

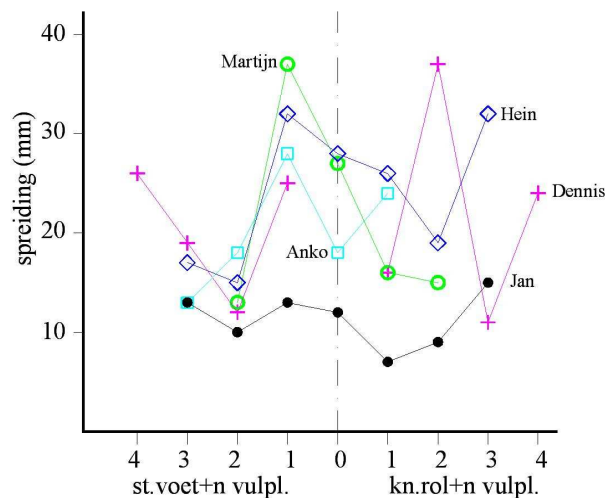
Dikte van de knielrol en de balans

Om te bepalen wat er gebeurt als de dikte van een knielrol (in belaste toestand) veranderd is door Thijsse Schietsport Advies met een aantal beginnende schutters een experiment uitgevoerd op schietvereniging SV De Vrijheid Haarlem.

Het Protocol:

- 1) Eerst werd een knielrol gekozen op basis van de formule: dikte knielrol belast = schoenlengte / 3,2
 - 2) Daarna voerden alle schutters een Warming-up en rekoefeningen uit.
 - 3) 1x 5-schots groep met alleen de knielrol (als referentiepunt)
 1x 5-schots groep met achtereenvolgens 1, 2, 3... vulplaatjes onder de knielrol
 1x 5-schots groep met achtereenvolgens 1, 2, 3... vulplaatjes onder de steunvoet
- De vulplaatjes bestonden uit 3,5mm dikke triplex plankjes van 20x20cm.

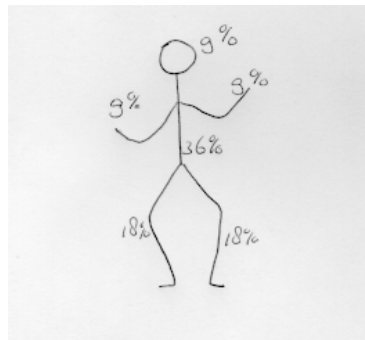
Van alle groepen werd de spreiding bepaald (omsluitende cirkel) en daarna werd onderstaande grafiek opgesteld. Het punt 0 op de x-as is het referentiepunt waarbij geschoten werd met knielrol maar zonder vulplaatjes. Rechts van de 0-lijn geeft het aantal vulplaatjes onder de knielrol aan, links van de 0-lijn het aantal vulplaatjes onder de steunvoet. De schutter met de zwarte grafieklijn maakte gebruik van schietjas en schietriem, de andere schutters niet.



We zien dat de grafieklijnen relatief dezelfde vorm hebben en dat er dus een direct verband bestaat tussen de belaste dikte van de knielrol en de spreiding van de groepen. Opvallend is dat, ongeacht of de schutters met of zonder schietriem en schietjas schoten, bij een ideale dikte van de knielrol de minimale spreiding van de schutters heel dicht bij elkaar ligt. De invloed van de belaste dikte van knielrol is dus aanzienlijk.

Bepalen lichaamsswaartepunt (massamiddelpunt)

Het bepalen van de plaats van het lichaamsswaartepunt is niet alleen belangrijk om het statisch evenwicht te bepalen, maar ook om de baan, die het massamiddelpunt beschrijft tijdens bewegen te analyseren. Om dit te doen wordt gebruik gemaakt van zogenaamde 'deelzwaartepunten'. Lichaamsdelen kunnen een standaard percentage van het totale lichaamsgewicht worden toebedeeld. Hiervoor wordt de regel van negen gebruikt.



Hoofd =	9 %
Arm =	9 % x 2 = 18%
Been =	18 % x 2 = 36%
Romp =	36 %
Totale lichaam =	99%

De plaats van massamiddelpunt is dan te bepalen door gebruik te maken van het relatieve gewicht van de bovenbeschreven lichaamsdelen.

Waarom is de dikte (belast) zo belangrijk?

Onderstaand draadman, is door middel van AutoCAD samengesteld uit meetgegevens* van 'gemiddelde' Nederlander (man), onderzoek uitgevoerd door de TU-Delft (voor gedetailleerde informatie: www.dined.nl).

Lichaamslengte 184cm, gewicht 75kg, schoenmaat 43, totale schietschoenlengte 30cm.

* met dank aan Jeroen Hoogema.

Door de Momentenstelling te gebruiken kunnen we het massamiddelpunt (het zwaartepunt) (grof) berekenen. Omdat de benen aan de uiteinde ondersteund worden is hun gewicht en deelzwaartepunten te verwaarlozen. Het deelzwaartepunt van de linkerarm ligt recht boven het steunbeen en is daardoor ook in evenwicht. De rechterarm, bovenlichaam, hoofd en geweer oefenen daartegen wel een aanzienlijk moment uit op de diverse steun- en scharnierpunten. Voorbeeld: schutter met correcte knielrol, in het horizontale vlak nemen we als oorsprong van de momenten de knielrol. Als aangrijpingspunten van de momenten gebruiken we de deelzwaartepunten van de diverse lichaamsdelen.

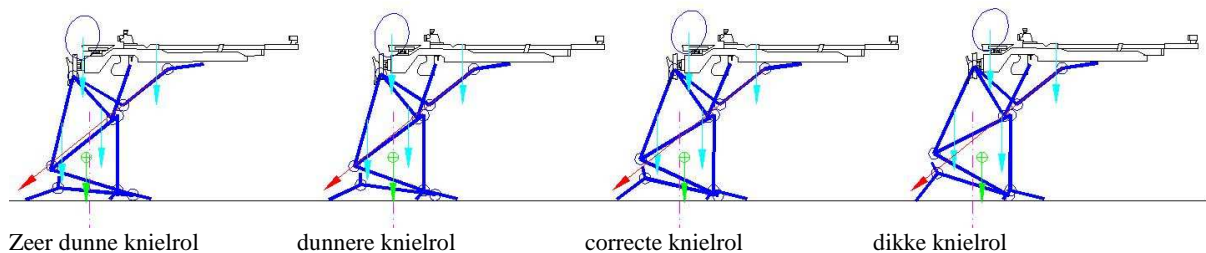
Gewicht schutter is 75kg, gewicht vrijgeweer is 8kg. De afstand tussen knielrol en steunvoet bedraagt 415mm.

Romp	88mm x 27kg = 2367kgmm	
Hoofd	251mm x 7kg = 1757kgmm	
Rechterarm	330mm x 7kg = 2310kgmm	
Geweer	631mm x 8kg = 5048kgmm	totale optredende moment = 11482kgmm

Het massamiddelpunt van de som van de deelmomenten ligt op: $11482\text{kgmm} / 49\text{kg} = 234\text{mm}$ vanaf de knielrol.

Het massazwaartepunt van de momentuitoefenende lichaamsdelen ligt daardoor $234 - (415/2) = 26.5\text{mm}$ voor het midden tussen de twee steunpunten.

Op deze wijze kunnen we voor iedere knielrol, dikte het massazwaartepunt bepalen.



Lichtblauwe pijlen: de horizontale positie en richting van de verschillende verticale krachten van de lichaamsdelen (deelzwaartepunten).

Groene pijl: de horizontale positie van het massazwaartepunt t.o.v. de twee steunpunten (knielrol/steunbeen).

Rode pijl: de richting waarin het geweer kracht uitoefent op de steunarm.

Paarse hartlijn: het midden tussen de twee steunpunten (knielrol/steunbeen).

Zeer dunne knielrol: belast 4cm dik

Het zwaartepunt van het systeem schutter-geweer ligt iets achter het midden tussen de twee steunpunten (knielrol en steunvoet). Het meeste gewicht rust op het achterste steunpunt. Het bovenlichaam neigt eerder naar achteren als naar voren. De diagonale kracht die het geweer via de onderarm van de steunarm uitoefent wordt niet via het bovenbeen van het steunbeen weggeleid naar het achterste steunpunt (de knielrol) maar grijpt boven de knielrol aan. Daardoor wil het bovenlichaam voortdurend naar achteren 'weggeduwd' worden en moet het met spierarbeid overeind gehouden, omdat er geen steun naar achteren bestaat. Dit verklaart de grotere spreiding in het diagram als er vulplaten onder de voet worden toegevoegd. Omdat er enkel een verticale kracht op de rechervoet wordt uitgeoefend en de voet op de knielrol steunt, kan de neus van de schoen gemakkelijk over de grond gaan verschuiven. Omdat de voet ver naar achteren gestrekt is zit de schutter met de rand van de hak van de schietschoen in de bilnaad, wat snel tot een pijnlijke situatie kan leiden.

Dunnere knielrol: belast 6.5cm dik

Het zwaartepunt van het systeem schutter-geweer ligt precies op het midden tussen de twee steunpunten. Het systeem bevindt zich in een labiel evenwicht waarbij de krachtverdeling tussen de twee steunpunten voortdurend wisselt omdat het bovenlichaam net zo gemakkelijk naar voren als naar achteren wil wegvallen. De houding wordt daardoor onrustig en het bovenlichaam pendelt onvoorspelbaar. Dit verklaart de sterke piek in het diagram bij 'voet + 1 vulplaat'. De diagonale kracht die het geweer via de onderarm van de steunarm uitoefent wordt via het bovenbeen van het steunbeen weggeleid naar een punt vlak boven het achterste steunpunt. Er bestaat, mede door het labiele evenwicht, snel de neiging van het bovenlichaam om naar achteren weg te vallen. Ook in deze situatie kan de neus van de schoen gemakkelijk verschuiven en zit de schutter met de rand van de hak van de schietschoen in de bilnaad.

Correcte knielrol: belast 9.4cm dik

Het zwaartepunt van het systeem schutter-geweer ligt iets voor het midden tussen de twee steunpunten. Het meeste gewicht rust op het voorste steunpunt. Het bovenlichaam wil altijd naar voren geleund blijven waarbij het afgesteund of geschoord wordt door de bovenarm van de steunarm.

De diagonale kracht die het geweer via de onderarm van de steunarm uitoefent wordt via het bovenbeen van het steunbeen weggeleid naar het punt waarop het bovenlichaam op de hiel en de knielrol steunt. Daardoor wordt de kracht rechtstreeks in het verlengde van de voet en door de zool van de schietschoen naar de vloer weggeleid en wordt de neus van de schoen stevig op de grond gedrukt; de voet kan dus minder snel verschuiven.

De schutter zit 'opgesloten' met de bilnaad in het 'kommetje' dat door de hiel en het onderbeen gevormd wordt. De druk wordt daardoor over een groter oppervlak verspreid en er zal minder snel pijn in de bilstreek optreden. Dit verklaart waarom in de grafiek de variatie in spreiding minder sterk is als de knielrol, dikte varieert, of de schutter anders op de knielrol rust.

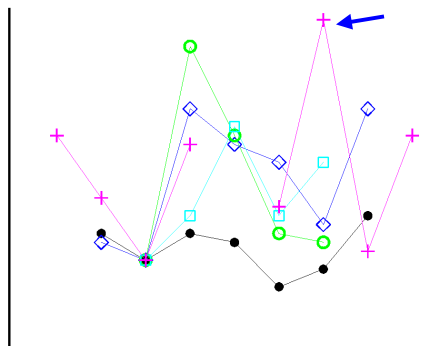
Dikke knielrol: belast 12cm dik

Het zwaartepunt van het systeem schutter-geweer ligt verder voor het midden tussen de twee steunpunten. Er rust nog meer gewicht op het voorste steunpunt en veel minder op het achterste steunpunt. Daardoor neemt de kracht op de rechervoet af en kan de voet makkelijk gaan verschuiven of kantelen. De kracht die het geweer via de onderarm van de steunarm uitoefent wordt niet via het bovenbeen van het steunbeen weggeleid direct naar het achterste steunpunt (de knielrol), maar grijpt onder

het steunpunt van het bovenlichaam/hiel aan, waardoor het lichaam voortdurend naar voren wil wegvallen en met spierarbeid overeind gehouden wordt. Bovendien zal het bovenlichaam zwaar naar voren leunen terwijl de bovenarm van de steunarm een steile stand heeft. Daardoor draait de het bovenlichaam over het steunpunt heen naar voren/rechts en neemt ook de kans van het naar voren verschuiven van de steunelleboog over de knie toe. Om deze reden zien we weer een toename in de grafiek als de knielrol dikte toeneemt.

Opmerking: de beschreven situaties zijn een voorbeeld en gelden voor een gemiddeld persoon die in werkelijkheid niet bestaat. Niemand heeft ooit de persoon gevonden die exact voldoet aan de kenmerken zoals vermeld in tabellen. Voor iedere schutter moet de houding en balans aangepast worden zodat die passen bij zijn specifieke lichaamsverhoudingen.

Vergelijken we de grafieklijnen van de gevonden spreidingen met de plaatjes van de draadmannen dan zien we een treffende overeenkomst.



*

Alle grafieklijnen over elkaar gelegd, de vormen zijn relatief hetzelfde, met uitzondering van één uitschieter in de paarse lijn (pijl). Dit is vermoedelijk veroorzaakt door niet goed uitlijnen op het visueel (zie blauwe pijl).

* Er blijken 2 specifieke punten te zijn, 1 in de 'voorovergebogen' houding en 1 in de 'rechttop zittende' houding, waarop de schutter in balans zit. De mate van verloop bij een niet correcte dikte van de knielrol is bij een voorover gebogen houding echter minder groot of kritiek als bij de rechttop zittende houding.

* De vorm van de grafieken heeft voor alle 5 schutters relatief dezelfde vorm, maar is ten opzichte van elkaar en het 0-plankjes punt horizontaal verschoven, omdat iedere schutter natuurlijk een iets ander formaat voet, schoen had. Bovendien is uitgegaan van een gemiddelde dikte knielrol waarbij opgemerkt dat er tussen de vereniging-knielrollen van dezelfde maat altijd kleine verschillen in vulling/dikte bestaan.

* Een dikte toename bij de knielrol is bepalend voor de balans/spreiding, maar het verloop is gematigd. De vorm van de grafieklijnen is U-vormig. De zwaartepunt verplaatsing is naar voren toe richting de steunvoet, maar blijft tussen de steunvoet en het midden van de twee steunpunten (knielrol/steunvoet). De druk op de linker elleboog/linkerknie en linkervoet neemt toe, het bovenlichaam wordt meer 'gestut' door de steunarm en gaat minder gemakkelijk in alle richtingen bewegen.

* Dikte toename onder de steunvoet (geeft het zelfde effect als dikte vermindering van knielrol) is bepalend voor de balans/spreiding, en het verloop is sterk. De vorm van de grafieklijnen is V-vormig. De zwaartepunt verplaatsing is naar achteren richting de knielrol. De druk op de linkervoet neemt af. De druk op de linker elleboog/linkerknie neemt af, de linker (steun)arm gaat 'zweven'; het bovenlichaam wordt minder 'gestut' door de steunarm en gaat makkelijker in alle richtingen bewegen.

* Wanneer het zwaartepunt op het midden tussen de twee steunpunten in ligt, ontstaat een labiel evenwicht (in de test bij 1 vulplaat onder de steunvoet), waarbij de krachtverdeling tussen de twee steunpunten voortdurend wisselt. De houding wordt daardoor onrustig en het bovenlichaam pendelt onvoorspelbaar.

* Omdat de verschillen bij variatie van de knielrol dikte in de voorovergebogen houding kleiner lijken te zijn, is deze houding te verkiezen boven de rechttop zittende houding, waar een kleine variatie direct een grote toename in spreiding laat zien.

* De gebruikte formule voor berekening van de gemiddelde belaste dikte: van de knielrol:

$$\text{Schoenlengte} / 3,2$$

ligt tussen de twee optimale punten in en vormt dus een goede uitgangspositie voor het 'fijntunen' van de knielrol, voor het maken van vereniging-knielrollen van diverse maten, en voor het leren aannemen van een goede schiethouding van beginnende schutters.

Schoenmaat	Diameter	Max. dikte (belast)	Maat
34 t/m 36	10 cm	ca. 6.0 cm	X-Small
37 t/m 40	13 cm	ca. 8.0 cm	Small
41 t/m 44	16 cm	ca. 9,5 cm	Medium
45 en groter	18 cm	ca. 10,5 cm	Large
	18 cm	ca. 11,5 cm	X-Large



Voordat je op de knielrol gaat zitten, maak je in het midden van de rol aan de bovenkant een V-vorm om de voet optimaal te positioneren en meer zijdelingse steun te geven. De afstand van de onderkant van de V tot de vloer is bepalend voor de stabiliteit van de houding.

Beginnende schutters hoeven niet te schrikken wanneer er pijn en gevoelloosheid in de voet optreedt. Dat is in het begin normaal, want de spierbanden en pezen worden stevig gerekt. Door regelmatig te oefenen (3 tot 4 maal per week 20 minuten lang) wen je snel aan de houding en verdwijnt de pijn en het slapende gevoel. De spierbanden en pezen hebben ca. 3 tot 4 maanden nodig om de ideale lengte te bereiken. Helaas worden ze zelfs sneller weer korter als je niet regelmatig de houding blijft oefenen.



Copyright © april 2010 Thijssse Schietsport Advies.
Alle rechten voorbehouden