

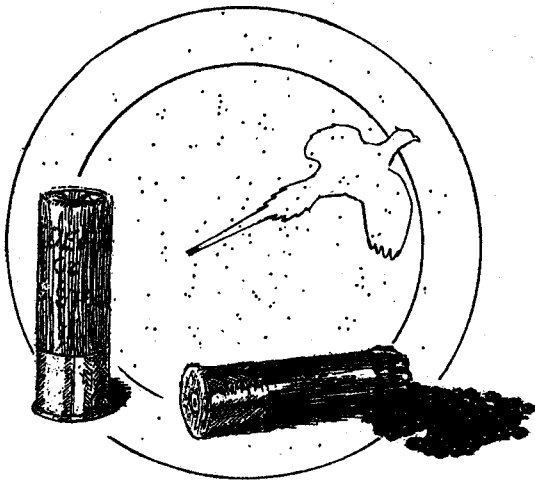


Miljø- og Energiministeriet  
Danmarks Miljøundersøgelser

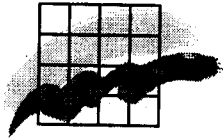
# Kvalitetsparametre for haglammunition

En undersøgelse af spredning og  
indtrængningsevne som funktion af  
haglenes størrelse og form

Faglig rapport fra DMU nr. 295







Miljø- og Energiministeriet  
Danmarks Miljøundersøgelser

# Kvalitetsparametre for haglammunitio

En undersøgelse af spredning og  
indtrængningsevne som funktion af  
haglenes størrelse og form

Faglig rapport fra DMU nr. 295  
1999

*Poul Hartmann*  
Afdeling for Landskabsøkologi

*Niels Kanstrup*  
Danmarks Jægerforbund

*Tommy Asferg*  
Afdeling for Landskabsøkologi

*Jesper Fredshavn*  
Afdeling for Landskabsøkologi

# Datablad

**Titel:** Kvalitetsparametre for haglammunition  
**Undertitel:** En undersøgelse af spredning og indtrængningsevne som funktion af haglenes størrelse og form

**Forfattere:** Poul Hartmann<sup>1)</sup>, Niels Kanstrup<sup>2)</sup>, Tommy Asferg<sup>1)</sup> og Jesper Fredshavn<sup>1)</sup>

**Afdelinger:** <sup>1)</sup>Afdeling for Landskabsøkologi  
<sup>2)</sup> Danmarks Jægerforbund

**Serietitel og nummer:** Faglig rapport fra DMU nr. 295

**Udgiver:** Miljø- og Energiministeriet  
Danmarks Miljøundersøgelser©

**URL:** <http://www.dmu.dk>

**Udgivelsestidspunkt:** December 1999

**Redaktion:** Kirsten Zaluski  
**Faglig kommentering:** Henning Noer  
**Figurer:** Tommy Asferg  
**Forsidetegning:** Rune Stenholm Jakobsen

**Bedes citeret:** Hartmann, P., Kanstrup, N., Asferg, T. & Fredshavn, J. (1999): Kvalitetsparametre for haglammunition. En undersøgelse af spredning og indtrængningsevne som funktion af haglenes størrelse og form. Danmarks Miljøundersøgelser. 36 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 295.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

**Frie emneord:** Hagl, størrelse, deformation, patron, ammunition, spredning, indtrængningsevne, kvalitet.



Denne tryksag er mærket med det nordiske miljømærke Svanen.  
Licensnr. 541 006. Det garanterer officielle miljøkrav ud fra tryksagens livscyklus.  
Trykt på 100 g cyclus offset. Phønix-Trykkeriet A/S, Århus.  
ISO 14001 miljøcertificeret og EMAS-godkendt.

**Redaktionen afsluttet:** 23. november 1999  
**ISBN:** 87-7772-499-2  
**ISSN:** 0905-815x  
**Sideantal:** 36  
**Oplag:** 800  
**Pris:** kr. 40,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

**Købes i boghandelen eller hos:** Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
DK-8410 Rønde  
Tlf.: 89 20 17 00  
Fax: 89 20 15 15  
e-mail: [tpe@dmu.dk](mailto:tpe@dmu.dk)

Miljøbutikken  
Information og Bøger  
Læderstræde 1  
DK-1201 København K  
Tlf.: 33 95 40 00  
Fax: 33 92 76 90  
[butik@mem.dk](mailto:butik@mem.dk)  
[www.mem.dk/butik](http://www.mem.dk/butik)

# Indhold

## Forord 5

## Resumé 6

## English Summary 8

## 1 Indledning 10

## 2 Materiale og metoder 11

- 2.1 Skydninger på papirskiver 11
- 2.2 Skydninger på gelatineplader 12
- 2.3 Data og statistiske analyser 13

## 3 Resultater 14

- 3.1 Det basale skudbillede 14
  - 3.1.1 Spredning 14
    - 3.1.1.1 *Spredning på papirskiver* 14
    - 3.1.1.2 *Spredning på gelatineplader* 17
  - 3.1.2 Indtrængning 17
    - 3.1.2.1 *Indtrængning i gelatineplader* 17
- 3.2 Haglstørrelse 18
  - 3.2.1 Spredning 18
    - 3.2.1.1 *Spredning på gelatineplader* 18
  - 3.2.2 Indtrængning 19
    - 3.2.2.1 *Indtrængning i gelatineplader* 19
- 3.3 Haglform 21
  - 3.3.1 Spredning 21
    - 3.3.1.1 *Spredning på papirskiver* 21
    - 3.3.1.2 *Spredning på gelatineplader* 24
  - 3.3.2 Indtrængning 26
    - 3.3.2.1 *Indtrængning i gelatineplader* 26

## 4 Diskussion 29

- 4.1 Fejlkilder og metodekritik 29
- 4.2 Vurdering af resultaterne i relation til jagt og anskydninger 30

## **5 Konklusioner 31**

- 5.1 Hagl størrelse 31
- 5.2 Haglform 32
- 5.3 Spredning 32
- 5.4 Indtrængning 32

## **6 Anbefalinger 33**

## **7 Referencer 34**

### **Danmarks Miljøundersøgelser**

### **Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports**

# Forord

I denne rapport fremlægges resultaterne af en pilotundersøgelse, der har haft til formål at beskrive nogle basale egenskaber ved haglammunition, som kan tænkes at have indflydelse på risikoen for at lave anskydninger under jagt.

Ønsket om en sådan undersøgelse er bl.a. afledt af anbefalingerne i Vildtforvaltningsrådets handlingsplan vedrørende anskydninger (juni 1997), hvori der står:

- *Det er vigtigt for at undgå unødige anskydninger, at der kun anvendes kvalitetsammunition til jagt.*
- *Der bør i bekendtgørelsen om jagtvåben og ammunition indføres krav til den haglammunition (anlagsenergi m.v.), der anvendes til jagt.*
- *Det foreslås, at Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jægerforbund arbejder videre med sagen.*

Disse anbefalinger har resulteret i, at Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med Danmarks Jægerforbund og Hærens Kampskole har foretaget en indledende undersøgelse af to materialer, stål og wolfram (matrixhagl), der anvendes til haglfremstilling i øjeblikket.

Poul Hartmann og Niels Kanstrup har stået for ideoplæg, tilrettelæggelse og gennemførelse af den praktiske del af prøveskydningerne. Der skal i denne forbindelse rettes en varm tak til Hærens Kampskole, Afd. for Forsøg og Sikkerhed for uvurderlig hjælp i forbindelse med gennemførelse af prøveskydninger og registrering af data og til professor Kjell Bløtekjær, Norges Tekniske Højskole for gode råd i projektets indledende fase. Desuden en stor tak til Amy Frølander, som har stået for de omfattende statistiske analyser af de indsamlede data. Den øvrige del af databehandlingen og udfærdigelsen af rapporten er sket i samarbejde mellem alle fire forfattere med Tommy Asferg som pennefører. Jesper Fredshavn har især bidraget med oplæg til forsøgsdesign og statistiske analyser.

# Resumé

I denne rapport fremlægges resultaterne af en undersøgelse, der har haft til formål at beskrive nogle basale egenskaber ved haglammunition, som kan tænkes at have indflydelse på risikoen for at lave anskydninger under jagt.

Undersøgelsen er en opfølgning af Vildtforvaltningsrådets handlingsplan til forebyggelse af anskydninger, hvori det anbefales, at der kun anvendes kvalitetsammunition til jagt, og at der indføres krav til haglammunition.

Disse anbefalinger har resulteret i, at Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med Danmarks Jægerforbund og Hærens Kampscole har foretaget en indledende undersøgelse af to materialer, stål og wolfram (matrixhagl), der i øjeblikket anvendes til haglfremstilling. Arbejdet er udført med det formål at fremskaffe et konkret materiale, som kan belyse, hvilken betydning variation i basale, fysiske egenskaber som størrelse, vægt og form har for haglenes spredning og indtrængningsevne.

Der er gennemført en række prøveskydninger på henholdsvis papirskiver og gelatineplader. Prøveskydningerne viser klart, at haglenes størrelse og form er afgørende for skudbilledet, idet variationen i disse faktorer i mange af delforsøgene forklarer en væsentlig del af den samlede variation i såvel haglenes spredning som deres indtrængning.

Jo mindre haglene er, jo større er den gennemsnitlige spredning. Det skyldes naturligvis, at store hagl er tungere end små hagl. Der er imidlertid stor variation i spredningen for alle haglstørrelser, og størrelsen forklarer i sig selv kun en lille del af den samlede variation i spredningen.

Jo større og tungere haglene er, jo dybere er deres gennemsnitlige indtrængning. Det skyldes, at store, tunge hagl har en større anslagsenergi end små, lette hagl, når udgangshastigheden er den samme. På grund af større vægtfylde trænger matrixhaglene dybere ind end stålhagl af samme størrelse. Variationen i haglenes størrelse og vægt er i stand til at forklare langt den største del af den samlede variation i indtrængningen.

Jo mere deformeret et hagl er, dvs. afvigende fra en perfekt kuglerund form, jo længere vil det gennemsnitligt ramme fra haglsværmens centrum. Variationen i deformeringsgraden er imidlertid kun i stand til at forklare en meget lille del af den samlede variation i spredningen.

Jo mere deformeret et hagl er, jo mindre vil det gennemsnitligt trænge ind i gelatinen. Variationen i deformeringsgraden kan forklare en stor del af variationen i indtrængningen for både stålhagl og matrix-



hagl. På grund af den større vægtfylde trænger matrixhagl dybere ind end stålhagl med samme deformeringsgrad.

Jo tættere et hagl træffer på haglsværmen centrum, jo dybere vil det gennemsnitligt trænge ind i gelatinen. Det kan forklares ved den samlede virkning af de ovenfor omtalte faktorer, nemlig at store, tunge, ikke-deformerede hagl gennemsnitligt har en mindre spredning og en større indtrængning end små, lette, deformerede hagl. Det betyder bl.a. at den gennemsnitlige anslagsenergi aftager med stigende afstand fra haglsværmen centrum.

Haglenes spredning bestemmes først og fremmest af haglbøssens boring. Derudover viser prøveskydningerne, at spredningen især påvirkes af haglenes størrelse og vægt, og at deformeringsgraden kun spiller en beskedent rolle.

Haglenes indtrængningsevne bestemmes først og fremmest af haglenes vægt og størrelse, men her spiller også deformeringsgraden en væsentlig rolle. For ikke-deformerede hagl kan det påvises, at yderligt placerede hagl trænger lige så dybt ind i gelatinen som centralt placerede hagl. For patroner med en vis andel deformerede hagl, kan det derimod påvises, at haglenes indtrængningsevne aftager - om end ganske svagt - med stigende afstand fra haglsværmen centrum.

Med hensyn til undersøgelsesmetodik viser disse prøveskydninger, at gelatineplader giver et langt mere detaljeret analysegrundlag end papirskiverne, idet gelatinepladerne giver mulighed for at opsamle hvert enkelt hagl og sætte dets størrelse, vægt og deformeringsgrad i relation til haglets spredning og indtrængning. Gelatineskydningerne er dog langt mere arbejdskrævende end papirskydningerne.

Vurderet på grundlag af nogle få stikprøver af hagl på det danske marked ser det ikke umiddelbart ud til, at der igennem opstilling af normer for variation i haglstørrelse og haglform vil kunne opnås en nævneværdig effekt på anskydningsrisikoen. At det reelt forholder sig således, bør dog sikres ved en større undersøgelse af et bredt udvalg af patroner på markedet.

Den fulde betydning af variationen i haglenes størrelse, vægt og deformation kan først vurderes, når der fremskaffes mere viden om årsagerne til anskydningerne. Det vil fx være meget afgørende at få belyst, hvor stor en del af anskydningerne der forårsages af de 33-40% af haglene, som rammer uden for en diameter på 75 cm. Hvis det viser sig, at anskydningerne hovedsageligt skyldes de yderligt placerede hagl, vil det være vigtigt at iværksætte undersøgelser, som omfatter hele haglsværmen, dvs. ikke kun haglene i selve kerneskuddet, men også de yderligt placerede hagl.

Herudover anbefales det at undersøge yderligere faktorer, som kan påvirke patronkvaliteten, fx patronernes ensartethed med hensyn til udgangshastighed samt temperaturens indflydelse på udgangshastigheden og forladningens betydning for skudbilledet.

# English Summary

This report presents the results of an investigation aimed at identifying some basic properties of shotgun ammunition that may possibly affect the risk of crippling game.

The investigation is a follow-up on the Danish Wildlife Administration Council Action Plan for prevention of crippling game recommending the exclusive usage of quality ammunition for hunting and the introduction of standard specifications for shotgun ammunition.

Following these recommendations, a preliminary investigation of two materials currently used for the production of shotgun pellets, steel and tungsten-polymer (matrix shots), was carried out by the Danish National Environmental Research Institute in co-operation with the Danish Hunters' Association and the Danish Army Combat School. The aim of this pilot study was to provide substantial data to elucidate the effect of varying basic, physical properties such as size, weight, and form on the dispersion and penetration performance of pellets.

A series of test shootings made on paper sheets and gelatine dry-plates clearly shows that the size and form of pellets are decisive factors for the shot performance. Many separate tests show that variations in these factors account for an essential part of the overall variation in both dispersion and penetration of pellets.

The smaller the pellets are, the bigger is the mean dispersion, which is, of course, due to the fact that big pellets are heavier than small pellets. However, the variation of the dispersion is large for all pellet sizes, and the size as such explains only a minor part of the total variation in the dispersion of pellets.

The bigger and heavier the pellets are, the deeper is the mean penetration, which is due to the fact that at identical muzzle velocities big, heavy pellets have a larger impact than small, light pellets. Due to their higher density, tungsten-polymer pellets (matrix shots) will penetrate deeper than steel pellets of the same size. Variations in the size and weight of pellets explain most of the overall variation in penetration performance.

The more deformed a pellet is, i.e. differing from a perfect spherical form, the farther away from the shot cloud centre the point of impact will be. However, variation in the degree of deformation only explains a very small part of the overall variation in the dispersion pattern.

The more deformed a pellet is, the lesser the penetration into the gelatine. Variation in the degree of deformation basically explains the variation in the penetration performance of both steel and tungsten-polymer pellets. However, due to their higher density, tungsten-

polymer pellets will penetrate deeper than equally deformed steel pellets.

The closer the point of impact of a pellet is to the centre of the shot cloud, the deeper the mean penetration into the gelatine will be. This effect can be explained by the above fact that big, heavy, non-deformed pellets do on average have a smaller dispersion rate and a better penetration performance than small, light, and deformed pellets. Thus, the mean impact energy will decrease proportionally to increasing distance from the centre of the shot cloud.

The dispersion of pellets is primarily determined by the choke. The test shootings demonstrate that the pattern is especially affected by the size and weight of the pellets and that the degree of deformation is of minor importance.

The penetration performance is primarily determined by the weight and size of the pellets, but in this respect the degree of deformation is also an essential factor. Test shootings demonstrate that the penetration into the gelatine of non-deformed pellets is identical for peripheral and central pellets. In contrast, a certain proportion of deformed pellets in a shotgun cartridge will, although slightly, reduce the penetration performance of pellets proportionally to increasing distance from the centre of the shot cloud.

The test shootings have proven that the gelatine dry-plate method provides a far more detailed basis for analysis than the paper sheet method. The gelatine dry-plate method allows for recovery of each individual pellet and a subsequent analysis of its size, weight and degree of deformation compared to the pattern and penetration performance. However, registration of gelatine shootings are far more laborious than paper shootings.

Random sampling of a few shotgun cartridges available on the Danish market does not immediately justify that the introduction of standard specifications for variation in the size and form of pellets will significantly reduce the risk of crippling. That this is the actual fact should, however, be substantiated by a major check of a wide range of shotgun cartridges available on the Danish market.

The absolute effect of variations in size, weight, and deformation of pellets can only be assessed when more information on the causes of crippling is made available. A decisive factor will be to thoroughly examine to which extent crippling is caused by the 33 - 40% of pellets hitting outside a diameter of 75 cm. If crippling is proved to be mainly caused by peripheral pellets, it will be crucial to initiate investigations of the whole shot cloud, i.e. not only the pellets in the centre of the pattern, but also the peripheral pellets.

Further recommendations will be to examine additional factors which may affect the shotgun cartridge quality like for instance the consistency of the pellet muzzle velocity and the influence of temperature on the muzzle velocity as well as the importance of the shot cup design on the overall shot performance.

# 1 Indledning

Danmarks Miljøundersøgelser har gennem en række røntgenundersøgelser konstateret, at mange vildtlevende fugle og pattedyr har hagl i kroppen som følge af anskydninger (Noer *et al.* 1996, Noer & Madsen 1996, Madsen & Noer 1996).

Vildtforvaltningsrådet fremlagde i 1996 sin 'Handlingsplan til forebyggelse af anskydning af vildt', hvori der blev anbefalet en række tiltag, som alle har til formål at reducere risikoen for anskydninger ved jagt med haglgevær.

Som direkte udløber af anbefalingerne blev der allerede i 1997 påbegyndt undersøgelser vedrørende omfanget af anskydninger og risikoen for anskydninger ved forskellige jagtformer (Noer *et al.* 1998).

Vildtforvaltningsrådet anbefaler, at der indføres visse krav til den haglammunition, der anvendes til jagt, og at der kun må anvendes 'kvalitetsammunition'. Bortset fra 'anslagsenergi m.v.' nævnes der ikke specifikke krav eller kvalitetsparametre, men rådet foreslår, at Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jægerforbund arbejder videre med sagen.

Disse anbefalinger har resulteret i, at Danmarks Miljøundersøgelser i samarbejde med Danmarks Jægerforbund og Hærens Kampskole har foretaget en indledende undersøgelse af spredning og indtrængningsevne for henholdsvis stålhagl (jern) og matrixhagl (wolfram), dvs. to af de pt. anvendte haglmateriale, som repræsenterer yderpunkter i forhold til materialehårdhed og vægtfylde.

Det primære formål med denne pilotundersøgelse har været at fremskaffe et konkret materiale, som kan belyse, hvilken betydning variation i basale, fysiske egenskaber som størrelse, vægt og form har for haglenes spredning og indtrængningsevne.

## 2 Materialer og metoder

Haglenes spredning og indtrængningsevne er undersøgt ved at analysere skudbilledet fra hvert enkelt skud i en række skydninger, dels på papirskiver, dels på gelatineplader.

### 2.1 Skydninger på papirskiver

Skydningerne på papirskiver er gennemført af Danmarks Miljøundersøgelser og Danmarks Jægerforbund i december 1998 samt i januar og april 1999. Skydningerne er udført med en halvautomatisk haglbøsse (Beretta, kaliber 12) forsynet med udskiftelige chokes. Der blev anvendt halv trangboring i alle serier bortset fra to, som havde til formål at belyse trangboringens betydning for haglenes spredning. Der blev skudt mod papirskiver (140 x 140 cm) på 35 meters afstand.

Prøveskydningerne på papirskiver omfattede i alt 16 serier á 5 skud (Tabel 1), hvor patronerne i den enkelte serie var ladet med en vis andel deformerede hagl (0, 10, 20 eller 100%).

Tabel 1. Haglmateriale, mængden af deformerede hagl og den tilstræbte minimumdiameter i 16 serier á 5 skud på papirskiver. Stålhaglpatronerne var ladet med 175 hagl og matrixhaglpatronerne med 156 hagl. Testskydningerne er udført med en kaliber 12 Beretta haglbøsse med halv trangboring, bortset fra serie 13 og 15, hvor der blev benyttet hhv. fuld trangboring og cylinderboring. De tre sidste kolonner i tabellen angiver testværdier for  $\chi^2$ -test for forskelle mellem skuddene i den enkelte serie. I serie 14 var det nødvendigt at pulje de sidste observationer, da mere end 20% af de forventede værdier ellers ville være under 5.

Serie nr.	Materiale	Deformerede hagl (%)	Minimumdiameter	$\chi^2$	df	Signifikans
1	Stål	0	3,3	4,58	12	ns
2	Stål	10	2,9	23,21	12	1-5%
3	Stål	10	2,7	16,16	12	ns
4	Stål	10	2,4	10,04	12	ns
5	Stål	20	2,9	7,11	12	ns
6	Stål	20	2,7	13,00	12	ns
7	Stål	20	2,4	19,03	12	ns
8	Matrix	0	3,0	11,21	12	ns
9	Matrix	10	2,4	17,48	12	ns
10	Matrix	10	1,9	14,95	12	ns
11	Matrix	20	2,4	20,71	12	ns
12	Matrix	20	1,9	13,68	12	ns
13	Stål	0	3,3	15,64	12	ns
14	Stål	0	3,3	19,53	8	1-5%
15	Stål	0	3,3	8,63	12	ns
16	Stål	100	2,4	14,40	12	ns

De deformerede hagl var i den enkelte serie deformeret, dvs. "klemt flade", til en bestemt mindstediameter. Det skal bemærkes, at en del af de leverede matrixhagl var "skæve", dvs. ikke perfekt kuglerunde.

Stålhaglene, som oprindeligt var 3,3 mm i diameter, blev i de respektive serier deformeret til en mindstediameter på henholdsvis 2,9, 2,7 og 2,4 mm. Matrixhaglene var oprindeligt 3,0 mm i diameter, og de blev tilsvarende deformeret til en mindstediameter på henholdsvis 2,4 og 1,9 mm. De deformerede hagl vejede det samme som ikke-deformerede hagl. Stålhaglpatronerne blev ladet med 175 hagl, matrixhaglpatronerne med 156 hagl.

## 2.2 Skydninger på gelatineplader

Skydningerne på gelatineplader er gennemført af Hærens Kampskole i Oksbøl i 1998. Disse skydninger er ligeledes udført med en halv-automatisk haglbøsse (Beretta, kaliber 12, halv trangboring) forsynet med udskiftelige chokes. Der blev skudt mod 10% gelatineplader (120 x 120 x 10 cm) på 35 meters afstand.

Prøveskydningerne på gelatinepladerne omfattede 6 serier á 3 skud (Tabel 2), hvor patronerne i den enkelte serie ligeledes var ladet med en vis andel deformerede hagl (0, 10, 20 eller 100%).

I fire af serierne blev der anvendt 3,3 mm stålhagl og 3,0 mm matrixhagl, som i de respektive serier blev deformeret til en mindstediameter på henholdsvis 2,3 mm for stålhagl og 2,1 mm for matrixhagl. Stålhaglpatronerne blev her ladet med 160 hagl, matrixhaglpatronerne med 145 hagl.

I to serier, hvor der udelukkende blev benyttet ikke-deformerede hagl, blev patronerne ladet med hagl af forskellig størrelse, henholdsvis i alt 144 stålhagl og 102 matrixhagl (Tabel 2).

Tabel 2. Haglmateriale, haglantallet og haglstørrelse samt mængden af deformerede hagl (%) og deformationsgraden (%) i 6 serier á 3 skud på gelatineplader. Testskydningerne er udført med en kaliber 12 Beretta haglbøsse med halv trangboring.

Serie	Skud nr.	Materiale	Haglantallet og størrelse	Deformering	
				Andel (%)	Grad (%)
1	1,2,3	Stål	160 á 3,3 mm	0	0
2	4,5,6	Stål	160 á 3,3 mm	30	30
3	7,8,18	Stål	48 á 4,0 mm	0	0
			48 á 3,3 mm	0	0
			48 á 2,7 mm	0	0
4	9,10,11	Matrix	145 á 3,0 mm	0	0
5	12,13,14	Matrix	145 á 3,0 mm	30	30
6	15,16,17	Matrix	34 á 4,0 mm	0	0
			34 á 3,5 mm	0	0
			34 á 3,0 mm	0	0

## 2.3 Data og statistiske analyser

Spredningen af hagl på papirskiverne er undersøgt ved at analysere dels den relative fordeling af hagl inden for fem cirkelringe med centrum i haglsværmsens "optiske centrum", dvs. fastlagt pr. øjemål, og med diametre på henholdsvis 0-12,5, 12,5-25, 25-50, 50-75 og >75 cm, dels det gennemsnitlige antal hagl inden for tre cirkler med diametre på henholdsvis 25, 50 og 75 cm.

Spredningen af hagl på gelatinepladerne er undersøgt ved at analysere haglenes gennemsnitlige afstand fra haglsværmsens geometriske centrum, dels gennemsnittet pr. skud i de enkelte serier, dels gennemsnittet for alle hagl.

Haglenes indtrængningsevne er undersøgt ved at analysere haglenes indtrængningsdybde i gelatinen, dels med den samlede, gennemsnitlige indtrængning pr. skud som variabel og dels med det enkelte hagls indtrængning som variabel.

Efter udtagning fra gelatinepladen blev hvert hagl vejjet, og haglets største og mindste diameter blev målt.

Haglenes deformation er i teksten ofte angivet i procent, dvs. procentreduktion i forhold til oprindelig diameter. I nogle af de analyser, hvor deformationen indgår som variabel, er den udtrykt ved et deformeringsindeks, der er beregnet efter følgende formel:

$$\text{Deformeringsindeks} = 1 - \text{Diameter}_{\text{MIN}} / \text{Diameter}_{\text{MAX}}$$

I analyserne af haglenes spredning på papirskiverne er der anvendt  $\chi^2$ -test til sammenligning af haglenes fordelinger mellem de forskellige cirkelringe. Ved de fleste øvrige analyser er benyttet Generel Lineær Model (GLM), som testes ved en variansanalyse. Denne analyse forudsætter, at varianserne i de forskellige grupper er ens, dvs. ikke statistisk signifikant forskellige. Testet for varianshomogenitet er foretaget ved Bartlett's test som indledning til hver analyse. Samtidig er det en forudsætning, at residualerne er normalfordelte, hvilket testes med Kolmogorov-Smirnov one-sample test. Hvis der ikke nævnes andet i forbindelse med det enkelte test, så har varianserne ikke været signifikant forskellige, og residualernes fordeling har ikke været signifikant forskellig fra en normalfordeling. Der er benyttet SYSTAT 5.03 ved de statistiske analyser.

## 3 Resultater

### 3.1 Det basale skudbillede

For at få et overblik over de basale egenskaber med hensyn til spredning og indtrængningsevne for de anvendte stål- og matrixhagl præsenteres først en række analyser af data fra skud med patroner, som alene var ladet med ikke-deformerede hagl, henholdsvis 3,3 mm stålhagl og 3,0 mm matrixhagl.

#### 3.1.1 Spredning

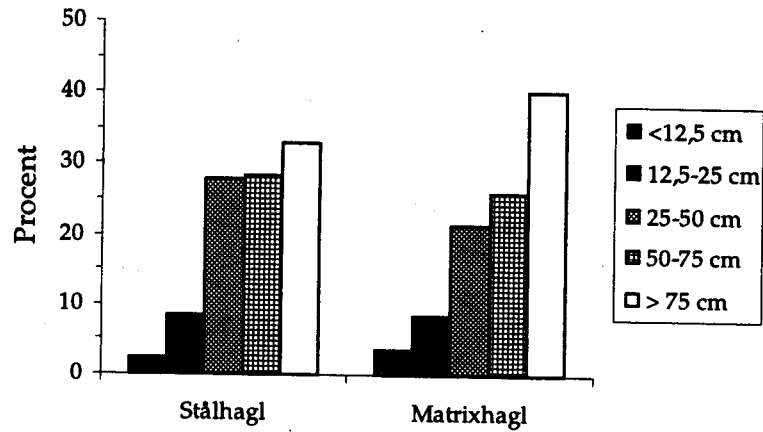
##### 3.1.1.1 Spredning på papirskiver

Fordelingen af ikke-deformerede stål- og matrixhagl i forhold til afstanden fra haglsværmens optiske centrum for skud på papirskiver er vist på Fig. 1 (serie 1 og 8; Tabel 1).

Tabel 3. Testværdier for en række sammenligninger af den gennemsnitlige fordeling af hagl i 16 skudserier á 5 skud på papirskiver. Serienr. henviser til Tabel 1.

Test mellem	Serie nr.	$\chi^2$	df	Signifikans
Stål og matrix, ikke-deformerede	1 og 8	6,43	3	ns
Stål, forskellige grader af deformation	2, 3 og 4	16,76	6	1-5%
Stål, forskellige grader af deformation	5, 6 og 7	11,76	6	ns.
Stål, forskellige andele deformeret	1, 2 og 5	13,64	6	1-5%
Stål, forskellige andele deformeret	1, 3 og 6	8,34	6	ns
Stål, forskellige andele deformeret	1, 4 og 7	6,89	6	ns
Stål, 0% vs 100% deformeret	1 og 16	4,88	3	ns
Matrix, forskellige grader af deformation	9 og 10	2,81	3	ns
Matrix, forskellige grader af deformation	11 og 12	1,13	3	ns
Matrix, forskellige andele deformeret	8, 9 og 11	11,97	6	ns
Matrix, forskellige andele deformeret	8, 10 og 12	8,71	6	ns
Stål og matrix, forskellige hagltyper puljet	1-7 og 8-12	6,61	3	ns
Stål, forskellige borer	13, 14 og 15	12,54	6	ns

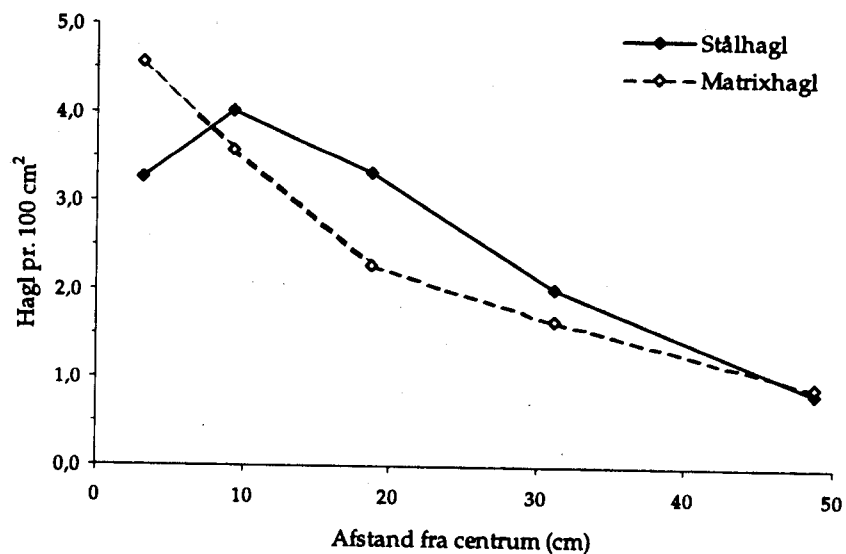




Figur 1. Fordelingen af ikke-deformerede stål- og matrixhagl i forhold til afstanden fra haglsværmens optiske centrum. Gennemsnit af 5 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl.

Der er nogen variation mellem de fem skud inden for hver hagltype, men forskellen er ikke signifikant (Tabel 1). Til trods for den observerede forskel på fordelingen (Fig. 1) kan der ikke på dette grundlag påvises en statistisk signifikant forskel på spredningen mellem de to valgte hagltyper (Tabel 3).

Hvis der i stedet analyseres på den andel af de afskudte hagl, der gennemsnitligt træffer inden for en bestemt diameter, kan der derimod godt påvises visse forskelle mellem hagltyperne. Der er således signifikant forskel på den andel, der træffer inden for henholdsvis 50 cm- og 75 cm-diameteren ( $p=0,046$  og  $p=0,007$ ), men ikke for 25 cm-diameteren ( $p=0,554$ ).



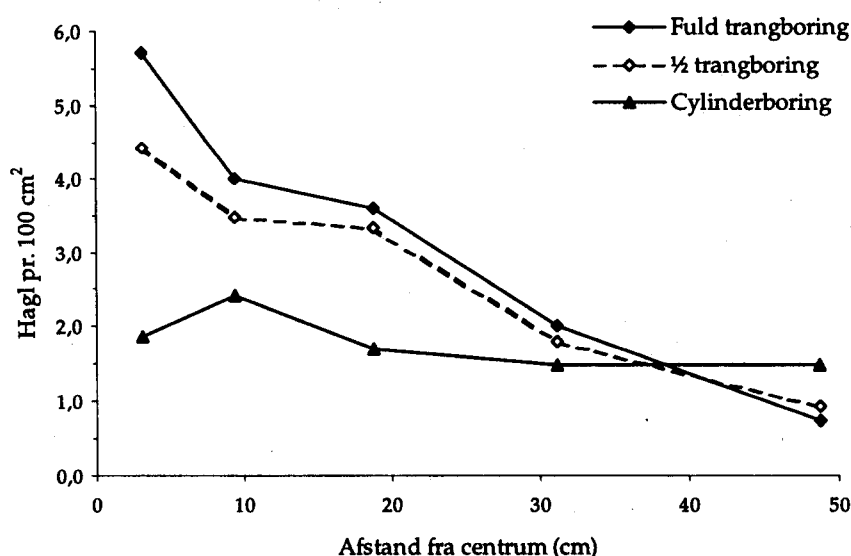
Figur 2. Tætheden af henholdsvis stål- og matrixhagl i forhold til afstanden fra haglsværmens optiske centrum. Gennemsnit af 5 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl.

I gennemsnit traf 67% af stålhaglene og 60% af matrixhaglene inden for en cirkel med diameter på 75 cm. Det betød samtidig, at 33% af stålhaglene og 40% af matrixhaglene traf uden for 75 cm-cirklen, svarende til henholdsvis 58 stålhagl og 63 matrixhagl pr. skud. For at give et indtryk af hagltætheden i det basale skudbillede er tætheden af hagl pr. 100 cm<sup>2</sup> i forhold til afstanden fra centrum af haglsværmen vist i Fig. 2.

Med hensyn til spredning vil det basale skudbillede afhænge af haglbøssens trangbøringsgrad, som er et udtryk for bøsseløbets indsnævring. Alle skydninger bortset fra serie 13 og 15 er udført med ½ trangboring. Som tommelfingerregel anføres det, at ved skydning med cylinderboring skal ca. 40% af haglene på en afstand af 35 m træffe inden for en cirkel med en diameter på 75 cm (Eis *et al.* 1999). Tilsvarende skal ca. 60% af haglene træffe inden for 75 cm ved ½ trangboring og ca. 70% ved 1/1 trangboring.

Boringens indflydelse på haglenes spredning er her undersøgt ved at sammenligne antallet af hagl inden for diametre på 25, 50 og 75 cm for skudserier med henholdsvis 1/1 trangboring, ½ trangboring og cylinderboring (serie nr. 13-15; Tabel 1).

Fig. 3 viser den gennemsnitlige tæthed af hagl i 5 cirkelringe omkring centrum af haglsværmen for ikke-deformerede stålhagl ved skydning med forskellige boringer. Der er en stærkt signifikant forskel på fordelingen af hagl mellem de forskellige boringer. Et Bonferroni-test viser, at cylinderboringen giver signifikant færre hagl ( $p < 0,001$ ) inden for en diameter på 75 cm end de to øvrige boringer, som ikke er signifikant forskellige indbyrdes. Antallet af hagl inden for 50 cm viser et helt tilsvarende billede for de tre boringer. For antallet af hagl inden for 25 cm er der imidlertid kun signifikant forskel mellem cylinderboring og fuld trangboring ( $p = 0,012$ ).



Figur 3. Tætheden af hagl i forhold til afstanden fra haglsværmens optiske centrum ved skydning med forskellige boringer. Gennemsnit af 5 skud med ikke-deformerede stålhagl (3,3 mm).

Spredningen i forhold til trangboringen stemmer i øvrigt overens med de opstillede normer (se ovenfor), idet 41% af haglene traf inden for 75 cm ved skydning med cylinderboring, 63% ved halv trangboring og 71% ved fuld trangboring.

### 3.1.1.2 Spredning på gelatineplader

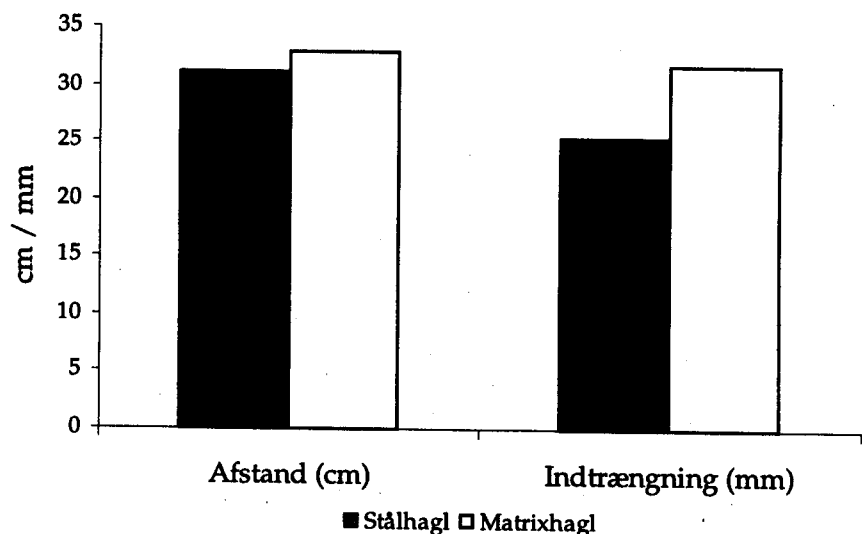
For skuddene med ikke-deformerede hagl (serie 1 og 4; Tabel 2) var haglenes gennemsnitlige afstand fra centrum 31,2 cm for skuddene med stålhagl og 32,8 cm for skuddene med matrixhagl (Fig. 4). Der kan ikke påvises en signifikant forskel mellem hagltyperne på dette grundlag, hverken når der analyseres på den gennemsnitlige spredning pr. skud ( $p=0,144$ ) eller på den gennemsnitlige spredning for alle hagl ( $p=0,150$ ). Dog er residualerne ikke normalfordelte i dette test.

## 3.1.2 Indtrængning

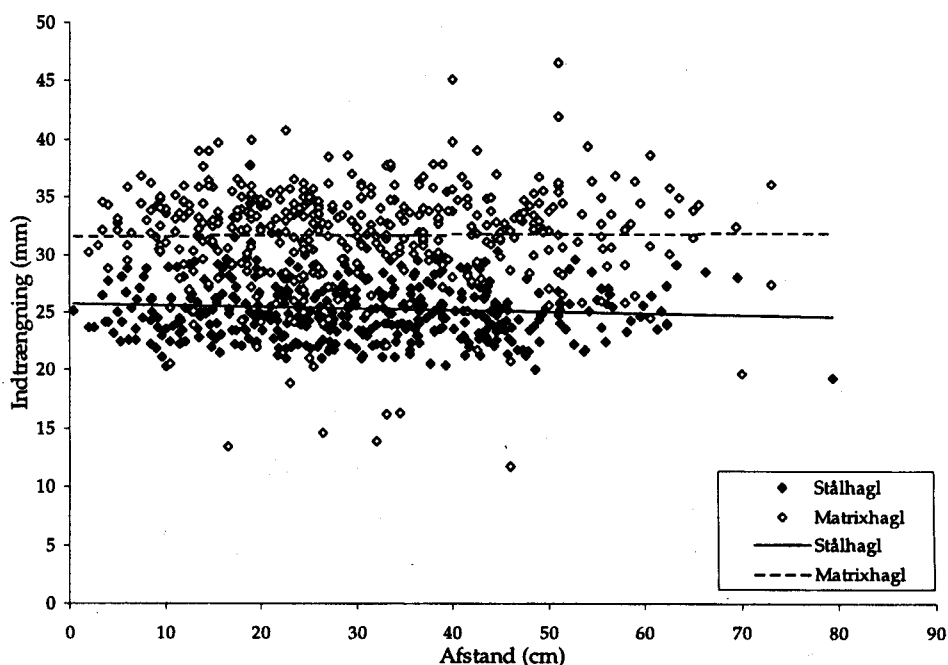
### 3.1.2.1 Indtrængning i gelatineplader

De ikke-deformerede hagls indtrængning i gelatinepladerne er først analyseret ved at sammenligne haglenes gennemsnitlige indtrængning pr. skud (serie 1 og 4; Tabel 2). Den gennemsnitlige indtrængning var 25,3 mm for skuddene med stålhagl og 31,7 mm for skuddene med matrixhagl (Fig. 4). Forskellen mellem hagltyperne med hensyn til gennemsnitlig indtrængning pr. skud er statistisk signifikant ( $p=0,007$ ).

Fig. 5 viser et plot af det enkelte hagls indtrængning som funktion af afstanden fra centrum for ikke-deformerede stålhagl og matrixhagl, dvs. de samme skudserier som ovenfor (serie 1 og 4; Tabel 2). Der er ingen signifikant sammenhæng mellem indtrængning og afstand ( $p=0,226$ ), heller ikke når der tages højde for hagltype ( $p=0,342$ ).



Figur 4. Gennemsnitlig afstand fra haglsværms optiske centrum og gennemsnitlig indtrængning for henholdsvis stål- og matrixhagl. Gennemsnit af 3 skud med ikke-deformerede hagl pr. hagltype.



Figur 5. Indtrængning i forhold til afstanden fra haglsværmsens optiske centrum for henholdsvis stål- og matrixhagl. Hagl fra 3 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl.

Denne analyse bekræfter den signifikante forskel mellem hagltyperne med hensyn til indtrængning ( $p < 0,001$ ). En statistisk model, som alene beskriver indtrængningen ved variabelen hagltype, forklarer 49% af den samlede variation i indtrængningen.

Sammenfattende for disse indledende analyser gælder således, at der ikke er forskel på den gennemsnitlige spredning af de ikke-deformerede hagl af de to valgte hagltyper, men matrixhaglenerne trænger gennemsnitligt 6,4 mm, svarende til 25%, dybere ind end stålhaglenerne.

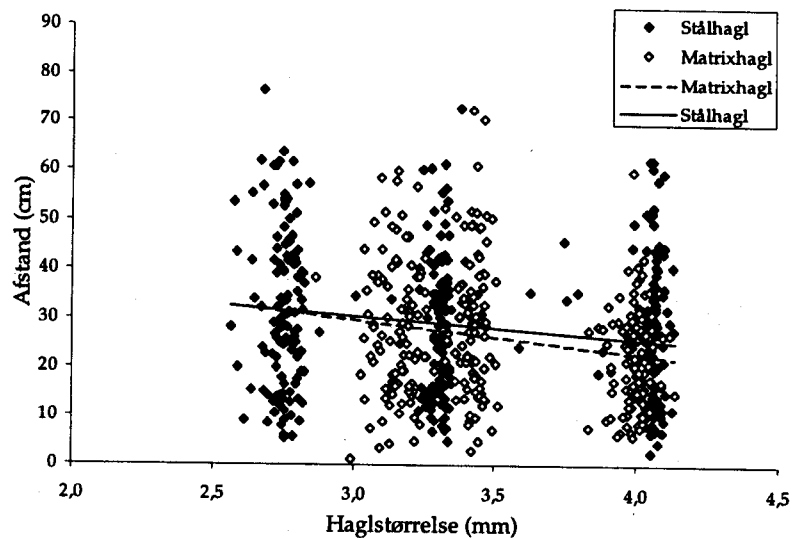
## 3.2 Haglstørrelse

### 3.2.1 Spredning

#### 3.2.1.1 Spredning på gelatineplader

I analysen af sammenhængen mellem haglenes spredning og haglenes størrelse indgår data fra skud med patroner, der var ladet med hagl af forskellige størrelser (stål: serie 3, matrix: serie 6; Tabel 2). Der indgik således kun ikke-deformerede hagl, men da en del af matrixhaglenerne øjensynligt ikke var "kuglerunde", er der som mål for størrelsen benyttet gennemsnittet af største og mindste diameter for det enkelte hagl.

Fig. 6 viser et plot af de enkelte hagls afstand fra det geometriske centrum af haglsværmen som funktion af haglstørrelsen for henholdsvis stålhagl og matrixhagl. Haglstørrelsen har en signifikant indflydelse på afstanden ( $p < 0,001$ ) uanset hagltypen ( $p = 0,528$ ), men den statistiske model, som beskriver afstanden ved variablene haglstørrelse og hagltype, forklarer kun 4% af den samlede variation på afstanden.



Figur 6. Afstand fra haglsværms geometriske centrum i forhold til haglstørrelse for henholdsvis stål- og matrixhagl. Hagl fra 3 skud af hver hagltype med patroner ladet med forskellige størrelser ikke-deformerede hagl.

Det gælder således for både stålhagl og matrixhagl, at jo større haglene er, jo mindre er spredningen. Interaktionen mellem hagltype og haglstørrelse er ikke signifikant ( $p=0,409$ ). Det betyder, at der ikke er statistisk signifikant forskel på hældningen af de to regressionslinier i Fig. 6.

### 3.2.2 Indtrængning

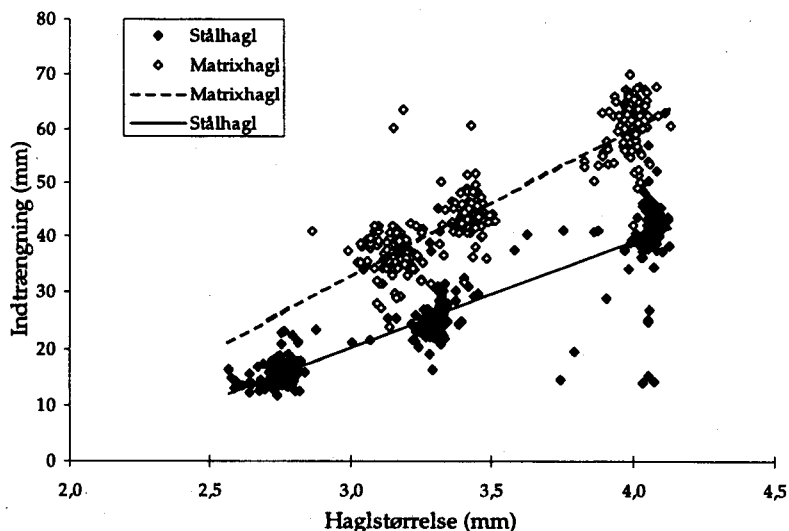
#### 3.2.2.1 Indtrængning i gelatineplader

I analysen af sammenhængen mellem haglenes indtrængningsevne og haglenes størrelse indgår data fra de samme skud som i analysen overfor (stål: serie 3, matrix: serie 6; Tabel 2).

Fig. 7 viser et plot af de enkelte hagls indtrængning som funktion af haglstørrelsen for henholdsvis stålhagl og matrixhagl. Haglstørrelsen har en signifikant indflydelse på afstanden ( $p<0,001$ ), og det samme gælder hagltypen ( $p<0,001$ ). Der er endvidere en signifikant interaktion mellem hagltype og haglstørrelse ( $p<0,001$ ). En statistisk model, som beskriver indtrængningen ved variablene hagltype og haglstørrelse samt et interaktionsled  $\text{hagltype} \cdot \text{haglstørrelse}$ , forklarer 90% af den samlede variation i indtrængningen. I denne analyse er kravene til residualer og varianser ikke fuldt opfyldt.

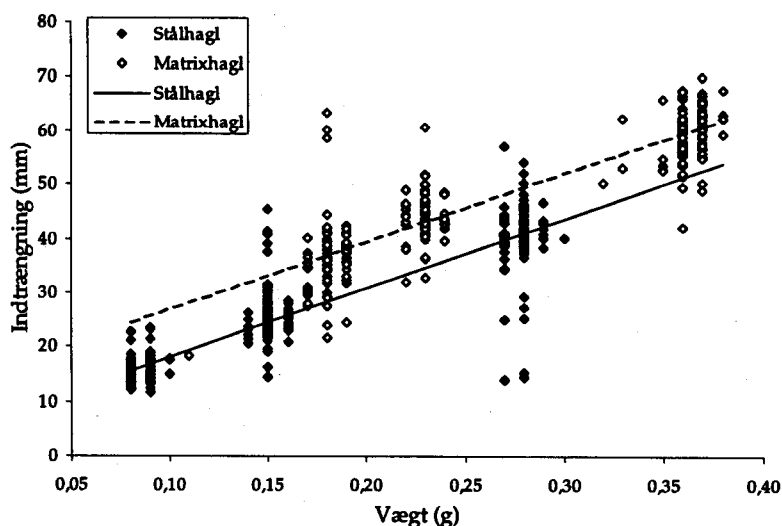
Det gælder således for både stålhagl og matrixhagl, at jo større haglene er, jo dybere trænger de ind i gelatinen. Matrixhagl trænger dybere ind end stålhagl af tilsvarende størrelse, og forskellen øges med stigende haglstørrelse (Fig. 7).

Matrixhagl har en større vægtfylde end stålhagl (matrix: ca. 10,5; stål: 7,8). I forlængelse af analysen af sammenhængen mellem indtrængningsevne og haglstørrelse er det derfor fundet relevant at analysere sammenhængen mellem haglenes indtrængning og deres vægt.



Figur 7. Indtrængning i forhold til haglstørrelse for henholdsvis stål- og matrixhagl. Hagl fra 3 skud af hver hagltype med patroner ladet med forskellige størrelser ikke-deformerede hagl.

Fig. 8 viser et plot af indtrængningen som funktion af haglvægten for henholdsvis stålhagl og matrixhagl. I analysen indgår data fra de samme skud overfor (stål: serie 3, matrix: serie 6; Tabel 2). Der er signifikant indflydelse på indtrængningen af såvel hagltype ( $p < 0,001$ ) som vægt ( $p < 0,001$ ), men interaktionen mellem hagltype og vægt er ikke signifikant ( $p = 0,833$ ). En statistisk model, som beskriver indtrængningen ved variablene hagltype og haglvægt, forklarer 90% af den samlede variation i indtrængningen. For begge hagltyper gælder det således, at jo tungere haglene er, jo dybere trænger de ind i gelatinen. Der er ikke forskel på hældningen af de to regressionslinier i Fig. 8, men matrixhagl trænger dybere ind end stålhagl af tilsvarende vægt.



Figur 8. Indtrængning i forhold til haglvægt for henholdsvis stål- og matrixhagl. Hagl fra 3 skud af hver hagltype med patroner ladet med forskellige størrelser ikke-deformerede hagl.

### 3.3 Haglform

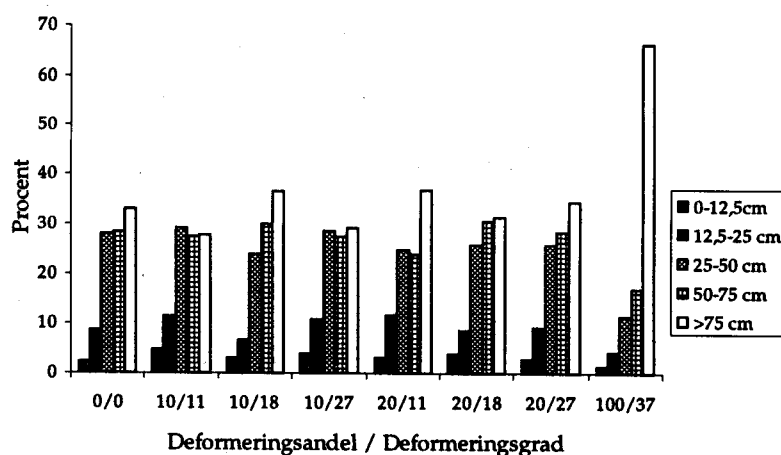
#### 3.3.1 Spredning

##### 3.3.1.1 Spredning på papirskiver

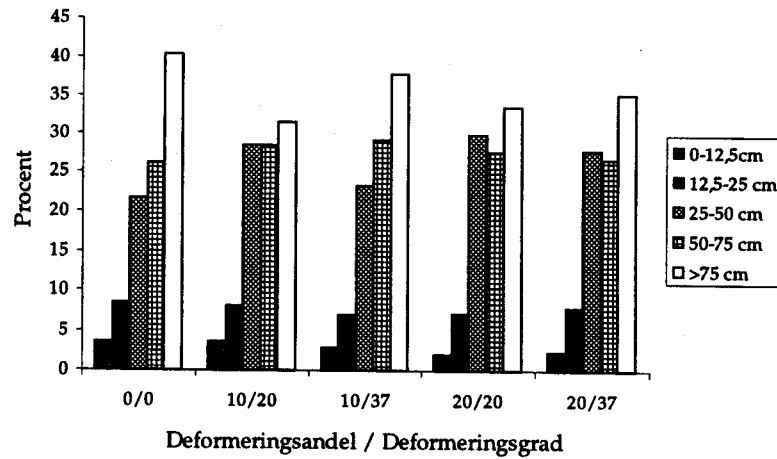
Det er i første omgang testet, om fordelingen af hagl på papirskiverne er forskellige for de 5 skud inden for hver af de 16 serier (Tabel 1). I serie 2 og 14 er der signifikant forskel på fordelingerne. I serie 2 var det et enkelt skud, der havde en anden fordeling end de øvrige. I de efterfølgende analyser er det forsøgt at udelade det afvigende skud i serie 2 for at se, om det har indflydelse på resultaterne af analyserne. I serie 14 var det ikke et enkelt skud, der skilte sig ud. Der er ingen signifikant forskel på fordelingen af hagl i de 5 skud inden for hver af de øvrige 14 serier.

Trods forskellene inden for serie 2 og 14 er det fundet rimeligt at pulje de fem skud inden for hver serie og dernæst teste, om der er forskel mellem serierne, dvs. teste om der er forskel på spredningen af haglene i forhold til mængden af deformerede hagl og i forhold til graden af deformation af haglene. Det er gjort ved at teste dels om der er forskel på den relative fordeling af hagl inden for fem cirkelringe med diameter på henholdsvis 12,5, 25, 50, 75 og >75 cm, dels om der er forskel på det gennemsnitlige antal hagl inden for tre cirkelringe med diameter på henholdsvis 25, 50 og 75 cm.

Fig. 9 og 10 viser den gennemsnitlige, procentvise fordeling af hagl i forhold til afstanden fra haglsværmsens optiske centrum for henholdsvis stål- og matrixhagl for forskellige kombinationer af deformationsgrader og mængder af deformerede hagl. Fordelingerne i forskellige kombinationer af serier er sammenlignet ved en række  $\chi^2$ -tests (Tabel 3). Der er kun ved få af sammenligningerne fundet signifikante forskelle. I de to sammenligninger, hvor serie 2 indgår, er der også udført analyser, hvor det afvigende skud er udeladt. Dette ændrer ikke på signifikansniveauet.



Figur 9. Spredning af stålhagl udtrykt ved den procentvise fordeling af hagl i forhold til afstanden fra haglsværmsens centrum. Gennemsnit af 5 skud i hver serie (serie 1-7 og 16; Tabel 1). Patronernes indhold af deformerede hagl (%) og deformationsgraden (%) er anført under hver serie. Legenden angiver diameteren for de forskellige cirkelringe.



Figur 10. Spredning af matrixhagl udtrykt ved den procentvise fordeling af hagl i forhold til afstanden fra haglsværmsens centrum. Gennemsnit af 5 skud i hver serie (serie 8-12; Tabel 1). Patronernes indhold af deformerede hagl (%) og deformationsgraden (%) er anført under hver serie. Legenden angiver diameteren for de forskellige cirkelringe.

Det ser således ud til, at variationen mellem skuddene i hver serie er større end variationen mellem serierne. Fx har serie 2 forholdsvis flere hagl i de inderste radier end nogle af de andre serier med flere deformerede hagl og større deformation, og ligeledes har serie 3 forholdsvis færre hagl i de inderste radier end serie 4, der har samme mængde deformerede hagl, men større deformation. Det er end ikke muligt at påvise en signifikant forskel på fordelingen af hagl i serie 1 uden deformerede hagl og serie 16, hvor alle hagl var stærkt deformerede, og hvor kun 34% af haglene i serie 16 ramte inden for en diameter på 75 cm mod 67% i serie 1.

På grund af det lave antal skud i hver serie har det således ikke med denne metode, dvs. analyser af haglenes relative fordeling på papirskiver, været muligt at påvise, om mængden af deformerede hagl eller haglenes deformationsgrad har nogen indflydelse på haglenes spredning.

Når spredningen udtrykkes ved det gennemsnitlige antal hagl (pr. skud), der træffer inden for en diameter på henholdsvis 25, 50 og 75 cm, er det nødvendigt at analysere stålhagl og matrixhagl hver for sig, da der er forskelligt antal hagl i de to typer patroner.

For stålhagl (serie 1-7; Tabel 1) kunne der ikke påvises signifikante forskelle på det gennemsnitlige antal hagl (pr. skud) inden for de forskellige diametre, hverken for deformationsandelen eller for deformationsgraden. Eksempelvis var p-værdierne 0,694 og 0,897 for variableerne deformationsandel og deformationsgrad i analysen af antallet af hagl inden for 50 cm-diameteren. Heller ikke i analyserne af antallet af hagl inden for de to andre diametre (25 og 75 cm) var der tilnærmelsesvis signifikant indflydelse af hverken deformationsandel eller deformationsgrad. Dette er således helt i overensstemmelse med de ovenfor nævnte test, hvor der ikke kunne påvises signifikante forskelle mellem serierne på den relative fordeling af haglene. I analyserne indgår både andelen af deformerede hagl og deformationsgra-



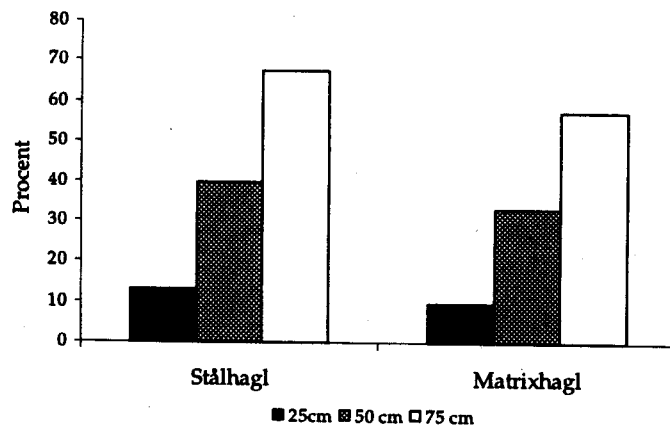
den som kontinuerte variable. Hvis de havde indgået som kategoriske variable, ville de dog heller ikke være signifikante.

Hvis serie 16 (Tabel 1), hvor alle hagl var stærkt deformerede, medtages i analysen ovenfor, kan der for hver af de tre diametre påvises en stærkt signifikant indflydelse af andelen af deformerede hagl. Et Bonferroni-test viser imidlertid, at det kun er serie 16, der er signifikant forskellig fra de øvrige serier.

Heller ikke for matrixhagl (serie 8-12; Tabel 1) kunne der påvises signifikant indflydelse af hverken deformationsandel eller deformationsgrad på det gennemsnitlige antal hagl (pr. skud) for nogen af de tre diametre. Der var heller ingen signifikans, hvis andelen af deformede hagl eller deformationsgraden blev sat som kategoriske variable.

Der kunne således ikke med denne metode påvises signifikante forskelle på det gennemsnitlige antal hagl inden for forskellige diametre for patroner med 0, 10 og 20 % deformede hagl for hverken stål- eller matrixhagl. Det er derfor rimeligt at pulje alle skud inden for hver hagltype, dvs. serie 1-7 for stålhagl og 8-12 for matrixhagl, for at teste, om der er forskel på hagltyperne med hensyn til haglenes spredning. Det er gjort ved at sammenligne, hvor stor en procentdel af de afskudte hagl, der traf inden for cirkler med diameter på henholdsvis 25, 50 og 75 cm.

Andelen af hagl, der traf inden for de tre diametre, er vist på Fig. 11, hvoraf det bl.a. fremgår, at 67% af stålhagl og 58% af matrixhagl traf inden for en cirkel med en diameter på 75 cm. Der er signifikant færre stålhagl end matrixhagl inden for alle tre diametre: 25 cm:  $p=0,001$ , 50 cm:  $p<0,001$  og 75 cm:  $p<0,001$ . Målt og analyseret på denne måde ser det således ud til, at matrixhagl har en større spredning end stålhagl.



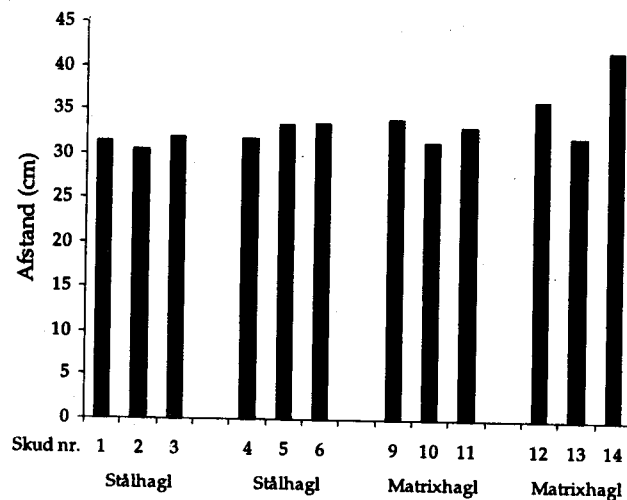
Figur 11. Gennemsnitlig andel af afskudte stålhagl (serie 1-7; 5 skud pr. serie) og matrixhagl (serie 8-12; 5 skud pr. serie) som traf inden for cirkler med diameter på henholdsvis 25, 50 og 75 cm. De forskellige seriers indhold af deformerede og ikke-deformerede hagl kan ses i Tabel 1.

### 3.3.1.2 Spredning på gelatineplader

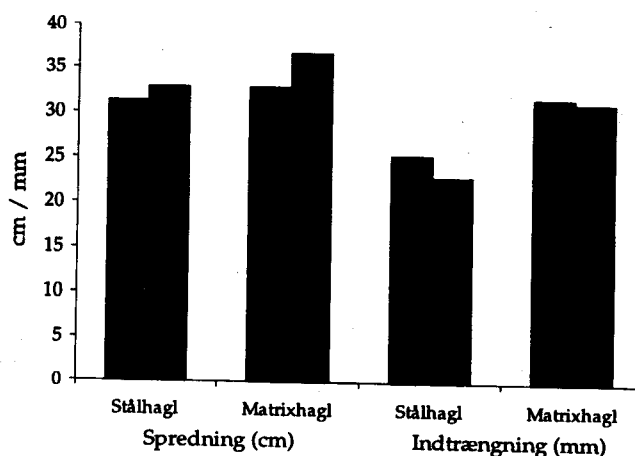
I de følgende analyser indgår data for skud med patroner, som var ladet med 100% ikke-deformerede hagl eller med 30% deformerede hagl (stål: serie 1-2 og matrix: serie 4-5; Tabel 2).

Fig. 12 viser haglenes gennemsnitlige spredning på gelatinepladerne for hvert enkelt skud, og Fig. 13 viser den gennemsnitlige spredning for skuddene med stålhagl og matrixhagl henholdsvis med og uden deformerede hagl. Data fra serie 1 og 4, dvs. skud med ikke-deformerede hagl, er også analyseret og præsenteret i det indledende resultat afsnit vedrørende det basale skudbillede (side 14), men de gives her for sammenligningens skyld.

For skuddene uden deformerede hagl var den gennemsnitlige afstand fra centrum 31,2 cm for skuddene med stålhagl og 32,8 cm for skuddene med matrixhagl (Fig. 13). De tilsvarende afstande for patronerne med 30% deformerede hagl var henholdsvis 32,8 cm for stålhagl og 36,7 cm for matrixhagl.



Figur 12. Gennemsnitlig spredning pr. skud på gelatinepladerne med henholdsvis stål- og matrixhagl; 3 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl (lysegrå søjler) og 3 med 30% deformerede hagl (mørkegrå søjler).



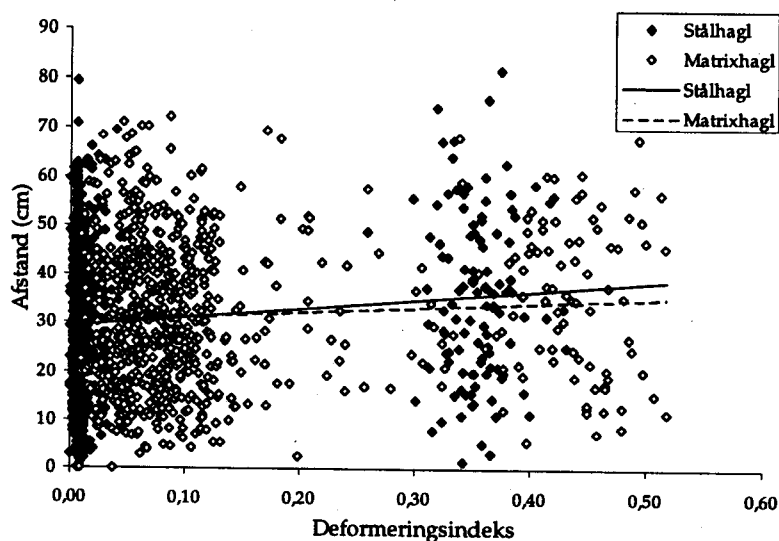
Figur 13. Gennemsnitlig spredning og indtrængning på gelatinepladerne for skud med henholdsvis stål- og matrixhagl; 3 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl (lysegrå søjler) og 3 med 30% deformerede hagl (mørkegrå søjler).

Dette indikerer således også, at matrixhagl spredtes mere end stålhagl, men med det beskedne materiale er det ikke muligt at påvise signifikante forskelle på spredningen, hverken med hensyn til hagltype ( $p=0,473$ ) eller tilstedeværelse af deformerede hagl i patronerne ( $p=0,477$ ). Heller ikke vekselvirkningen mellem disse variable er signifikant ( $p=0,473$ ).

Antallet af hagl, som ikke genfindes i gelatinen, dvs. hagl som ikke træffer skiven, kan også bruges som et mål for haglenes spredning. Gennemsnitlig mistedes der kun 2,0 hagl fra hver af de stålhaglpatroner, der kun indeholdt ikke-deformerede hagl, mens der mistedes 6,3 hagl fra hver stålhaglpatron, der indeholdt 30% deformerede hagl. Forskellen er statistisk signifikant ( $p=0,008$ ). En tilsvarende forskel kan ikke påvises for matrixhaglpatronerne, idet der her gennemsnitlig mistedes 4,3 hagl fra patroner uden deformerede hagl og 4,0 hagl fra patroner med deformerede hagl.

Den mest detaljerede undersøgelse af haglenes spredning i forhold til deformationsgraden fås ved at analysere det enkelte hagls afstand til haglsværmsens geometriske centrum. Ved at benytte det beregnede deformeringsindeks for hvert enkelt hagl (side 13) er det muligt at analysere haglenes spredning som funktion af deformeringsgraden.

Analysen viser, at der er en statistisk signifikant sammenhæng mellem den gennemsnitlige afstand fra centrum for det enkelte hagl og graden af deformation ( $p<0,001$ ), og der er ikke signifikant forskel på hagltyperne i denne henseende ( $p=0,384$ ). En statistisk model, som beskriver afstanden ved variablene hagltype og deformation, forklarer dog kun 2,5% af den samlede variation på afstanden. For begge hagltyper gælder det således, at det enkelte hagls afstand fra centrum er større, jo mere deformeret haglet er (Fig. 14). Der er nogen forskel mellem skuddene inden for de to hagltyper, men forskellen er lige netop ikke signifikant ( $p=0,056$ ).



Figur 14. Spredning som funktion af deformationsgraden for skud med henholdsvis stål- og matrixhagl; 3 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl og 3 med 30% deformerede hagl.

### 3.3.2 Indtrængning

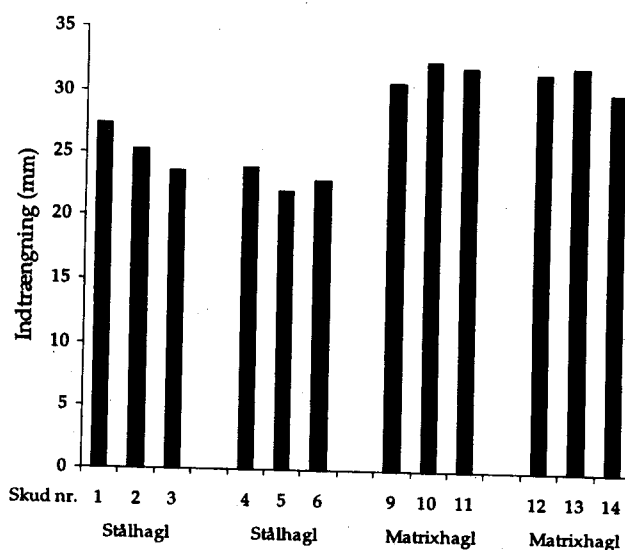
#### 3.3.2.1 Indtrængning i gelatineplader

I de følgende analyser indgår data for de samme skud som ovenfor, dvs. skud med patroner, som var ladet alene med ikke-deformerede hagl eller med 30% deformerede hagl (stål: serie 1-2 og matrix: serie 4-5; Tabel 2).

Fig. 15 viser haglenes gennemsnitlige indtrængning i gelatinepladerne for hvert enkelt skud, og Fig. 13 viser den gennemsnitlige indtrængning for skuddene med stålhagl og matrixhagl henholdsvis med og uden deformerede hagl. Data fra serie 1 og 4, dvs. skud med ikke-deformerede hagl, er også analyseret og præsenteret i det indledende resultat afsnit vedrørende det basale skudbillede (side 14), men de gengives her for sammenligningens skyld.

For patronerne uden deformerede hagl var den gennemsnitlige indtrængning 25,3 cm for stålhagl og 31,7 cm for matrixhagl (Fig. 13). De tilsvarende værdier for patronerne med 30% deformerede hagl var henholdsvis 22,9 cm for stålhagl og 31,3 cm for matrixhagl. Den signifikante forskel mellem hagltyperne med hensyn til indtrængningsevne, som kunne påvises for skud udelukkende med ikke-deformerede hagl (side 17), ses også, når skuddene med 30% deformerede hagl indgår i analysen ( $p < 0,001$ ).

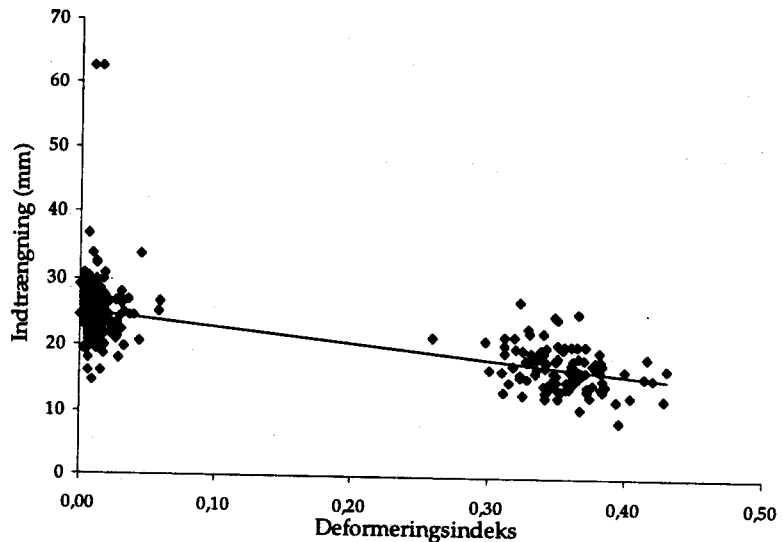
Den mest detaljerede undersøgelse af haglenes indtrængningsevne i forhold til deformationsgraden fås ved at analysere det enkelte hagls indtrængning i gelatinen. Ved at benytte det beregnede deformeringsindeks for hvert enkelt hagl (se side 13) er det muligt at analysere haglenes indtrængning som funktion af deformeringsgraden. På grund af den påviste signifikante forskel mellem hagltyperne med hensyn til indtrængningsevne analyseres de hver for sig.



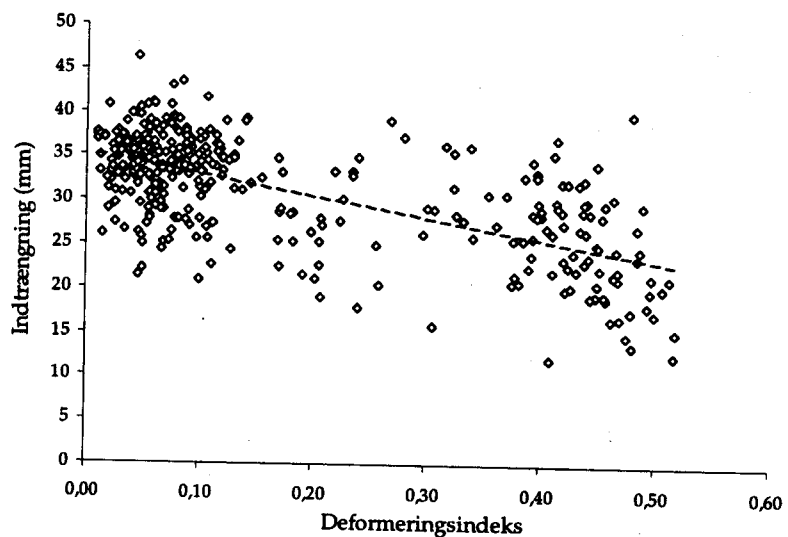
Figur 15. Gennemsnitlig indtrængning pr. skud på gelatinepladerne med henholdsvis stål- og matrixhagl; 3 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl (lysegrå søjler) og 3 med 30% deformerede hagl (mørkegrå søjler).

Analysen viser, at der for såvel stålhagl som matrixhagl er en statistisk signifikant sammenhæng mellem graden af deformation og det enkelte hagls indtrængning i gelatinen ( $p < 0,001$ ). Deformationen forklarer 46% af den samlede variation i indtrængningen for stålhagl og 39% for matrixhagl. For begge hagltyper gælder, at det enkelte hagls indtrængning er mindre, jo mere deformeret haglet er (Fig. 16 og 17). Residualerne er ikke normalfordelte i disse analyser.

Data fra disse skud giver endvidere mulighed for at analysere det enkelte hagls indtrængning som funktion af afstanden fra haglsværmsens geometriske centrum. Analysen viser, at såvel afstanden ( $p < 0,001$ ) som hagltypen ( $p < 0,001$ ) har en signifikant indflydelse på indtrængningen. En statistisk model, der har hagltype og afstand som variabler, forklarer 39% af den samlede variation i indtrængningen.

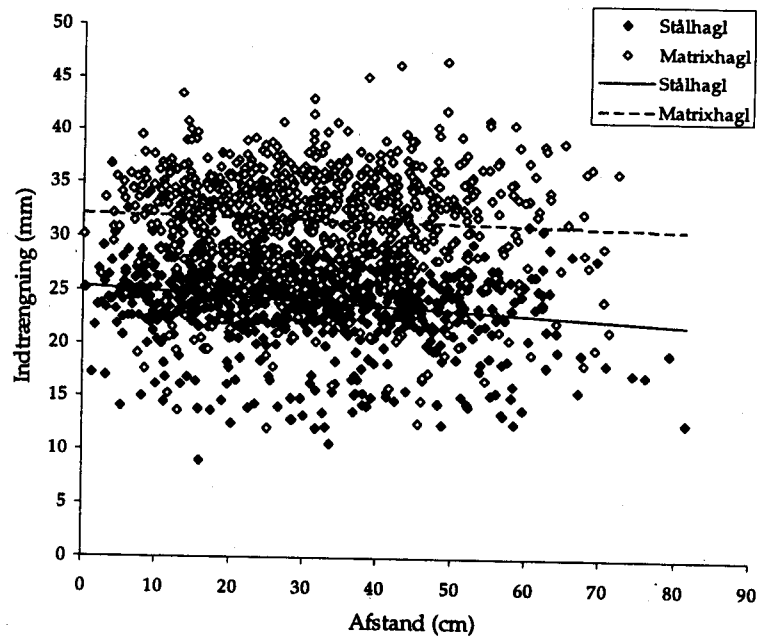


Figur 16. Indtrængning i forhold til afstanden fra haglsværmsens optiske centrum for stålhagl; 3 skud med ikke-deformerede hagl og 3 med 30% deformerede hagl.



Figur 17. Indtrængning i forhold til afstanden fra haglsværmsens optiske centrum for matrixhagl; 3 skud med ikke-deformerede hagl og 3 med 30% deformerede hagl.

Det gælder således for både stålhagl og matrixhagl, at jo længere haglene træffer fra haglsværms centrum, jo mindre er deres gennemsnitlige indtrængning (Fig. 18). Der er ikke signifikant forskel på hældningen af de to regressionslinier i Fig. 18. Forudsætningerne med hensyn til residualer og varianser er ikke opfyldt i denne analyse.



Figur 18. Indtrængning i forhold til afstanden fra haglsværms optiske centrum for henholdsvis stål- og matrixhagl; 3 skud af hver hagltype med ikke-deformerede hagl og 3 med 30% deformerede hagl.

## 4 Diskussion

### 4.1 Fejlkilder og metodekritik

Der er tidligere – fx i England, USA, Norge og Danmark – gennemført målinger af haglsværmsens længde, diameter og facon samt det enkelte hagls energi som funktion af haglenes størrelse, vægt, ensartethed, udgangshastighed etc. (Compton & Giblin 1996, Leeming 1996, Brister 1976, Bløtekjær 1983, Hartmann 1995). Men der er ikke tidligere foretaget undersøgelser, hvor hvert enkelt hagl er blevet opsamlet med mulighed for at registrere spredning og indtrængningsevne i forhold til størrelse, vægt og form. Det har der netop været i denne undersøgelse, hvor der foruden traditionelle papirskiver har været anvendt gelatineplader.

Fx viste data fra skydninger på gelatineplader en sammenhæng mellem haglenes spredning og deres deformeringsgrad. Men sammenhængen kunne kun påvises ved at analysere på den gennemsnitlige spredning for alle hagl. Hvis der alene blev målt på den gennemsnitlige spredning pr. skud, eller på haglenes fordeling ved skydning på papirskiverne, kunne der ikke konstateres en signifikant sammenhæng, - med mindre analysen omfattede serien hvor alle hagl var ekstremt deformerede. Det er dog muligt, at analysen pr. skud ville have vist en signifikant forskel, hvis der havde været mere end 3 skud i hver serie. I relation til anskydningsproblematikken vil det dog fortsat være yderst relevant at vurdere spredning og indtrængning for det enkelte skud.

Forskellen mellem resultaterne af skydningerne på henholdsvis gelatineplader og papirskiver kan ligge i, at der på papirskiverne kun genfindes 60-70% af haglene i de affyrede patroner, mens der i gelatinepladerne genfindes mere end 97% af haglene, fordi der er optalt hagl i et større område. Det er formodentligt fordelingen af haglene, der ligger uden for en diameter 75 cm, der bidrager til den påviste forskel mellem patroner med og uden deformerede hagl. Den lille prøvestørrelse på 3 skud pr. serie kan også være forklaringen på, at der ikke i analysen af gennemsnitlig indtrængning pr. skud kunne påvises en sammenhæng med haglenes deformation. Det kunne derimod, hvis der blev analyseret med det enkelte hagls indtrængning som variabel.

Med hensyn til analysemuligheder må det konstateres, at skydninger på gelatineplader er at foretrække i undersøgelser af denne type, fordi stort set alle hagl opsamles og registreres individuelt, i modsætning til traditionelle skydninger mod papirskiver, hvor haglenes fordeling alene registreres inden for en cirkel med diameter på 75 cm. Ved skydningerne på papirskiver er det muligt at registrere de enkelte hagls afstand til haglsværmsens centrum, men ikke det enkelte hagls størrelse, vægt og deformeringsgrad og heller ikke dets indtrængning. Ressourceforbruget til gelatineskydningerne er dog markant større end til papirskydningerne.

## 4.2 Vurdering af resultaterne i relation til jagt og anskydninger

I denne undersøgelse er haglenes spredning og indtrængning valgt som mål for haglskuddets effektivitet. Det er sket ud fra den betragtning, at det antal hagl, der rammer byttet, har afgørende indflydelse dels på sandsynligheden for, at vitale dele bliver ramt, dels på sandsynligheden for, at haglene trænger så dybt ind, at der opnås tilstrækkelig læsion til at sikre et effektivt drab.

Den jagtmæssige betydning af den større spredning af deforme hagl skal ses i lyset af, at haglenes spredning påvirkes langt mere af det anvendte våbens trangboringsgrad end af haglenes form. Hertil kommer, at den gennemsnitlige deformationsgrad blandt de – ganske vist få – stikprøver af hagl i indkøbte patroner i denne undersøgelse ikke overstiger 0,06. Dette indikerer, at der ikke igennem opstilling af normer for haglform vil kunne opnås nævneværdig effekt på anskydningsituationen, når der alene ses på spredningen.

Bellrose (1953), Leeming (1996) og Borge (1978) diskuterer behovet for antal træffende hagl og disses indtrængning for at sikre et effektivt drab, men sætter ikke umiddelbart dette i relation til haglenes form.

Den største sandsynlighed for at opnå en dræbende effekt af et haglskud fås, når et tilstrækkeligt antal hagl træffer byttet og trænger tilstrækkelig dybt ind. Herved overføres den størst mulige del af skuddets samlede energi til byttet. Jo mere ensartede haglene i den enkelte patron er, jo mere ensartet vil anlagsenergien for de enkelte hagl være. Hvis haglene er meget uensartede, vil de relativt få (store og runde) hagl, der trænger langt ind, have mindre dækning, så sandsynligheden for at ramme noget vitalt mindskes. De hagl, som kun trænger ind i overfladen, har en begrænset effekt, men tager alligevel energi fra skuddet. Samtidig kan de være årsag til anskydninger. Undersøgelserne viser desuden, at indtrængningen afhænger af haglenes placering, idet centrale hagl trænger dybere ind end perifere. Dette skal ses i sammenhæng med, at det netop er deforme – og dermed relativt dårligt indtrængende hagl – der sidder perifert.

Det er ikke muligt ud fra nærværende undersøgelse at fastsætte konkrete tærskelværdier for haglenes deformeringsgrad med det formål at sikre en vis indtrængning. Bedømt ud fra deformeringsgraden af hagl i stikprøverne fra patroner på det danske marked, ser det dog heller ikke ud til at være et område, der vil kunne få afgørende betydning for reduktionen af anskydninger.

De basale, fysiske egenskaber ved haglammunitionen har naturligvis stor relevans i forbindelse med anskydningsdebatten. Men den fulde betydning af disse forhold kan først klarlægges, hvis og når det bliver muligt at undersøge, i hvor stort omfang anskydninger skyldes dårlig dækning i den centrale del af haglsværmen eller upræcis skydning, så byttet træffes med de yderste hagl i kerneskuddet eller eventuelt af de hagl, der træffer uden for en diameter på 75 cm, hvilket trods alt omfatter 33-40% af alle haglene ved skydning med ½ trangboring.



Haglenes vægt, størrelse og form, som har været centrale i denne undersøgelse, er imidlertid ikke de eneste parametre, som kan tænkes at have indflydelse på kvaliteten af en haglpatron. Det vil bl.a. være relevant at undersøge, om det er muligt at bruge patronernes ensartethed med hensyn til udgangshastighed som en samlet parameter for den del af kvaliteten, der vedrører selve patronkonstruktionen. I denne forbindelse bør det også undersøges, hvordan svingninger i temperaturen påvirker haglenes udgangshastighed. Endelig vil det være relevant at undersøge, hvordan forladningens udformning påvirker skudbilledet.

## 5 Konklusioner

De gennemførte prøveskydninger viser klart, at haglenes størrelse og form er afgørende for skudbilledet, idet variationen i disse faktorer i mange af delforsøgene forklarer en væsentlig del af den samlede variation i såvel haglenes spredning som deres indtrængning.

Det skal bemærkes, at de deformeringsandele og deformeringsgrader, der er anvendt under prøveskydningerne, er ekstreme. Med andre ord beskriver en del af prøveskydningerne en situation, der kan betegnes som "den værst tænkelige" med hensyn til uensartede hagl.

### 5.1 Haglstørrelse

Jo mindre haglene er, jo større er den gennemsnitlige spredning (Fig. 6). Det skyldes først og fremmest, at store hagl er tungere end små hagl, og at små hagl påvirkes relativt mere af vindmodstand end store. Der er imidlertid stor variation i spredningen for alle haglstørrelser, og størrelsen forklarer i sig selv kun en lille del (4%) af den samlede variation i spredningen.

Jo større og tungere haglene er, jo dybere er deres gennemsnitlige indtrængning i gelatinen (Fig. 7 og 8). Det skyldes, at store, tunge hagl har en større anslagsenergi end små, lette hagl, når udgangshastigheden er den samme. På grund af matrixhaglenes større vægtfylde trænger de dybere ind end stålhagl af samme størrelse (Fig. 7). Variationen i haglenes størrelse og vægt er i stand til at forklare langt den største del af den samlede variation i indtrængningen (90%). Den indbyrdes forskel i indtrængningen mellem stål og matrix øges med stigende haglstørrelse (Fig. 7), hvilket formentlig også kan tilskrives forskellen i vægtfylde og dermed forskelle i vindmodstand.

## 5.2 Haglform

Jo mere deformeret et hagl er, dvs. afvigende fra en perfekt kuglerund form, jo længere vil det gennemsnitligt ramme fra haglsværmens centrum (Fig. 12 og 14). Selv om sammenhængen er statistisk signifikant, så er variationen i deformeringsgraden imidlertid kun i stand til at forklare en meget lille del (2,5%) af den samlede variation i spredningen. Deformeringsgradens ringe betydning for spredningen ses bl.a. af, at det for skydningerne på papirskiver kun er muligt at påvise en sammenhæng, når analyserne omfatter den ekstreme serie, hvor alle hagl var deformeret (Fig. 9 og 10). Tilsvarende er det for skydningerne på gelatinepladerne ikke tilstrækkeligt at se på, om der er deformede hagl til stede eller ej, men det er nødvendigt at analysere spredningen i relation til det enkelte hagls deformeringsgrad (Fig. 14).

Jo mere deformeret et hagl er, jo mindre vil det gennemsnitligt trænge ind i gelatinen (Fig. 15, 16 og 17). Variationen i deformeringsgraden kan forklare en stor del af variationen i indtrængningen for både stålhagl (46%) og matrixhagl (39%). På grund af den større vægtfylde trænger matrixhagl dybere ind end stålhagl med samme deformeringsgrad.

Jo tættere et hagl træffer på haglsværmens centrum, jo dybere vil det gennemsnitligt trænge ind i gelatinen (Fig. 18). Det kan forklares ved den samlede virkning af de ovenfor omtalte faktorer, nemlig at store, tunge, ikke-deformede hagl gennemsnitligt har en mindre spredning og en større indtrængning end små, lette, deformede hagl. Det betyder bl.a. at den gennemsnitlige anlagsenergi aftager med stigende afstand fra haglsværmens centrum.

## 5.3 Spredning

Haglenes spredning bestemmes først og fremmest af haglbøssens boring (Fig. 3). Derudover viser prøveskydningerne, at spredningen især påvirkes af haglenes størrelse og vægt, og at deformeringsgraden kun spiller en beskedne rolle.

## 5.4 Indtrængning

Haglenes indtrængningsevne bestemmes først og fremmest af haglenes vægt og størrelse, men også deformeringsgraden spiller en væsentlig rolle. For ikke-deformede hagl kan det påvises, at yderligt placerede hagl trænger lige så dybt ind i gelatinen som centralt placerede hagl (Fig. 5). For patroner med en vis andel deformede hagl, kan det derimod påvises, at haglenes indtrængningsevne aftager – om end ganske svagt – med stigende afstand fra haglsværmens centrum (Fig. 18).

## 6 anbefalinger

Med henblik på en endelig udredning af mulighederne for at udpege relevante, objektive kvalitetsparametre for haglammunition bør den her fremlagte undersøgelse suppleres med følgende undersøgelser:

- *Opmåling af variation i haglenes størrelse, vægt og deformeringsgrad i patroner på det danske marked, dels variation mellem forskellige patronmærker, dels variation mellem patroner af samme mærke.*
- *Undersøgelse af hvilke hagl i det samlede skudbillede der forårsager anskydning i forhold til haglenes størrelse, vægt, deformeringsgrad og placering i haglsværmen.*
- *Beskrivelse af haglenes basale, fysiske egenskaber (størrelse, vægt og deformeringsgrad) i forhold til haglenes anslagsenergi og placering i haglsværmen i en rumlig, dvs. tredimensional, model.*

Herudover anbefales det at iværksætte følgende undersøgelse:

- *Undersøgelse af udgangshastighedens og forladningens betydning for skudbilledet, herunder temperaturens betydning for udgangshastigheden.*

## 7 Referencer

Bellrose, F.C. (1953): A preliminary evaluation of cripple losses in waterfowl. – Proc. 18<sup>th</sup> North American Wildlife Conference: 337-361.

Bløtekjær, K. (1983): En matematisk modell for felling og skadeskytning med haglgevær. – Viltrapport 25, 84 pp.

Borge, A (1978): I våbenkammeret - og udenfor. - Chr. Erichsens Forlag.

Brister, B. (1976): Shot-gunning. – Winchester Press, New York.

Compton, D.J. & Giblin, R.A. (1996): A measurement system for the external ballistics and pattern analysis of shot clouds. – I: Harradine, J. (ed.): Non-toxic shot – Progress and needs. Proceedings of a seminar held on 1<sup>st</sup> /2<sup>nd</sup> May 1996 at the Royal Military College of Science, Shrivenham including demonstration of the UCL Ballistica Research Laboratory at the Holland and Holland Shooting Grounds, Northwood. British Association for Shooting and Conservation: 33-55.

Eis, S., Kanstrup, N. & Kramer, J. (1999): Den nye jæger. – Miljø- og Energiministeriet, Skov- og Naturstyrelsen og Danmarks Jægerforbund.

Hartmann, P. (1995): Haglskuddet – farligere end antaget. – Jæger 4: 6-9, 86.

Leeming, D.W. (1996): A review of the methods to assess the lethality of shotguns and shotgun cartridges in shooting game. – I: Harradine, J. (ed.): Non-toxic shot – Progress and needs. Proceedings of a seminar held on 1<sup>st</sup> /2<sup>nd</sup> May 1996 at the Royal Military College of Science, Shrivenham including demonstration of the UCL Ballistica Research Laboratory at the Holland and Holland Shooting Grounds, Northwood. British Association for Shooting and Conservation: 57-77.

Madsen, J. & Noer, H. (1996): Decreased survival of pink-footed geese *Anser brachyrhynchus* carrying shotgun pellets. – Wildlife Biology 2(2): 75-82.

Noer, H. & Madsen, J. (1996): Shotgun pellets and infliction rates in pink-footed goose *Anser brachyrhynchus* carrying shotgun pellets. – Wildlife Biology 2(2); 65-73.

Noer, H., Madsen, J., Hartmann, P., Kanstrup, N. & Kjær, T. (1998): Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 1997-1998. – Faglig rapport fra DMU, nr. 233. 61 pp.

Noer, H., Madsen, J., Strandgaard, H. & Hartmann, P. (1996): Anskydning af vildt. – TEMA-rapport fra DMU, nr. 8. 52 pp.

# Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 46 30 12 00  
Fax: 46 30 11 14

*Direktion og Sekretariat  
Forsknings- og Udviklingssektion  
Afd. for Atmosfærisk Miljø  
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi  
Afd. for Miljøkemi  
Afd. for Systemanalyse*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsovej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 89 20 14 00  
Fax: 89 20 14 14

*Afd. for Sø- og Fjordøkologi  
Afd. for Terrestrisk Økologi  
Afd. for Vandløbsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønde  
Tlf.: 89 20 17 00  
Fax: 89 20 15 15

*Afd. for Landskabsøkologi  
Afd. for Kystzoneøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser  
Tagensvej 135, 4  
2200 København N  
Tlf.: 35 82 14 15  
Fax: 35 82 14 20

*Afd. for Arktisk Miljø*

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web. I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

# Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

1999

- Nr. 269: Tålegrænser for luftforurening. Anvendelse i strategisk miljøplanlægning. Integreret MiljøInformationsSystem IMIS-luftforurening. Af Bastrup-Birk, A., Tybirk, K., Wier, M. & Emborg, L. 123 s., 150,00 kr.
- Nr. 270: Produktion og forekomst af svovlbrinte i Mariager Fjord 1998. Af Fossing, H. & Christensen, P.B. 17 s., 40,00 kr.
- Nr. 271: Proceedings of the 12<sup>th</sup> Task Force Meeting in Silkeborg, Denmark, October 23-25, 1996. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes. By Larsen, S.E., Friberg, N. & Rebsdorf, Aa. (eds.). 49 pp., 40.00 DKK.
- Nr. 272: Forbrug af økologiske fødevarer. Del 1: Den økologiske forbruger. Af Wier, M. & Calverley, C. 130 s., 120,00 kr.
- Nr. 273: Mink *Mustela vison* og ilder *M. putorius*. Mink- og ilderjagten i Danmark 1996/97 og problemer med de to arter i forhold til små fjerkræhold. Af Hammershøj, M. & Asferg, T. 54 s., 60,00 kr.
- Nr. 274: Modeller til bestemmelse af Naturkvalitet på udvalgte Naturtyper ved anvendelse af Neurale netværk. Af Mark, S. & Strandberg, M. 70 s., 60,00 kr.
- Nr. 275: Indpasning af rekreative aktiviteter i forhold til fugleliv og odder i Skjern Å Naturprojekt - en biologisk udredning. Af Madsen, J., Madsen, J.B. & Petersen, I.K. 38 s., 40,00 kr.
- Nr. 277: Miljøundersøgelser ved Maarmorilik 1998. Af Johansen, P., Asmund, G. & Riget, F. 73 s., 100,00 kr.
- Nr. 279: Pesticider i drikkevand 2. Præstationsprøvning. Af Nyeland, B.A. 261 s., 80,00 kr.
- Nr. 280: Vurdering af effekten af en vindmøllepark ved Overgaard på forekomsten af fugle i EF-fuglebeskyttelsesområde nr. 15. Af Clausen, P. & Larsen, J.K. 31 s., 40,00 kr.
- Nr. 281: Control of Pesticides 1998. Chemical Substances and Chemical Preparations. By Krongaard, T. & Petersen, K.K. 23 pp., 50,00 kr.
- Nr. 283: Krager, husskader og småvildt. En vurdering af prædationens effekt på småvildtbestande og muligheden for at begrænse effekten ved jagt og regulering. Af Asferg, T. 52 s., 60,00 kr.
- Nr. 284: Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 1999. Af Noer, H., Hartmann, P., Christensen, T.C., Kanstrup & Hansen, E.B. 62 s., 80,00 kr.
- Nr. 285: Naturkvalitet - kriterier og metodeudvikling. Af Nygaard, B., Mark, S., Bastrup-Pedersen, A., Dahl, K., Ejrnæs, R., Fredshavn, J., Hansen, J., Lawesson, J., Münier, B., Møller, P.F., Risager, M., Rune, F., Skriver, J. & Søndergaard, M. 118 s., 130,00 kr.
- Nr. 286: Chlorerede, phosphorholdige og andre pesticider i drikkevand. Metodeafprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B.L. 323 s., 150,00 kr.
- Nr. 287: The Danish CORINAIR Inventories. Time Series 1975-1996 of Emissions to the Atmosphere. By Winther, M., Illerup, J.B., Fenhann, J. & Kilde, N. 81 pp., 100,00 DDK.
- Nr. 288: Mere og bedre natur i landbrugslandet - dokumenteret grundlag for en ekstra indsats. Reddersen, J., Tybirk, K., Halberg, N. & Jensen, J. 112 s., 120,00 kr.
- Nr. 289: Atmosfærisk deposition af kvælstof 1998. NOVA 2003. Af Skov, H., Hertel, O., Ellermann, T., Skjødt, C.A. & Heidam, N.Z. (i trykken)
- Nr. 290: Marine områder - Status over miljøtilstanden i 1998. NOVA 2003. Af Markager, S. et al. (i trykken)
- Nr. 291: Søer 1998. NOVA 2003. Af Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. (i trykken)
- Nr. 292: Vandløb og kilder 1998. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (red.) (i trykken)
- Nr. 293: Landovervågningsoplände 1998. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. (i trykken)
- Nr. 294: Bilparkmodel. Beregning af udvikling og emissioner. ALTRANS. Af Kveiborg, O. (i trykken)
- Nr. 295: Kvalitetsparametre for haglammunition. En undersøgelse af spredning og indtrængnings-evne som funktion af haglenes størrelse og form. Af Hartmann, P., Kanstrup, N., Asferg, T. & Fredshavn, J. 37 s., 40,00 kr.



I denne rapport fremlægges resultaterne af en undersøgelse, der har haft til formål at beskrive nogle basale egenskaber ved haglammunition, som kan tænkes at have indflydelse på risikoen for at lave anskydninger under jagt. Undersøgelsen belyser, hvilken betydning variation i basale, fysiske egenskaber som størrelse, vægt og form har for haglenes spredning og indtrængningsevne.

Haglenes spredning bestemmes først og fremmest af haglbøssens boring. Derudover viser prøveskydningerne, at spredningen især påvirkes af haglenes størrelse og vægt, og at deformeringsgraden kun spiller en beskeden rolle. Haglenes indtrængningsevne bestemmes først og fremmest af haglenes vægt og størrelse, men her spiller også deformeringsgraden en væsentlig rolle. For ikke-deformerede hagl kan det påvises, at yderligt placerede hagl trænger lige så dybt ind i gelatinen som centralt placerede hagl. For patroner med en vis andel deformerede hagl, kan det derimod påvises, at haglenes indtrængningsevne aftager svagt med stigende afstand fra haglsværmsens centrum.