

LADDNINGSBERÄKNING VID PALLSPRÄNGNING

N. Lundborg

DS 1971:13

14.4.1971

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING
SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION

VINTERVIKEN — 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

LADDNINGSBERÄKNING VID PALLSPRÄNGNING

N. Lundborg

DS 1971:13

14.4.1971

Sammanfattning

Rapporten innehåller en beskrivning av laddningsberäkning för godtyckliga pallhöjder och håldiametrar, där även andra-gradstermen för små försättningar ingår. Ett komplett calculatorprogram för HP:s bords-calculator 9100-B ingår i rapporten.

Vid laddningsberäkning skall enligt Rock Blasting /1/ bottenladdningen ha en största höjd (h) över sulan som är lika med försättningen (V), samtidigt som den oladdade pipdelen skall vara lika stor. För pallhöjder (K) mindre än $2V$ måste därvid bottenladdningens höjd över sulan vara $K-V$, varvid samtidigt maximala försättningen (V) är beroende bottenladdningen (Q_b). Fig. 1 anger relationerna mellan pallhöjd, försättning och de olika laddningarna.

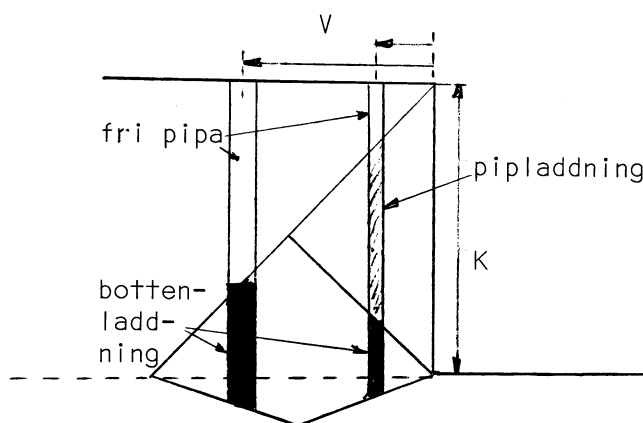


Fig. 1. Botten- och pipladdningens variation med försättningen.

Med ledning av Rock Blasting kan nu följande ekvationer uppställas.
(Beteckningar se sid 3.)

$$Q_b = \left[1 + 0.4 \left(\frac{h}{V} \right)^2 \right] \frac{c}{s} (V^3 + 0.2 V^2) \quad (1)$$

$$q_b = \frac{\pi s d^2}{4} \quad (2)$$

$$h_b = \frac{Q_b}{q_b} \quad (3)$$

där $h = V$ för $V_1 < \frac{K}{2}$

och $h = K - V$ för $\frac{K}{2} < V_2 < K$ (4)

$$q_p = \frac{0.4 c}{s} (V^2 + 0.2 V) \quad (5)$$

$$Q_p = q_p \cdot h_p \quad (6)$$

där
$$h_p = K - 2V \text{ för } V_1 < \frac{K}{2} \quad (7)$$

och
$$h_p = 0 \text{ för } \frac{K}{2} < V_2 < K$$

Enligt fig. 1 är bottenladdningens höjd h_b lika med 1.3 h varvid underbörningen är 23% av h_b .

Håldjupet (H) blir därvid

$$H = h_p + h_b + V \quad (8)$$

För 45° utslagsvinkel blir utsprängda volymen $K \cdot V^2$, och totala laddningen

$$Q = Q_p + Q_b \quad (9)$$

samt spec. laddningen

$$q = \frac{Q}{KV^2} \quad (10)$$

Med hjälp av bordscalculatören HP-9100-B kan ekvationerna 1-10 lätt lösas.

Fig. 2 visar ett blockschema för lösningen med följande beteckningar:

ρ	sprängämnets densitet	kg/m^3
s	sprängämnets viktstyrka	
c	bergkonstanten	
d	håldiameter	m
K	pallhöjd	m
Q_b	total bottenladdning	kg
q_b	bottenladdning per meter	kg/m
h_b	bottenladdningens höjd	m
Q_p	pipladdning	kg
q_p	pipladdning per meter	kg/m
h_p	pipladdningens höjd	m
Q	total laddning	kg
Vol	utsprängd volym	m^3
q	spec. laddning	kg/m^3
H	håldjup	(m)
V	max. försättning	(m)

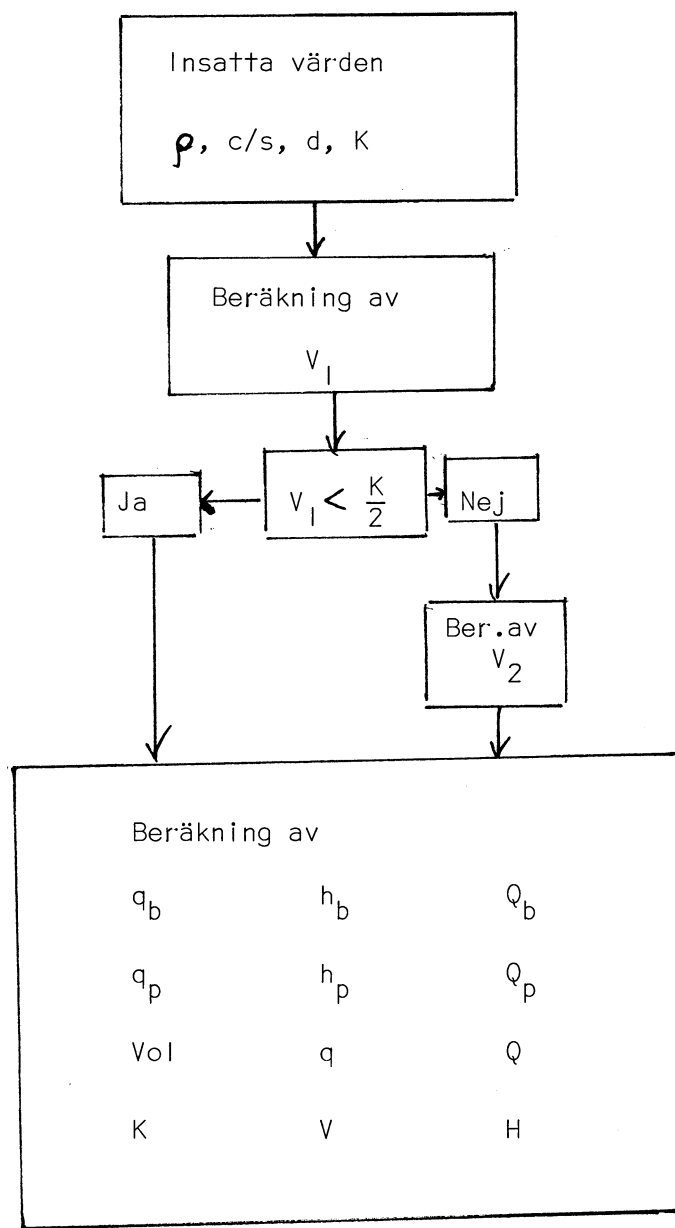


Fig. 2. Blockschema för laddningsberäkning.

Programmet för beräkningen är utskrivet på sid 6-8.

För körning av programmet förfäres enligt följande:

- 1. Programmera calculatorn enligt sid. 6-8
- 2. Sätt in δ , d och c/s i minnena b, d och c. (Dessa värden står sedan kvar tills nya insättes).

3.

Tryck	Avläs
END	$\bar{x} \quad \bar{y} \quad \bar{z}$
K	K
CONT	$q \quad h \quad q$
CONT	$q \quad h \quad q$
CONT	$q \quad h \quad q$
CONT	$q \quad q$
CONT	$K \quad V \quad H$

REFERENCES

Langefors, U och Kihlström, B.
The Modern Technique of Rock Blasting.
Almqvist & Wiksell, Stockholm (1963).

Exempel 1.

$\rho = 1200,$ $c/s = 0.35,$ $d = 0.25$

K	V	H	Q_b	q_b	h_b	Q_p	q_p	h_p	Vol	Q	q
1	0.98	1.00	0.4	58.9	0.007	0	0	0	1	0.4	0.42
5	4.55	5.13	34.5	58.9	0.59	0	0	0	103	34.5	0.33
10	7.74	10.7	172	58.9	2.92	0	0	0	599	172	0.29
20	11.45	22.5	654	58.9	11.09	0	0	0	2621	654	0.25
30	12.41	33.72	950	58.9	16.13	114	21.90	5.19	4618	1064	0.23
50	12.41	53.72	950	58.9	16.13	552	21.90	25.19	7697	1502	0.20

Exempel 2.

$\rho = 1200,$ $c/s = 0.35,$ $d = 0.01$

K	V	H	Q_b	q_b	h_b	Q_p	q_p	h_p	Vol	Q	q
0.01	0.01	0.01	$7.3 \cdot 10^{-6}$	0.094	$7.7 \cdot 10^{-5}$	0	0	0	10^{-6}	$7.3 \cdot 10^{-6}$	7.35
0.05	0.05	0.05	$2 \cdot 10^{-4}$	"	$2 \cdot 10^{-3}$	0	0	0	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	1.74
0.1	0.09	0.10	0.001	"	0.009	0	0	0	0.001	0.001	1.03
0.5	0.32	0.55	0.022	"	0.228	0	0	0	0.052	0.022	0.41
1.0	0.41	1.12	0.05	"	0.533	0.006	0.035	0.18	0.168	0.057	0.34
1.5	"	1.62	"	"	"	0.024	"	0.68	0.252	0.074	0.29
2.0	"	2.12	"	"	"	0.041	"	1.18	0.336	0.092	0.27
5.0	"	5.12	"	"	"	0.146	"	4.18	0.0841	0.197	0.23

Laddningsberäkning

7A+B

6

0 $x \rightarrow ()$ 23

a 13

b 14

↑ 27

d 17

x 36

x 36

c 16

÷ 35

7 07

3 03

x 36

1 01

+ 33

1

↓ 25

√x 76

↑ 27

1 01

- 34

· 21

1 01

x 36

a 13

↑ 27

2 02

÷ 35

↓ 25

$x > y$ 53

2

9 11

a 13

1 01

$x \rightarrow ()$ 23

e 12

$x \rightarrow ()$ 23

f 15

$y \rightarrow ()$ 40 ← (94)

- 34

e 12

· 21

2 02

$x \approx y$ 30

x 36

3

x 36

↑ 27

x 36

x 36

↓ 25

+ 33

a 13

↑ 27

$x \leftarrow ()$ 67

- 34

e 12

- 34

÷ 35

↓ 25

4

↑ 27

x 36

· 21

4 04

x 36

1 01

+ 33

↓ 25

x 36

a 13

↑ 27

$x \leftarrow ()$ 67

- 34

e 12

5

- 34

1 01

· 21

0 00

2 02

x 36

b 14

x 36

d 17

x 36

x 36

c 16

÷ 35

↓ 25

6

- 34

0 00

$x < y$ 52

8 10

3 03

$x \leftarrow ()$ 67

- 34

e 12

↑ 27

↑ 27

Exp } $26 \frac{\Delta V}{V} = 10^{-3} =$
CHG } 32 $\frac{V}{V}$ feltolerans
3 } 03

x 36

7

e 12

$x < y$ 52

9 11

5 05

↓ 25

e 12

+ 33

↑ 27

· 21

1 01

x 36

$y \rightarrow ()$ 40

f 15

↓ 25

+ ΔV
+ ΔV
d/c/s } Insättes
s/k

- v_2

8 GOTO 44
 2 02
 7 07
 X←() 67
 - 34
 e 12
 ↑ 27
 f 15
 - 34
 ↑ 27
 · 21
 1 01
 X 36

9 y→() 40
 e 12
 ↓ 25
 GOTO 44
 2 02
 7 07
 ↓ 25
 GOTO 44
 - 34
 0 00
 0 00
 GOTO 44
 - 34
 3 03
 Q 13

-0 · 21
 2 02
 X→y 30
 X 36
 X 36
 ↑ 27
 X 36
 X 36
 R↓ 31
 + 33
 Q 13
 R↑ 22
 - 34
 ÷ 35

-1 ↓ 25
 ↑ 27
 X 36
 · 21
 4 04
 X 36
 1 01
 + 33
 ↓ 25
 X 36
 C 16
 X 36
 y→() 40
 f 15

-2 π 56
 ↑ 27
 b 14
 X 36
 d 17
 X 36
 X 36
 4 04
 ÷ 35
 ↓ 25
 ÷ 35

STOP 41
 y→() 40
 e 12
 0 00
 ↑ 27
 ↑ 27
 STOP 41
 y→() 40
 - 34
 b 14

GOTO 44
 8 10
 2 02
 y→() 40
 - 34
 e 12
 π 56

-4 ↑ 27
 b 14
 X 36
 d 17
 X 36
 X 36
 4 04
 ÷ 35
 1 01
 · 21
 3 03
 ↑ 27
 X←() 67

-5 e 12
 X 36
 ↓ 25
 X 36
 y→() 40
 f 15
 R↑ 22
 STOP 41
 y→() 40
 e 12
 a 13
 ↑ 27
 X←() 67
 - 34

+ Q_b
 h_b
 d_b
 e_s
 s

-
 v₁
 h_p

g_b h_b Q_b

g_b h_b Q_b

g_p h_p Q_p

→ (-82)

→ (27)

-V₂

-6 e 12
 - 34
 - 34
 y > () 40
 - 34
 b 14
 . 21
 2 02
 ↑ 27
 x < () 67
 - 34
 e 12
 x 36
 ↑ 27

-7 x 36
 ↓ 25
 + 33
 . 21
 4 04
 x 36
 c 16
 x 36
 x < () 67
 - 34
 b 14
 ↑ 27
 ↓ 25
 x 36

-8 R↑ 22
 STOP 41
 ↓ 25
 f 15
 + 33
 a 13
 ↑ 27
 x < () 67
 - 34
 e 12
 x 36
 x 36
 ↓ 25
 ÷ 35

z_P h_P Q_P

←
 (-39)

-9 STOP 41
 e 12
 ↑ 27
 x < () 67
 - 34
 b 14
 + 33
 x < () 67
 - 34
 e 12
 + 33
 ↑ 27
 a 13
 END 46

Vol g Q

K V H

+
 Q_b
 h_b
 d_b
 q_s
 S

-
 V_i
 h_p