

FFI avd X  
Rapport X 38  
Kopi nr /  
Ref X-131-130.

NEDGRADERT Dato 13/5-59  
til: FORTROLIG  
Ref: -/s-9/FFI.X/K 14/350  
Sign: L. Bekkelund

AVGRADERT  
Dato: 7.11.08 Sign: S2

SPLINIVIRKNINGEN FRA 81 mm BOMBKASTERGRANAT

av

Eigil Strømsøe

Godkjent av H.C. Christensen ( forskningssjef )

2. juni 1956.

Fordeling:

1. FFI. Sekr.
2. Skyte-og vinterskolen for Infanteriet.
3. Avd. T
4. " F
- 5.6. " X
7. Bibl.
8. Forsker E. Strømsøe.

FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT

Postboks 1084 Oslo

SUMMARY

Fragmentation tests have been carried out with 81 mm mortar projectiles in order to determine the optimum height of detonation using proximity fuzes. The effect field consisted of horizontal 1.8 x 0.4 m boards, 1.3 cm thick, spaced 5 m apart in a square array within a radius of 30 m. The projectiles were detonated at seven heights, 0, 1, 2, 3.5, 5, 8 and 12 m. Fragments which perforated the boards were supposed to represent a 50 % probability of incapacitation. An optimum height of 3.5m was found, giving a factor of superiority of four to one compared with contact burst. The results also gave some information of the dependence of the fragmentation effect on the direction and on the distance to the projectile. The importance of some other factors which were not investigated, are discussed.

1.0 INNLEDNING

Hensikten med disse undersøkelser har vært å måle den relative splintvirkning av 81 mm bombekastergranat M 43 A1 ved detonasjon i forskjellig høyde for på dette grunnlag å kunne fastsette en optimal sprengningshøyde ved bruk av nærhetsbrannrør.

Det foreligger en rapport (1) over lignende undersøkelser med annen ammunisjon (M-8 rakett, 260 og 500 lbs bomber). Disse forsøk ble utført ved å skyte rakettene eller slippe bombene mot et felt hvor målene var representert av horisontale skiver av tre i et kvadratisk mønster med 15 fots avstand.

Skivene var i det ene tilfelle av størrelse 1 x 6 fot med tykkelse 1 tomme, i det annet tilfelle finerplater 2 x 6 fot med tykkelse 3/4 tomme. Som effektive splinter ble i første tilfelle regnet alle som var trengt minst 1/4 tomme inn i skiven, i annet tilfelle alle som hadde slått igjennem skiven (3/4 tomme). Skivene var i første tilfelle lagt 1 tomme under overflaten, i annet tilfelle på bunnen av skyttergroper, 12 tommer dype.

2.0 UTFØRELSEN AV FORSØKENE

Sprengningsforsøkene ble utført på Terningsmoen i tiden 4.-6.4.56 i samarbeid med Skyte- og vinterskolen for Infanteriet. Arbeidet ble fordelt slik at FFI forestod den teoretiske del av forberedelsene samt registreringen og behandlingen av resultatene mens SVI tok seg av den tekniske del av de nødvendige forberedelser og gjennomføringen av forsøkene.

Det var av flere grunner nødvendig å gjennomføre forsøkene som statiske sprengninger uten utskytning av granatene. Utskytning av granatene ville ha krevd et langt større måleområde med ca 10 ganger så mange skiver.

HEMMELIG

Videre måtte man ha hatt til disposisjon et tilstrekkelig antall nærhetsbrannrør med noenlunde sikker virkning. Da granathastigheten (140 m/sek) er liten sammenlignet med begynneshastigheten for splintene (1200 m/sek) (2), er det imidlertid liten grunn til å tro at forskjellen er av vesentlig betydning.

Målene var representert av skiver av furubord, 1.8 x 0.4 m med tykkelse 1.3 cm. Tykkelsen var med hensikt valgt noe mindre enn ved de tidligere refererte forsøk for å oppnå et rimelig antall splinter med gjennomsnittslag. Alle splinter som laget merke på baksiden av skiven ble regnet som gjennomslag selv om splinten ikke var trengt helt igjennom. Det hadde utvilsomt vært mulig å foreta en skarpere gradering av splintene ved å regne som "kraftig gjennomslag" alle som laget tydelig hull i skiven og som "svakt gjennomslag" alle de øvrige. En slik gradering bør gjennomføres ved eventuelle nye forsøk. Det ble også foretatt optelling av alle splinter som traff skivene uten gjennomslag.

Skivene ble anbragt i kvadratisk mønster med 5 m avstand innenfor en sirkel med radius 30 m, se fig 2.1. Det totale antall skiver ble således 113. Avstanden mellom skivene vil naturligvis <sup>influere</sup> på den relative splintvirkning idet en større avstand vil begunstige en større detonasjonshøyde. Da det ikke forelå noen vurdering av hvilken taktisk situasjon som fortrinnsvis burde undersøkes, ble avstanden 5 m valgt på grunnlag av den tidligere refererte rapport (1).

Skivene ble lagt direkte ned på en noenlunde horisontal mark. Det var en svak skråning i den bakerste tredjedel av feltet som vil forårsake en litt for høy splintvirkning i dette område. Denne effekt vil imidlertid være av liten betydning for den relative splintvirkning, og det er derfor ikke gjort noe forsøk på å korrigere for den.

Dette skivearrangement skulle da tilsvare følgende taktiske situasjon: En avdeling soldater i en gjennomsnittlig avstand av 5 m befinner seg enten på en flat mark i grunne grøfter eller skyttergroper slik at bare en ubetydelig del av kroppen rager opp, eller i et kupert lende hvor terrenget yder tilsvarende naturlig beskyttelse.

Granatene ble ved hjelp av en galge, festet til en høy mast, heist opp til riktig detonasjonshøyde. Masten stod i en avstand av ca 6 m fra sprengningspunktet, og skivemønsteret bak masten ble tillempet slik at skyggevirkningen fra masten ble uten betydning.

Granatenes vinkel med horisontalplanet ble søkt holdt på ca 66°. I de største høyder var det vanskelig å få noen nøyaktig kontroll av denne vinkel, men det er lite sannsynlig at avvikelserne førte til feil av betydning.

Initieringen av granatene foregikk med elektrisk fenghette nr 8 forsterket med en blanding av tetryl og plastisk sprengstoff, som ble fylt inn i rommet for den ordinære sprengkapsel. Denne initieringsmåte vil muligens føre til en noe kraftigere sønderdeling av brannrøret enn normalt, men vil neppe ha større innvirkning på fragmenteringen i sin helhet.

Granatene ble sprengt i 7 forskjellige høyder, 0, 1, 2, 3.5, 5, 8 og 12 m. Høyden ble regnet fra brannrørspissen. Det ble foretatt 7 sprengninger i hver høyde, og splintene ble opptellet og avmerket for hver sprengning. Opptellingen ble besørget av en tropp bestående av 2 befal og 20 menige.

### 3.0 TEORETISK BEREGNING AV SPLINTVIRKNINGEN

Før forsøkene ble utført var det foretatt en teoretisk beregning av splintvirkningen som kort skal omtales.

Disse beregninger var stort sett basert på de samme forutsetninger som ble brukt ved forsøkene, nemlig at målene var representert av  $0.72 \text{ m}^2$  horisontale skiver i et kvadratisk mønster med 5 m avstand. Det ble sett bort fra granatens utstrekning, og detonasjonshøyden ble regnet fra skivens plan. Splinttettheten ble tatt fra en tabell (2) hvor antall effektive splinter pr kvadratfot var gjengitt for forskjellige avstander. Disse data representerte gjennomsnittsverdier for alle retninger, og det var derfor ikke å vente at beregningene skulle være i full overensstemmelse med de eksperimentelle resultater. Med effektive splinter er i denne forbindelse splinter som treffer målet med en kinetisk energi  $\geq 8 \text{ kgm}$ . Slike splinter vil ikke nødvendigvis være dødelige, men vil være tilstrekkelige til å gjøre en mann stridsudyktig (2).

Ved hjelp av tabellen og under hensyntagen til de enkelte skivers vinkel med splintretningen ble det gjennomsnittlig antall treff av effektive splinter,  $n$ , beregnet for alle skiver hvor  $n > 0.01$ . Splintene ble antatt å bevege seg rettlinjet. Sannsynligheten for at en skive skal treffes av minst en effektiv splint er da

$$p = 1 - e^{-n}$$

Det gjennomsnittlige antall skiver truffet av minst en effektiv splint (lik  $\sum p$ ) ble tatt som mål for splintvirkningen. Beregningene ble gjennomført både for det tilfelle at sprengningspunktet ligger rett over en skive og for det tilfelle at det ligger over midtpunktet mellom fire skiver. Som ventet var det bare for de laveste høyder (1 og 2 m) noen forskjell av betydning. Middelveien av resultatene fra de to beregningsmetoder er

gjengitt på fig 3.1. I 0 m høyde vil man med de gitte forutsetninger ikke få noen splintvirkning uten ved direkte treff i en skive, altså en meget liten virkning. Den virkning som er antydnet på fig 3.1 er basert på en annen forutsetning, nemlig at forholdet mellom virkningen i 0 m høyde og i optimal høyde er det samme (1:5) som for M-8 rakett og 260 og 500 lbs bomber (1).

#### 4.0 FORSØKSRESULTATER

Den primære hensikt med forsøkene var å undersøke den effektive splintvirkning ved varierende detonasjonshøyde. Registreringen av resultatene ble imidlertid foretatt på en slik måte at det også skulle være mulig å trekke visse slutninger om virkningen i forskjellig retning og på forskjellig avstand.

#### 4.1 Effektiv splintvirkning som funksjon av detonasjonshøyden.

Med effektiv splintvirkning skal her forstås det midlere antall soldater som i den valgte taktiske situasjon blir gjort kampudyktige ved detonasjon av en granat idet en ser bort fra splintvirkning på større avstand enn 30 m.

Det synes å herske adskillig usikkerhet om hvor stor kinetisk energi en splint må ha for å sette en mann ut av strid. Ved den teoretiske beregning ble grensen satt ved 8 kgm (2). E. Kihlblom (3) angir gjennomslag av 4 cm furu for å være nødvendig for å oppnå dødelig virkning og av 2.5 cm furu for å gjøre en mann stridsudyktig. Den energi som kreves for gjennomslag av 4 cm furu oppgies å være 20 kgm for en 10 g splint. I den amerikanske rapport (1) ble det i det ene tilfelle regnet med effektiv skade når en splint var trengt 1/4" (0.6 cm) inn i skiven (tresort ikke oppgitt) og i det annet tilfelle ved gjennomslag av en splint i 3/4" (1.9 cm) finerplate.

Det synes derfor å være klart at man ikke kan regne med at alle de splinter som ved disse forsøk ble registrert som gjennomslag kan ansees som effektive splinter. Det ble i stedet gjort den antagelse at det ved treff av en slik splint er 50 % sannsynlighet for effektiv skade og videre at flere treff i samme skive er uavhengige av hverandre, slik at sannsynligheten for effektiv skade med  $n$  treff i samme skive er  $1 - \frac{1}{2^n}$ .

Disse antagelser vil først og fremst være av betydning for den absolutte splintvirkning. Her er vi imidlertid fortrinnsvis interessert i den relative splintvirkning, og for denne er disse antagelser av underordnet betydning.

I tabell 4.1 er resultatene fra samtlige forsøk gjengitt som antall skiver som ved syv sprengninger ble truffet av forskjellig antall splinter med og uten gjennomslag.

Tabell 4.1

Høyde	Antall skiver truffet av n splinter med gjennomslag				Antall skiver truffet av n splinter uten gjennomslag					
	n = 1	n=2	n=3	n=4	n = 1	n = 2	n = 3	n=4	n=5	n=6
0 m	10	1			20	1	1			
1 "	22	5	1	1	38	7	2		1	
2 "	26	1	2		43	7		2	1	1
3.5 "	36	12	4		36	6	2	1		
5 "	30	5	1		42	9	2			
8 "	24	2			19					
12 "	19				24	2	2			

I tabellen er ikke tatt med treff i skiven rett under sprengningspunktet for høydene 0, 1 og 2 m. I disse høyder vil granatens plassering i forhold til nærmeste skive være av vesentlig betydning. Vi skal derfor se litt nærmere på splintvirkningen når granaten detonerer i disse høyder på andre steder enn rett over en skive. Vi skal bare studere splintvirkningen for den nærmeste skive og således anta at den gjennomsnittlige virkning for de øvrige skiver er konstant. Den feil som dette forårsaker vil neppe være av betydning sammenlignet med usikkerheten forøvrig.

Fremgangsmåten ved beregning av den effektive virkning i 0 m høyde er antydnet på fig 4.1. Det antas at ved detonasjon innenfor en avstand på 1 m fra skivens kant vil sjokkbølgevirkningen være tilstrekkelig til å frembringe effektiv skade (2). Sjokkbølgens maksimumstrykk er på denne avstand ca 6 kg/cm<sup>2</sup> (4). Dette areal er for enkelhets skyld erstattet med en sirkel med radius 1.5 m. Resten av kvadratet er ved konsentriske sirkler delt i tre områder. For hvert område er m, det gjennomsnittlige antall treff med gjennomslag i skiven ved detonasjon i denne avstand, funnet ved å ekstrapolere forsøksresultatene. Da man kan anta at Poissonfordelingen gjelder, blir sannsynligheten for n treff i skiven:

$$P(n) = m^n \cdot e^{-m} \cdot \frac{1}{n!}$$

Da sannsynligheten for at en granat detonerer i et område er lik forholdet mellom arealene av området og av hele kvadratet, har man tilstrekkelige data til å beregne splintvirkning + sjokkbølgevirkning.

For 1 m og 2 m høyde benyttes en tilsvarende fremgangsmåte (bortsett fra at det ved 2 m ikke blir noen sjokkbølgevirkning), og man finner følgende verdier for den effektive virkning mot nærmeste skive ved til-

feldig sprengningspunkt:

0 m: 0.38  
 1 " 0.60  
 2 " 0.67

Effektiv splintvirkning for de øvrige skiver finnes ved i tabell 4.1 å gi skiver truffet av henholdsvis 1,2,3 og 4 splinter med gjennomslag, vektallene 0.5, 0.75, 0.88 og 0.94. Resultatene summeres for hver høyde og divideres med 7. Til de beregnede verdier for 0, 1 og 2 m høyde adderes den effektive virkning mot nærmeste skive. Resultatet av disse beregninger er gjengitt i tabell 4.2.

Tabell 4.2

Høyde, m	:	0,	1	2	3.5	5	8	12
Effektiv splintvirkning:		1.2	3.0	2.9	4.4	2.9	1.9	1.4

Resultatene er også gjengitt på fig 4.2. Denne kurve er hovedsakelig tegnet på grunnlag av tabell 4.2, men det er også tatt noe hensyn til treff av splinter uten gjennomslag (tabell 4.1) og til den teoretiske beregning av splintvirkningen (fig 3.1).

Forskjellen mellom de to kurver, fig 3.1 og fig 4.2, består i at den maksimale virkning inntreffer ved en lavere detonasjonshøyde i fig 4.2 og at virkningen avtar raskere med økende detonasjonshøyde. Ved den teoretiske beregning av splintvirkningen er altså de store detonasjonshøyder blitt begunstiget. Det må antas at dette skyldes at beregningen er basert på en tilfeldig orientering av granaten. På fig 4.3 er det søkt å gi en skjematisk og sterkt forenklet forklaring av forholdet. Det er der antatt at en tilfeldig orientering av granaten kan representeres av en granat med nedslagsvinkel  $45^{\circ}$  og videre at splintvirkningen er konsentrert om et plan gjennom granaten loddrett på lengdeaksen. Det fremgår av figuren at splinter i nærheten av dette plan vil treffe horisontalplanet med en mindre splinttetthet ved  $66^{\circ}$  nedslagsvinkel enn ved  $45^{\circ}$  og at denne effekt vil være mere utpreget jo større detonasjonshøyden er.

#### 4.2 Splintvirkningens avhengighet av avstanden.

Det ~~mindre~~<sup>midlere</sup> antall splinter med gjennomslag pr skive pr granatsprengning uten hensyn til retningsvirkningen er beregnet og gjengitt i tabell 4.3 for alle detonasjonshøyder. For de fjerneste skiver er det totale antall treff så ~~laft~~ at skiver med noenlunde samme avstand fra sprengningspunktet er behandlet under ett. For disse er angitt den midlere avstand.

Tabell 4.3

Detonasjons høyde	Horisontal avstand fra sprengningspunktet						
	0	5	7	11	15	20	27
0		0.11	0.03 <sub>6</sub>	0.07 <sub>1</sub>	0	0	0.00 <sub>6</sub>
1	7.86	0.46	0.32	0.13	0.00 <sub>9</sub>	0.02 <sub>2</sub>	0
2	4.86	0.25	0.07 <sub>1</sub>	0.12	0.07 <sub>1</sub>	0.02 <sub>7</sub>	0.00 <sub>3</sub>
3.5	0.86	0.68	0.36	0.20	0.11	0.03 <sub>6</sub>	0
5	0.57	0.36	0.32	0.03 <sub>6</sub>	0.06 <sub>2</sub>	0.04 <sub>5</sub>	0.01 <sub>6</sub>
8	0.14	0.21	0.11	0.07 <sub>1</sub>	0.02 <sub>7</sub>	0.01 <sub>8</sub>	0.01 <sub>6</sub>
12	0.28	0	0.03 <sub>6</sub>	0.08 <sub>3</sub>	0.01 <sub>8</sub>	0.00 <sub>9</sub>	0.01 <sub>6</sub>

For høydene 1, 3,5 og 8 m er disse resultater oppteget på fig 4.4. Kurvene er bare ment som grov orientering, og det er neppe tilrådelig å basere kvantitative vurderinger på dem.

#### 4.3 Splintvirkningens avhengighet av retningen.

Forsøkene var ikke planlagt med henblikk på å oppnå fullstendige opplysninger om dette forhold. Enkelte ting var allikevel sterkt i øyefallende. I tabell 4.4 er gjengitt et relativt mål for splintvirkningen rett bak, rett til side for og rett foran granaten.

Tabell 4.4

Høyde	Relativ splintvirkning		
	Bak	Til side	Foran
0	2	1.5	0
1	12	3.5	1
2	6	2.5	0
3.5	16	6.5	0
5	9	2.5	0
8	6	1.5	4
12	2	1	1

Som det fremgår av tabellen får man alltid størst splintvirkning rett bak granaten. Stort sett får man også en større virkning rett til siden enn rett frem.



En direkte sammenligning med andre retninger er vanskelig å foreta på grunn av den forskjellige avstand fra skivene til sprengningspunktet. Derimot kan man foreta en innbyrdes sammenligning mellom sektorer som ligger innenfor vinklene  $0 - 45^\circ$ ,  $45 - 90^\circ$ ,  $90 - 135^\circ$  og  $135 - 180^\circ$  med skuddretningen. Dette er gjort i tabell 4.5.

Tabell 4.5

Høyde	Relativ splintvirkning			
	$0 - 45^\circ$	$45 - 90^\circ$	$90 - 135^\circ$	$135 - 180^\circ$
0	0	0	0	6
1	1	2	3	4
2	1	1	4	7
3.5	0	3	3	13
5	0	0	3	11
8	0	0	1	7
12	3	3	1	4

Disse data er stort sett i overensstemmelse med tabell 4.4. Bare i 12 m høyde er det en overraskende stor virkning i de to forreste sektorer. Det må imidlertid antas at dette skyldes en tilfeldighet.

Som tidligere nevnt var det en svak helning i terrenget som begünstiget splintvirkningen for de bakerste skiver. Denne faktor er helt sikkert ikke i stand til å forklare den store forskjell mellom virkningen forover og bakover, og er i det hele tatt neppe av betydning sammenlignet med spredningen av forsøksresultatene.

Man kan derfor trekke den konklusjon at splintvirkningen er sterkt konsentrert bakover innenfor en sektor  $45^\circ$  på hver side av granataksen.

En størrelse som kan ha en viss interesse er middeltreffpunktet for splintene. For alle høyder ligger dette bak sprengningspunktet. Den horisontale avstand til middeltreffpunktet er gjengitt i tabell 4.6.

Tabell 4.6

Detonasjonshøyde, m	1	2	3.5	5	8	12
Avstand til middeltreffpunkt, m	2	3	6	8	8	2

For de største detonasjonshøyder vil den virkelige avstand være noe større enn den som er gjengitt i tabell 4.6 fordi det da vil være en ganske stor splintvirkning utenfor skiveområdet.

## 5.0 SPLINTVIRKNINGEN UNDER ANDRE FORHOLD

Det kan tilslutt være grunn til å se nærmere på betydningen av enkelte faktorer som ikke ble undersøkt ved disse forsøk, men som er av stor interesse ved den taktiske bruk av bombekasteren.

### 5.1 Granathastighet.

Som tidligere nevnt utgjør granathastigheten bare 12 % av splintenes begynneshastighet, og det kan derfor ikke ha noen stor betydning at man neglisjerer den. Granathastigheten vil gi splintene en hastighetsøkning i granataksens retning. Med  $66^{\circ}$  nedslagsvinkel blir den vertikale komponent dominerende, og man får derfor en større splintvirkning og en større optimal detonasjonshøyde.

### 5.2 Granater med anslagsrør.

Anslagsrøret for 81 mm bk granat er et øyeblikksbrannrør, og det vil derfor være en meget liten forsinkelse før det øyeblikk granaten treffer bakken til den detonerer. Granatens penetrasjonsdybde i løpet av denne tid vil være avhengig av grunnens beskaffenhet. For en noenlunde fast grunn vil den alltid være meget liten, men da splintvirkningen avtar meget hurtig med detonasjonshøyden i dette område ( fig 4.2), kan den allikevel være av betydning. Ved utskytning av granater med anslagsrør vil man derfor i alminnelighet få noe mindre splintvirkning enn ved de statiske sprengningsforsøk med 0 m detonasjonshøyde (tabell 4.2), men forskjellen vil sannsynligvis ikke være av stor betydning. Et interessant tilfelle som bør undersøkes spesielt, er virkningen av granater med anslagsrør på snedekket mark.

### 5.3 Granatens nedslagsvinkel.

Dette spørsmål er berørt tidligere i forbindelse med fig 4.3. Det synes som om en mindre nedslagsvinkel vil begunstige en større detonasjonshøyde, men hvor stor betydning denne faktor har, er vanskelig å forutsi.

### 5.4 Målenes innbyrdes avstand.

Som tidligere nevnt vil avstanden mellom målene ha betydning for den relative virkning slik at en større avstand vil begunstige en større detonasjonshøyde. Det skulle være mulig på grunnlag av de foreliggende data å foreta en beregning av dette forhold.

### 5.5 Mål i andre stillinger.

Ved beskytning av mål i oppreist stilling vil sannsynligvis nærhetsbrannrør i alminnelighet være mindre effektive enn anslagsrør. Det er imid-

lertid vanskelig å forutsi virkningen på vinterføre med varierende sne-  
dybde, og eksperimentelle undersøkelser synes her å være påkrevet.

Med mål i nedgravde stillinger som gir bedre dekning enn for-  
utsatt ved disse forsøk vil splintvirkningen fra granater med anslagsrør  
bl. vesentlig mindre, og den relative splintvirkning vil forandres i fa-  
vør av granater med nærhetsbrannrør. Med 260 og 500 lbs bomber får man  
20 ganger større splintvirkning ved sprengning i optimal høyde enn i 0 m  
høyde når målene befinner seg på bunnen av 1 fot dype skyttergroper (1).  
Den tilsvarende forbedringsfaktor for horisontale udekkede mål er 5.  
Beregning av den relative splintvirkning og optimal detonasjonshøyde  
for 81 mm granaten ved beskytning av mål i nedgravde stillinger kan an-  
tagelig utføres på grunnlag av forsøksresultatene i denne rapport.

5.6 Mål på større avstand enn 30 m.

Hvis målene har større horisontal avstand enn 30 m fra sprang-  
ningspunktet, vil den optimale detonasjonshøyde øke. En kvantitativ  
vurdering av dette forhold er mulig, men vil bli meget omstendelig hvis  
man skal ta hensyn både til avstands- og retningsvirkningen.

Kjeller, den 2. juni 1956.



E. Strømsøe.

CONFIDENTIAL

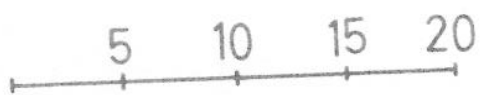
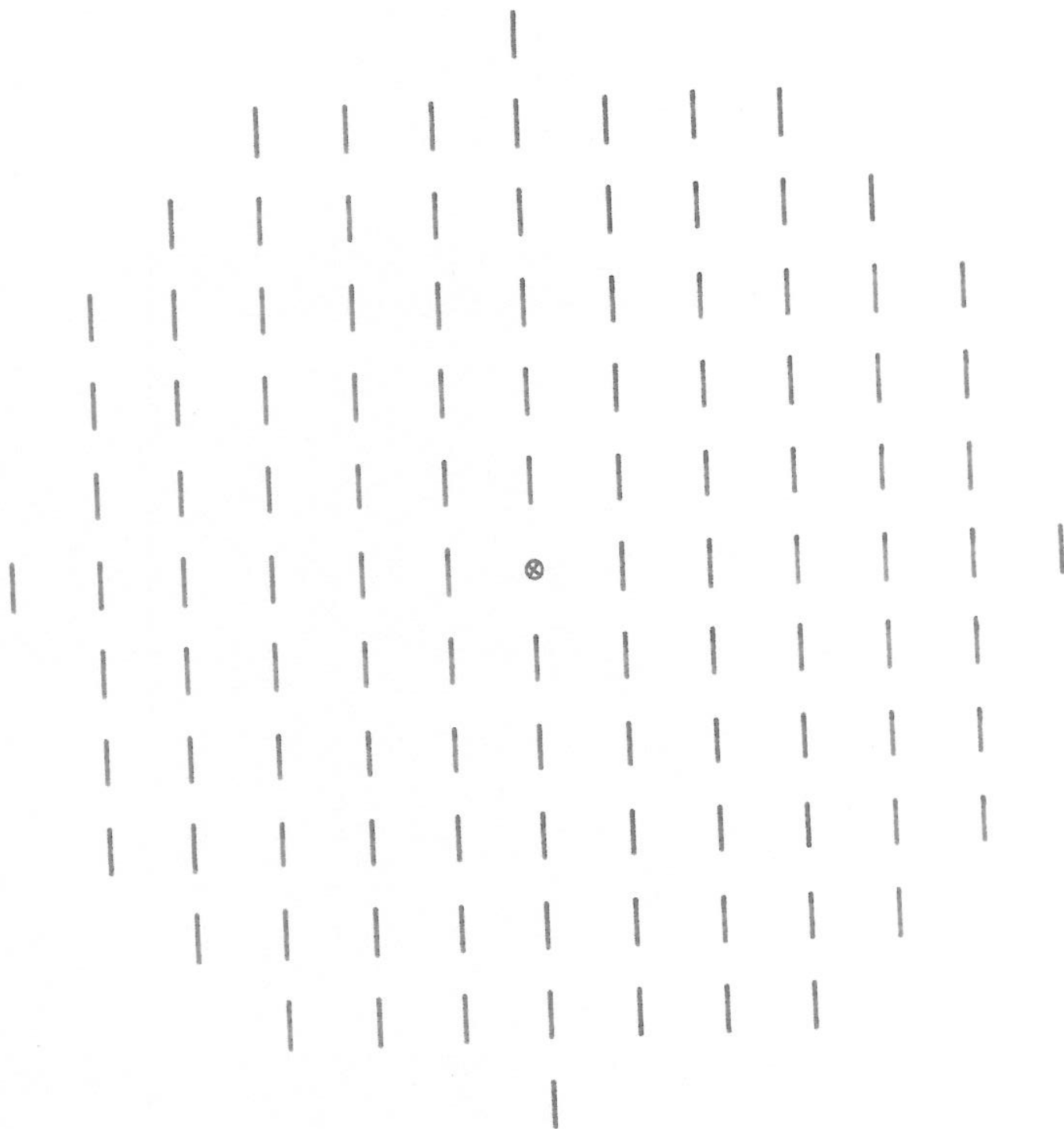
Henvisninger:

- 1.) J.E. Henderson & S.H. Neddermeyer: Analysis of proving ground data on experimental Bureau of Standards and Wastinghouse proximity fuzes fired at Fort Fisher. NBS, Ordnance Development Division, May 1943. Div. 4-222.23-M5.
- 2.) Departement of the Army: Ballistic data performance of ammunition. United States Government Printing Office, Washington 1948 Restricted.
- 3.) E. Kihlblom: Grunderna för beräkning av verkan i levande mål. Artilleri-tidsskrift 64, 80, (1935).
- 4.) S.A. Granstrøm: Något om luftstøtsvågsbelastningar. Tidsskrift i forfifikasjon, 75, 173, ( 1952).

Fig 2.1.

Plan for skivearrangement.

⊗ : Sprengningspunkt.



Målestokk i m.