



EFFEKTIVITETEN AF BLYFRI RIFFEL- AMMUNITION – ERFARINGER FRA JÆGERSBORG DYREHAVE OG KALVEBOD FÆLLED

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 457

2021



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

EFFEKTIVITETEN AF BLYFRI RIFFELAMMUNITION – ERFARINGER FRA JÆGERSBORG DYREHAVE OG KALVEBOD FÆLLED

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 457

2021

Niels Kanstrup
Thorsten Johannes Skovbjerg Balsby

Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 457
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Effektiviteten af blyfri riffelammunition – erfaringer fra Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled
Forfattere:	Niels Kanstrup og Thorsten Johannes Skovbjerg Balsby
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	September 2021
Redaktion afsluttet:	September 2021
Faglig kommentering:	Lars Haugaard (DCE), Tim Kåre Jensen (DTU), Torben Christiansen (NST)
Kvalitetssikring, DCE:	Jesper R. Fredshavn
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/SR457_komm.pdf
Finansiell støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Kanstrup, N. & Balsby, T.J.S. 2021. Effektiviteten af blyfri riffelammunition – erfaringer fra Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 24 s. - Videnskabelig rapport nr. 457 http://dce2.au.dk/pub/SR457.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	I 2020 anmodede Miljøstyrelsen DCE, Aarhus Universitet, om at bidrage til et projekt til afklaring af effektivitet og sikkerhed ved skifte fra blyholdig til blyfri ammunition ved afskydning af hjortevildt i Jægersborg Dyrehave og på Kalvebod Fælled. Der blev indsamlet data fra afskydning af i alt 531 individer af hjortevildt under anvendelse af fem projektiltyper fordelt på tre kalibre og på blyholdig hhv. blyfri ammunition. Effektiviteten blev estimeret primært ud fra dyrenes flugtafstand efter skuddet. Denne viste statistisk signifikant sammenhæng med projektiltype, hvor der for blyfri ammunition i kaliber 6,5x57 var kortere flugtafstand end for blyholdig ammunition i samme kaliber. Modsat var der for kaliber 308 WIN længere flugtafstand for blyfri end for blyholdig ammunition. For alle typer, herunder også kaliber 22-250 med blyfri ammunition, lå flugtafstanden inden for de standarder, der er kendt fra andre undersøgelser. Det konkluderes, at de testede projektiltyper lever op til gængse krav om effektivitet, og at dette kan ligge til grund for tilrettelæggelsen af kontrolleret afskydning af hjortevildt i hegnede bestande, som det var tilfældet i undersøgelsen, men også i udviklingen af regler for jagt mere generelt. Undersøgelsen gav således ikke grundlag for ændrede anbefalinger vedrørende sikkerhed ved jagt/afskydning, hverken under de kontrollerede forhold, der kendetegner Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled, eller i bredere almindelighed ved jagt i Danmark.
Emneord:	Ammunition, bly, blyfri, effektivitet, jagt, kaliber.
Layout:	Karin Balle Madsen
Foto forside:	Peter Lassen
ISBN:	978-87-7156-620-8
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	24
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR457.pdf

Indhold

Sammenfatning	5
Summary	6
1 Baggrund	7
2 Metode	9
2.1 Afskydning	9
2.2 Databehandling	9
3 Resultater	11
3.1 Nedlagte dyr	11
3.2 Skudafstand	11
3.3 Træfpunkt	12
3.4 Flugtafstand	12
3.5 Skudvinkler	14
3.6 Gennemskud	14
3.7 Kommentarer	15
3.8 Sammenlignende analyser	16
4 Diskussion	19
5 Konklusion	22
6 Referencer	23
Annex	24

Sammenfatning

Grundet risikoen for kontaminering af nedlagt vildt med bly fra riffelammunitionen ønskede Jægersborg Dyrehave i 2020 i forbindelse med afskydning af hjortevildt, at anvende blyfri ammunition. Den ønskede type krævede dispensation. Her foreslog Miljøstyrelsen et forskningsprojekt tilknyttet med henblik på afklaring af effektiviteten og sikkerhedsmæssige perspektiver af den nye type ammunition. Styrelsen anmodede DCE, National Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet, om at bidrage til dette. Projektet blev designet i tråd med DCE's tidligere undersøgelse af effektiviteten af blyfri riffelammunition, hvor der dels forelå en metodebeskrivelse og dels var gode baselinereferencer. Projektet blev udvidet til også at omfatte afskydning af hjortevildt på Kalvebod Fælled.

Der blev indsamlet data fra afskydning af i alt 531 individer af hjortevildt, hvoraf hovedparten var dådyr. Afskydningen blev udført af fem ansatte under anvendelse af fem projektiltyper fordelt på tre kalibre og på blyholdig hhv. blyfri ammunition. Effektiviteten blev estimeret ud fra dyrenes flugtafstand efter skuddet. Blandt de øvrige variable var skudafstand, træfpunkt, skudvinkel og gennemskud. Ydermere registreredes mere kvalitative iagttagelser, som skytterne gjorde.

Flugtafstanden viste statistisk signifikant sammenhæng med projektiltype, hvor der for blyfri ammunition i kaliber 6,5x57 var kortere flugtafstand end for blyholdig ammunition i samme kaliber. Modsat var der for kaliber 308 WIN længere flugtafstand for blyfri end for blyholdig ammunition. For alle typer, herunder også kaliber 22-250 med blyfri ammunition, lå flugtafstanden inden for de standarder, der er kendt fra andre undersøgelser.

På det grundlag konkluderes, at de testede projektiltyper lever op til gængse krav om effektivitet, og at dette kan ligge til grund for tilrettelæggelsen af kontrolleret afskydning af hjortevildt i hegnede bestande, som det var tilfældet i undersøgelsen, men også i udviklingen af regler for jagt mere generelt. Der tages dog et forbehold for anvendelse af meget lette projektiler under jagt generelt, da undersøgelsen ikke nødvendigvis afspejler jagt udført af jægere med ringere erfaring og i terræner med større præg af skov og krat, end det er tilfældet i dette forsøg.

De anvendte typer af blyholdig og blyfri ammunition viste ikke forskelle i sandsynligheden for gennemskud, og der var ikke data for projektilers afvinkling (rikochetter) og restenergi, der kan støtte forslag om ændring af gældende praksis vedrørende sikkerhed. Undersøgelsen gav således ikke grundlag for ændrede anbefalinger vedrørende sikkerhed ved jagt/afskydning, hverken under de kontrollerede forhold, der kendetegner Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled, eller i bredere almindelighed ved jagt i Danmark.

Summary

Due to the risk of contamination of killed game with lead from the rifle ammunition, Jægersborg Deer Park wanted to use lead-free ammunition in 2020 in connection with the culling of deer. The desired type required dispensation. Here, the Danish Environmental Protection Agency proposed an associated research project with a view to clarifying the efficiency and safety perspectives of the new type of ammunition. The agency asked DCE, Danish Center for Environment and Energy, Aarhus University, to contribute to this. The project was designed in line with DCE's previous studies of the effectiveness of lead-free rifle ammunition including both a method description and a solid baseline. The project was expanded to also include the culling of deer at Kalvebod Fælled.

Data were collected from the culling of 531 deer individuals, the majority of whom were fallow deer. The culling was carried out by five employees using five projectile types divided into three calibers and leaded respectively non-lead ammunition. Efficiency was estimated from the flight distance of the animals after the shot. Among the other variables were shot distance, point of impact, shot angle and through-shots. Furthermore, qualitative observations were recorded.

The flight distance showed statistically significant correlation with projectile type, where for non-lead ammunition in caliber 6.5x57 there was a shorter flight distance than for lead-containing ammunition in the same caliber. In contrast, for caliber 308 WIN there was a longer flight distance for non-lead than for leaded ammunition. For all types, including caliber 22-250 REM with unleaded ammunition, the flight distance was within the standards known from other studies.

On this basis, it is concluded that the tested projectile types live up to current requirements for efficiency, and that this may form the basis for the organization of controlled shooting of deer game in fenced populations, as was the case in the study, but also in the development of regulations for hunting more generally. In relation to the latter, however, a reservation is made for the use of very light projectiles in practical circumstances, where the study does not necessarily reflect hunting performed by hunters with less experience and in terrains with a greater character of forest and scrub than is reflected in this experiments.

The types of leaded and unleaded ammunition used did not show differences in the probability of through-shot, and there was no data on projectile deflection angles (ricochets) and residual energy that could support proposals to change current safety practices. The study thus did not provide a basis for changed guidance regarding safety when hunting/shooting either under the controlled conditions that characterize the Jægersborg Deer Park and Kalvebod Fælled culling, or in a broader general case when hunting in Denmark.

1 Baggrund

De negative konsekvenser af anvendelsen af blyholdig jagtammunition og mulighederne for at udskifte blyholdig ammunition med blyfri er velbeskrevne (Kanstrup m.fl. 2019). I Danmark har der siden 1996 været forbud mod anvendelse, salg og besiddelse af patroner med blyhagl, og forbuddet vurderes i dag at være implementeret og generelt accepteret blandt jægerne (Kanstrup 2018). EU gennemførte tidligt i 2021 et forbud mod brug af blyhagl til jagt i vådområder med virkning fra 2023, og EU har parallelt til denne proces iværksat et initiativ til udfasning af bly i alle typer af jagtammunition herunder også riffelammunition efter planen med virkning fra 2024 (Thomas m.fl. 2021).

Kun få lande har ind til nu begrænset brugen af blyholdig riffelammunition. Californien indførte i 2019 et forbud mod al blyholdig jagtammunition, ligesom nogle delstater i Tyskland har indført forbud mod jagt med blyholdig riffelammunition. I andre europæiske lande er reguleringen mere sporadisk og rettet mod særlige områder, fx nationalparker og vildtforvaltningsområder (Mateo og Kanstrup 2019). I 2020 varslede den danske regering et forbud mod blyholdig riffelammunition til jagt med virkning fra 2023¹. Mange danske jægere har skiftet til blyfri riffelammunition, og nogle private jagtdistrikter i Danmark anvender kun blyfri ammunition (Kanstrup m.fl. 2020; Kanstrup og Haugaard 2020).

Der findes gode alternativer til blyholdige riffelprojektiler, herunder særligt kobberprojektiler og i et vist omfang også projektiler af messing og med indhold af tin m.v. (Knudsen 2020). Disse typer er over de seneste 5-10 år udviklet til brug i de fleste riffelkalibre og til almindelige jagtformer og udgør ikke samme betydelige forgiftningsrisiko som projektiler baseret på bly. Til praktisk jagtlig anvendelse lever de gængse blyfrie typer op til de samme standarder som blyholdig ammunition, hvilket er undersøgt både i Tyskland (Gremse og Rieger 2012), Norge (Stokke m.fl. 2019) og Danmark (Kanstrup m.fl. 2016). Disse undersøgelser har været feltbaserede og afdækket effektiviteten af blyfri riffelammunition, der er ækvivalent til den type blyholdig ammunition, der typisk og lovligt anvendes ved de pågældende jagtformer og dyrearter, hvilket i de enkelte lande er fastlagt igennem bestemmelser under jagtlovgivningen, i Danmark fx bekendtgørelsen om våben og ammunition, der må anvendes til jagt m.v.² Heri opereres med fem vildtklasser, hvor der fx til jagt på de største vildtarter kræves mindst en kuglevægt på 9 g og en E100 på 2.700 J eller en kuglevægt på 10 g og E100 på 2.100 J. Kanstrup og Haugaard (2020) foreslog dette ændret til 7,8 g og 2.000 J for blyfri riffelammunition, men i forbindelsen med forberedelse af regeringens varslede udfasning af blyholdig riffelammunition arbejdes der p.t. med ændring af størrelses- og energikravene i alle fem vildtklasser.

Jægerborg Dyrehave blev etableret som et kongeligt jagtområde i 1670 og huser idag en bestand på ca. 2.000 individer af hjortevildt, fortrinsvist dåvildt. For at tilpasse den indhegnede bestand til områdets bæreevne, gennemføres

¹ <https://mim.dk/nyheder/2020/nov/danmark-vil-forbyde-bly-i-ammunition-til-jagt/>

² <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2016/923>

hvert år i perioden september til marts en regulering ved beskydning. Det samlede udtag er årligt 600-700 dyr. Dyrene nedlægges af dyrehavens personale som pürschjagt. Der deltager normalt fire personer i afskydningen. Grundet det store publikumspres er der i forbindelse med afskydningen særlig fokus på sikkerhed. Bl.a. derfor har dyrehaven på baggrund af en dispensation i en årrække anvendt riffelammunition, der ligger under de lovfastsatte kuglevægts- og energikrav. Her har været anvendt blybaseret ammunition med et projektil i kalibret 6,5x57 med vægten 8,2 gram og en oplyst E_{100} på 2.356 J af typen Kegelspitz fra RWS (i denne rapport også angivet som 6557bly).

Grundet risikoen for kontaminering af nedlagt vildt med bly fra riffelammunitionen ønskede man fra dyrehavens side i 2020 at ændre praksis til anvendelse af blyfri ammunition og fik fra Miljøstyrelsen dispensation til at anvende ammunition med et tinbaseret projektil ligeledes i kaliber 6,5x57 men med en vægt på 6 g og en oplyst E_{100} på 2.157 J af typen Evolution Green fra RWS (i denne rapport også angivet som 6557blyfri). I forbindelse med dispensationen foreslog Miljøstyrelsen gennemførelse af et forskningsprojekt tilknyttet med henblik på afklaring af effektiviteten af den nye type ammunition, og styrelsen anmodede DCE, Aarhus Universitet, om at bidrage til dette. Projektet blev designet i tråd med DCE's tidligere undersøgelse af effektiviteten af blyfri riffelammunition (Kanstrup m.fl. 2016), hvor der dels forelå en metodebeskrivelse og dels var gode baselinereferencer på effektiviteten af såvel blyholdig som blyfri ammunition under praktisk jagt i Danmark, herunder for de vildtarter, der nedlægges i dyrehaven.

I forbindelse med forberedelsen af projektet viste det sig, at én af de rifler, der anvendes ved afskydning i dyrehaven, ikke kunne stabilisere de blyfri projektiler, hvorfor det besluttedes, at der i denne riffel fortsat anvendtes den oprindelige blyholdige ammunitionstype. I slutningen af november opstod funktionsfejl på én af de øvrige rifler i kaliber 6,5x57, og denne blev erstattet af en riffel i kaliber .308 WIN, hvor der fra 30. november 2020 blev skudt med dels RWS SPEED TIP 10,7 gram 3.074 J (blyholdig, i denne rapport også angivet som 308bly) og dels RWS HIT 10,7 gram 3.009 J (tinbaseret, i denne rapport også angivet som 308blyfri). Ydermere viste der sig mulighed for at indsamle data fra afskydning af dåvildt på Kalvebod Fælle, hvor der var givet dispensation til at anvende kaliberet 22-250 REM med et 3,24 gram Barnes TSX Flat Base blyfri projektil med en oplyst E_{100} på 1.558 J (i denne rapport også angivet som 22250blyfri). Der blev ikke i dette område anvendt andre projektiltyper.

På dette grundlag viste der sig mulighed for at gennemføre en undersøgelse af effektiviteten af riffelammunition, der p.t. ikke lovligt kan anvendes til jagt på klasse 1-arter, hvor der kan foretages en direkte sammenligning af blyholdig med blyfri ammunition. Grundet den delvise anvendelse af .308 WIN med både blyholdig og blyfri var det også muligt for dette kaliber at fortage en sammenligning af effektiviteten af de to projektilmaterialer. Selvom der for kaliber 22-250 REM ikke blev anvendt blyholdig ammunition som reference, var det muligt at foretage en vurdering af effektiviteten af den anvendte blyfri ammunition i dette kaliber i kraft af en sammenligning med data fra tidligere undersøgelser og fra indsamlingen i dyrehaven.

2 Metode

2.1 Afskydning

Afskydningen fandt sted fra 1. september 2020 til 15. marts 2021. For hvert nedlagt dyr udfyldtes et dataark (Annex I), hvor følgende blev registreret: Lokaltet, dato, skytte, dyreart, køn, alder, kaliber / projektil, skudafstand, flugtafstand, projektilets træfpunkt og -side, projektilets udgangspunkt (hvis gennemskud), skudvinkel, gennemskud, indtrængning (i procent, hvis ikke gennemskud) samt evt. yderligere oplysninger (fx fangstskud). Følgende blev således ikke registreret: Dyrets størrelse / vægt og bevægelse, hvor det kan bemærkes, at næsten alle dyr under de praktiske omstændigheder stod stille i skudøjeblikket. Omfanget af læsion som følge af skuddet (diameter på indgangs- og udgangshul) blev registreret for 42 dyr nedlagt i Jægersborg Dyrehave, men dette blev ikke systematiseret i forhold til art og kaliber.

2.2 Databehandling

Flugtafstand, der er den direkte afstand mellem det punkt, hvor dyret befandt sig i skudøjeblikket til det punkt, hvor det forender, anvendtes som den grundlæggende variabel for ammunitionens effektivitet. Dette er parallelt til tilsvarende studier, hvor der argumenteres for, at flugtafstanden dels afspejler tidsrummet fra dyret træffes til det forender, og dermed er et mål for omfanget af skuddets fysiologiske stress på dyret (dyreværnsaspekt), og dels er et udtryk for, i hvor høj grad dyret bevæger sig uden for jægerens synfelt og dermed skaber usikkerhed om udfaldet af skuddet (jagteffektivitetsaspekt). I et åben terræn som dyrehaven spiller den sidste del en mindre rolle, men i områder med skov eller krat er det ud fra en afskydningsmæssig synsvinkel en fordel, at flugtafstanden minimeres.

Den statistiske analyse omfattede de fem projektiltyper: 22250blyfri, 308blyfri, 308bly, 6557blyfri og 6557bly. Da der kun var 3 kalibertyper, og kun to af dem var repræsenteret med både blyholdige og blyfrie kugler, valgte vi at teste projektiltypen og først i post hoc analysen at teste forskellen mellem blyholdig og blyfri ammunition. Det væsentligste mål for effektiviteten af en projektiltype er flugtafstanden. Denne afhænger ikke nødvendigvis alene af projektiltypen, men kunne også afhænge af kaliber, skudafstand, træfpunkt, vildtart m.v. Modellen var således:

Flugtafstand = skudafstand + træfpunkt + projektiltype + art (model 1)

Modellen testedes i en generaliseret lineær model, hvor flugtafstanden angives som en overspredt Poisson-fordeling, idet flugtafstanden er en tællevariabel, og eftersom der var mange observationer af flugtafstand=0 (16 %) valgte vi at korrigere for overspredning, hvilket reducerer faren for "inflated p-values". Da de forskellige træfpunkter giver stor variation i flugtafstanden, medtog vi i denne del af analysen kun skud med træfpunkter fra blad, abdomen og bringe, hvilket udgør 87% af materialet. Vi analyserede også effekten af træfpunktet, og her medtog vi, ud over træf på blad, abdomen og bringe, ligeledes hals- og hovedskud. Modellen for denne analyse var identisk med model 1.

Gennemskud, dvs. det udfald af skuddet, hvor riffelprojektilet passerer byttet, anvendtes som parameter for vurdering af sikkerhed. Kun en del af skuddene gik igennem dyrene. Vi testede derfor sandsynligheden for gennemskud i relation til afstand, projektiltype og skudvinkel. Skudvinklen, der måles i forhold til dyrets længdeakse, således at et vinkelret skud=90, et spidsskud=0 og et bagskud=180, blev inddelt i 3 intervaller, der svarede til meget skrå skud ($\text{vinkel} < 36$ eller $\text{vinkel} > 154$), skrå skud ($36 < \text{vinkel} < 72$ eller $108 < \text{vinkel} < 154$), og næsten retvinklede skud ($72 < \text{vinkel} < 108$). Modellen var således:

Gennemskud = skudafstand + projektiltype + vinkel (model 2).

De spidse vinkler forfra og bagfra slået sammen, således at der var tre grupper af vinkler.

Gennemskud modelleredes som en binomial variabel.

Vi testede alle post hoc parvise sammenligninger med least mean square differences. De generaliserede lineære modeller testes med proc glimmix i SAS 9.4 (SASInstitute, Cary, NC).

3 Resultater

3.1 Nedlagte dyr

Der blev i alt indsamlet data fra 531 nedlagte dyr, her af 473 fra Jægersborg Dyrehave og 58 fra Kalvebod Fælled. Fordelingen på arter og projektiltype fremgår af Tabel 1.

Tabel 1. Fordelingen af 531 nedlagte dyr på lokalitet, art og projektiltype.

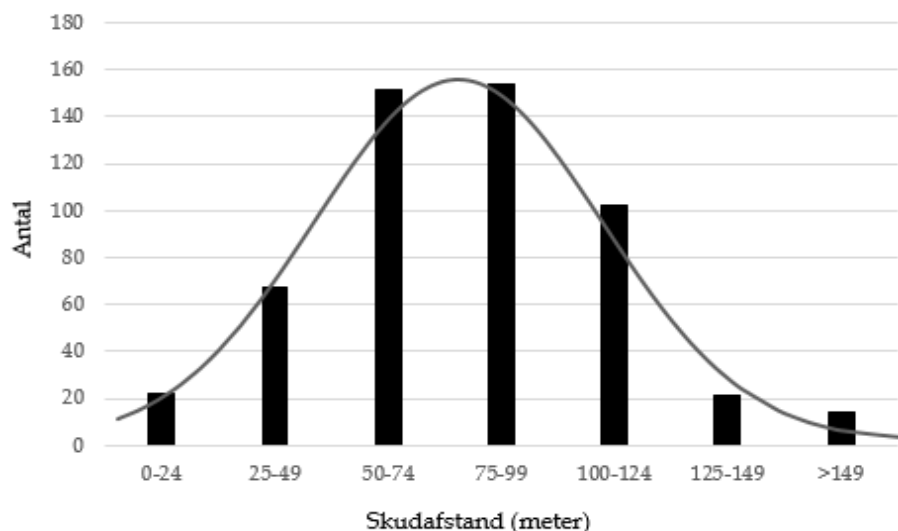
	Kalvebod Fælled		Jægersborg Dyrehave			Total
	22250blyfri	308bly	308blyfri	6557bly	6557blyfri	
Dådyr	58	24	31	83	234	430
Krondyr		3	5	23	37	68
Sika		6	4	9	14	33
Total	58	33	40	115	285	531

Af de nedlagte dyr var 397 (92 %) under 4 år. Dette fordelte sig nogenlunde ligeligt på de tre arter dog med en overvægt af ældre dyr blandt de nedlagte dådyr. 296 (56 %) var handyr/hjorte, hvor der dog for krondyr var en lille overvægt.

3.2 Skudafstand

Middelskudafstanden for samtlige nedlagte dyr var 78 meter (SD=32). Der blev kun afgivet få skud på større afstande end 125 meter. Et enkelt dog på 225. Fordelingen ses af Figur 1.

Figur 1. Fordelingen af skudafstande for samtlige nedlagte dyr. Søjlerne er de observerede afstande inden for de angivne intervaller. Kurven angiver en modeleret normalfordeling.



Tabel 2 viser for samtlige nedlagte dyr skudafstanden (middel og median) for de fem anvendte projektiltyper.

Tabel 2. Skudafstand i meter for samtlige nedlagte dyr. N er antal dyr.

	N	Middel	Median	Min	Maks
22250blyfri	58	86	80	10	200
308blyfri	40	87	90	20	130
308bly	33	88	80	17	225
6557blyfri	285	79	80	8	162
6557bly	115	65	65	3	160
Alle	531	78	79	3	225

Skudafstandene for projektilet 6557bly var samlet set kortere end for de øvrige projektiler.

3.3 Træfpunkt

Der blev oplyst træfpunkt (indgangs- og evt. udgangssted) i 528 tilfælde (Tabel 3). I 363 (69 %) tilfælde var indgangstræfpunktet et lavt bladskud (se skitse i Annex 1), og i 319 (88 %) af disse tilfælde var udgangsstedet ligeledes lavt på bladet. Det næsthyppest udfald var træf lavt i abdomen (56 skud (11 %)), hvoraf 30 (54 %) dog havde udgang lavt på bladet. Dette skudmønster er ret typisk for afskydningen, idet der ofte skydes til dyr, der står skråt med bagenden mod skytten, og hvor kuglen placeres bag det bageste ribben og typiske går ud på bladet på modsatte side (skudvinkel ca. 135°). Dette udfald er mere hyppigt end skud skråt forfra med indgang lavt på bladet og udgang lavt i abdomen.

Tabel 3. Træfpunkt for de 528 nedlagte dyr, hvor dette var oplyst. Koder (se Annex 1):

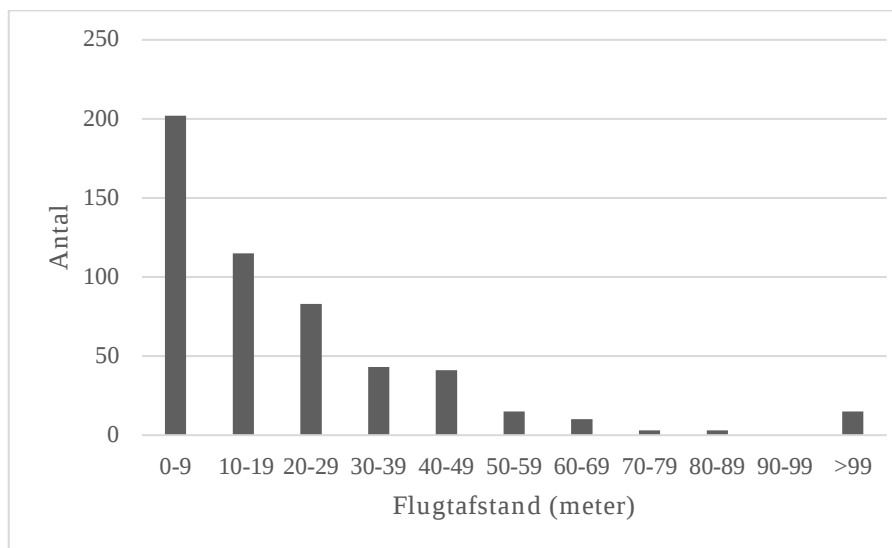
"bl"=lavt bladskud, "bh"=højt bladskud, "al"=lavt abdomenskud, "ah"=højt abdomenskud, "ho"=hovedskud, "ha"=halsskud, "br"=skud i bringe (spidst), "lf"=forløbsskud, "kø"=skud i kølle, "ig"=ikke gennemskud, "io"=ikke oplyst.

		Træfpunkt ud										Total
		bl	bh	al	ah	ho	ha	br	lf	kø	ig/io	
Træfpunkt ind	bl	319	0	16	0	0	4	0	0	0	24	363
	bh	0	23	0	0	0	0	0	0	0	2	25
	al	30	0	18	0	0	1	0	0	0	7	56
	ah	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	3
	ho	0	0	0	0	26	0	0	0	0	1	27
	ha	6	0	0	0	0	27	0	0	0	2	35
	br	0	0	0	0	0	0	1	0	0	16	17
	lf	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	kø	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Total	355	24	34	1	26	32	1	1	0	54	528

3.4 Flugtafstand

Middelflugtafstanden for samtlige dyr var 22 meter (SD=41). De fleste var under 50 meter. I alt var 15 på 100 meter eller derover. Den længste var på 500 meter. Fordelingen på afstandsintervaller fremgår af Figur 2.

Figur 2. Flugtafstand for alle nedlagte dyr undtaget (se Tabel 4 for det komplette datasæt).



Tabel 4 viser for samtlige nedlagte dyr flugtafstanden (middel og median) for de fem anvendte projektiltyper. Den markant kortere flugtafstand for 308bly skyldes til dels, at der for dette projektil er afgivet forholdsvis mange skud med træfpunkt i hoved og hals.

Tabel 4. Flugtafstand for hver projektiltype dels for alle (531) og dels for dyr ramt på blad, i abdomen eller bringe (465).

	Alle					Træfpunkt blad, abdomen og bringe				
	N	Middel	Median	Min	Max	N	Middel	Median	Min	Maks
22250blyfri	58	29	20	0	200	57	29	20	0	200
308blyfri	40	39	25	0	280	34	37	30	0	200
308bly	33	11	5	0	70	22	16	13	0	70
6557blyfri	285	17	10	0	400	252	18	10	0	400
6557bly	115	29	15	0	500	100	34	25	0	500

Tabel 5 viser for samtlige nedlagte dyr flugtafstanden (middel og median) fordelt på træfpunkt (indgang).

Tabel 5. Flugtafstand versus træfpunkt ind for de 528 skudte dyr, hvor træfpunkt var angivet. Træfpunktkoder som i Tabel 3.

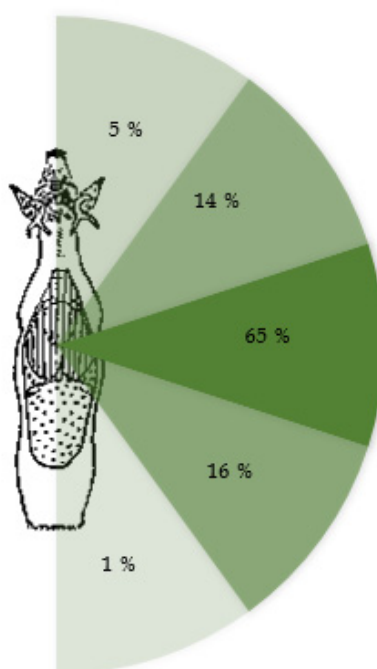
Træfpunkt (ind)	N	Middel	Median	Min	Maks
bl	363	20	15	0	120
bh	25	37	2	0	500
al	56	50	21	0	400
ah	3	20	0	0	60
ho	27	0	0	0	0
ha	35	3	0	0	35
br	17	14	8	0	50
lf	1	100	100	100	100
kø	1	280	280	280	280

Det ses, at hals- og hovedskud giver meget kort flugtafstand. Forløbsskuddet og kølleskuddet gav længere flugtafstand. Ét skud, som blev registreret som et højt bladskud, men i realiteten var et skud i nakken over nakkehvirvlerne som resulterede i en flugtafstand på 500 m og efterfølgende fangstskud.

3.5 Skudvinkler

Der blev oplyst skudvinkler for skud til 517 dyr. Til illustration af fordelingen af skudvinklerne blev disse opdelt i 5 lige store intervaller på tilsammen 180° (Figur 3). Næsten to tredjedele faldt indenfor 36° omkring det vinkelrette skud (90°). Kun 6 % var spidsere end 36° (5 %) og 144° (1 %), mens resten fordelte sig næsten ligeligt mellem skrå spidsskud og skrå bagskud.

Figur 3. Fordelingen på 5 36°-vinkel-intervaller for 517 skud.



3.6 Gennemskud

Der blev givet information om gennemskud for skud til 527 dyr. Heraf var der gennemskud i 470 (89 %) tilfælde og ikke gennemskud i de resterende 57 (11 %) af tilfældene. I 40 tilfælde, hvor der ikke var gennemskud, var det muligt at estimere projektilens indtrængning, der varierede fra 10 til 90 % med et middeltal på 59%. Projektilet blev kun i nogle få tilfælde isoleret og gemt (Figur 4).

I 42 tilfælde, hvor der var tale om gennemskud, blev dimensionerne på indgangshul og udgangshul for blyholdige projektiler målt til gennemsnitligt hhv. 24x27 mm og 37x46 mm, mens de for blyfri typer var hhv. 30x38 mm og 27x36 mm, hvilket indikerer at de blyholdige typer har større udgangshul end indgangshul, mens det er omvendt for blyfri. Da der i dette datasæt ikke er registreret art, skudvinkel eller kaliber, har det ikke været genstand for en nærmere statistisk analyse.

Figur 4. Rester af projektiler, som er stoppet i vildtkroppen. 6,5x57 RWS EVO 6 gram (6557blyfri). Restvægten på disse to var hhv. 3,24 og 3,23 gram, svarende til et væggtab på hhv. 2,76 og 2,77 g. Foto: Niels Kanstrup

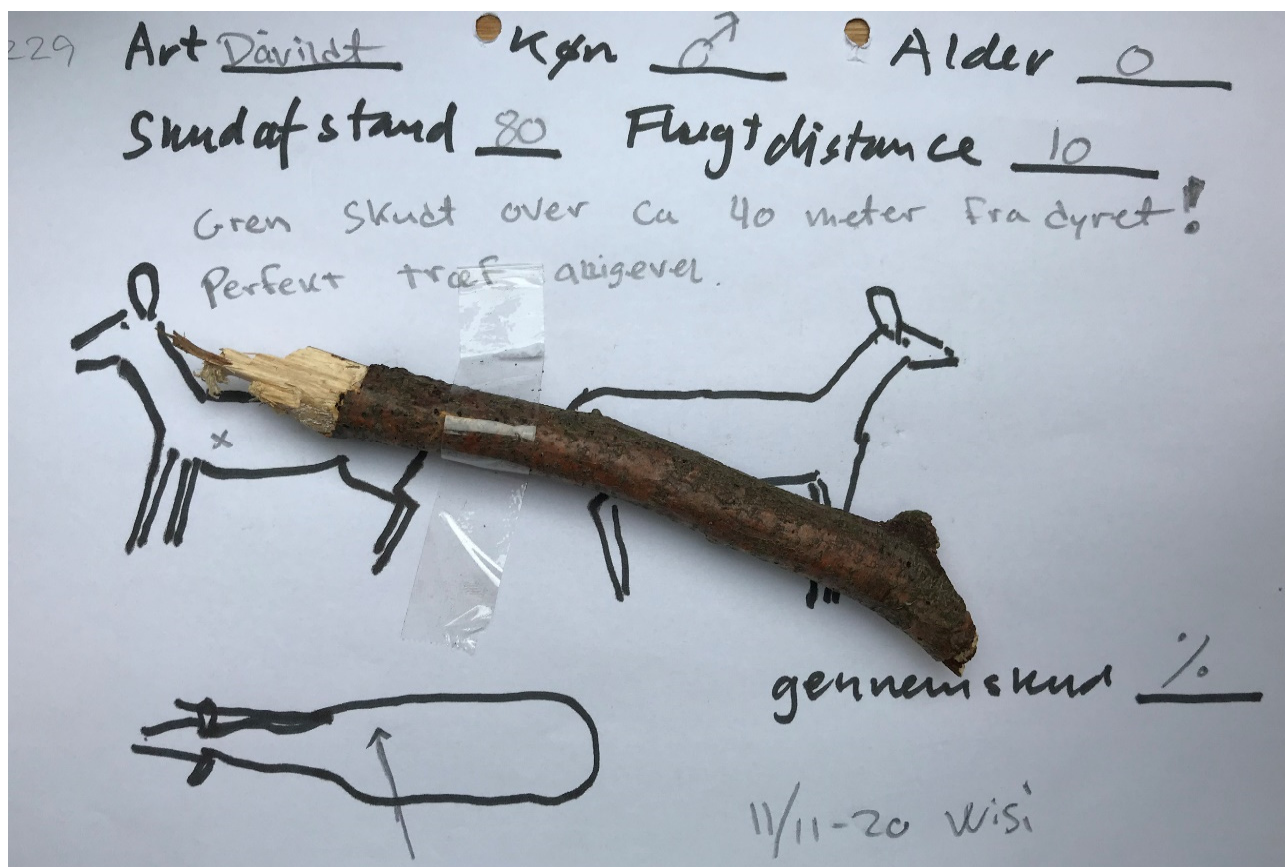


3.7 Kommentarer

Der blev i en række tilfælde givet ekstra oplysninger om skuddet og dets udfald. I de fleste tilfælde var her tale om information om ekstra skud og evt. fangstskud, om dyrets bevægelse og om mulige obstruktioner foran byttet (Figur 5 og 6). I 29 skudsituationer blev der afgivet et ekstra skud enten på grund af usikkerhed om effekten af første skud eller som egentligt fangstskud herunder i nogle tilfælde på klos hold. Det samlede skudforbrug til at nedlægge de 531 dyr var således 560 skud svarende til gennemsnitligt 1,05 skud pr dyr.

Figur 5. Træf på venstre skulderblad efter at projektilet har ramt græs. Ældre dåhjort, 6,5x57 RWS EVO 6 gram. Skudafstand 92 meter, flugtafstand 11 meter. Der blev fundet projektilrester på indgangssiden. Foto: Torben Christensen.





Figur 6. Skema for bladskud til dåkalv, hvor en fingertyk gren blev skudt over ca. 40 meter foran dyret. Flugtafstanden var 10 meter, og der var ikke gennemskud. Projektilet var 6,5x57 blyfri 6 g.

3.8 Sammenlignende analyser

Datasættet i denne undersøgelse kan gøres til genstand for mange forskellige analyser af sammenhænge mellem de valgte variable. I forhold til undersøgelsens overordnede formål er det mest centrale at afklare, om skiftet fra blyholdig ammunition til blyfri ammunition ændrer effektiviteten af skuddet, her målt ved flugtafstanden, samt om skiftet påvirker sandsynligheden for gennemskud af dyret, hvilket kan indgå i afklaring af sikkerheden i forbindelse med afskydning af hjortevildt med riffel.

Flugtafstanden afhængighed af projektiltype m.v.

Ud fra den databehandling, som beskrives i metodeafsnittet, var det kun variablerne projektiltype og træfpunkt, der havde statistisk signifikant effekt på flugtafstanden, hvorimod fx skudafstand og vildtart ikke havde (Tabel 6).

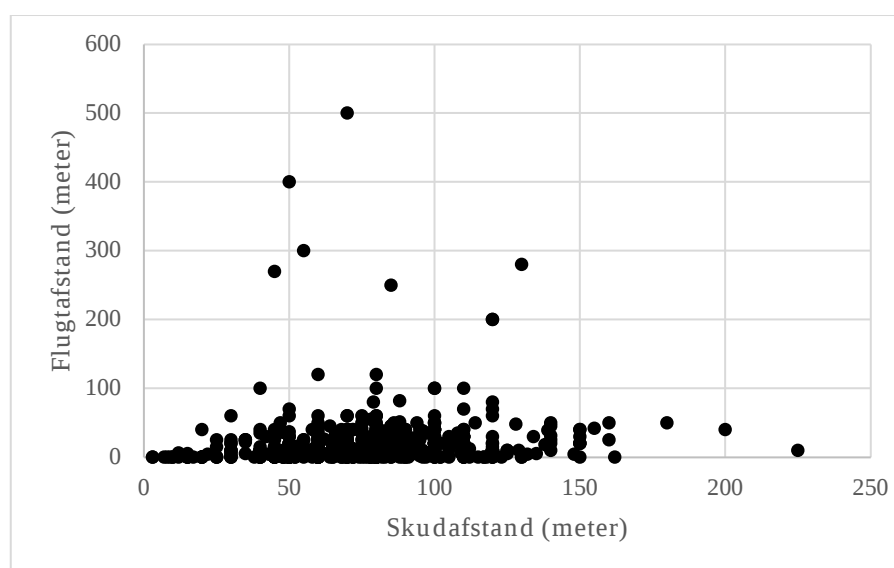
Tabel 6. Statistiske værdier for testen af flugtafstandens afhængighed af skudafstand, vildtart, projektiltype og træfpunkt. Her er kun medtaget skud med træf på bladet eller i abdomen (se afsnit 5.2. for valg af modeller).

	Df	F	p
Afstand	1, 451	0.87	0.3521
Art	2, 451	0.12	0.889
Projektil	4, 451	6.82	<.0001
Træfpunkt	4, 451	11.27	<.0001

For kaliber 6,5x57, der var det mest benyttede kaliber og hvorfra den største datamængde foreligger, gav den blyfri type en signifikant kortere flugtafstand end den blyholdige (least square means $t_{451}=4.25$, $p<0.001$). For kaliber 308 WIN viste der sig et modsat forhold, idet det blyfri projektil i dette kaliber gav signifikant større flugtafstand (least square means $t_{451}=2.32$, $p=0.021$). For det væsentligt mindre kaliber 22-250 REM med blyfri ammunition konstateredes ingen signifikant forskel på flugtafstand sammenlignet med fx 6,5x57 i blyholdig (least square means $t_{451}=-0.66$, $p=0.511$), med derimod resulterede den i længere flugtafstand end for 6,5x57 blyfri (least square means $t_{451}=2.66$, $p=0.0082$).

Der er ingen indikation af, at disse resultater skyldes indflydelse af skudafstand, da der ikke ses nogen betydelig eller signifikant sammenhæng mellem skudafstand og flugtafstand (Tabel 6 og Figur 7). Desuden var middelskudafstanden omtrentligt ens for de fem projektiltyper, dog med kortere afstande for 6,5x57bly. Flugtafstanden varierede heller ikke mellem arterne (Tabel 6).

Figur 7. Sammenhæng mellem skudafstand og flugtafstand for samtlige nedlagte dyr.



Træfpunktet havde signifikant indflydelse på flugtafstanden (Tabel 7). Generelt resulterede hals- og hovedskud ikke overraskende i kortere flugtafstand end andre træfpunkter. De statistiske værdier for de enkelte træfpunkters indflydelse på flugtafstanden fremgår af Tabel 8.

Tabel 7. Statistiske værdier for test af flugtafstandens afhængighed af skudafstand, vildtart, projektiltype og træfpunkt, men hvor også hals- og hovedskud er medtaget (se afsnit 5.2. for valg af modeller).

	df	F	p
Afstand	1, 511	0.93	0.3364
Art	2, 511	0.24	0.7849
Projektil	1, 511	7.13	<.0001
Træfpunkt	6, 511	10.97	<.0001

Tabel 8. Statistiske værdier for træfpunktets betydning for flugtafstandens længde. Least square means estimer og SE er angivet som tilbagetransformerede værdier i kolonne 4 og 5.

Træfpunkt	Estimat	SE	Estimat (m)	SE	df	t	p
ah	2.981	0.796	19	16	511	3.74	0.0002
al	3.832	0.218	46	10	511	17.57	<.0001
bh	3.559	0.269	35	9	511	13.21	<.0001
bl	2.922	0.193	19	4	511	15.07	<.0001
br	2.559	0.432	13	6	511	5.91	<.0001
ha	1.408	0.543	4	2	511	2.59	0.0099
ho	0.231	1.176	1	1	511	0.20	0.8439

Kun for kaliber 6,5x57 var datagrundlaget tilstrækkeligt til en beregning af flugtafstandens afhængighed af træfpunkt for hhv. blyholdig og blyfri ammunition. For dette kaliber gav blyfri ammunition med træfpunkt både ind og ud i abdomen ("baglig" kugle) kortere flugtafstand end blyholdige typer (least square means $t_9=19,70$ $p<.0001$).

Gennemskud

Set fra en sikkerhedsmæssig synsvinkel er det en fordel, at projektilet forbliver i byttet eller kun har begrænset energi efter passage af dette. Dette forhold ligger til grund for dyrehavens valg af ammunition. Sandsynligheden for gennemskud viste sig i dette studie kun at have sammenhæng med skudvinklen, mens hverken skudafstand eller projektiltype havde signifikant betydning (Tabel 9). Sandsynligheden for gennemskud er mindst ved spidse skudvinkler hvor 74 % resulterede i gennemskud (Tabel 10).

Tabel 9. Statistiske værdier for indflydelsen af skudafstand, projektiltype og skudvinkel på sandsynligheden for gennemskud

	df	F	P
Afstand	1, 455	0.61	0.4365
Projektil	4, 455	2.14	0.0746
Vinkel	2, 455	31.33	<.0001

Tabel 10. Least square means estimer for de tre grupper af vinkler.

Vinkel	Gennemskud j/n	Estimat	SE	df	t	p
Spids	13/23	-0.4738	0.4313	455	-1.10	0.2725
Skrå	123/20	2.1495	0.3970	455	5.41	<.0001
Side	276/8	4.0131	0.4739	455	8.47	<.0001

4 Diskussion

Det mest centrale i undersøgelsen var at afklare, om et skifte fra brug af blyholdig til blyfri ammunition til afskydning af hjortevildt i Jægersborg Dyrehave vil medføre betydelige ændringer i form af forringet effektivitet målt både i relation til dyreværnsaspekter og i den praktiske afvikling af afskydningen. Udgangspunktet var her anvendelse af riffelkaliberet 6,5x57, der i mange år har været dyrehavens foretrukne, og om et skifte fra et 8,2 grams blyholdigt projektil til et 6 grams blyfrit (tinbaseret) projektil ville medføre betydelige ændringer. For dette konkrete kaliber viste undersøgelsen, at der ved brug af det blyfri projektil opnås kortere flugtafstande end ved brug af det blyholdige projektil. Dette gælder uanset vildtart, skudafstand og træfpunkt. De aktuelle data støttes af personlig information fra dyrehavens ansatte, der intuitivt oplever, at de blyfri projektiler er mere effektive end de blyholdige.

Forskellene kunne ses i både middeltal og median, men samlet lå disse værdier for begge typer i et niveau, der er sammenligneligt med flugtafstande opgjort i andre undersøgelser, hvor fx Kanstrup m.fl. (2016) fandt en middelflugtafstand på 29 m for 657 dyr (primært hjortevildt) nedlagt med en blanding af riffelkalibre og både blyholdigt og blyfri ammunition. Til sammenligning var fx middelflugtafstanden for dyr nedlagt med 6557bly i nærværende undersøgelse netop 29 m, men dog 34 m, når skud i hoved og hals fraregnedes. For kaliber 308WIN, der også blev anvendt til afskydningen, viste der sig en omvendt sammenhæng, således at den blyfri type resulterede i længere flugtafstande. Men også for dette kaliber var der uanset projektiltype tale om middel- og medianflugtafstande, der svarer til de niveauer, der er dokumenteret i andre undersøgelser. Det samme gør sig gældende for det noget mindre kaliber 22-250 REM, der blev anvendt til afskydning af dåvildt på Kalvebod Fælled. Dette faldt ud med flugtafstande, der svarer til 6,5x57 i den blyholdige version.

For samtlige de testede projektiltyper i de tre anvendte kalibre viser undersøgelsen således, at flugtafstandene ligger inden for de standarder, der er kendt for andre typer ammunition og fra andre undersøgelser. Valg af ammunition for de her testede kalibre og typer har således ikke nogen væsentlig betydning, hverken i forhold til dyreværnsmæssige eller jagtpraktiske aspekter.

Afskydning af hjortevildt i Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled er kendetegnet ved, at den foregår som pürschjagt, og dermed som udgangspunkt ved skud til dyr, der står stille. Ligeledes udøves den af skytter med meget stor erfaring. Begge dele kommer til udtryk ved, at langt de fleste skud havde træfpunkt inden for det felt, der generelt opfattes som det optimale i forhold til at sikre et dødeligt skud med mindst mulig risiko for anskydning, nemlig bladskud (primært lavt, sekundært højt) (se Kanstrup og Balsby (2015) for nærmere beskrivelse). Også skud i abdomen, hvor der skydes skrå bagskud med udgang forrest på bladet var udbredt, selv om dette ligger uden for de gængse anbefalinger af træfpunkt og skudvinkel, hvor der almindeligvis kun anbefales vinkelrette eller næsten vinkelrette bladskud. Således var der kun et meget lille antal egentligt ”dårlig” kugleplacering, fx 19 regulære mavekugler (ind- og udgangssted = al eller ah), og kun to skud i løb/kølle. Kun for kaliberet 6,5x57 var materialet solidt nok til en nærmere analyse af dette. Her viste det sig, at blyfri ammunition i dette kaliber også ved ”baglige” kugler

(”maveskud”) gav kortere flugtafstand end de blyholdige typer. Der er således ikke indikation af, at de blyfri typer i dette kaliber kun giver kortere flugtafstand ved egentlige bladskud. Tværtimod synes blyfri typer at have større effektivitet end blyholdige typer, også ved mindre optimalt placerede kugler.

Skudafstanden lå for samtlige nedlagte dyr på gennemsnitligt 78 meter og dermed lavere end skudafstande fx i et tidligere materiale fra jagt i Danmark, hvor middelfaststanden var 93 meter (Kanstrup m.fl. 2016). Imidlertid viste undersøgelsen ikke nogen betydelig indflydelse af skudafstanden på flugtafstanden, og det vurderes ikke, at der vil ske en forskydning af effektiviteten af blyholdig kontra blyfri ammunition på gennemsnitsafstande, der ligger højere end datamaterialets. På baggrund af undersøgelsen synes de blyfri typer således i mindst lige så høj grad som de blyholdige projektiler at leve op til gængse terminalballistiske krav til ammunition til jagt på klasse 1-arter, hvor retningslinjer for træfpunkt og skudafstande følger almindelige danske standarder. Dette resultat støttes af andre undersøgelser både i Norge, Tyskland og Danmark og kan med stor sandsynlighed forklares ved at mange typer af blyfri riffelprojektilers terminalballistik er kendetegnet ved at den primære energiudløsning foregår i indskudssiden af byttedyret. Således så vi i materialet en tendens til, at indgangshullet for blyfri projektiler var større end udgangshullet, mens det forholdt sig omvendt for blyholdige typer.

Et diskussionspunkt kan være stabiliteten af de meget lette projektiler, herunder især kaliber 22-250 med et 3,24 grams projektil, i forhold til evt. træf af vegetation mellem skytte og bytte. Her afspejler landskaberne i dyrehaven og Kalvebod Fælled ikke nødvendigvis et normalt dansk jagtterræn, hvor der fx under jagt i skov og krat er større risiko for, at ammunition får kontakt med vegetation foran byttet, selv om dette generelt forsøges undgået. Materialet fra dyrehaven gav enkeltteksempler på, at 6 grams blyfri projektiler i kaliber 6,5x57 selv ved passage af græs og grene gav tilstrækkelig præcision og dræbeevne. I hvilket omfang stabiliteten af blyfri ammunition er mere eller mindre udtalt, sammenlignet med blyholdig ammunition, kan ikke afgøres. Der findes ikke tilsvarende undersøgelser af stabiliteten af projektiler i kaliber 22-250, men vi vurderer, at stabiliteten af meget lette projektiler, som fx 3,24 gram, er ekstra følsom i forhold til obstruktioner.

Endnu et emne er præcisionen. Generelt vil der med små, rekyl-lette kalibre kunne opnås stor præcision, og med de våben, der har været anvendt til indsamling af hovedparten af materialet i denne undersøgelse, har der således været en fordel i forhold til at opnå et ideelt træfpunkt. Ydermere skønnes det, at den jagtform, der ligger til grund for nærværende datasæt, og ikke mindst erfaringen hos de deltagende skytter, betyder at materialet har en højere præcision end der kan forventes ved afgivelse af skud under jagt i almindelighed. På dette grundlag må der tages et forbehold for undersøgelsens repræsentativitet i forhold til upræcise skud, der resulterer i anskydninger og deraf følgende behov for eftersøgning. I hvilket omfang de her anvendte projektiltyper har tilstrækkelig effekt til at sikre læsioner, der i samme omfang som andre, større og mere effektfulde projektiltyper, kan give et grundlag for eftersøgning ved egentlige anskydninger, kan ikke estimeres direkte fra resultaterne. Specielt for de meget lette projektiler i kaliber 22-250 kan det være en bekymring, om dårligt placerede skud giver et tilstrækkeligt grundlag for eftersøgning, når det gælder jagt på de større vildtarter.

Et element i undersøgelsen var afklaring af, om et skifte fra blyholdig til blyfri ammunition ville påvirke de sikkerhedsmæssige perspektiver ved afskydningen. Spørgsmålet om sikkerhed ved riffelskydning rummer flere elementer, herunder især, at riffelprojektiler har en lang flugtbane og opretholder energi nok til på afstande, der ligger langt uden for anbefalede skudafstand, til at gøre skade, herunder personskade. Ved afgivelse af skud forudsættes således dels, at der opretholdes forsvarlige skudvinkler og dels at sikre kuglefang, således at risikoen for at ramme utilsigtede mål med det direkte skud elimineres. Den største udfordring ligger i risikoen for, at projektilet vinkler af (rikochetter) i byttet eller ved træf med vegetation eller terræn før eller efter passage af byttet. En sådan afvinkling kan give uforudsigelige ændringer i kuglebanen og dermed udfordre sikkerheden. Til at modvirke dette er det en fordel, at projektilet afleverer så stor en del af sin energi – ideelt set al sin energi – i byttet som muligt, så dets evne til at forårsage skade bag byttet minimeres, uanset projektilets retning. Den eneste parameter vi har for dette i nærværende undersøgelse, er gennemskud eller ikke gennemskud, hvor undersøgelsen viste, at sandsynligheden for gennemskud kun afhænger af skudvinklen og fx ikke med projektiltype. De få projektiler, der blev fundet i byttet (kun 6,5x57 blyfri), havde en restvægt på 54 % af originalvægten (6 gram), hvilket formentlig ligger under restvægten af det blyholdige projektil med originalvægten på 8,2 gram. Men da vi har ikke mål for rest-projektilernes hastighed bag ved byttet, kan disse vurderinger af vægten ikke overføres til estimater for potentiel flugtafstand eller skadevirkning. Der ligger heller ikke data for afbøjningsvinkler, og dermed kan der ikke ud fra resultaterne gives indikationer af risikozoner og evaluering af sikkerhedsvinkler, herunder om et skifte fra blyholdig til blyfri ammunition rummer behov eller mulighed for revision af disse.

Den væsentligste indikator for sikkerhedsspørgsmålet i denne undersøgelse er gennemskud, og her kan vi ikke påvise nogen sammenhæng med projektiltype. Undersøgelsen giver således ikke grundlag for at anbefale ændrede sikkerhedsforskrifter i forbindelse med overgangen til blyfri ammunition.

5 Konklusion

Det konkluderes, at de projektiltyper, der er anvendt ved afskydningen, lever op til gængse krav om effektivitet, og at dette kan ligge til grund for kontrollet afskydning af hjortevildt i hegnede bestande, som det var tilfældet i undersøgelsen, men også i udviklingen af regler for jagt mere generelt. Der tages dog et forbehold for anvendelse af meget lette projektiler under jagt generelt, da undersøgelsen ikke nødvendigvis afspejler jagt udført af jægere med ringere erfaring og i terræner med større præg af skov og krat, end det er tilfældet i dette forsøg.

Undersøgelsen gav ikke grundlag for ændrede anbefalinger vedrørende sikkerhed ved jagt/afskydning hverken under de kontrollerede forhold, der kendetegner Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled, eller i bredere almindelighed ved jagt i Danmark.

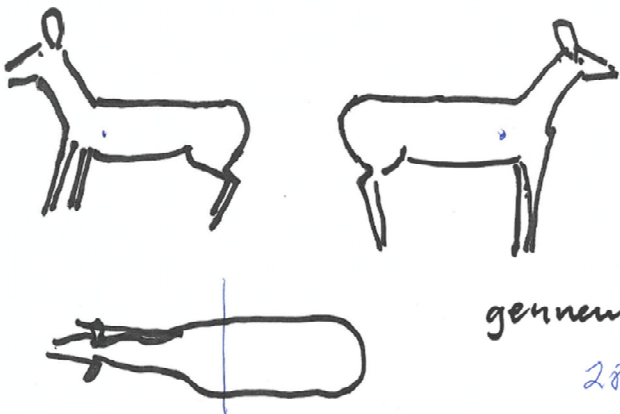
6 Referencer

- Gremse, C. og Rieger, S. (2012) Ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse. HNE Eberswalde
doi:https://www.hnee.de/_obj/85DD11C1-35B5-4435-B044-4F6B7B6975F0/inline/FWWJ_Endbericht_09HS023_25.02.14.pdf
- Kanstrup, N. (2018). Lessons learned from 33 years of lead shot regulation in Denmark. *Ambio* 48:999,1008 doi:10.1007/s13280-018-1125-9
- Kanstrup, N. og Balsby, T.J.S. (2015). Blyfri riffelammunition - effektivitet under praktisk jagt. (with an English summary) Dansk Jagtakademi 1506-01 doi:<https://www.scribd.com/document/475251146/150615-Blyfri-Riffelammunition-RAPPORT>
- Kanstrup, N., Balsby, T.J.S. og Thomas, V.G. (2016). Efficacy of non-lead rifle ammunition for hunting in Denmark. *European Journal of Wildlife Research* 62:333-340 doi:10.1007/s10344-016-1006-0
- Kanstrup N., Thomas, V.G. og Fox AD (2019). (Eds.) Lead in hunting ammunition: Persistent problems and solutions vol 48 Springer, *Ambio* doi:<https://link.springer.com/journal/13280/48/9>
- Kanstrup, N., Hansen, H.P., Balsby, T.J.S. og Møllerup, K.A. (2020). Bly i riffelammunition: danske jægers kendskab og holdning. DCE, Videnskabelig rapport nr 381. <https://dce2.au.dk/pub/SR381.pdf>
- Kanstrup, N. og Haugaard, L. (2020) Krav til projektilvægt, anslagsenergi m.v. for riffelammunition, der anvendes til jagt og regulering. Fagligt notat nr. 36. DCE. Aarhus Universitet,
- Knudsen, N.V. (2020). Blyfri Riffelammunition: Den store test. *Jæger* 4/2020:118-127
- Mateo, R. og Kanstrup, N. (2019). Regulations on lead ammunition adopted in Europe and evidence of compliance. *Ambio* 48:989-998 doi:10.1007/s13280-019-01170-5
- Stokke, S., Arnemo, J.M. og Brainerd, S. (2019). Unleaded hunting: Are copper bullets and lead-based bullets equally effective for killing big game? *Ambio* 48:1044-1055 doi:10.1007/s13280-019-01171-4
- Thomas, V.G., Kanstrup, N., Pain, D.J. (2021). Promoting the Transition to Non-Lead Hunting Ammunition in the European Union Through Regulation and Policy Options. *Environmental Policy and Law Preprint*:1-16.

Annex

Figur A1. Eksempel på udfyldt skema for indrapportering af data.

Art bjørn Køn ♂ Alder 3-4
 Skudafstand 80 Flugtdistance 30



gennemskud JA
 28-1-21
 JW

Table A1. Least square mean differences for træfpunkt.

Træfpunkt ind	Træfpunkt ind	Estimat	SE	df	t	p
ah	al	-0.8509	0.7891	511	-1.08	0.2814
ah	bh	-0.5781	0.8033	511	-0.72	0.4721
ah	bl	0.05891	0.7833	511	0.08	0.9401
ah	br	0.4215	0.873	511	0.48	0.6294
ah	ha	1.5732	0.953	511	1.65	0.0994
ah	ho	2.7493	1.4307	511	1.92	0.0552
al	bh	0.2728	0.235	511	1.16	0.2462
al	bl	0.9098	0.1384	511	6.57	<.0001
al	br	1.2723	0.4068	511	3.13	0.0019
al	ha	2.4241	0.5587	511	4.34	<.0001
al	ho	3.6002	1.2079	511	2.98	0.003
bh	bl	0.637	0.2134	511	2.98	0.003
bh	br	0.9996	0.4398	511	2.27	0.0234
bh	ha	2.1513	0.584	511	3.68	0.0003
bh	ho	3.3274	1.2202	511	2.73	0.0066
bl	br	0.3626	0.3968	511	0.91	0.3612
bl	ha	1.5143	0.5514	511	2.75	0.0062
bl	ho	2.6904	1.2049	511	2.23	0.026
br	ha	1.1517	0.6707	511	1.72	0.0865
br	ho	2.3278	1.2641	511	1.84	0.0661
ha	ho	.1761	1.2983	511	0.91	0.3654

EFFEKTIVITETEN AF BLYFRI RIFFELAMMUNITION – ERFARINGER FRA JÆGERSBORG DYREHAVE OG KALVEBOD FÆLLED

I 2020 anmodede Miljøstyrelsen DCE, Aarhus Universitet, om at bidrage til et projekt til afklaring af effektivitet og sikkerhed ved skifte fra blyholdig til blyfri ammunition ved afskydning af hjortevildt i Jægersborg Dyrehave og på Kalvebod Fælled. Der blev indsamlet data fra afskydning af i alt 531 individer af hjortevildt under anvendelse af fem projektiltyper fordelt på tre kalibre og på blyholdig hhv. blyfri ammunition. Effektiviteten blev estimeret primært ud fra dyrenes flugtafstand efter skuddet. Denne viste statistisk signifikant sammenhæng med projektiltype, hvor der for blyfri ammunition i kaliber 6,5x57 var kortere flugtafstand end for blyholdig ammunition i samme kaliber. Modsat var der for kaliber 308 WIN længere flugtafstand for blyfri end for blyholdig ammunition. For alle typer, herunder også kaliber 22-250 med blyfri ammunition, lå flugtafstanden inden for de standarder, der er kendt fra andre undersøgelser. Det konkluderes, at de testede projektiltyper lever op til gængse krav om effektivitet, og at dette kan ligge til grund for tilrettelæggelsen af kontrolleret afskydning af hjortevildt i hegnede bestande, som det var tilfældet i undersøgelsen, men også i udviklingen af regler for jagt mere generelt. Undersøgelsen gav således ikke grundlag for ændrede anbefalinger vedrørende sikkerhed ved jagt/afskydning, hverken under de kontrollerede forhold, der kendetegner Jægersborg Dyrehave og Kalvebod Fælled, eller i bredere almindelighed ved jagt i Danmark.