

DATAPROGRAM
FÖR LADDNINGSBERÄKNING VID PALLSPRÄNGNING

N. Lundborg

DS 1971:18

28.4.1971

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING
SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION

VINTERVIKEN - 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

DATAPROGRAM
FÖR LADDNINGSBERÄKNING VID PALLSPRÄNGNING

N. Lundborg

DS 1971:18

28.4.1971

Sammanfattning:

Rapporten innehåller en sammanställning och uppställning i ekvationsform av data, som finns tillgängliga i Rock Blasting et.c. /1,2,3/.

Med ledning av detta har ett dataprogram utarbetats för HP:s bords-calculator 9100 B, vilket gör det möjligt att på ett enkelt och snabbt sätt utföra laddningsberäkningar vid pallsprängning.

Programmet är utformat så att det i möjligaste mån gäller för all slags pallsprängning ned till rörgravssprängning. Antalet hål per rad bör dock ej understiga tre. Programmet får ses som ett första utkast och kan senare behöva modifieras på någon punkt.

Beteckningar:

a	ansättningsfel	(m)	n	hållutning n=0 för lodräta hål)	(m/m)
α	vinkelfel	(m/m)			
c	bergkonstant		P_b	packningsgrad, bottenladdning	(kg/m ³)
d	håldiameter	(m)	q_b	bottenladdning	(kg/m)
E	hålavstånd	(m)	q_p	pipladdning	(kg/m)
h_b	bottenladdning, höjd	(m)	q	spec. laddning	(kg/m ³)
h_p	pipladdning, höjd	(m)	Q_b	bottenladdning	(kg/hål)
H	håldjup	(m)	Q_p	pipladdning	(kg/hål)
K	pallhöjd	(m)	Q	total laddning	(kg/hål)
L	styckefall	(m)	S	hålavvikelse vid botten	(m)
I	bormeter per volym (m/m ³)		S_b	bottenladdning, vikt- styrka	(Dx = 1)
M	uppskattat hålanttal per rad		S_p	pipladdning, viktstyrka	
m	$q_p S_p / (q_b S_b)$		V	försättning	(m)
N	antal hålrader		V_{12}	försättning (E = V)	(m)
			Vol	utsprängd volym	(m ³ /hål)

Med ledning av uppgifter från Langefors-Kihlström /1/ och Kallin /2/ har följande formler uppställts:

$$V_{\max} = 0.96 d \sqrt{\frac{P_b S_b}{c f}} \quad (1)$$

som gäller för $E = V$. f anges i tabellform för olika hållutning och kan approximeras med

$$\frac{1}{f} = 1 + \frac{n}{3} \quad (2)$$

där $n < 1$ och lodräta hål anges av $n = 0$

(1) ger därvid

$$V_{\max} = 0.96 d \sqrt{\frac{P_b S_b}{c} \left(1 + \frac{n}{3}\right)} \quad (3)$$

Ekv. (3) gäller för en hållrad med flera hål. För ett enstaka hål anges en minskning av $V_{\max}$ med en faktor 1.2. Vi kan här anta att ett hål i första raden och tre hål i de övriga raderna är inspända - de båda kanthålen och första hålet i raden som sprängs. För M och N behöver endast ungefärliga värden insättas för hålsättningen $E = V$. Ekv. 3 ger därvid

$$V_{\max} = \left(1 - \frac{0.5}{M} + \frac{0.33}{M N}\right) 0.96 d \sqrt{\frac{P_b S_b}{c} \left(1 + \frac{n}{3}\right)} \quad (4)$$

där M är antalet hål per rad.

På grund av felborrning måste försättningen reduceras så att

$$V_1 = V_{\max} - S \quad (5)$$

På grund av svällningen reduceras också V .

Detta anges i kurv-och tabellform för olika N och K och har här ansatts med formeln

$$V_2 = \frac{V_{\max}}{1 + \frac{N-1}{N+3} \cdot \frac{K}{33}} \quad (6)$$

Felborrningen

$$S = a + \alpha K \sqrt{1 + n^2} \quad (7)$$

där underborrningen försummas.

Håldjupet

$$H = K \sqrt{1 + n^2} + 0.3 (S + V_{12}) \quad (8)$$

där V_{12} är den minsta av V_1 och V_2 .

Här skall

$$2V_{12} < K \sqrt{1 + n^2} \quad (9)$$

I annat fall skall ett annat program enligt DS 1971:13 användas.

För bottenladdningen gäller

$$q_b = \frac{\pi P_b d^2}{4} \quad (10)$$

$$h_b = 1.3(S + V_{12}) \quad (11)$$

och

$$Q_b = q_b \cdot h_b \quad (12)$$

och för pipladdningen

$$q_p = q_b \cdot m \cdot \frac{S_b}{S_p} \quad (13)$$

$$h_p = K \sqrt{1 + n^2} - 2 V_{12} \quad (14)$$

och

$$Q_p = q_p \cdot h_p \quad (15)$$

I (14) har S försumrats, som är liten jämförd med de övriga storheterna.

OBS! Kontrollera att pipladdningen q_p får plats i hålet.

Totalladdningen per borrhål blir

$$Q = Q_b + Q_p \quad (16)$$

Den utsprängda volymen per borrhål

$$Vol = K \sqrt{1+n^2} V_{12}^2 \left(\frac{1+(M-1)N}{MN} \right) \quad (17)$$

(17) erhålles om man antar att första radens kanthål slår ut i 45° vinkel och de följande radernas kanthål slår ut vinkelrätt mot pallkanten. (17) kan omformas till

$$Vol = K \sqrt{1+n^2} V_{12}^2 \left(1 + \frac{1}{M} + \frac{1}{MN} \right) \quad (18)$$

spec. laddningen

$$q = Q/Vol \quad (19)$$

För givet värde på E/V erhålles

$$V = \sqrt{\frac{V_{12}^2}{(E/V)}} \quad (20)$$

och

$$E = V \cdot (E/V) \quad (21)$$

Ett mått som ofta efterfrågas är borrheter per utsprängd volym som blir

$$I = H/Vol \quad (22)$$

Medelskutets kantlängd L anges i kurvform i /1/ och kan ersättas med formeln

$$\ln L = 0.58 \ln V - 1.18 \ln q - 1.9 \quad (23)$$

Vi ser att L är oberoende av bergkonstanten. Huruvida detta är riktigt undandrar sig mitt bedömande, men mera troligt är dock att c inverkar på så sätt att q ersättes med $\frac{0.4 q}{c}$. För att i någon mån ange gleshålssprängningens inverkan på styckefallet kan dessutom V_{12}^2 ersättas med $V \cdot V_{12}$ varvid (23) ger

$$\ln L = 0.29 \ln(V \cdot V_{12}) - 1.18 \ln\left(\frac{q}{c}\right) - 0.82 \quad (24)$$

Formeln (24) får dock endast anses som en kvalitativ beskrivning av styckefallet. Om man vill minska styckefallet ökas lämpligen pipladdningen (m ökas), men man kan också öka E/V , eller båda.

För körning av programmet förfäres enligt följande:

1. Programmera calculatorn enligt sid. 6 - 8
eller från inspelat magnetkort.
2. Insätt i minnet

d	c	P _b	S _b	S _p	E/V	n	m	a	α
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
d	c	b	a	9	8	7	6	-f	-e

3. Tryck

Avläs

END

x - - - y - - - z

Insätt

→ K N M (a)

CONT

I H S Om K $\sqrt{1+n^2} < 2V_{12}$ (b)

CONT

q_b h_b Q_b

CONT

q_p h_p Q_p

CONT

VoI q Q

CONT

V E L

CONT

0 0 0 ←

a/ För M och N insättes ungefärliga värden

b/ Här kan programmet enligt DS 1971:13 användas

Referenser:

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Langefors, U och Kihlström, B 2. Kallin, Å 3. Brännfors, S | <p>The Modern Technique of Rock Blasting
Almqvist & Wiksell, Stockholm (1963)</p> <p>Pallsprängning - Teknologföreningens
kompendier i bergsprängningsteknik</p> <p>Bergsprängningsteknik - Svenska
Bokförlaget, Bonniers (1964)</p> |
|---|--|

II 8A+B

Title

[00] HEWLETT-PACKARD

[00] HEWLETT-PACKARD

[00] HEWLETT-PACKARD

[00] HEWLETT-PACKARD

Step	Key	Code	Display			Step	Key	Code	Display			Step	Key	Code	Display		
			X	Y	Z				X	Y	Z				X	Y	Z
0	X→Y	23	K	N	M	3	3	03				2	↓	25			
1	f	15				1	÷	35				1	y→X	40			
2	y→X	40				2	1	01				2	e	12			
3	e	12				3	+	33			$1+\frac{n}{3}$	3	÷	35		V_2	
4	1	01				4	a	13				4	X←Y	67			
5	XCY	30				5	X	36				5	7	07			
6	÷	35				6	b	14				6	↑	27		V_2	
7	1	01				7	X	36				7	X	36			
8	↑R	22				8	c	16				8	1	01			
9	X→Y	23				9	÷	35				9	+	33		$1+n^2$	
10	5	05				10	GOTO	44				10	f	15			
11	÷	35				11	-	34				11	XCY	30			
12	↓	25				12	0	00				12	√X	76			
13	X	36				13	0	00				13	X	36		$K\sqrt{1+n^2}$	
14	-	34				14	↓	25				14	y→X	40			
15	1	01				15	√X	76				15	f	15			
16	+	33		$(1-\frac{1}{M}+\frac{1}{MN})$		16	↑	27				16	X←Y	67			
17	y→X	40				17	X←Y	67				17	-	34			
18	4	04				18	5	05				18	e	12			
19	.	21				19	X	36				19	X	36			
20	3	03				20	.	21				20	X←Y	67			
21	3	03				21	9	11				21	-	34			
22	↑	27				22	6	06				22	f	15			
23	e	12				23	X	36				23	+	33		S	
24	÷	35				24	d	17				24	e	12			
25	X←Y	67				25	X	36			V_{max}	25	XCY	30			
26	5	05				26	e	12				26	-	34			
27	÷	35				27	↑	27				27	↓R	31	V_1	V_2	S
28	↑	27				28	1	01				28	+	<u>Insert</u>			
29	.	21				29	-	34				29				a	
30	5	05				30	4	04				30				α	
31	XCY	30				31	XCY	30				31	d				
32	÷	35				32	+	33				32	c				
33	↓	25				33	XCY	30				33	Pb				
34	-	34				34	÷	35				34	Sb				
35	1	01				35	3	03				35	Sp				
36	+	33		$(1-\frac{0.5}{M}+\frac{0.25}{MN})$		36	3	03				36	E/V				
37	y→X	40				37	÷	35				37	n				
38	5	05				38	f	15				38	m				
39	X←Y	67				39	X	36				39					
40	7	07				40	1	01				40					
41	↑	27				41	+	33				41					

Title

[22] HEWLETT-PACKARD

[22] HEWLETT-PACKARD

[22] HEWLETT-PACKARD

[22] HEWLETT-PACKARD

Step	Key	Code	Display			Step	Key	Code	Display			Step	Key	Code	Display		
			x	y	z				x	y	z				x	y	z
-4	0	X>Y	53			-7	0	.	21			-a	0	5	05		
	1	4	04				1	3	03				1	↑	27		
	2	4	04				2	X	36		hb		2	↓	25		
	3	X<Y	30				3	TI	56				3	÷	35		
	4	Y→X	40				4	↑	27				4	STOP	41	Vol	q
	5	e	12		V ₁₂ S		5	b	14				5	c	16		
	6	2	02				6	X	36				6	÷	35		
	7	X	36				7	4	04				7	↓	25		
	8	f	15				8	÷	35				8	lnX	65		
	9	X<Y	52				9	d	17				9	↑	27		
	a	d	17				a	X	36				a	1	01		
	b	9	11				b	X	36		qb hb		b	.	21		
	c	2	02				c	↓	25				c	1	01		
	d	÷	35				d	X	36				d	8	10		
-5	0	↓	25			-8	0	Y→X	40			-b	0	CHG	32		
	1	+	33		V ₁₂ S+V ₁₂ S		1	4	04				1	X	36		
	2	.	21				2	↑R	22				2	e	12		
	3	3	03				3	X<Y	30				3	↑	27		
	4	X	36				4	STOP	41	qb hb qb			4	X	36		
	5	f	15				5	↑	27				5	X←1	67		
	6	+	33		H S		6	X←1	67				6	8	10		
	7	Y→X	40				7	6	06				7	÷	35		V ²
	8	5	05				8	X	36				8	e	12	V ₁₂	
	9	X<Y	30				9	a	13				9	X<Y	30		
	a	e	12		V ₁₂		a	X	36				a	√X	76	V	
	b	X	36				b	X←1	67				b	X	36		
	c	X	36				c	9	11				c	X→X	23		
	d	X←1	67				d	÷	35		qp		d	e	12		
-6	0	4	04			-9	0	f	15								
	1	X	36		Vol S		1	↑	27								
	2	X←1	67				2	e	12								
	3	5	05		H		3	-	34								
	4	X<Y	30				4	-	34		hp						
	5	÷	35				5	↓	25								
	6	X<Y	30		l Vol S		6	X	36								
	7	Y←1	24				7	↑R	22								
	8	5	05				8	STOP	41	qp hp qp							
	9	STOP	41		l H S		9	↓	25								
	a	↓	25				a	X←1	67								
	b	e	12				b	4	04								
	c	+	33				c	+	33								
	d	1	01				d	X←1	67								

Title _____

HEWLETT-PACKARD

HEWLETT-PACKARD

HEWLETT-PACKARD

HEWLETT-PACKARD

Step	Key	Code	Display			Step	Key	Code	Display			Step	Key	Code	Display		
			x	y	z				x	y	z				x	y	z
C0	↓	25				0						0					
1	lnx	65				1						1					
2	↑	27				2						2					
3	.	21				3						3					
4	2	02				4						4					
5	9	11				5						5					
6	X	36				6						6					
7	.	21				7						7					
8	8	10				8						8					
9	2	02				9						9					
a	-	34				a						a					
b	↓	25				b						b					
c	+	33				c						c					
d	↓	25				d						d					
d0	e ^x	74	L			0						0					
1	↑	27				1						1					
2	e	12				2						2					
3	↑	27				3						3					
4	x←1	67				4						4					
5	8	10				5						5					
6	x←y	30				6						6					
7	X	36				7						7					
8	STOP	41	V	E	L	8						8					
9	CLEAR	20				9						9					
a	END	46				a						a					
b						b						b					
c						c						c					
d						d						d					
0						0						0					
1						1						1					
2						2						2					
3						3						3					
4						4						4					
5						5						5					
6						6						6					
7						7						7					
8						8						8					
9						9						9					
a						a						a					
b						b						b					
c						c						c					
d						d						d					
0						0						0					

Storage