00	0,46
7	8,00	1,40	1,80	2,50	5,60	8,10	0,46

Bunnladning: Dynamit 35 mm x 380 = 0,5 kg. Pipeladning: Dynamit 30 mm x 380 = 0,4 kg

### Hulldiameter 51 mm (2"), hullhelning 5:1 (11 grader)

Pallhøyde (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Hullavstand (E), m	Bunn ladning ( $Q_b$ ), kg	Pipe ladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Spesifikk ladning (q), kg/m <sup>3</sup>
3	3,50	1,20	1,50	3,10	-	3,10	0,57
4	4,60	1,50	1,80	2,50	2,50	5,00	0,46
5	5,60	1,60	2,00	3,10	4,20	7,30	0,46
6	6,60	1,60	2,00	3,70	5,00	8,70	0,45
8	8,70	1,60	2,00	3,70	7,50	11,20	0,44
10	10,70	1,60	2,00	3,70	10,50	14,20	0,44

Bunnladning: Dynamit 40 mm x 380 = 0,625 kg. Pipeladning: Dynamit 35 mm x 380 = 0,5 kg

### Hulldiameter 64 mm (2 1/2"), hullhelning 5:1 (11 grader)

Pallhøyde (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Hullavstand (E), m	Bunn ladning ( $Q_b$ ), kg	Pipe ladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Spesifikk ladning (q), kg/m <sup>3</sup>
4	4,60	2,00	2,50	7,70	2,50	10,20	0,51
5	5,60	2,00	2,50	7,70	3,70	11,40	0,46
6	6,70	2,00	2,50	7,70	6,20	13,90	0,46
8	8,80	2,00	2,50	7,70	11,20	18,90	0,47
10	10,80	2,00	2,50	7,70	16,30	24,00	0,48
12	12,80	2,00	2,50	7,70	20,00	27,70	0,46

Bunnladning: Dynamit 55 x 540 mm = 1,92 kg. Pipeladning: Kemix 50 x 530 mm = 1,25 kg

### Hulldiameter 76 mm (3"), hullhelning 5:1 (11 grader)

Pallhøyde (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Hullavstand (E), m	Bunn ladning ( $Q_b$ ), kg	Pipe ladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Spesifikk ladning (q), kg/m <sup>3</sup>
4	4,60	2,20	2,80	11,30	1,60	12,90	0,52
5	5,60	2,40	3,00	12,50	4,60	17,10	0,48
6	6,70	2,40	3,00	12,50	7,80	20,30	0,47
8	8,90	2,40	3,00	12,50	14,00	26,50	0,46
10	11,0	2,40	3,00	12,50	20,30	32,80	0,45
12	13,0	2,40	3,00	12,50	26,50	39,00	0,45
14	15,0	2,40	3,00	12,50	32,80	45,30	0,45

Bunnladning: Dynamit 65 x 540 mm = 2,5 kg. Pipeladning: Kemix 55 x 530 mm = 1,56 kg

## BRUK AV BULKSPRENGSTOFFER

For å ha kontroll på ladmengden, må man før det lades, ha regnet ut teoretisk, hvor mye sprengstoff som skal lades i hullene. Man må også være ekstra observant på hvordan pallfronten ser ut når man lader første rast. Dette på grunn av at borehullsavvik og/eller kraftig bakbryting/sidebryting fra forrige salve kan resultere i ujevn og oppsprukket stuff, noe som kan medføre for tette tak og derved ukontrollert kast.

### Typiske bormønstre under normale forhold

Hulldiameter mm	Areal pr hull m <sup>2</sup>	Forsetning (V) m	Hullavstand (E) m
64	5	2	2,5
76	6,0 - 8,75	2,0 - 2,5	3,0 - 3,5
89	9,0 - 12,0	2,5 - 3,0	3,5 - 4,0
102	12,0 - 15,75	3,0 - 3,5	4,0 - 4,5

### Ladningsmengde bulksprengstoff pr. meter borehull, kg/m. Avhengig av tetthet (densitet).

Borehulls- diameter		Volum l/m	Sprengstoffdensitet, kg/liter								
Tom- mer	mm		0,80 kg/l	0,85 kg/l	0,90 kg/l	0,95 kg/l	1,00 kg/l	1,05 kg/l	1,10 kg/l	1,15 kg/l	1,20 kg/l
<b>Sprengstoffmengde pr. meter, kg</b>											
2	51	2,00	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,50
2 1/2	64	3,20	2,60	2,70	2,90	3,10	3,20	3,40	3,50	3,70	3,90
3	76	4,50	3,60	3,90	4,10	4,30	4,50	4,80	5,00	5,20	5,40
3 1/2	89	6,20	5,00	5,30	5,60	5,90	6,20	6,50	6,80	7,20	7,50
4	102	8,20	6,50	6,90	7,40	7,80	8,20	8,60	9,00	9,40	9,80

**OBS:** Diameterslitasje på borkrone vil redusere energimengden pr. meter.

## Bruk av Anolit

Det angis ikke her bunnladningshøyde som ved bruk av patronerte sprengstoffer. Ut fra forholdene kan skytebas for eksempel velge å bruke Anolit Extra A som bunnladning. Videre er det forutsatt at hullet er tørt eller blåst tomt/lenset for vann umiddelbart før lading.

Vi tar utgangspunkt i en bulk tetthet på 0,85 kg/l på sprengstoff fra fabrikk.

Fordi ladetettheten kan variere, oppgis ikke her eksakte tabeller ved ulike borehulldiameter og bruk av ladeapparat.

For 3" hull kan boremønstre variere innenfor 5–8 m<sup>2</sup>. Her kan det varieres ut fra fjellets egenskaper. Ved økning av mønstre anbefales at hullavstand er det første som endres.

For borehull med 3 1/2" kan forsetning variere fra 2,5– 3,0 m, hullavstand mellom 3,5 og 4,0 meter. Nedenfor er gitt et par eksempler.

*NB! Det antas i eksemplene at kronene har riktig diameter. Slitasje reduserer borehullsvolumet betraktelig.*

### **Eksempel ved bruk av Anolit i 3" borkrone (76 mm):**

En salve med pallhøyde 15 meter er boret med et mønster på 2,2 x 3,0 meter og 1 meter underboring. Det beregnes fordemning 2 meter. Tørre forhold, og 1 Dynamit 45 x 540 = ca. 1,2 kg som primer i bunnen.

Vi regner an ladetetthet på Anolit på 0,9 kg/l, og det brukes 1 Dynamit 30 x 180 = 0,18 kg som toppprimer. Totalt ca. 58 kg sprengstoff i hullet, eller ca. 0,58 kg/m<sup>3</sup>.

### **Eksempel ved bruk av Anolit i 3 ½" borkrone (89 mm):**

En salve med pallhøyde 15 meter er boret med et mønster på 2,5 x 4,0 meter og 1 meter underboring. Det beregnes fordemning 2,2 meter. Tørre forhold, og 1 Dynamit 50 x 540 = ca. 1,56 kg som primer i bunnen.

Vi regner an ladetetthet på Anolit på 0,9 kg/l, og det brukes 1 Dynamit 25 x 380 = 0,25 kg som toppprimer. Totalt ca. 79 kg sprengstoff i hullet, eller ca. 0,53 kg/m<sup>3</sup>.

## **Bruk av bulkemulsjon**

Titan er et sprengstoff som leveres direkte i borehullet. Under produksjon og lading tilsettes en komponent som gjør at sprengstoffet utvider seg i borehullet. Dyno Nobel anbefaler at man lar Titan gasse ferdig før man fordemmer hullene.

Fordi sprengstoffet utvider seg, er ladeteknikken annerledes enn for Anolit. Slangen må føres til bunnen av borehullet slik at det sikres god kontakt med primeren og slik at det ikke oppstår vannlommer/blanding av vann/emulsjon. Ladingen må avsluttes ved et nivå som gjør at gassingene stopper ved ønsket fordemningshøyde.

Ved hulldyb over 10-12 meter anbefaler vi både bunn- og toppprimer. En anvendelig bunnprimer for de fleste forhold er 500 gram, men en enda tyngre primer gjør det lettere og raskere å få ned primeren i vannfylte borehull.

Med to tennere i hullet anbefaler vi at bunntennen har lavere nummer enn topptennen. Som toppprimer kan f. eks. brukes Dynamit 30 x 180 mm.

### **Eksempel ved bruk av Titan i 3 ½" borkrone (89 mm):**

En salve med pallhøyde 15 meter er boret med et mønster på 2,5 x 3,6 meter og 1 meter underboring. Det ønskes en fordemning 2,2 meter. Bunn-primer 0,5 kg, topp-primer Dynamit 30 x 180 = 0,18 kg.

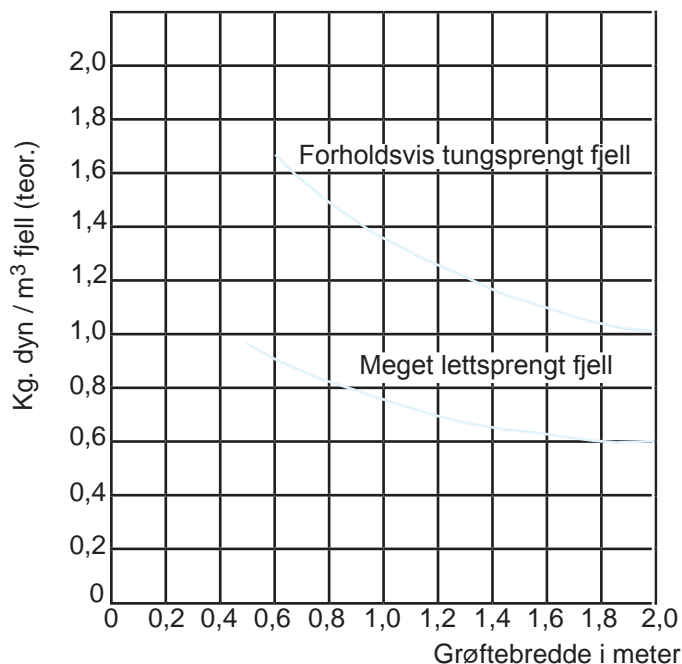
Lading stoppes når det er 4 meter igjen, for at sprengstoffet skal gasse opp til ønsket høyde.

Lading pr. hull er ca. 95 kg. Dette tilsvarer ca. 6,8 kg pr. meter og det gir en spesifikk ladning på ca. 0,7 kg/m<sup>3</sup>.

## **SPRENGNING AV GRØFTER**

Grøftesprengning skjer i fjell som er mer innspent enn ved pallsprengning, og den spesifikke ladning vil normalt være omtrent 0,8 – 1,2 kg/m<sup>3</sup> i middels sprengbart fjell. Når dybden er stor i forhold til bredde øker innspenningen, og den spesifikke ladningen kan øke med opptil 40 %.

Vi har i denne brosjyren valgt å gi forslag til ladningsberegning på 2 ulike måter, fra et diagram og ved hjelp av tabeller.



### Eksempel ved sprengning av grøfter

En grøft sprenges med bredde  $B = 1,4 \text{ m}$  og dybde  $D = 2,0 \text{ m}$  b.s. 11, middels sprengbart fjell. Beregn ladningsmengde pr. hull.

Det brukes 3 hull i bredden

Forsetning  $V = 0,8 \text{ m}$

$$\text{m}^3 \text{ fjell pr. hull} = \frac{1,4 \times 2,0 \times 0,8}{3} = 0,75 \text{ m}^3$$

I figuren finner vi spesifikk ladning  $q = 0,9 \text{ kg/m}^3$   
Ladningsmengden pr. hull =  $0,75 \text{ m}^3 \times 0,9 \text{ kg/m}^3 = 0,68 \text{ kg}$

Vanlig sprengstoff forbruk ved fortløpende serie-sprengning av grøfter opptil ca. 3 m dype. For grøftedybder 4 – 6 m må verdiene økes med opptil 20 – 40%.

## Normal grøftesprengning

Disse tabellene forutsetter at det ikke er krav til gjenstående vegg og således har alle borehull samme ladning.

Borserie 11 (34 - 29 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

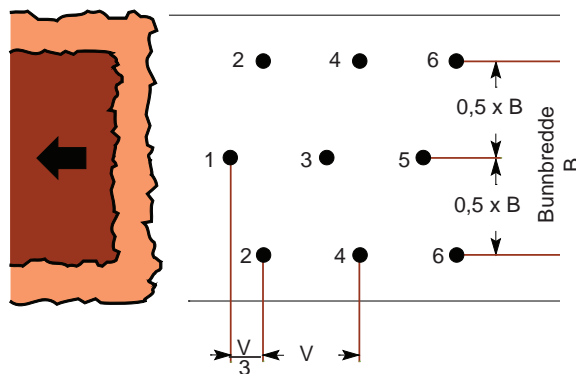
### Eksempel:

Grøftebredden 1,5 m, dybde 2,5 m.

Samlet ladning i 3 hull i bredden  $1,05 \times 3 \text{ kg} = 3,15 \text{ kg}$ .

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 0,8 \times 1,5 \times 2,5 = 3,0 \text{ m}^3$ .

Spesifikk ladning  $q$  for grøftesalve =  $3,15/3,0 = 1,05 \text{ kg/m}^3$ .



Grøftedybde, (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Bunnladning ( $Q_b$ ), kg	Pipeladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Uladet del ( $h_0$ ), m
1,00	1,60	0,80	0,35	0,10	0,45	0,90
1,50	2,10	0,80	0,45	0,20	0,65	0,90
2,00	2,60	0,80	0,55	0,30	0,85	0,80
2,50	3,10	0,80	0,65	0,40	1,05	0,80
3,00	3,70	0,75	0,70	0,50	1,20	0,80
3,50	4,20	0,70	0,65	0,70	1,35	0,80
4,00	4,70	0,60	0,65	0,80	1,45	0,80

Bunnladning: Dynamit patroner  $\varnothing 25 \text{ mm}$ , stampet. Pipeladning : Dynamit patroner  $\varnothing 22 \text{ mm}$  (10 cm avstandsstykker).



### Borserie 11 (34 - 29 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

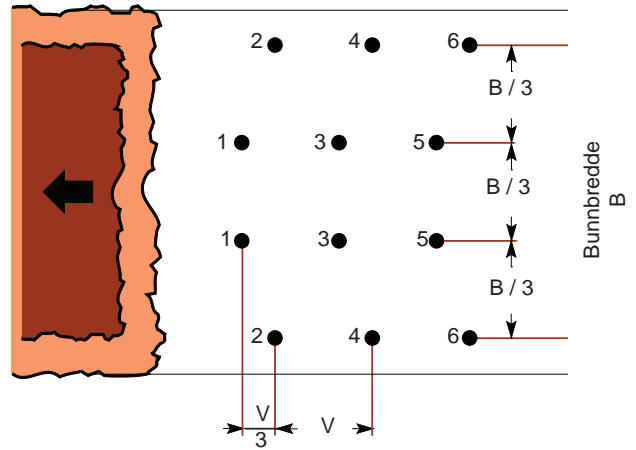
#### Eksempel:

Grøftbredde 2,0 m, dybde 3,0 m.

Samlet ladning 4 hull i bredden  $1,2 \times 4 \text{ kg} = 4,8 \text{ kg}$ .

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 0,85 \times 2,0 \times 3,0 = 5,1 \text{ m}^3$ .

Spesifikk ladning  $q$  for grøftesalve =  $4,8/5,1 = 0,94 \text{ kg/m}^3$ .



Grøftedybde, (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Bunnladning ( $Q_b$ ), kg	Pipeladning ( $Q_p$ ), kg	Total ladning ( $Q_{tot}$ ), kg	Uladet del ( $h_0$ ), m
1,00	1,60	0,90	0,30	0,05	0,35	0,90
1,50	2,10	1,00	0,45	0,15	0,60	1,00
2,00	2,60	1,00	0,50	0,30	0,80	1,00
2,50	3,10	0,95	0,55	0,40	0,95	0,90
3,00	3,70	0,85	0,70	0,50	1,20	0,90
3,50	4,20	0,85	0,80	0,60	1,40	0,90
4,00	4,70	0,75	0,80	0,70	1,50	0,85

Sprengstoff : Dynamit patroner  $\varnothing$  22 eller 25 mm

### Borserie 2 " (51 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

#### Eksempel:

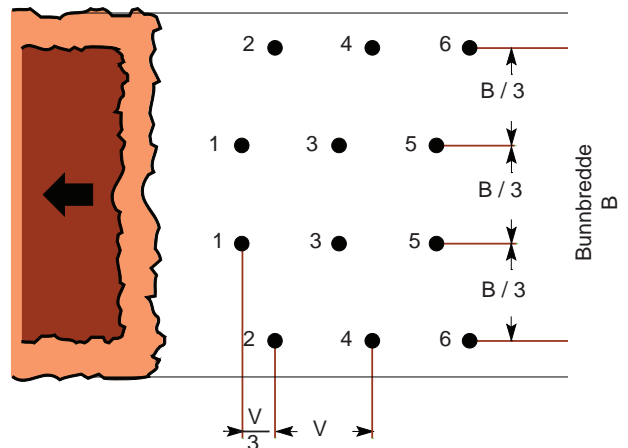
Grøftbredde 2,0 m, dybde 3,0 m.

Velger å bruke 4 hull i bredden.

Samlet ladning 4 hull =  $1,65 \times 4 \text{ kg} = 6,4 \text{ kg}$ .

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 1,1 \times 2,0 \times 3,0 = 6,6 \text{ m}^3$ .

Spesifikk ladning  $q$  for grøftesalven  $6,4/6,6 = 0,97 \text{ kg/m}^3$



### Borserie 2 " (51 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

Grøftedybde, (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forsetning ( $V_p$ ), m	Bunnladning i kg pr. hull B = 1,0 m 3 hull i bredden	Bunnladning i kg pr. hull B = 1,5 - 2,0 m 3 hull i bredden	Pipeladning ( $Q_p$ ), kg
1,00	1,40	0,80	0,20	0,25	0,20
1,50	2,00	1,10	0,30	0,40	0,35
2,00	2,50	1,10	0,40	0,55	0,50
2,50	3,10	1,10	0,50	0,65	0,75
3,00	3,60	1,10	0,60	0,75	0,90
3,50	4,10	1,10	0,75	0,95	1,10
4,00	4,60	1,10	0,90	1,15	1,30

## Forsiktig grøftesprengning

Ved krav til gjenstående kontur i grøft må konturhull lades med mindre mengde sprengstoff. For å få en fin kontur må ladningen utgjøre størst mulig del av hulllengden, noe som oppnås ved å bruke rørladninger eller patroner og avstandsstykker i pipeladningen.

For å få et tilfredsstillende totalresultat må da de regulære brytehull i midten av grøfta ha noe øket ladningsmengde, i tillegg til at forsetning reduseres litt.

### Borserie 11 (34 - 29 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

#### Eksempel:

Grøftebredde 1,5 meter, dybde 2,0 meter.

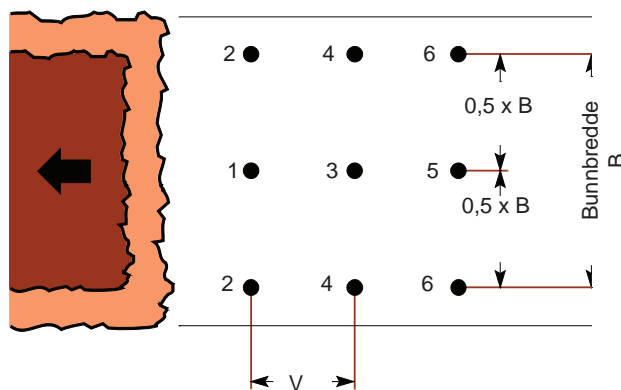
Ladning senterhull 0,95 kg.

Ladning 2 stk konturhull  $1,65 \times 2 = 1,3$  kg.

Samlet ladning 3 hull i bredde 2,25 kg.

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 0,7 \times 1,5 \times 2,0 = 2,1 \text{ m}^3$ .

Spesifikk ladning  $q$  for hele salven  $2,25/2,1 = 1,07 \text{ kg/m}^3$ .



Grøfte- dybde, (H), m	Borehulls lengde, (L), m	Forset- ning, ( $V_p$ ), m	Senterhull			Konturhull		
			Bunnlad- ning, ( $Q_b$ ), kg	Pipelad- ning, ( $Q_p$ ), kg	Total lad- ning, ( $Q_{tot}$ ), kg	Bunnlad- ning, ( $Q_b$ ), kg	Pipelad- ning, ( $Q_p$ ), kg	Total ladning, ( $Q_{tot}$ ), kg
1,00	1,60	0,70	0,35	0,20	0,55	0,25	0,15	0,40
1,50	2,10	0,70	0,40	0,35	0,75	0,30	0,25	0,55
2,00	2,60	0,70	0,45	0,50	0,95	0,35	0,30	0,65
2,50	3,10	0,65	0,50	0,70	1,20	0,40	0,40	0,80
3,00	3,70	0,65	0,60	0,90	1,50	0,50	0,45	0,95
3,50	4,20	0,60	0,70	1,00	1,70	0,60	0,55	1,15

Bunnladning: Dynamit patroner Ø 25 mm, stampet. Pipeladning : Dynamit patroner Ø 22 mm, (10 cm avstandsstykker).

## Borserie 11 (34 - 29 mm), hullhelning 3:1 (18 grader)

### Eksempel:

Grøftebredde 2,0 m, dybde 2,5 m.

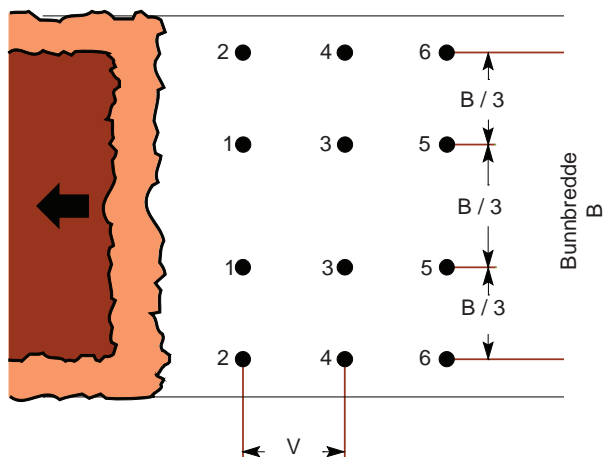
Ladning 2 brytehull 1,25 x 2 = 2,5 kg.

Ladning 2 konturhull 0,85 x 2 = 1,7 kg.

Samlet ladning 4 hull i bredden 4,2 kg.

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 0,75 \times 2,0 \times 2,5 = 3,75 \text{ m}^3$ .

Spesifikk ladning  $q$  for hele salven  $4,2/3,75 = 1,12 \text{ kg/m}^3$ .



Grøfte- dybde, (H), m	Borehulls lengde (L), m	Forset- ning, ( $V_p$ ), m	Senterhull			Konturhull		
			Bunnlad- ning, ( $Q_b$ ), kg	Pipelad- ning, ( $Q_p$ ), kg	Total lad- ning, ( $Q_{tot}$ ),kg	Bunnlad- ning, ( $Q_b$ ), kg	Pipelad- ning, ( $Q_p$ ), kg	Total lad- ning, ( $Q_{tot}$ ),kg
1,00	1,60	0,80	0,40	0,20	0,60	0,30	0,15	0,45
1,50	2,10	0,80	0,45	0,30	0,75	0,35	0,25	0,60
2,00	2,60	0,80	0,60	0,45	1,05	0,50	0,25	0,75
2,50	3,10	0,75	0,65	0,60	1,25	0,55	0,30	0,85
3,00	3,70	0,75	0,80	0,80	1,60	0,60	0,35	0,95
3,50	4,20	0,70	0,90	0,90	1,80	0,70	0,45	1,15

Bunnladning: Dynamit patroner  $\varnothing$  25 mm, stampet. Pipeladning : Dynamit patroner  $\varnothing$  22 mm, og avstandsstykker eller rørladninger.

## Sprengning av kabelgrøfter

Kabelgrøfter er som regel smale og grunne og krever tett boring godt under teoretisk dybde.

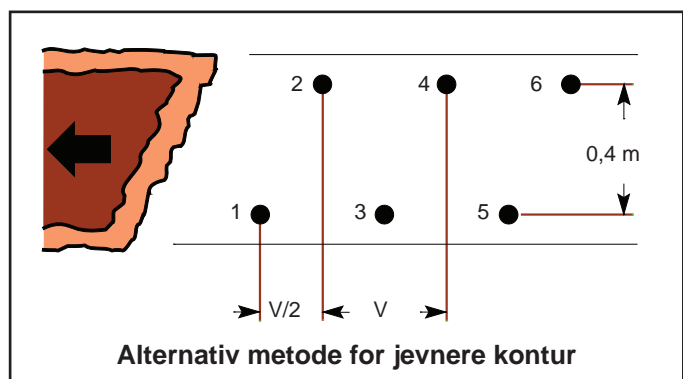
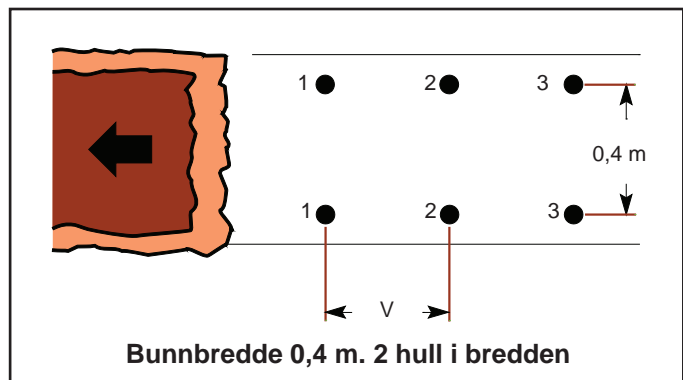
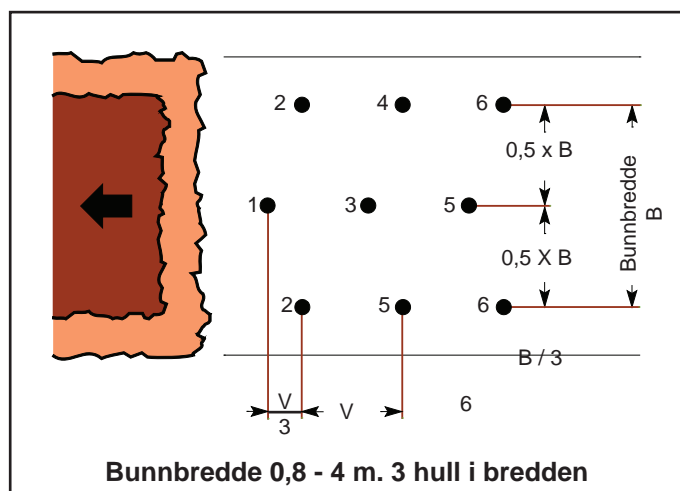
### Eksempel:

Grøftebredde 0,7 m, dybde 0,8 m.

Ladning 3 hull i bredden  $3 \times 0,08 = 0,24 \text{ kg}$ .

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 0,4 \times 0,7 \times 0,8 = 0,224 \text{ m}^3$ .

Spesifikk ladning for salven  $0,24/0,224 = 1,07 \text{ kg/m}^3$ .



## Grunne Grøfter

Dersom bredden er stor i forhold til dybden, kan ladningen reduseres noe, eller konturhull lades forsiktig.

Borserie 11, hullhelning 3:1 (18 grader)			Bunnbredde			
			0,4 - 0,8 m. 2 hull i bredden		0,8 - 1,2 m. 3 hull i bredden 1,2 - 2,0 m. 4 hull i bredden	
Grøftedybde (H), m	Borehullslengde (L), m	Forsetning (V <sub>p</sub> ), m	Bunnladning (Q <sub>b</sub> ), kg	Uladet del (h <sub>0</sub> ), m	Bunnladning (Q <sub>b</sub> ), kg	Uladet del (h <sub>0</sub> ), m
0,30	0,50	0,30	0,05	0,35	0,03	0,40
0,40	0,60	0,40	0,06	0,40	0,04	0,45
0,50	0,70	0,40	0,08	0,45	0,05	0,55
0,60	0,80	0,40	0,10	0,50	0,06	0,60
0,80	1,00	0,40	0,12	0,70	0,08	0,80
1,00	1,20	0,40	0,14	0,90	0,10	1,00

Ladning : Dynamit patroner Ø 25 mm, stampet. Pipeladning : Dynamit patroner Ø 22 mm

### Eksempel:

Grøftebredden 0,7 m, dybde 0,8 m.

Ladning 3 hull i bredden  $3 \times 0,08 = 0,24$  kg.

Teoretisk volum  $V \times B \times H = 0,4 \times 0,7 \times 0,8 = 0,224$  m<sup>3</sup>.

Spesifikk ladning for salven  $0,24/0,224 = 1,07$  kg/m<sup>3</sup>.

## Spretting/knusing av stein

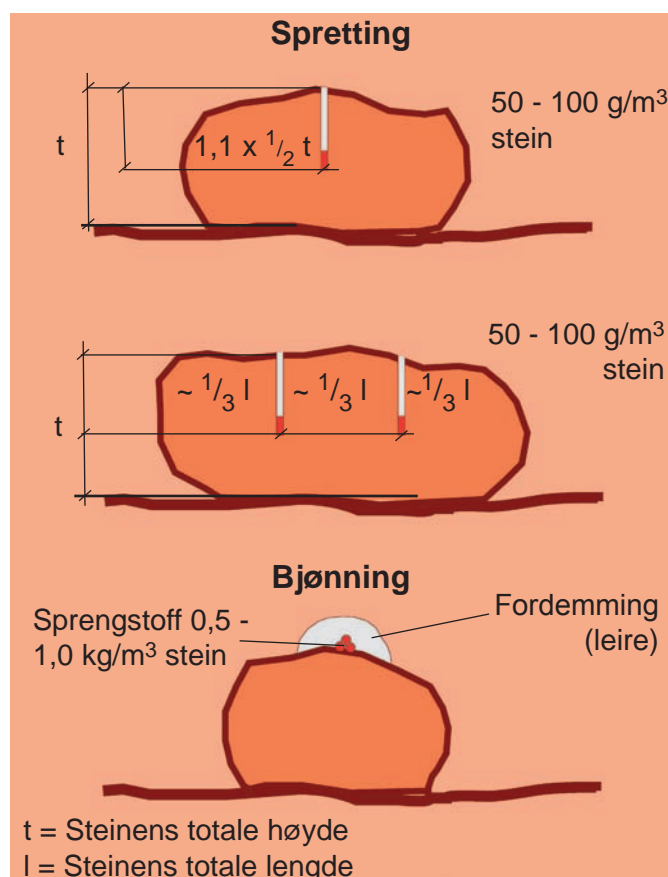
Denne type sprengning kan foretas etter to metoder: Innboret ladning og påleggsladning.

Faren for sprut krever korrekt plassering av hull og ladning, og det anbefales god dekning. Så langt det er mulig, bør påleggsladning unngås med mindre det er fri sprengning.

Ved **innboret ladning** brukes normalt 50 – 100 gram pr m<sup>3</sup>. Det bores hull med dybde ca 55 % av steinens tykkelse. Om steinen er langstrakt, bør det bores flere hull, men den totale ladning skal fordeles jevnt mellom disse.

Om det brukes ett hull, er Dynamit 22 eller 25 mm mest praktisk, ved flere hull kan Nobelprime 15 x 150 være anvendelig. Hullet eller hullene må fordemmes godt.

Ved **påleggsladning** er vanlig sprengstoffmengde 0,5 – 1,0 kg/m<sup>3</sup>. Sprengstoffet må legges i god kontakt med steinen, og fordemmes med torv, våt jord eller lignende (f.eks sandsekker). Husk god dekning.



## Grøftesprengning i vannsyk jord

Ved rensing av gamle grøfter samt sprengning i våtmark kan man selv lage en passende ladning: Dynamit, 25 x 180 mm patroner festes til detonerende lunte (10 g/m) med elektriskertape med 0.1 - 0.2 m avstand mellom patronene. Man får på denne måten en letthåndterlig ladning som har en ladningskonsentrasjon på ca. 0.3 - 0.4 kg/m. Ladningsstrengen graves eller trykkes ned ca. 0.2 m.

Alternativt kan brukes ladningen Dynosplit, der en Dynamit 25 x 180 mm patron festes i en bukt som igjen presses ned i jorda.

## Stubbesprengning

Ladning i stubbe/rot: Dynamit, 0.02 - 0.03 kg per dm av stubbens diameter.

Ladning under stubbe/rot: Dynamit, 0.2 - 0.3 kg per dm av stubbens diameter. Ladningen plasseres ca 0.5 m under stubben.

## OPPTENNING AV SALVER

### Anbefalt opptenning med NONEL Unidet

Skissen til høyre viser en typisk koblingsplan. Ved fri sprengning går man sideveis fra inngangen med SL17 til begge sider. Litt avhengig av borkrone og boremønster velges så forsinkelse mellom rastene 42, 67, 109 ms eller kombinasjoner av disse.

Ved rystelsesbegrensning går man fra opptenning først 17 ms til den ene siden og 25 til den andre, deretter videre med 17 ms utover. Dette gir ett-hulls tenning.

Det anbefales at den totale forsinkertiden på overflaten ikke overstiger forsinkertiden i bunntenner (ofte 475 ms).

Kontroller at alle tennerene er koblet til.

### Elektriske tennere

#### Anbefalinger for motstandsberegning

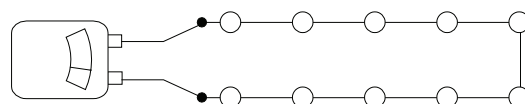
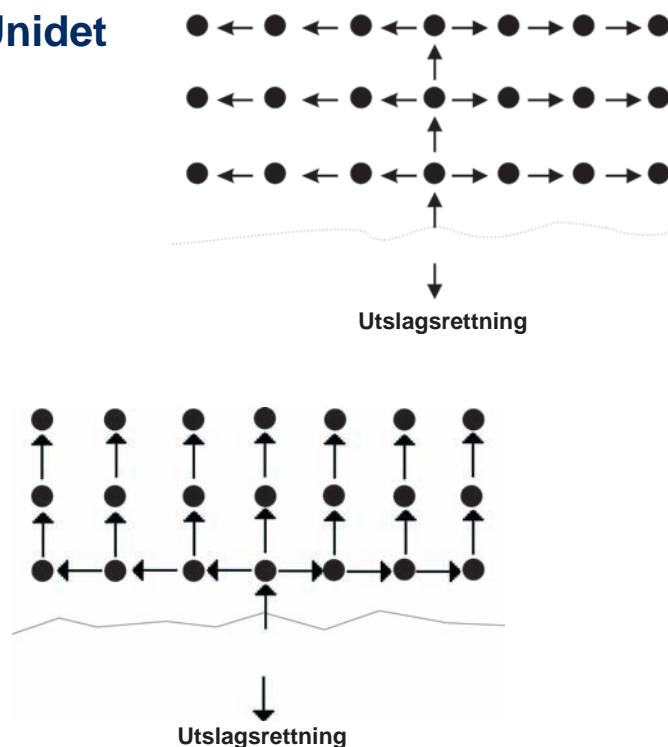
Ved kobling av en salve med elektriske tennere skal salvens motstand beregnes og deretter kontrollmåles. (Observer at ledningene verken får eller bør kuttes)

Eksempler:

1. En VA tenner har en motstand på ca. 3,5 ohm uavhengig av ledningslengden:

Antall tennere x motstand per tenner

Eksempel: 10 x 3,5 ohm = 35 ohm

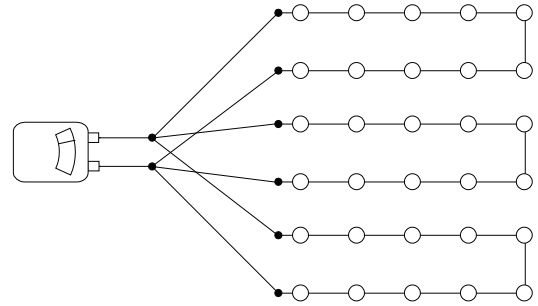


## 2. Motstanden ved parallellkobling av serie:

$$\frac{\text{Seriemotstand}}{\text{Antall serier}}$$

Eksempel:  $\frac{35 \text{ ohm}}{3} = 12 \text{ ohm}$

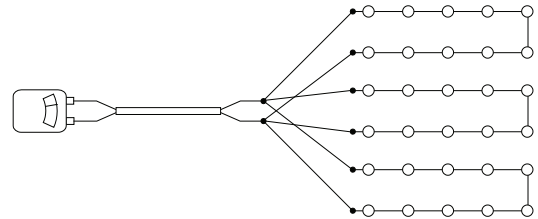
Observer at tillatt toleranse mellom serier som skal parallellkobles er  $\pm 5\%$



## 3. Totalmotstand

Parallellmotstand + tendkabelens motstand:

Eksempel:  $12 \text{ ohm} + 5 \text{ ohm} = 17 \text{ ohm}$



## Kapasitet tennapparater

Det anbefales ikke å avfyre klasse 1 tennere med spenning over 1500 V, derfor er kapasitet ikke oppgitt for 1950 V nivået. Kapasitet klasse 1 er beregnet ut fra 1,6 ohm for 4 meter og 1,8 ohm for 6 meter.

CI 160 VA. Kapasitet ved skytekabelmotstand på 5 ohm

Nominell spenning volt	Kapasitet Klasse 1 tennere (Gruppe 1 NT)		Kapasitet kl. 3 tennere (Gruppe 2 VA)	Kapasitet kl. 4 tennere (Gruppe 3 HU)		Antall serier i salve
	4 meter	6 meter	alle lengder	4 meter	6 meter	
475	195	175	13	1	1	1
	285	250	-	-	-	2
	370	330	-	-	-	3
	430	380	-	-	-	4
950	420	375	40	16	12	1
	660	580	-	-	-	2
	920	810	-	-	-	3
	1140	1000	-	-	-	4
1425	640	570	69	36	28	1
	1040	920	80	-	-	2
	1488	1320	-	-	-	3
1950	-	-	100	61	47	1
	-	-	130	-	-	2
	-	-	150	-	-	3
	-	-	-	-	-	4

## Beethoven

Antall serier i salve	Kapasitet Klasse 1 (Gruppe 1 NT)		Kapasitet Klasse 3 (Gruppe 2 VA)	Kapasitet Klasse 4 (Gruppe 3 HU)	
	4 meter	6 meter	alle lengder	4 meter	6 meter
1	350	320	16	-	-
2	450	400	-	-	-
3	540	480	-	-	-
4	580	520	-	-	-

## Thor (tidligere CB 20 VA)

Antall serier i salve	Kapazität Klasse 1 tennere (Gruppe 1 NT)		Kapazität Klasse 3 tennere (Gruppe 2 VA)	Kapazität Klasse 4 tennere (Gruppe 3 HU)	
	4 meter	6 meter	alle lengder	4 meter	6 meter
1	240	214	23	8	6
2	370	330	22	-	-
3	510	465	-	-	-
4	640	568	-	-	-

## SPRENGSTOFFSORTIMENT

Diameter lengde	Nettovekt kg/eske	Patronvekt ca. kg	Ladningskonsentrasjon kg/m
<b>Dynomit, papirpatroner</b>			
25 x 180	25,0	0,12	0,69
30 x 180	25,0	0,18	0,99
25 x 380	25,0	0,25	0,66
30 x 380	24,0	0,40	1,05
35 x 380	25,0	0,50	1,32
40 x 380	25,0	0,63	1,64
<b>Dynomit, plastpølseser</b>			
45 x 540	25,0	1,04	1,93
50 x 540	25,0	1,56	2,89
55 x 560	25,0	1,92	3,43
60 x 540	25,0	2,08	3,86
65 x 500	25,0	2,50	5,00
75 x 540	25,0	3,13	5,80
85 x 540	25,0	4,17	7,72
<b>DynoRex, papirpatroner</b>			
22 x 195	25,0	0,100	0,51
25 x 195	25,0	0,125	0,64
30 x 195	24,5	0,175	0,90
25 x 380	25,0	0,250	0,66
30 x 380	24,8	0,365	0,96
36 x 380	24,8	0,540	1,42
40 x 380	24,5	0,645	1,70
<b>DynoRex, plastpølseser</b>			
43 x 550	22,0	1,10	2,00
50 x 560	24,0	1,60	2,86
55 x 560	22,8	1,90	3,39
60 x 560	25,0	2,08	3,72
65 x 560	25,0	2,50	4,46
75 x 560	25,0	3,13	5,60

Diameter lengde	Nettovekt kg/eske	Patronvekt ca. kg	Ladningskonsentrasjon kg/m
<b>DynoRex, rørladninger</b>			
25 x 1100	23,0	0,68	0,62
29 x 1100	23,3	0,93	0,85
32 x 1100	23,2	1,16	1,05
39 x 1100	22,8	1,75	1,59
<b>Dynotex 1, rørladninger</b>			
17 x 4640	19,0	0,095	0,21
22 x 1000	18,5	0,370	0,37
32 x 1000	19,9	0,795	0,79
<b>Nobelprime</b>			
15 x 150	16,9	0,025	0,17
<b>Dynoprime</b>			
42 x 163	8,4	0,24	1,47
52 x 187	9,6	0,48	2,57
52 x 361	19,4	0,97	2,69
66 x 361	20,0	1,67	4,62
<b>Kemix A, plastpølser</b>			
32 x 530	25,0	0,53	1,00
36 x 530	25,0	0,67	1,27
40 x 530	25,0	0,83	1,57
50 x 530	25,0	1,25	2,36
55 x 530	25,0	1,56	2,95
60 x 530	25,0	1,80	3,38
65 x 530	25,0	2,10	3,96
70 x 530	25,0	2,50	4,72
75 x 530	25,0	2,80	5,28
90x 530	25,0	4,20	7,92
<b>Kemix A, rørladninger</b>			
22 x 1000	23,1	0,42	0,42
25 x 1000	22,0	0,55	0,55
29 x 1000	22,2	0,74	0,74
32 x 1000	22,5	0,90	0,90
39 x 1000	24,5	1,29	1,29

Utgiver tar forbehold om trykkfeil, endringer i lover og forskrifter og eventuelle produktendringer © Orica Norway ASA

Orica Norway AS  
Postboks 614, 3412 Lierstranda  
Telefon: 32 22 91 00  
email: nordics@orica.com - [www.oricaminingsservices.com](http://www.oricaminingsservices.com)

