



## Kraftstaven

– Den böjda staven med effekt!



Magnus Gadefors

GYMNASTIK- OCH IDROTTSHÖGSKOLAN

Momentet: Träninglära 2

Tränarprogrammet åk 2

Handledare: Alexander Ovendahl

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning .....	- 2 -
1 Inledning.....	- 3 -
1.1 Introduktion.....	- 3 -
1.2 Bakgrund .....	- 3 -
1.3 Syfte och frågeställningar.....	- 4 -
2 Metod .....	- 4 -
3. Resultat.....	- 5 -
4. Diskussion .....	- 6 -
5. Referenser.....	- 8 -

## TABELL- OCH FIGURFÖRTECKNING

Bild 2, utformning av teststationen. ....	- 5 -
Bild 3A-B, kraft - tid diagram i det horisontella planet för vanlig stav samt Kraftstaven....	- 5 -
Bild 4, kinetogram vid stavfrånskjut. ....	- 6 -
Bild 5, vinkelförändring i höft- och armbågsled vid stavfrånskjut .....	- 6 -

### *Sammanfattning*

Syftet med denna studie var att studera vilka skillnader som uppvisas i horisontell kraftutveckling mellan en vanlig stav och Kraftstaven och om rörelsemönstret i höft-, hand- och armbågsleden särskilde sig för testpersonen (TP).

Studien genomfördes på en van skidåkare med rullskidor som var väl förtrogen med de båda stavsorterna, TP genomförde ett maximalt stavfrånskjut och mätningarna gjordes endast på själva stavfrånskjutet i stakningscykeln. TP genomförde tio försök med varje stav och studien utfördes på det försök som närmast motsvarade snittet. Innan varje försök accelererade TP nedför en ramp mot kraftplattor där stavfrånskjutet genomföres, i plattorna registrerade den horisontella kraftutvecklingen i frånskjutet. Parallellt med detta videofilmades rörelsen och filmen bearbetades i ett datorbaserat teknikanalysprogram för att kunna utläsa skillnaderna i rörelsemönstret i lederna.

Kraftstaven ger en högre horisontell kraft vid stavfrånskjutet och den högsta kraften utvecklas tidigare i fasen än med en vanlig stav, detta trots att inga avgörande skillnader uppvisas i TP's rörelsemönstret. Förklaringen till att följande resultat uppvisas kan man finna i Kraftstavens böjda rör som skapar en gynnsammare vinkel mellan stav och underlag för att överföra kraften i den horisontella riktningen. Rörelsemönster i höft-, armbågs- och handled uppvisade inga signifikativa skillnader mellan stavsorterna varvid detta inte kan förklara de differenser som uppvisas i kraftutveckling.

# 1 Inledning

## 1.1 Introduktion

I dagens skidåkning i klassik stil tillskrivs dubbelstakningen en allt större roll, detta har fått till följd att teknikutvecklingen tagit fart, dels inom det tekniska utförandet av själva stakrörelsen och dels inom materielutvecklingen. Sveriges förre förbundskapten i längdskidor, den forne världs och olympiamästaren, Gunde Svan, gjorde för en tid sedan ett uttalande i media där han förutspår en utveckling mot att världseliten i vissa fören och vid lättare kuperade banor kommer att dubbelstaka sig igenom hela tävlingsbanan.

Om man läser litteratur från 70-talet som beskriver det tekniska genomförandet av dubbelstakning, påtalar de vikten vid att man faller överkroppen aktivt till nästan en rät vinkel i höften, att händerna helst skall passera nedanför knäna och att man skall sträcka armarna ordentligt i avslutningen.<sup>1</sup> I dagens rekommendationer av Svenska skidförbundet framgår att kraften skall komma från mag-, lattissimus- och tricepsmuskulaturen där timingen mellan stavisättning och överkroppens fällning är viktig. Vidare skrivs det också att dagens skidåkning har utvecklats mot ett kortare bakdrag av armen samt kortare fällning av överkroppen.<sup>2</sup> I senare studier genomförda av Johnny Nilsson GIH, vidareutvecklas detta och benämns av honom som attackstak, där längre stavar används och stavisättningen sker med händerna närmare kroppen än vid konventionell stakning.<sup>3</sup>

Utveckling sker också inom materialval av stavarnas uppbyggnad, tidigare var stavarna tillverka av bambupinnar, därefter skedde utveckling från att tillverkas av aluminium till att de idag tillverkas av olika kompositmateriel.

I dagens elitstavar är kolfiber det dominerande materialet, genom att lägga fibrerna i olika lager och olika vinklar skapas mycket lätta och styva stavar jämfört med föregångarna, vilket tillsammans med att en naturlig pendel i stakningscykeln eftersträvas i stavkonstruktionen.

## 1.2 Bakgrund

Med bakgrund av den tekniska utvecklingen har skidåkarnas hastighet ökat avsevärt, detta tillsammans med att tävlingarna idag oftare och oftare genomförs med gemensam start, där förmågan att kunna alternera i hastighet, att kunna avsluta loppet med en spurt, där den med högst förmåga att nå hög hastighet vinner.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Artur Forsberg, Jan Grauers, Roland Hägg, "Längdåkning"(Stockholm, Rabén och Sjögren, 1978) s.31-33

<sup>2</sup> Joakim Abrahamsson, "Klassisk teknik i längdskidor" (Stockholm, SISU, 2005) s.19-21

<sup>3</sup> Johnny Nilsson, "Dubbelstakning", (Stockholm, GIH, 2009) s.70

<sup>4</sup> H-C Holmberg, "Physiology of Cross-Country Skiing, - with special emphasis on the role of the upper body" (Stockholm, Karolinska Institutet, 2005) s.3

Kraftstavens uppfinnare och flera aktiva längdskidåkare som provat den böjda staven uttrycker att, ”Kraftstaven ger mer kraft, förbättrar tider på givna sträckor gentemot traditionella stavar, känner mindre stumhet i armar och axlar etc”.<sup>5</sup>

Om uttalandena stämmer, svarar Kraftstaven väl upp mot de krav som dagens skidåkning ställer på förmågan att vinna tävlingar.

### ***1.3 Syfte och frågeställningar***

Syftet med denna studie är att ge en vetenskaplig förklaring till de känslor som många upplever då de provar Kraftstaven och undersöka om staven skulle kunna vara ”the pole of the future”.<sup>6</sup>

Jag har därför valt att studera följande frågor:

- Vilken stav ger den högsta horisontella kraften vid ett stavfrånskjut och när sker detta?
- Särskiljer sig rörelsemönstret för TP i höft-, hand- och armbågsleden vid stakning med de olika stavsörterna?

## **2 Metod**

Denna studie är genomförd som en komparativ studie mellan en vanlig stav och Kraftstaven (stavmodeller enl. bild 1), studien omfattar endast själva stavfrånskjutet i stakningscykeln.

Testpersonen (TP) är en erfaren manlig skidåkare som är väl förtrogen med de båda stavmodellerna, innan försöken informerades TP om förutsättningarna och syftet med testet. Samma par rullskidor (Elpex Team 610) användes vid samtliga tester.

Underlag för resultaten har inhämtats i laborativ miljö där en ramp byggts upp för att skapa en konstant anloppshastighet mot kraftplattorna, där TP genomfört en stavisättning med maximalt stavfrånskjut (se bild 2). Den kraft som skapades i frånskjutet har registrerats i kraftplattor, modell Pasco PS-2142 och samlats i en handdator Xplorer GLX Simulator, datan har sedan sammanställts i dataprogrammet Data Studio 1.9.8.r6. I programmet kan man sedan åskådliggöra sammanställd data, bland annat den horisontell kraftkomponent, både som graf och i siffervärde.

---

<sup>5</sup> Bo Lerner, ” <http://www.kraftstaven.se/>”, (acc. 2009-09-16)

<sup>6</sup> Bo Lerner, ” <http://www.kraftstaven.se/>”, (acc. 2009-09-16)

Parallellt med detta har rörelsen videofilmats med en Sony Handycam (modell DCR-HC37) på 5m avstånd, vinkelrätt mot rörelseriktningen.

Filmmaterialet har sedan bearbetats i det datorbaserade teknikanalysprogrammet Hu-ma-n. Det resultat som analyserats är den filmsekvens och kraftregistrering som närmast motsvarar medelvärdet av kraften i det horisontella planet av de tio registreringar som gjordes med respektive stav.

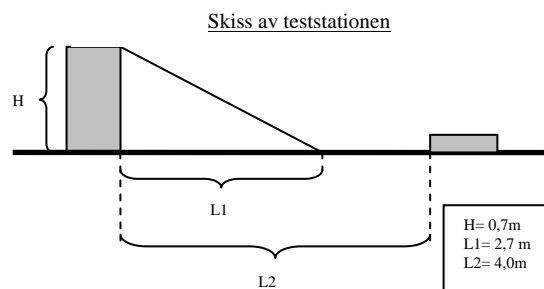
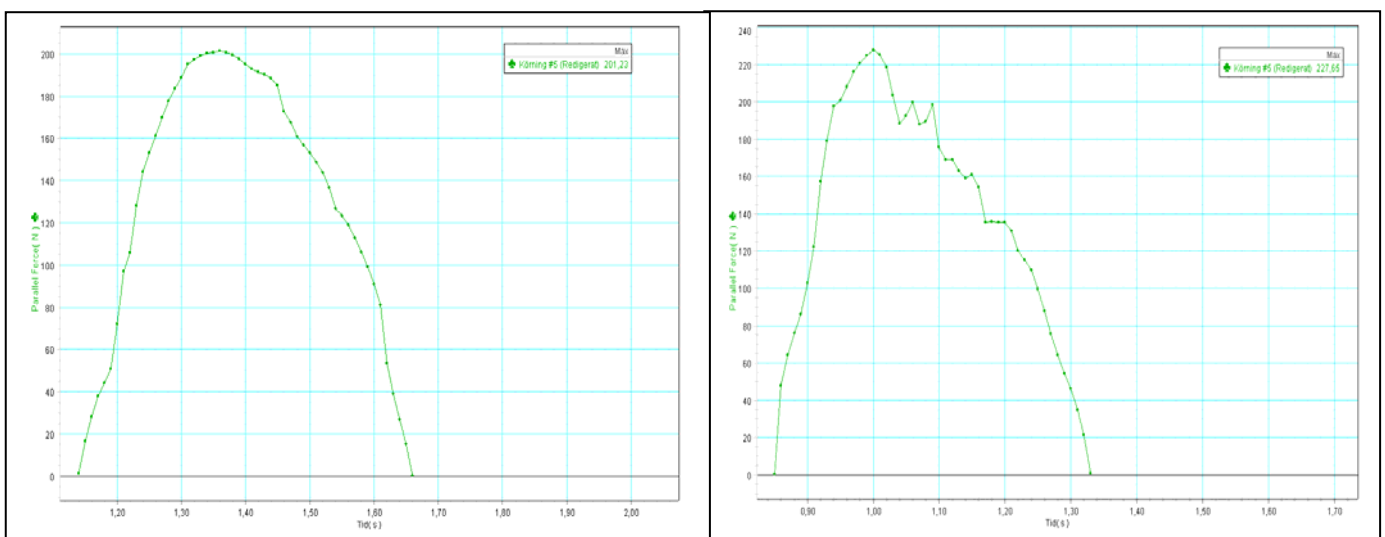


Bild 2, utformning av teststationen.

### 3. Resultat

Den kraft som TP skapar i det horisontella planet skiljer sig åt mellan de båda stavsörterna, med den vanliga staven når han en lägre kraft än med Kraftstaven, 201,2N kontra 227,6N.

Tiden från att staven sätts i marken tills att högsta uppmätta horisontella kraften utvecklas skiljer också mellan stavarna, där det med vanliga staven tar 0,22sek kontra 0,15sek med Kraftstaven (bild 3).



A, vanlig stav

B, Kraftstaven

Bild 3A-B, kraft - tid diagram i det horisontella planet för vanlig stav samt Kraftstaven

Vid studie av TP's rörelsemönster under stavfrånskjutet kan endast marginella skillnader utläsas i rörelsemönstret, armbågen förs enligt samma rörelsemönster med de olika stavarna (Bild 4a,b) och handledens rörelse startar vid samma punkt och avslutas i höjd med knäet (Bild 4c,d).

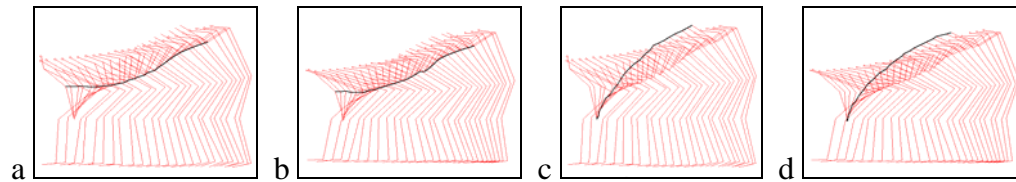


Bild 4, kinetogram vid stavfrånskjut.

Armbåge markerad med Kraftstaven (a), armbåge markerad med vanlig stav (b), handled markerad med Kraftstaven (c), handled markerad med vanlig stav (d)

Vid studie av de vinkelförändringar som TP skapar i höft- respektive armbågsleden vid stavfrånskjutet kan inte heller utläsas några stora skillnader mellan stavtyperna. Höftleden flekteras från  $215^{\circ}$  till  $290^{\circ}$  räknat från stavisättning till stavfrånskjut (Bild 5A,B). Armbågsleden startar i ca  $250^{\circ}$  vinkel och flekteras inledningsvis till  $280^{\circ}$  för att därefter extenderas vid stavfrånskjutet till  $210^{\circ}$  vinkel (Bild 5C,D).

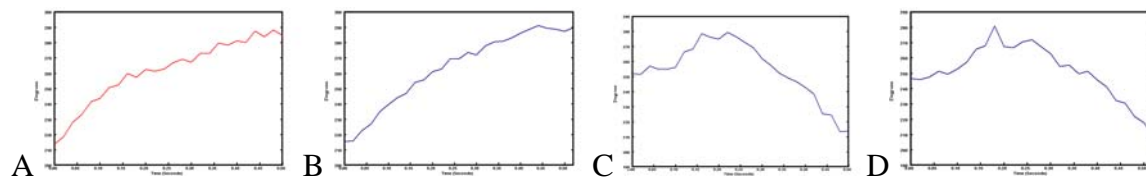


Bild 5, vinkelförändring i höft- och armbågsled vid stavfrånskjut

Höftled med Kraftstaven (A), höftled med vanlig stav (B), armbågsled med Kraftstaven (C), armbågsled med vanlig stav (D)

## 4. Diskussion

Resultaten i denna studie visar på att man utvinner mera kraft med Kraftstaven än med en vanlig skidstav. Trots att TP i stora delar genomför identiska stakningsrörelser med de båda stavarna utvinns både högre kraft med Kraftstaven samt att tiden till max kraftutveckling är kortare än med en vanlig skidstav.

Tidigare studier visar att det skapas en kraft direkt i samband med stavisättningen och att den huvudsakliga kraften i stavfrånskjutet skapas något efter denna tidpunkt. En ökad åkhastighet, som dagens skidåkning utvecklats mot, innebär kortare tid att påverka underlaget i

stavfrånskjutet vilket får till följd att en kort tid till maximal kraftutveckling blir en vital del i stavfrånskjutet.<sup>7</sup>

Med ovanstående som underlag kan Kraftstaven anses vara mera optimerad för dagens skidåkning, stavens ökade och tidigare kraftutveckling i horisontalplanet kan förklaras med att TP, vid samma vinkel i höft- och handled i stavisättningen, har en mindre vinkel mellan underlaget och staven/kraftvektorn vid användning av Kraftstaven. Detta får till följd att större del av kraften påverkar TP i åkriktningen än med den vanliga staven, då den vanliga staven vid samma höft- och handledsvinkel får brantare vinkel mellan underlaget och staven, därmed påverkar kraften honom mer vertikalt. Detta innebär i sin tur att likheterna i kinetogram (bild 4a-d) och vinkelkurvor (bild 5A-D) kan uppkomma men att det ändå skapas ökad kraft i horisontalplanet med Kraftstaven (bild 3).

Den flexion med övergång till en extension som uppvisas i armbågsleden (Bild 5C,D) sker vid samtliga stavfrånskjut, oavsett stavmodell, denna tillsynes kraftförlust skapar en så kallad stretch-shortening reflex i tricepsmuskulaturen, vilken skapar en ökad kraft i triceps och därmed en snabbare och starkare extension i armbågsleden.<sup>8</sup>

De stavar som användes vid studien skiljde 5cm i längd, där Kraftstaven var 175cm och den vanliga staven 170cm, vilket motsvarar 92 % respektive 89 % av TP kroppslängd. Tidigare studier visar att ju längre stavar som nyttjas desto lägre horisontell kraft skapas, stavens vinkel mot underlaget vid stavisättningen ökades ju längre staven blev medan vinkeln vid högsta horisontella kraftutvecklingen och vid slutet på stavfrånskjutet inte skiljde nämnvärt. Sammanlagda resultatet av ovanstående innebar dock att impulsen blev större med de längre stavarna eftersom tiden som staven påverkar underlaget ökades procentuellt mera än vad kraften minskades.<sup>9</sup> Jämför mot formeln, Impuls (I) = Kraft (F) \* tid (t).

Ovanstående skulle innebära att TP borde utveckla mindre kraft med den längre Kraftstaven, vilket inte var fallet, förklaringen till att mina resultat motsäger tidigare studier kan återigen förklaras med det vinklade röret i Kraftstaven. Vinkeln medför att samma positioner på hand- och armbågsleder skapas trots skillnaderna i längd mellan stavarna som nyttjades i studien.

---

<sup>7</sup> Holmberg Hans-Christer, Lindinger Stefan, Stöggl Thomas, Eitzlmair Erich, Myller Erich, *Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers*, (Medicine & Science In Sports & Exercise, vol:37 iss:5, 2005) s.815

<sup>8</sup> Smith, Gerald A, Fewster Jon B, Braudt Steven M, *Double Poling Kinematics and Performance in Cross-Country Skiing*, (Journal Of Biomechanics 12, 1996) s.98

<sup>9</sup> Nilsson, Johnny, Jacobsen V, Tveit P, Eikrehagen O, *Pole length and ground reaction forces during maximal double poling in skiing*, (Sports Biomech. 2, 2003) s.233

Tillförlitligheten i ovanstående testresultat blir begränsad eftersom endast en person igår i studien. Samtliga resultat i denna studie talar för att man kan utveckla mer kraft med kraftstaven i ett enskilt stavtag, hur det skulle se ut i en rad stakningscykler som är fallet i en tävlingssituation kan man inte utifrån denna studie bedöma. Fortsatta studier skulle behöva göras för att validera de resultat som redovisas, dels genom att genomföra tester på fler individer, att genomföra tester som spänner över en rad stakningscykler och i olika farter samt mäta testpersonens syreförbrukning vid stakning med de olika stavarna. En annan intressant studie skulle vara att koppla EMG sensorer på viss muskulatur för att jämföra muskelaktivitet vid stakning med de olika stavsarterna, vinner man verkligen något med Kraftstaven?

## 5. Referenser

- Abrahamsson Joakim, *Klassisk teknik I längdskidåkning*, (Stockholm, SISU idrottsböcker, 2005)
- Forsberg Arthur, Grauers Jan, Hägg Roland, *Längdåkning*, (Stockholm, Rabén och Sjögren, 1978)
- Holmberg H.-C., *Physiology of Cross-Country Skiing, - with special emphasis on the role of the upper body*, (Stockholm, Karolinska Institutet, 2005)
- Lerner Bo, <http://www.kraftstaven.se/>, (acc. 2009-09-16)
- Holmberg Hans-Christer, Lindinger Stefan, Stöggl Thomas, Eitzlmair Erich, Myller Erich, *Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers*, (Medicine & Science In Sports & Exercise, vol:37 iss:5, 2005)
- Nilsson Johnny, *Längdåkning i klassisk stil, Dubbelstakning*, (Stockholm, Gymnastik och idrottshögskolan, GIH och Laboratoriet för tillämpad idrottsvetenskap, LTIV, 2009)
- Nilsson, Johnny, Jacobsen V, Tveit P, Eikrehagen O, *Pole length and ground reaction forces during maximal double poling in skiing*, (Sports Biomech. 2:2003)
- Smith, Gerald A, Fewster Jon B, Braudt Steven M, *Double Poling Kinematics and Performance in Cross-Country Skiing*, (Journal Of Biomechanics 12:1996)