



Forsigtig sprængning i klipper

Forsigtig sprængning i klipper

Forord

Denne anvisning er udarbejdet af Dansk Sprængteknisk Forening (DSF), og den anvendes af DSF medlemmer som praktisk rettesnor for projektering og gennemførelse af forsigtig sprængning i klippe.

Anvisningen er 5. reviderede udgave.

Det er bestyrelsens hensigt at skabe klarhed over begrebet forsigtig sprængning og at give anvisninger for udførelse af forsigtig sprængning i klippe.

Begrebet "forsigtig sprængning" dækker alene over en arbejdsmetode, der begrænser risiko for skader på nærliggende bygninger og anlæg m.v. Begrebet vedrører således ikke de sundheds- og sikkerhedsmæssige forhold, der er forbundet med selve udførelsen af arbejdet og må ikke kædes sammen med kontursprængning

I Norge og Sverige anvendes betegnelsen "försiktig sprängning" og er gennem mange år anvendt i Danmark og Grønland. På engelsk betegnes begrebet "Cautious Blasting". Betegnelsen "forsigtig sprængning" er fastholdt selv om betegnelsen sprogligt kan give anledning til misforståelser blandt ikke kyndige inden for sprængningsområdet.

Angivne anvisninger og retningslinjer er alene vejledende og fritager ikke den enkelte bruger for ansvar i forbindelse med konkret udført arbejde. Dansk Sprængteknisk Forening påtager sig intet ansvar for følgerne af konkrete sprængningsopgaver.

Anvisningen er godkendt på bestyrelsesmøde december 2024.

Jakob Schneider

Kim Thomas Poulsen

Mikkel Lerdrup

Poul-Rikard Ebbesen

Jørgen Schneider
Formand

Johan Finsteen Gjørdvad

Forsigtig sprængning i klipper

Indhold	Side
1 Anvisningens formål, omfang og grundlag	3
2 Referencer	3
3 Definition	4
4 Projektering og gennemførelse af forsigtig sprængning	4
5 Anvisninger af metoder ved gennemførelse af forsigtig Sprængning	4

Tillæg I

Oversigt over gældende bekendtgørelser, anvisninger og referencer.

Tillæg II

Ladnings- og afstandstabel.

Tillæg III

Skitser.

Forsigtig sprængning i klipper

1. Anvisningens formål, omfang og grundlag

- 1.1 Formålet med denne anvisning er at definere forsigtig sprængning, og at give anvisninger for hvorledes forsigtig sprængning skal udføres.
- 1.2 Anvisningen omfatter sprængning i klipper, der udføres i forbindelse med bygge- og anlægsvirksomhed.
- 1.3 Forsigtig sprængning anvendes ved sprængningsarbejde hvor:
 - man er i nærheden af bygninger og installationer
 - på grund af udkast og udkastretningen kan frembyde risiko for skader som følge af:
 - vibrationspåvirkninger
 - trykpåvirkninger eller
 - udkast af fragmenter

Forsigtig sprængning skal gennemføres i overensstemmelse med en arbejdsbeskrivelse, der er udarbejdet på grundlag af en risikoanalyse jf. SS 460 4866 pkt. 2.
- 1.4 Anvisningen forudsætter, at den ansvarlige sprængningsleder har et sprængningscertifikat godkendt af Dansk Sprængteknisk Forening.
- 1.5 Anvisningen forudsætter at gældende lovgivning, bekendtgørelser m.v. følges.

2. Referencer

- 2.1 Der henvises generelt til lovgivning og myndigheders regulering af forhold vedr. håndtering, transport og anvendelse af sprængstoffer m.v. samt forhold vedr. sikkerhed, se i øvrigt tillæg 1.
- 2.2 Der henvises specielt til beskrivelse af forsigtig sprængning i Nitro Nobel AB's kursusmateriale vedrørende "Försiktig sprängning" og til Svensk Standard 460 48 66 "Vibration och stöt - Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader".

Forsigtig sprængning i klipper

3. Definition

- 3.1 Ved forsigtig sprængning forstås sprængning, som er planlagt og udført under hensyntagen til pkt. 1.3 ved anvendelse af f.eks. flere, mindre ladninger, reduktion af samvirkende ladninger og reduktion af hul- og rækkeafstand.
- 3.2 Ved risikoanalyse forstås en undersøgelse af sprængningsobjektet og dets omgivelser, med en vurdering af risici for skader ved udkast og vibrationer og konsekvenser heraf, og herunder prøvesprængning, besigtigelse og undersøgelse af bygninger, anlæg og installationer.

Ved risikoanalysen og prøvesprængning skal det *tilladelige vibrationsniveau fastsættes* (se DSF anvisning nr. 1).

4. Projektering og gennemførelse af forsigtig sprængning

- 4.1 På grundlag af risikoanalysen skal der udføres projektering af sprængningsarbejdet omfattende udarbejdelse af sprængplaner, boreplaner og ladningsplaner samt planer for sikkerhedsforanstaltninger.

Vejledning:

På grundlag af risikoanalysen skal der udføres projektering af sprængningsarbejdet omfattende udarbejdelse af sprængplaner, boreplaner og ladningsplaner samt planer for sikkerhedsforanstaltninger, herunder:

- *Reduktion af samvirkende ladningsstørrelse (se pkt. 5)*
- *Afdækning af sprængningsområdet og*
- *Afdækning af skadestruede bygninger og anlæg.*

Forinden sprængningsarbejdet igangsættes, bør der etableres vibrationsovervågning. Efter hver sprængning kontrolleres vibrationsniveauet, og der foretages nødvendig korrektion af boring og ladning. (Se DSF anvisning nr. 1).

- 4.2 Vejledende ladnings- og afstandstabel fremgår af tillæg II.

5. Anvisninger af metoder ved gennemførelse af forsigtig sprængning.

- 5.1 Ved forsigtig sprængning, reduceres størrelsen af de samvirkende ladninger pr. forsinkelsestrin, det vil sige mængde af sprængstof der antændes samtidig, sammenlignet med almindelige sprængninger.
- 5.2 Reduktionen af den samvirkende ladning kan f.eks. ske ved metoder, som er vist i tillæg III.

Forsigtig sprængning i klipper

- Opdeling af bænken
- Opdeling af ladninger
- Reduktion af hul- og rækkeafstande
- Ændring af tændplan

5.3 Sammenlignet med almindelige sprængninger vil forsigtig sprængning ved anvendelse af ovennævnte metoder til reduktion af samvirkende ladningsstørrelse medføre behov for boring af flere huller og dermed behov for, at antallet af boremeter pr. m³ klippe øges.

Samtidig med behov for forøgelse af antallet af borehuller er der også behov for forøgelse af antallet af forsinkelsestrin. Dermed kan der opstå behov for valg af andre typer detonatorer.

Forøgelse af antallet af borehuller kan desuden medføre, at der må vælges sprængstoffer med anden dimension og i visse tilfælde anden type.

Det samlede forbrug af sprængstof ændres ikke.

5.4 Ved forsigtig sprængning forudsættes desuden, at der foretages omhyggelig afdækning, så der ikke forekommer udkast i retning af de truede objekter. Det forudsættes sædvanligvis, at der anvendes tunge afdækningsmåtter suppleret med lette sprængmåtter.

Forsigtig sprængning i klipper

Tillæg I

Oversigt over gældende bekendtgørelser, anvisninger og referencer.

Bekendtgørelser:

- Bekendtgørelse af lov om våben og eksplosivstoffer
- Bekendtgørelse om eksplosivstoffer
- Bekendtgørelse om dykkerarbejdets sikre udførelse
- Bekendtgørelse om lov om arbejdsmiljø
- Bekendtgørelse om lov om arbejdsmiljø i Grønland
- Bekendtgørelse om bygge- og anlægsarbejde
- Bekendtgørelse om vejtransport af farligt gods
- Naalakkersuisut bekendtgørelse om eksplosive stoffer

Der henvises til internettet for download af seneste udgaver.

www.at.dk

www.retsinfo.dk

www.lovgivning.gl

Anvisninger:

- Vejledninger og forskrifter fra leverandører af spræng- og tændmidler.
- DSF-anvisning nr. 1: Vibrationspåvirkninger af bygninger, anlæg og installationer som følge af sprængningsarbejde.
- DSF-anvisning nr. 2: Forsigtig Sprængning.
- DSF-anvisning nr. 3: Sikkerhedsanvisninger ved Sprængningsarbejder.
- DSF-anvisning nr. 4: Sprængningscertifikat.
- DSF-anvisning nr. 5: Sprængtekniske formler og tabeller.
- DSF-anvisning nr. 6: Sikkerhedsstyring ved sprængningsarbejder
- Branchevejledning om forebyggelse af ulykker efter sprængningsarbejde

Referencer:

- Sprængteknik, undervisningshæfte 4:6, Nitro Nobel AB, 86-03

Forsigtig sprængning i klipper

Tillæg II

Ladnings- og afstandstabel

Fremgangsmåden for anvendelse af ladnings- og afstandstabel er følgende:

1. Der fastlægges et tilladeligt vibrationsniveau.
2. Ved hjælp af nedenstående tabel, bestemmes herefter "Niveau".
3. Med det bestemte "Niveau", går man ind i tabellen jf. næste side. Ud fra afstanden fra borehul til den vibrationsfølsomme bygning, aflæses ladningsmængden i kg sprængstof.

Det skal bemærkes at den fremkomne ladningsmængde, jf. tabel på næste side, ofte kan øges på grund af spredning i antændelsen på samme forsinkelsestrin (uordnet interferens mellem forsinkelsestiderne i et forsinkelsestrin).

Ladnings- og afstandstabellen kan anvendes ved prøvesprængninger samt ved mindre sprængningsarbejde, hvor man er begrænset af få bygninger af normal standard og hvor de geologiske forhold ikke er undersøgt ved prøvesprængninger.

Tabellen bygger på følgende formel.

$$v = K \cdot \sqrt{\frac{Q}{R \cdot \sqrt{R}}}$$

hvor:

- v = svingningshastigheden i mm/s
- K = overførselsfaktor som varierer med de geologiske forhold og afstanden
- Q = sammenvirkende ladning i kg (NG-baseret sprængstof)
- R = afstanden i meter fra sprængningsområdet til bygning

Forsigtig sprængning i klipper

Ladnings- og afstandstabel er konstrueret for klippe med en overførselsfaktor $K=400$ svarende til granit, gnejs, hård kalksten, kvarsitisk sandsten og diabas.

Bølgehastighed c i m/s	1.000-1.500 m/s svarende til sprængning i sand, grus, ler under grundvandsniveau	2.000-3.000 m/s svarende til sprængning i moræne, skiffer, blød kalk	4.500-6.000 m/s svarende til sprængning i granit, gnejs, hård kalksten, kvarsitisk sandsten og diabas.	Resultat i normalt bebyggede områder	Niveau $c=4.500-6.000$ m/s
Svingningshastighed v i m/s	9	18	18 25 35	Ingen nævneværdige revner	0,002 0,004 0,008
	13	25	50	Ingen nævneværdige revner	0,015
	18	35	70	Ingen nævneværdige revner	0,03
	30	55	100	Finrevner og pudsnefald	0,06
	40	80	150	Revner	0,12
	60	115	225	Kraftig revnedannelse	0,25

Forsigtig sprængning i klipper

Ladnings- og afstandstabel for forskellige ladningsniveauer.

Afstand i meter	Ladningsmængde i kg pr. forsinkelsestrin							
	0,002	0,004	0,008	0,015	0,030	0,060	0,120	0,250
0,5						0,02	0,04	0,08
1	0,002	0,004	0,008	0,015	0,03	0,06	0,12	0,25
2	0,006	0,012	0,025	0,05	0,09	0,2	0,4	0,7
3	0,010	0,02	0,04	0,08	0,16	0,33	0,65	1,3
4	0,015	0,03	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	2,0
5	0,022	0,045	0,09	0,18	0,36	0,73	1,4	2,8
6	0,027	0,055	0,12	0,23	0,47	0,95	1,9	3,8
7	0,035	0,07	0,14	0,27	0,57	1,15	2,3	4,6
8	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72	1,45	2,9	5,8
9	0,05	0,10	0,2	0,42	0,85	1,7	3,4	6,8
10	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
12	0,07	0,15	0,3	0,6	1,3	2,5	5,2	10,5
14	0,10	0,20	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4	13,0
16	0,12	0,25	0,5	1,0	2,0	3,9	7,8	15,5
18	0,15	0,30	0,6	1,2	2,4	4,7	9,4	19
20	0,17	0,35	0,7	1,4	2,8	5,6	11	22
25			1,0	2,0	4,0	8,0	16	32
30	0,32	0,65	1,3	2,6	5,2	10,4	21	42
35			1,6	3,2	6,5	13	26	52
40	0,50	1,0	2,0	4,0	8,0	16	32	64
45			2,4	4,8	9,5	19	38	76
50	0,70	1,4	2,8	5,5	11	22	44	88
55			3,3	6,5	13	26	52	104
60	0,95	1,9	3,8	7,5	15	30	60	120
65			4,3	8,5	17	34	68	136
70			4,8	9,5	19	38	76	152
75			5,3	10,5	21	42	84	168
80			5,8	11,5	23	46	92	184
85			6,4	12,8	25,5	51	102	204
90			7,0	14,0	28	56	112	224
95			7,6	15,2	30	61	122	244
100			8,5	16,5	33	66	132	264
110			9,3	18,5	37	74	148	296
120			10,5	21,0	42	84	168	336
130			11,7	23,5	47	94	188	376
140			13,2	26,3	52,5	105	210	420
150			14,5	29,0	58	116	232	464
160			16,0	32,0	64	128	256	512
170			17,5	35,0	70	140	280	560
180			19,0	38,3	76,5	153	306	612
190			20,7	41,5	83	166	332	664
200			22,5	45,0	90	180	360	720

Forsigtig sprængning i klipper

Samvirkende ladningsmængde, Q kg NG-baseret sprængstof, for forskellige K-værdier opnået erfaringsmæssigt.

v = svingningshastighed i mm/s gældende for klippe

Afstand R i m	9 mm/s	12 mm/s	18 mm/s	25 mm/s	35 mm/s	50 mm/s	70 mm/s	K-værdier
5	-	-	-	0,04	0,08	0,18	0,36	400
10	-	0,04	0,08	0,16	0,32	0,65	1,3	350
15	0,05	0,09	0,2	0,4	0,8	1,6	3,1	300
20	0,11	0,21	0,46	0,89	1,75	3,6		250
25	0,25	0,45	1,0	1,95	3,8	7,8		200
30	0,59	1,1	2,4	4,6	9,0			150
35	1,1	1,9	4,3	8,2	16,2			125
40	2,1	3,6	8,2	15,8				100
45	3,0	5,4	12,1					90
50	4,5	8,0	17,9					80
70	12,5	22,1						65
100	32,4							50

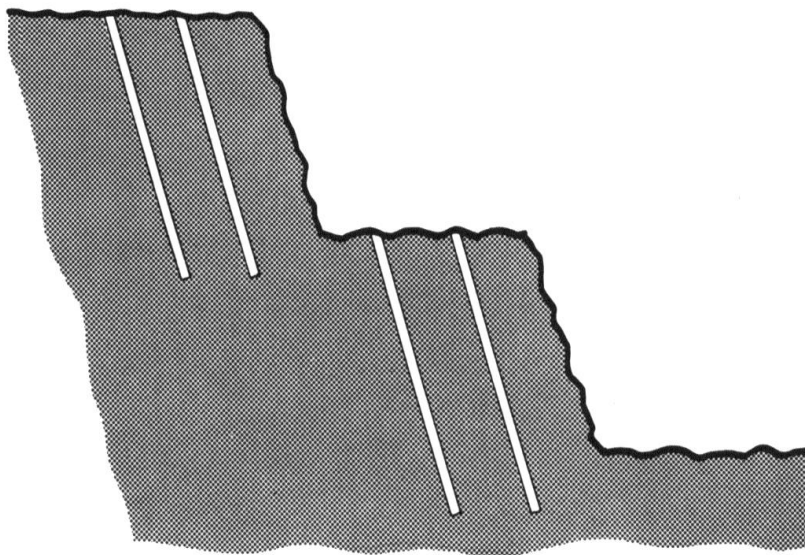
Forsigtig sprængning i klipper

Tillæg III

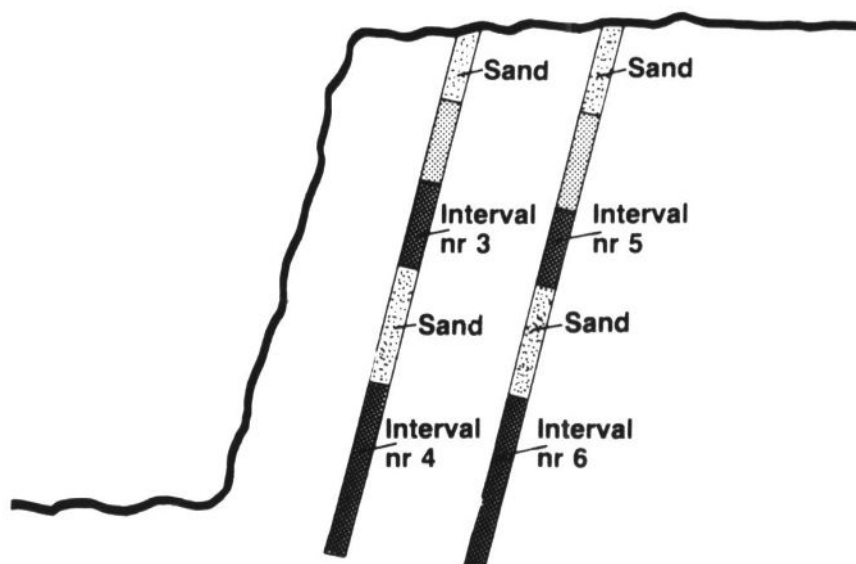
Skitser

Skitser af

- Opdeling af bænken
- Delladninger
- Reduceret hul og rækkeafstand
- Tændplan

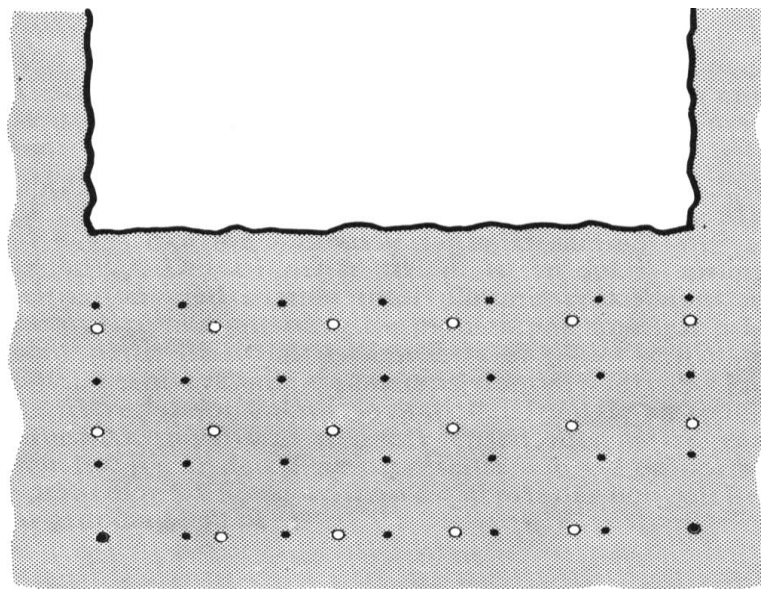


Opdeling af bænken. Området sprænges ikke ud af én gang, men deles op i flere bænke.

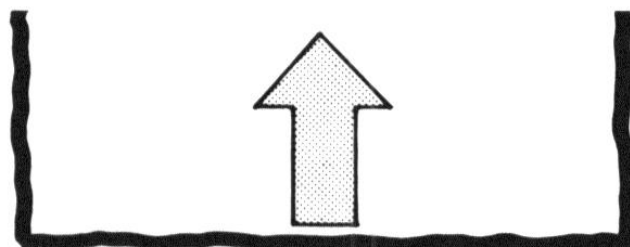


Anvendelse af delladninger. Ladningsmængden fordeles i borehullet, og antændes med flere tidsintervaller med sandprop mellem ladningerne.

Forsigtig sprængning i klipper



Reducering af hul- og rækkeafstande. Lyse huller viser huller, som anvendes ved almindelig sprængning, medens mørke huller viser huller efter reduktion af hul- og rækkeafstande.



4	2	1	1	2	4
7	5	3	3	5	7
10	8	6	6	8	10
13	11	9	9	11	13
15	14	12	12	14	15

Tændplanen. Antallet af huller med samme forsinkelsestrin reduceres, så den maksimale samvirkende ladning ikke overskrides.



DANSK SPRÆNGTEKNISK FORENING
c/o SMVdanmark
Islands Brygge 26
DK-2300 København S
Tlf: +45 33 93 20 00
E-mail: DSF@explosives.dk
Web: www.explosives.dk

Medlem af European Federation
of Explosives Engineers

