



10 MARS 2023

SPRENGNINGSARBEIDER

QUALITY HOTEL RIVER STATION, DRAMMEN



JAN-EGIL BLIX
SPRENGNINGSTEKNIKER

FORSIKTIG SPRENGNING I
NÆRHET TIL BEBYGGELSE
SPRENGNINGS TEKNIK OG BEREGNINGER
NS 8141–1: 2022

Sprengning inntil eksisterende bygg Bamle barneskole i Brevik



1. Hva står i kontrakten
 2. Avklaringer med byggherre
 3. Gjøre en risikovurdering
 4. Kartlegging av risiko (analyse og evaluering)
 5. Grenseverdi NS 8141-1:2022
 6. Sprengningsplan
 7. Varslingsplan
 8. Postepplan
 9. Salveplan ink borplan
 10. Salverapport
 11. Borrappport
 12. Avviksrapport
- osv.



Hvilke tiltak må til for sikker sprengning



Her skal det
sprenges helt
inntil
eksisterende
bygg

Slike arbeider bør
ikke sprenges
med større
bordimensjoner
enn 51mm.

Vurder serie
11. 34 - 29mm
12. 40 – 35mm
Redusert med
1mm for hver
borgang
Diameter er minst
i bunnen av hullet



SØMBORING

Beregning av c/c i søm = $2-4 \times d$

Eks.

Søm boring 64mm X 2,5 = 160mm

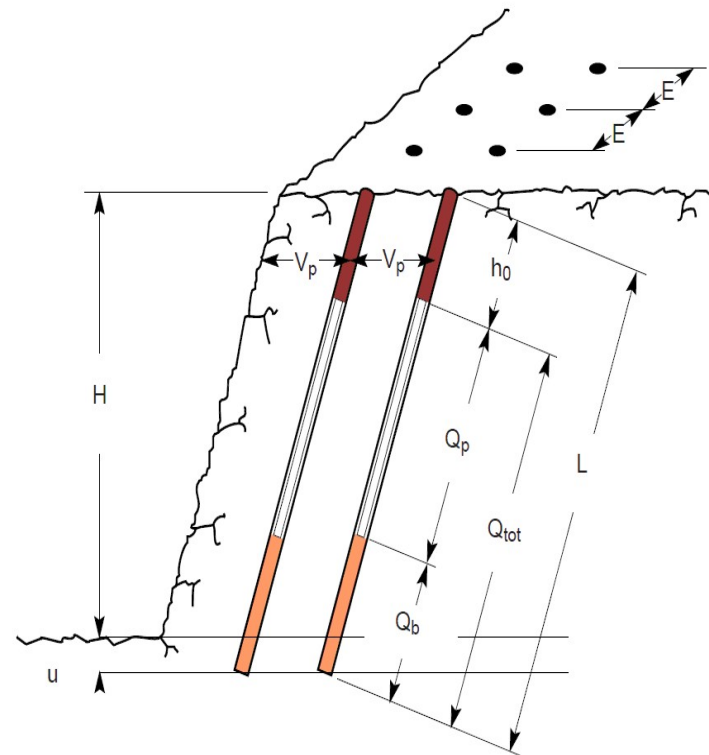
Vi justerer normalt til c/c 15cm

Bordimensjon	Avstand C/C
76mm	20cm
64mm	15cm
Serie 12. 40mm	10cm



Sprengningsvariabler

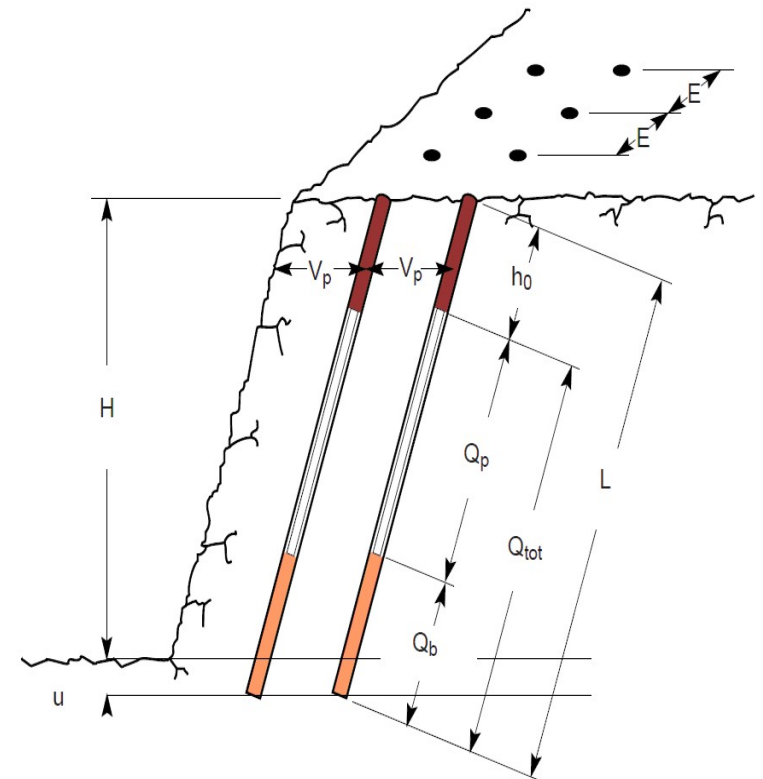
H	(m)	Pallhøyde/grøftedybde
L	(m)	Borehullslengde
V_p	(m)	Praktisk forsetning
V_t	(m)	Teoretisk forsetning
E	(m)	Hullavstand
u	(m)	Underboring
Q_b	(kg)	Bunnladning
Q_p	(kg)	Pipeladning
Q_{tot}	(kg)	Total ladning
q	(kg/m ³)	Spesifikk ladning
d_b	(mm)	Hulldiameter i bunn
h_0	(m)	Uladet del (fordemning)



Hvordan bestemme bormønster?

- **Bormønstret blir valgt i forholdrhold til**

- Borkronedimensjon
- Bergart og sprengbarhet
- Sprengstofftype
- Pallhøyde



Beregning av forsetning (V)

Sprengbarhet

- Tungsprenget fjell (30)
- Middels sprengbart fjell (35)
- Lettsprengt fjell (40)

$$V_{\max} = 30 - 40 \times d_b$$

$$V_p = V_{\max} \times 80\%$$

V_{\max} = maksimal forsetning
 d_b = borhulldiameter (mm)
 V_p = praktisk forsetning

Beregning av hullavstand (E)

**Hullavstand settes normalt til 25 %
lengre enn forsetningen.**

$$E = V_p \times 1,25$$

Beregning av underboring (u)

Underboring settes normalt til 1/3 av forsetningen

$$u = \frac{1}{3} \times V_p$$

I praksis borer man noe lengre for å ta høyde for boravvik, knøler og løsmasser i borhullene
Sparer man på underboringen, kan det bli mye spretting

Beregning av borareal (A)

Borarealet er produktet av hullavstanden og forsetningen

$$A = E \times V_p$$

Sakset bormønster gir større hullavstand.

Borarealet ($E \times V$) skal i midlertid være det samme, og forsetningen (V) må da reduseres.

Om man øker forsetningen (V) i første rast pga oppsprekking e.l. må man redusere hullavstanden (E), slik at borarealet blir det samme.

Beregning av bormønster

Eksempel, 51mm borkrone (2")

1. Vi finner først forsetning (V)

Hva er sprengbarheten?

Tungsprengt – 30

$$V_{\max} = 30 \times 51 \text{ mm} = 1530 \text{ mm} \approx \underline{1,5 \text{ m}}$$

$$V_p = V_{\max} \times 80\% = 1,5 \times 0,8 \approx \underline{1,2 \text{ m}}$$

Beregning av bormønster

Eksempel, 51 mm borkrone (2")

2. Vi finner deretter hullavstanden (E)

$$E = V_p \times 1,25$$

$$E = 1,2 \text{ m} \times 1,25 = \underline{1,5 \text{ m}}$$

Beregning av bormønster

Eksempel, 51 mm borkrone (2")

3. Vi finner videre underboringen (u)

$$u = \frac{1}{3} \times V_p$$

$$u = 0,4 \times 1,2 \text{ m} = 0,48 \text{ m}$$

Anbefalter og justere opp til 0,6m

Beregning av bormønster

Eksempel, 51 mm borkrone (2")

5. Hva blir borarealet (A)?

$$A = E \times V_p$$

$$A = 1,2 \times 1,5 = 1,8 \text{ m}^2$$

Bor areal og volum bruker vi videre til å beregne sprengstofforbruket per kubikk.

Beregning av spesifikk ladning/m³

Eksempel, 51 mm borkrone (2'')

Pallhøyde 3m. Ink. underboring

6. Hva blir spesifikk ladningsmengde?

Uladet lengde tilsvarer normalt forsetningen (V_p)

Ladet lengde: $L_Q = L - V_p = 3 - 1,2 = \underline{1,8 \text{ m}}$

Ladet med Eurodyn 35 – 40mm = 1,32 kg/m og 1,64kg/m

$Q_{\text{tot}} = 1,8 \times 1,5 = \underline{2,7 \text{ kg/hull}}$

Bergmasse per hull = $A \times H = 1,8 \times 3 = \underline{5,4 \text{ m}^3}$

Spesifikk ladning (q) blir da

$q = 2,7/5,4 = \underline{0,50 \text{ kg/m}^3}$ ink. Underboring

$\underline{0,62 \text{ kg/m}^3}$ uten. Underboring



Beregning av bormønster

Serie 11 (34 -29mm)

Beregning av forsettning

Tungsprenget: faktor 30

$30 \times 34\text{mm} = 1020\text{mm} = 1\text{m}$

Praktisk forsettning: $1\text{m} \times 0,8 = \underline{0,8\text{m}}$

Beregning av hullavstand

Hullavstand: Faktor 1,25

Praktisk forsettning $0,8\text{m} \times 1,25 = \underline{1\text{m}}$

Beregning av underboring

Faktor 1/3 av forsettning

Praktisk forsettning 0,8m

$\underline{0,8\text{m}} = 0,26\text{m}$ Normalt økes denne til 0,5m

1/3

Beregning av arealet m²

$0,8\text{m} \times 1\text{m} = \underline{0,8\text{m}^2}$

Beregning av spesifikk ladning/m³

Eksempel, serie 11

Pallhøyde 3m

6. Hva blir spesifikk ladningsmengde?

Uladet lengde tilsvarer normalt forsetningen (V_p)

Ladet lengde: $L_Q = L - V_p = 3 - 0,8 = \underline{2,2 \text{ m}}$

Ladet med Eurodyn 25mm og 22mm = 0,690 - 0,500kg/m

$Q_{\text{tot}} = 2,2 \times 0,569 \text{kg} = \underline{1,25 \text{kg/hull}}$

Bergmasse per hull = $A \times H = 0,8 \times 3 = \underline{2,4 \text{ m}^3}$

Spesifikk ladning (q) blir da

$q = 1,25/2,4 = \underline{0,52 \text{ kg/m}^3}$ ink.underboring

$\underline{0,62 \text{ kg/m}^3}$ uten.underboring

Beregning av bormønster og spesifikk ladning

- Det kan være store forskjeller på sprengbarheten i de forskjellige bergartene og innenfor samme bergart ($0,25 - 0,8\text{m}^3$ normalt $0,45 - 0,65$)
- Beregne bormønster
- Valg av sprengstoff (energi)
- Valg av sprengstoff diameter i forhold til bordiameter (dekobling)
- Hvilken bergart er det i det aktuelle område
- Foliasjon, Sleppe og sprekke systemer
- Befaring av område (er det skjæringer i nærheten som vi kan lære av)

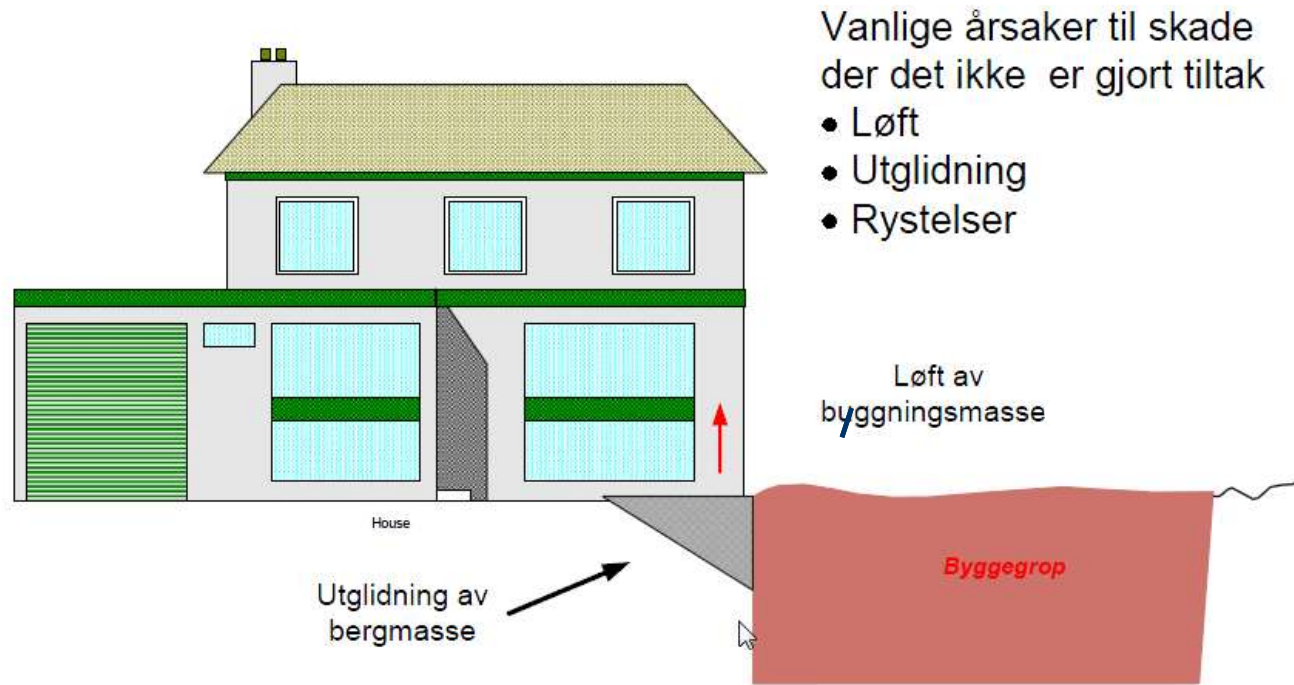
 **• Alltid en liten prøve salve, for å erfare sprengbarheten**

Beregning av bormønster, spesifikk ladning, tennplan og valg av sprengstoff

- Beregne riktig bormønster i forhold til bordimensjon og bergets sprengbarhet
- Beregne spesifikk ladning/m³
- Velg det sprengstoffet som er mest egnet for det spesifikke område
- Sprengstoff med lavere energi: Da må man redusere bormønsteret
- Riktig tidsforsinkelse mellom huller og tidsforsinkelse mellom raster (tennplan) elektroniske tennere er et godt hjelpemiddel
- En salve som bryter tungt kan føre til mere rystelser og ukontrollert sprut/baksprut



Skade på bygninger ved sprengning



Tiltak for å redusere faren for skader

- **Redusert bordimmensjon 2" (51mm) seie 11 (34mm) ?**
- **Kartlegging av sleppe og sprekke systemer**
- **Forbolting. Kam 32mm som fullgyses. Astand c/c 1- 1,5m**
- **Sømboring. Avstand c/c 2-4 ganger bordimmensjon**
- **Kontur. Avstand c/c 0,5 – 0,8m.**



Tiltak for å redusere faren for skader

- **Beregne grenseverdi i henhold til NS 8141 – 1:2022**
- **Beregning av enhetsladning/intervall**
- **Spreng med flere dekk. Da må man beregne nytt bormønster (redusere, for lik spesifikk ladning)**
- **Valg av sprengstoff: (patronert , rørladninger, detonerende lunter)**
- **Valg av tennsystem: (elektrisk, elektronisk, Exel)**
- **Dekke med flere lag og sy sammen mattene med kjetting eller wire**
- **Prøvesalve**
- **Spreng med god margin i forhold til fast satt grenseverdi**

Beregning av grenseverdi

Eksempel:

Bamle barneskole, hoved materiale teglstein

Inndustribygg/kontorbygg, fundamentert direkte på berg er beregnet til 60mm/s (10 – 100m)

Beregnet grenseverdi med avstans faktor 1 -10m

Astand m	Grenseverdi mm/s
10	60
8	64
5	73
3	84
1	114

Tabell 5 — Avstandsfaktor, F_d

Vibrasjonskilde	Avstandsfaktor			
	F_d			
	< 10 m	10 m til 100 m	> 100 m til 350 m	> 350 m
Sprengning	$1,91 \times d^{-0,28}$	1,0	$12,6 \times d^{-0,55}$	0,5
Andre kilder	1,0			

Der sprengning foregår nær et byggverks grunnmur eller fundament eller andre stive konstruksjoner i direkte kontakt med byggverket, skal det måles treakset. Nær er mindre enn 10m

Beregning av enhetsladning/intervall

Brevik skole

Eksempel:

Grenseverdi 60mm/s

Avstand 10m

Kv (antatt) 400

$$Q = \frac{(60\text{mm/s} \times 10\text{m})^2}{400} = 2,25\text{kg/intervall}$$

Beregning av faktisk Kv etter første salve

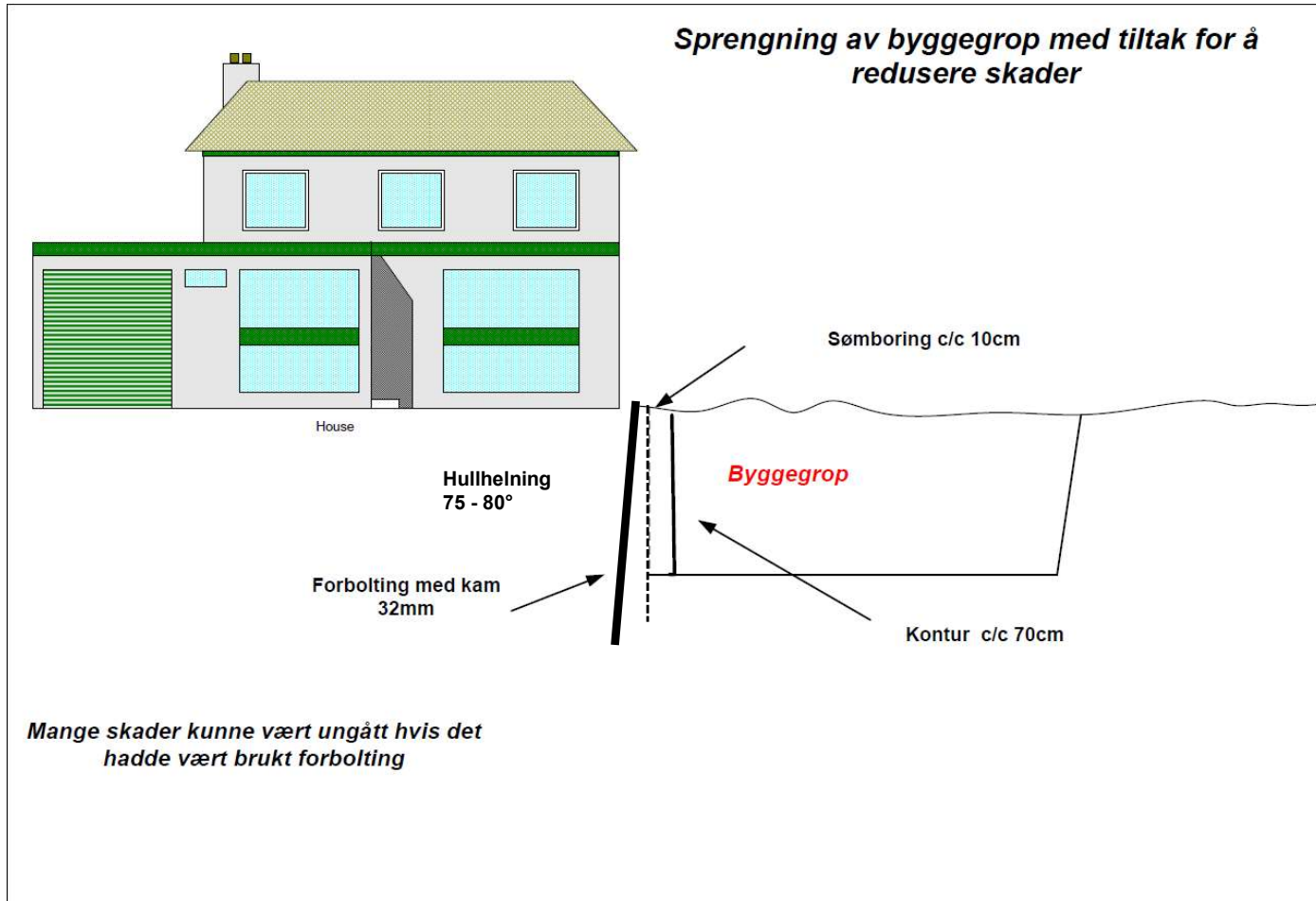
$$Kv = \frac{23,8\text{mm/s} \times 10\text{m}}{\sqrt{0,750\text{kg}}} = 276$$

$$Q = \frac{(60\text{mm/s} \times 10\text{m})^2}{Kv \ 276} = 4,7\text{kg}$$

Tenk konsekvens og vær konservativ i forhold til beregninger. Kv kan variere mye fra salve til salve

Vi tar en prøvesalve med 750g/intervall

Tiltak for å redusere faren for skader



Frem til nå er alle fornøyd



Frem til nå,
er alle
fornøyd



Vanlig skadeårsak der det ikke forboltes



Oppdrags givers reaksjon etter hendelse



Spørsmål ?