

Kan en bok stoppe et prosjektil?

Av Magnus Carlsen Skeie, Henrik Noraas Moberg, Didrik Kahrs Skaale og Kristoffer Nielsen
– Nordahl Grieg Videregående Skole - Teknologi og Forskningslære 2



Ingress

I dette forsøket ønsker vi å finne ut om en bok vil kunne stoppe et skudd. Det første vi gjorde var å stille opp forsøksobjektene, deretter avfyrte vi prosjektiler mot dem. Når vi var ferdige med forsøket sammenlignet bevegelsesmengde og kinetisk energi i forhold til kulen sin penetreringsdybde. Ut i fra forsøkene kom vi fram til det er en vesentlig forskjell i penetreringsdybde mellom luftgevær og luftpistol. Vi kom fram til at det kun var geværet med en spiss kule som klarte å penetrere bøkene. Siden et luftgevær overfører mindre energi til prosjektilet enn et normalt skuddvåpen, kan vi anta at hvis skuddet fra luftvåpenet penetrerer boken, vil også våpen med høyere grad av energioverføring oppnå penetrasjon. På bakgrunn av innsamlet data, ser vi at det er lite sannsynlig at en bok av den typen vi brukte, vil stoppe et prosjektil ifra et av dagens luftvåpen.

Kan en bok stoppe et prosjektil?

Magnus Carlsen Skeie, Henrik Noraas Moberg, Didrik Kahrs Skaale og Kristoffer Nielsen
.Nordahl Grieg Videregående Skole

Innledning

I arbeidet vårt tar vi utgangspunkt i en myte som sier at en lommebibel reddet en soldats liv ved å stoppe en kule¹. Hensikten med vårt forsøk er altså å finne ut om en gjennomsnittlig bok, med rundt 1,4 cm i tykkelse vil kunne stoppe en kule avfyrt fra et gevær/pistol. Siden ingen av oss har tillatelse til å bruke vanlig rifle eller pistol, har vi valgt å teste dette med luftpistol og luftrifle. Hvis et luftvåpen klarer det, vil også et vanlig våpen klare det. Dette pga. høyere munningshastighet og bevegelsesmengde.

Hypotese

Vi antar at en bok ikke vil kunne stoppe en kule avfyrt fra et vanlig våpen.

Teori

En kules evne til å penetrere objekter avhenger stort av kulens form, masse og munningshastighet. Disse tre faktorene avgjør kulens evne til å overføre kinetisk energi og bestemmer i stor grad kulens bevegelsesmengde.

Bevegelsesmengde er et begrep som ikke brukes mye til hverdags, men er veldig viktig i fysikken. Dette er spesielt relevant for vårt forsøk, som er et støt langs en rett linje.

Bevegelsesmengden er definert som *produktet av massen og farten*, $p = mv$.

Den kinetiske energien til et prosjektil derimot, er halvparten av produktet til massen multiplisert med kvadratet til hastigheten ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$). Som regel er det den kinetiske energien som er avgjørende for hvor mye prosjektilet skader målet.

Bevegelsesmengden har alltid samme retning som farten, siden massen alltid er positiv. Bevaringsloven for bevegelsesmengde sier at når summen av de ytre kreftene i et sammensatt system blir null, er samlet bevegelsesmengde konstant. Hvis den kinetiske energien i støtet ikke blir bevart, sier vi at støtet er uelastisk.

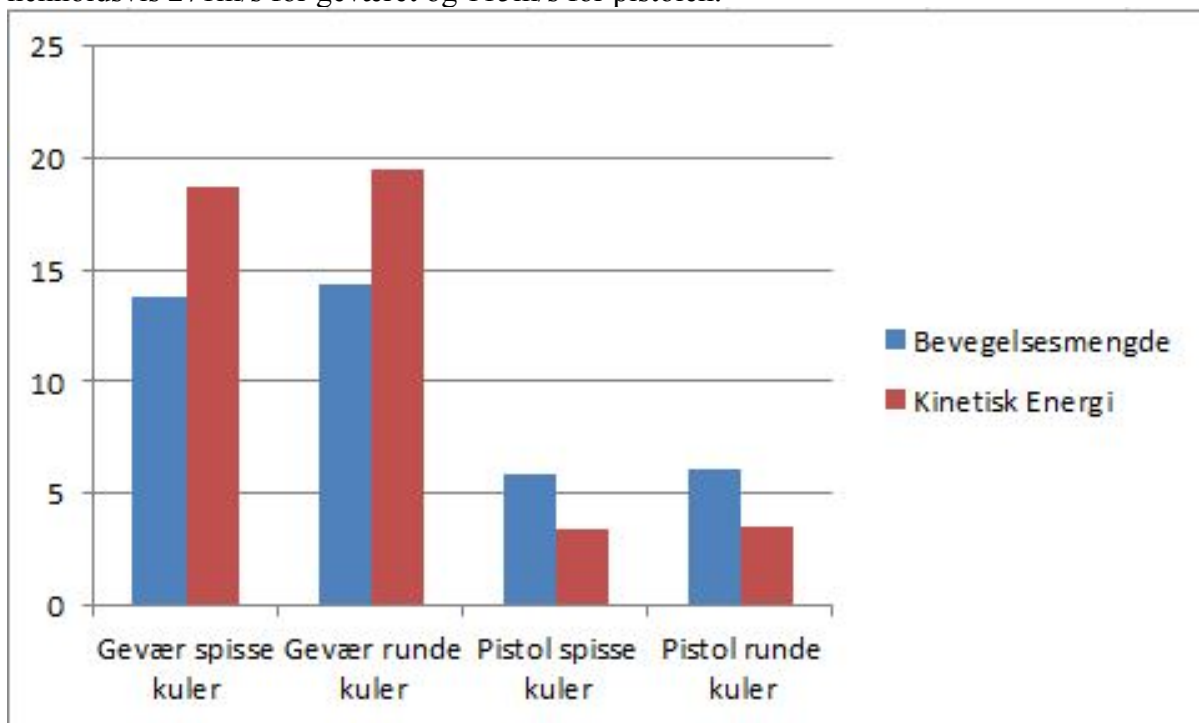
Energibegrepet er veldig misbrukt i vårt daglige språk, i forhold til hvordan det brukes i fysikken. Der sier vi at et system har energi når det kan utføre et arbeid. Bensin, ved og vann har energi. Når systemet utfører et arbeid på omgivelsene overføres energi fra systemet til omgivelsene. Vi kan med andre ord si at arbeid er en måte å overføre energi på. Vi vet at energien alltid er bevart, så energien gjenstanden som utfører et arbeid på omgivelsene har, må minke like mye som energien i omgivelsene øker.

Vi har to hovedformer for energi i mekanikken, nemlig potensiell og kinetisk. I vårt forsøk har vi vektlagt den kinetiske siden den potensielle er så liten grunnet lav høydeforskjell. Kinetisk

¹ <http://urbanlegends.about.com/b/2007/08/15/bible-stops-bullet-saves-soldiers-life.htm>

energi er alltid positiv og har formelen $E_k = \frac{1}{2} mv^2$. Når en gjenstand blir påvirket av spesifikke krefter, vet vi at summen av alle kreftenes arbeid er forandringen av all kinetisk energi til gjenstanden, ved formelen: $W_{\Sigma F} = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2 = \Delta E_k$. Dette kalles også absorpsjon, det betyr at i dette tilfellet vil boken ta imot energien. Det meste av den kinetiske energien blir overført til boken, mens resten går til energiformer som varme og lyd. Dette gjelder hvis kulen stopper helt i boken, og ikke fortsetter.

Bevegelsesmengden til våre prosjektil er som nevnt et produkt av dets masse og munningshastigheten til luftvåpenet. Den kinetiske energien til våre prosjektil er halvparten av produktet til massen og kvadratet til munningshastigheten. Våre prosjektiler veier 0,51 gram (spisse kuler) og 0,53 gram (runde kuler), og luftvåpnene har i følge produsenten en hastighet på henholdsvis 271m/s for geværet og 115m/s for pistolen.



[Figur 1.1]: Kinetisk energi og bevegelsesmengde måles i henholdsvis kg·m/s og J. Bevegelsesmengden er multiplisert med 100.

Utstysliste:

- Vernebriller, kulefanger i jern, nål, tusj og linjal
- Fem identiske bøker med 78 ark og hardt omslag.
- BSA Meteor MK7 - Munningshastighet: 271 m/s - Single Shot
- GAMO AF-10 - Munningshastighet: 115 m/s - Single Shot
- GAMO Round Cal 4.5mm(.177) 0,53 gram blykuler
- Storm Cal 4.5mm(.177) 0,51 gram blykuler

Metode/gjennomføring:

Kan en bok stoppe et prosjektil?

Magnus Carlsen Skeie, Henrik Noraas Moberg, Didrik Kahrs Skaale og Kristoffer Nielsen
 .Nordahl Grieg Videregående Skole

Først satte vi opp materialene og kulefangeren. Deretter måtte vi lade luftgeværet og luftpistolen og skyte mot materialer med en 3 meters avstand. Her hadde vi planlagt å ligge for å øke presisjonen, men da det var vått på bakken valgte vi å la være. I tillegg stod vi såpass nær målet, at den økte presisjonen hadde ikke mye for seg. Etter at vi hadde skutt, målte vi penetreringsdybden med en linjal og merket tidligere hull med tusj for å holde orden. Alt dette gjentok vi flere ganger (5 ganger pr. våpen pr. kule) for å få en lavere usikkerhet. Det var 78 ark i boken, som samlet hadde en størrelse på 1,1 cm uten perm. Dette innebærer at hvert ark hadde en tykkelse på: $1,1 \text{ cm}/78 = 0,01410256$. Permen hadde en tykkelse på 2mm.



På forhånd kjøpte vi inn flere identiske bøker som var tilpasset vårt bruk. Det var opphold, noe vi var avhengig av for å utføre utendørs skyting, bøkene kunne ikke bli våte. Det var heller ikke for mye vind, noe som passet bra. Vi brukte like tykke, identiske bøker uten omslag som materiale. Tykkelsen på bøkene var 1,4 cm med perm og 1,1 cm uten perm. Felles for alle forsøkene var at vi utførte dem fem ganger for å minske usikkerhet. Vi skjøt med en avstand på 3 meter. Stopplengde er målt med linjal.

Oversikt over forsøk:

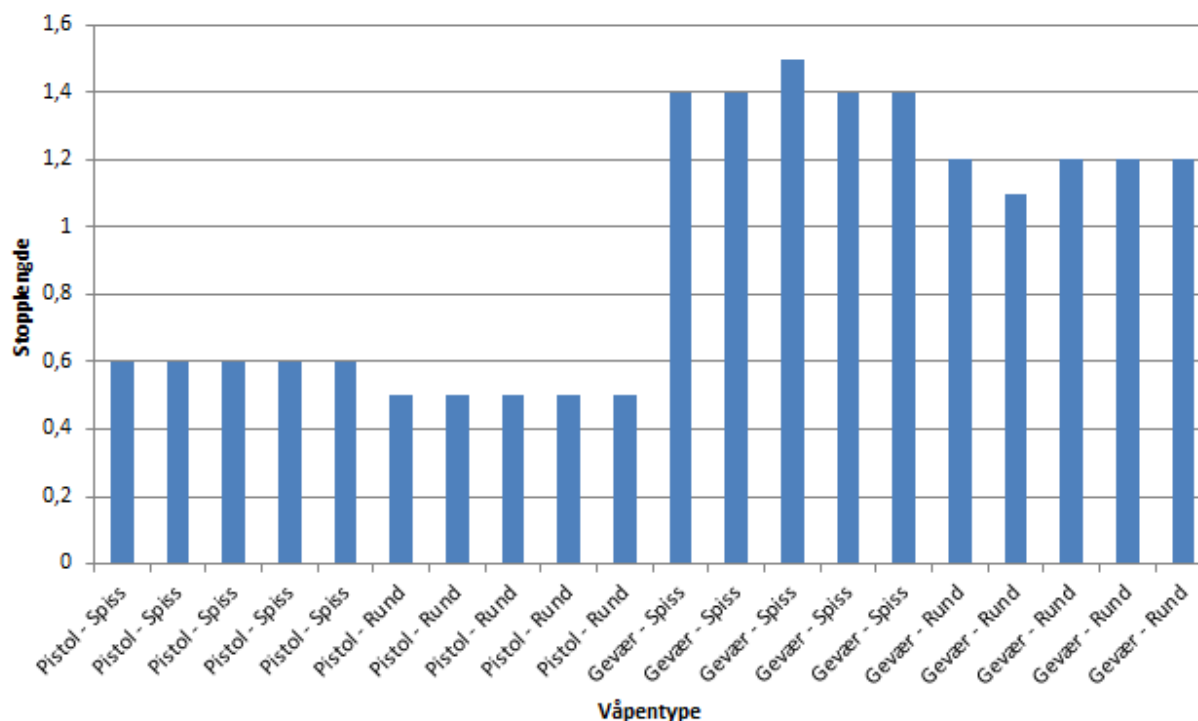
Våpen	Kule
BSA Meteor MK7 4.5mm	Storm Cal 4.5mm 0,51 gram (Spisse)
GAMO AF-10	Storm Cal 4.5 0,51 gram (Spisse)
BSA Meteor MK7 4.5mm	GAMO Round Cal 4.5mm 0,53 gram (Kuleformet)

Spiss 2013. kan en bok stoppe et prosjektil?

[Type the date]

GAMO AF-10

GAMO Round Cal 4.5mm 0,53 gram (Kuleformet)

Resultater:

[Figur 1.2] Gjennomtrengning med ulike våpen og kuler. Stoppplengde langs y-aksen, og våpen/kule langs x-aksen. Y-aksen oppgis i cm.

Drøfting og feilkilder:

Resultatene våre visualiserer de klare forskjellene mellom de ulike våpnene og kulene. Som man kan se på *Figur 1.2.1*, er det er en vesentlig forskjell i penetreringsdybde mellom luftpistol og luftgevær. *Figur 1.2.2* og *Figur 1.2.3* viser at de runde kulene har både høyest bevegelsesmengde og kinetisk energi. Dette gir et inntrykk av at de runde kulene gjorde mest skade, noe man på kan se på *Figur 1.2.1* at ikke stemmer, da de spisse kulene kom lengst inn i boken med lengst stopplengde. Denne feilkilden forklares av at formlene for bevegelsesmengde og kinetisk energi ikke tar hensyn til formen på kulene, en faktor som er essensiell for en kules evne til å penetrere et objekt.

Gevær med spiss kule var den eneste kombinasjonen som klarte å penetrere en bok. En bok med en slik “vanlig tykkelse” kan ikke stoppe et skudd, i og med at geværet skyter svakere enn de minste ordinære pistoler. Vi antar at den runde kule har mindre penetrasjonskraft enn den spisse

Kan en bok stoppe et prosjektil?

Magnus Carlsen Skeie, Henrik Noraas Moberg, Didrik Kahrs Skaale og Kristoffer Nielsen
 .Nordahl Grieg Videregående Skole

da den har større overflate å overføre energi til enn den spisse kule. Dette betyr at konsentrasjonen av energi vil være sterkere og mer sentrert i en spiss kule enn i en rund.

Ettersom vi ikke hadde lasermåler er det mulig at lengden fra luftgeværets munning til bøkene, og vinkelen geværet holdes i er litt forskjellig fra forsøket med luftpistolen. Dette kan ha påvirket resultatet, ved at kule får mindre motstand i våpenrøret desto lavere skyte-vinkel, eller kortere avstand til målet som påvirker bevegelsesenergien og i neste omgang penetreringsdybden.

Av andre faktorer hadde vi to forskjellige skyttere, som ikke er nøyaktig like høye, henholdsvis 186cm og 182cm. Denne høydeforskjellen og høyden til våpenet når hver av skytterne avfyrte kan også ha hatt innvirkning på forskjellige utgangsposisjoner for kulene og da også effektivitetsgraden til kulene og deres penetreringskraft.

Ytterligere faktorer som kunne ha påvirket forsøket var været. Sterk vind kunne ha endret kraften til kule, og regn ville ha endret konsistensen til bøkene. Som tidligere nevnt var været bra, derfor hadde dette lite å si for vårt utendørsforsøk.

Konklusjon:

Vi kan konkludere med at resultatene våre styrker hypotesen om at en bok ikke kan stoppe et skudd, da noen av skuddene gikk gjennom boken. Som nevnt tidligere, har dagens våpen mye kraftigere impuls og høyere munningshastighet enn et luftvåpen, og det er derfor høy sannsynlighet for at en kule avfyrte fra et slikt våpen også ville penetrert boken. Så, vil en bok redde deg fra et skudd? Nei, sannsynligvis ikke. I de få tilfellene det har skjedd² har det vært ørsmå marginer og tilfeldigheter som lå til rette for det. For det første må både værforhold, vinkel på skuddet, tykkelsen på boken, skuddavstand og våpentype være 100 % i din favør, og det krever en del flaks.

Skulle vi gått videre med forsøket eller gjort det igjen ville vi prøvd å få tak i mer finansielle midler slik at vi kunne tatt i bruk mer nøyaktige apparater og fått et mer presist resultat. Et eksempel på dette er lysporter til å måle helt nøyaktig hastighet, akselerasjon og tid og et stativ for å sikre samme utgangspunkt for kulene.

Kilder:

(1): <http://www.beverensport.no/products/gamo-af10> - "Pistolen vi har brukt: GAMO AF-10" (03.10.2012)

(2): <http://luftvapen.e-butiken.se/?artnr=mk7> - "Luftgeværet vi har brukt: BSA Meteor MK7 4.5mm" (04.10.2012)

(3): <http://century.guardian.co.uk/1910-1919/Story/0,,98625,00.html> - "A book that stopped a bullet" (22.10.2012)

² http://www.liveleak.com/view?i=5ee_1186614228

(4): <http://www.asiaone.com/News/AsiaOne%2BNews/World/Story/A1Story20090529-144707.html> - "Saved pastor rejoices as psalm book stops bullet" (22.10.2012)

(5): http://www.liveleak.com/view?i=5ee_1186614228 - "Soldier Saved: Sniper's Bullet Stopped by Bible Over Heart" (22.10.2012)

(6) Callin, P. Pålsgård, J. Stadnes, R. med flere (2012, 1 opplag) ***Ergo;Fysikk 2*** [Aschehoug]

Kan en bok stoppe et prosjektil?

Magnus Carlsen Skeie, Henrik Noraas Moberg, Didrik Kahrs Skaale og Kristoffer Nielsen
.Nordahl Grieg Videregående Skole