



## **Kravanalys för Friidrott - med inriktning på höjdhopp**



**Eva Damberg, T2A**

**Arbetet har genomförts på Idrottshögskolans tränarprogram åk 2 inom delkursen Träninglära 5 p ht-2004.**

# Innehållsförteckning

	Sid.
<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
<b>2. Syfte</b>	<b>1</b>
<b>3. Metod</b>	<b>1</b>
<b>4. Kravanalys</b>	<b>1</b>
4.1 Tävlingsystem	1
4.2 Vad karaktäriserar de aktiva?	2
4.3 Prestationsnivå	3
4.4 Teknik	3
4.5 Vilken insats krävs?	3
4.6 Vilka delkapaciteter är viktiga?	4
4.7 Biomekaniska studier av tekniken	5
<b>5. Resultat</b>	<b>7</b>
<b>6. Diskussion</b>	<b>7</b>
<b>7. Referenser</b>	<b>8</b>

## 1. Inledning

Friidrotten utövas av aktiva i hela världen, från ungdoms-/elit- till veteranfriidrott. Den största gruppen aktiva återfinns bland ungdomarna och tävlingsaktiva. Vikten läggs på mångsidig träning i unga åldrar och blir mer specialiserad ju äldre den aktiva blir. Friidrottare har oftast god grundträning, vilket är en bra bas att bygga på för blivande elitaktiva.

Friidrotten har genom sin mångfald en gren för alla och kan delas in i fyra stora block: hopp, kast, löpning och mångkamp. Inom grengruppen hopp finner vi längdhopp, tresteg, höjdhopp och stavhopp. I denna kravanalys skall jag studera grenen höjdhopp.

Höjdhopp är en komplex gren som kräver flera olika delkapaciteter av sin utövare. För att hoppa så högt som möjligt krävs förutom en viss talang, en stor vilja, mod och tålighet att utsätta sig för den träningsmängd som krävs för att komma upp till elitnivå. Det skulle vara intressant att i en annan studie se den psykologiska kravprofilen för en höjdhoppare, då jag tror att denna delkapacitet är av stor betydelse.

## 2. Syfte

Att skapa en kravanalys som innehåller såväl grundläggande som fördjupade kunskaper om vilka krav (fysiologiska och biomekaniska) som ställs inom min egen idrott, friidrotten, med inriktning på grenen höjdhopp. Kravanalysen inriktas på elitaktiva höjdhoppare i världstoppen och är en fysiologisk kravprofil.

## 3. Metod

Jag har studerat den Kravanalys som Svenska Friidrottsförbundet/Anders Rydén, har utarbetat för friidrottens grenar. Därefter har jag fördjupat mig genom att leta i databaser, främst SportDiscus, där jag bl a har sökt på nyckelorden: high jump biomechanics och har funnit flera vetenskapliga artiklar (punkt 6, Referenser). I övrigt hänvisas till punkt 6, Referenser.

## 4. Kravanalys

### 4.1 Tävlingsystem

Den internationella tävlingsverksamheten styrs av IAAF (Internationella Friidrottsförbundet) och EAA (Europeiska Friidrottsförbundet). Vartannat år (ojämna år) arrangerar IAAF VM utomhus, var 4:e år arrangerar EAA EM utomhus. Inomhus arrangeras IVM respektive IEM vartannat år.

IAAF har ett tävlingsystem, GP (Grand Prix), där den aktive kan samla poäng som kvalificerar dem till en finaltävling med prestationspremier. GP-tävlingarna klassas i olika nivåer: Golden League, GP 1 och GP2.

Europacupen(arrangeras av EAA) är den viktigaste årliga landslagstävlingen.

Nästa nivå är SM, landskamper och GP-tävlingar.

En elithöjdhoppare deltar i 24-35 tävlingar per år, varav 70% är utomhustävlingar. Tendensen är att det troligen blir fler tävlingar inom en 5-6-årsperiod(Kravanalys, 1999, SFIF).

## 4.2 Vad karaktäriserar de aktiva?

### *Antropometiska krav*

Höjdhopparen skall vara lång, lätt och ha långa ben (Idrottens Träninglära, SISU, Predicting the high jumper who will succeed(1990), McWatt. B. McWatt jämför i sin studie förhållandena mellan manliga hoppares längd, vikt och längd/vikt-korrelation. Han säger att man genom att jämföra dessa variabler kan se hur en modern höjdhoppare ser ut. Vidare menar han att hoppare som ligger utanför denna norm, behöver exceptionell fysisk kapacitet för att kompensera detta. Idealet är att vara minst 1,90 m lång och ha en längd/vikt-korrelation som är 2,40 eller högre.

I SFIF:s Kravanalys(1999) finner vi en annan syn på hur höjdhopparen ser ut. Där finns en sammanställning (Kravanalys, SFIF, bilaga 2, sid 7) över tre OS-medaljörerna på herr-/damsidan åren 1988, 1992 och 1996. Där ser man medaljörernas resultatutveckling, ålder, längd och vikt. Hos herrarna ser man ett brett spektrum vad gäller längd och vikt medan man hos damerna ser betydligt större likheter avseende längd och vikt. Herrarnas medelålder är 24,9 år medan damernas är 26,9 år (Kravanalys, 1999, SFIF). McWatt anser att den manlige höjdhopparens bästa ålder för maximal prestation är 24 år.

Jag har använt McWatts metod att mäta längd/vikt-korrelationen, på OS-medaljörerna enligt siffrorna i Kravanalys, SFIF. Jag är medveten om att hans artikel ej är vetenskapligt granskad, men finner hans metod intressant att pröva. Då finner man att alla manliga utom två(11 medaljer, varav två dubbla brons) uppfyller längd/vikt-korrelationen på över 2,40. Resultaten varierar mellan 2,38 och 2,78. Två hoppare, Sotomayor, som hoppat 2,44 m och Austin, som hoppat 2,40 m har lägre längd/vikt-korrelation: 2,38 respektive 2,39. Det intressanta är att dessa två hoppare skiljer sig markant från varandra i längd: Sotomayor är 1,95 m och Austin är 1,84 m. I Kravanalys, SFIF, varierar de manliga medaljörernas längd mellan 1,83 m och 2,02 m och vikten varierar mellan 66 kg och 82 kg.

Damernas längd/vikt-korrelation visar andra tecken, samtliga har över 2,40 i längd-/vikt-korrelationen. De varierar mellan 2,83-3,29. Kan detta bero på att kvinnor är kortare än män? Kanske är siffrorna inte rättvisande enligt McWatts metod, då han i sin studie undersökt manliga världshoppare. Eller så skall korrelationen för kvinnliga höjdhoppare ha en högre gräns. Damernas längd varierar mellan 1,71 m och 1,89 m och vikten varierar mellan 51 kg och 64 kg.

En kort hoppare kan kompensera längden med stor styrka i något annat avseende (McWatt). En lång och lätt hoppare har biomekaniska fördelar i sin ansatslöpning, t ex med högre masscentrum, men dessa fördelar kan en kortare hoppare kompensera genom exceptionell kapacitet (McWatt). McWatts antagande om en längd/vikt-korrelation stämmer väl på den enkla uträkning jag gjort på OS-medaljörerna enligt ovan. Det vore betydande med en vetenskaplig studie med ett större antal höjdhoppare, för att se om man kan förutsäga vad hopparen kommer att nå för resultat.

Slutsatsen är att det inte har betydelse vilken längd och vikt höjdhopparen har för att nå världseliten (Kravanalys, SFIF, McWatt).

### 4.3 Prestationsnivå

Världsrekordet i höjdhopp för män är 2,45 m(1993), Javier Sotomayor, Kuba och för kvinnor 2,09 m(1987), Stefka Kostadinova, Bulgarien.

Mellan 1980-2000 har utvecklingen av män i höjd(10:e resultat i världen)ökat från 2,29 m till 2,31 m. Mellan 1980-2000 har utvecklingen av kvinnor i höjd(10:e resultat i världen) ökat från 1,94 m till 2,00 m(Kravanalys, SFIF).

### 4.4 Teknik

Höjdhoppet består av tre delar: ansatslöpningen fram till ribban, fotisättningen inklusive upphoppet samt ribbpassagen(The Jumps, Reid, P).

Alla hoppare i världseliten använder floppstilen. Man delar in den i snabbflopp och styrkeflopp. Snabbfloppare har kortare kontakttider och högre ansatshastighet än styrkeflopparen. Snabbfloppen används av de flesta hoppare i världseliten idag.

Tre varierande hopptechniker finns bland de hoppaktiva:

1. Dubbelarmar(ex. OS 1:a 1996, Kostadinova)
2. Enkelarm, passgång (ex OS 2:a 1996, Bakogianni)
3. Enkelarm, växelarmar (ex OS 3:a 1996, Babakova)

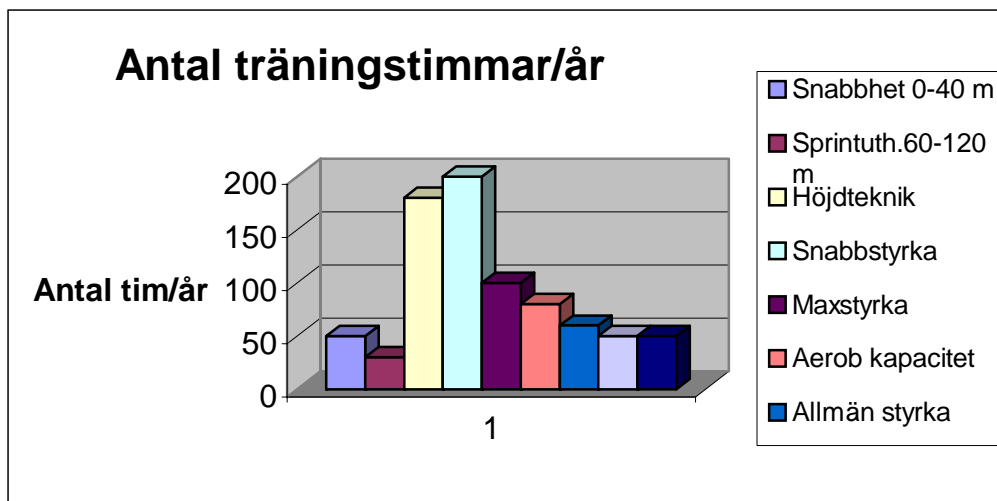
Ur biomekanisk synvinkel är dubbelarmar den mest fördelaktiga tekniken(Kravanalys, SFIF).

Ett kvantitativt krav på en elithöjdhoppare är att hopparen bör hoppa med en optimal fotisättningsvinkel på minst 34 grader, en knävinkel så nära som 180 grader som möjligt och att hopparen skall ha en hastighet i slutet av ansatsen på minst 7 m/sek((The Influence of Touchdown Parameters on the Performance of a High Jumper, Grieg, Matthew.G, Yeadon, Maurice R.).

### 4.5 Vilken insats krävs?

De aktiva i världstoppen tränar 750-1 000 timmar/år. Träningsmängden kommer att ligga på samma nivå om 5-6 år(Kravanalys 1999, SFIF). Skillnaden kan vara att träningen kommer att bli mer kvalitativ med bättre utvecklad återhämtning.

Fördelningen mellan träningstimmarna kan vara enligt Tabell 1:



Tabell 1.

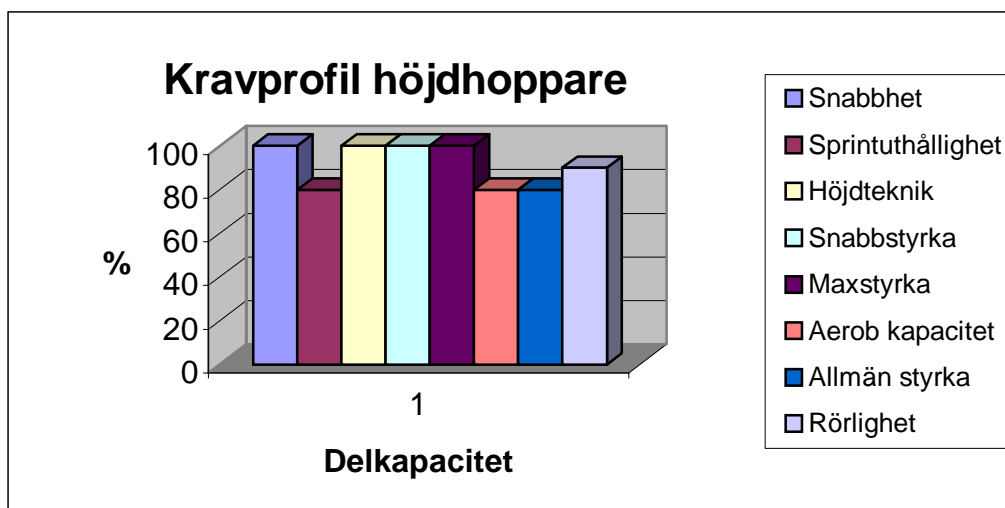
Världseliten tränar idag:

Tung period	7-10 pass/vecka
Normal period	6-7 pass/vecka
Lätt period	4-5 pass/vecka

Tendensen om 5-6 år är troligen oförändrad beträffande den fysiska träningen. (Kravanalys, 1999, SFIF).

#### 4.5 Vilka delkapaciteter är viktiga?

De delkapaciteter som är viktiga för en höjdhoppare i världseliten framgår av tabell 2. De viktigaste är snabbhet, höjdteknik, snabbstyrka och maxstyrka.



Tabell 2

Utveckling av träningsmetoder, såväl fysiska, tekniska som mentala, kommer att förbättras och förfinas. Framför allt kommer *den reaktiva styrkan* att förbättras (Kravanalys, SFIF).

Forskning på *snabbstyrkeområdet* har bl a lett fram till nya hjälpmedel, Boscomattan och Ergopower.

Biomekaniska analyser genomförs och kommer att utvecklas, vilket bidrar till att *den höjdtkniska utvecklingen* fortsätter med hjälp av dessa analyser.

*Styrkan* kommer troligen också att utvecklas mer och bli avgörande för att kunna "stå emot" i upphoppet med en högre hastighet i ansatsen. Detta kommer att innebära att kroppens muskulatur behöver stärkas för att klara en högre kraft vid upphoppet/fotisättningen. Speciellt fot, knä och ryggmuskulatur kommer att stärkas (Kravanalys, 1999, SFIF).

#### 4.7 Biomekaniska studier av tekniken

En studie har gjorts för att jämföra om det finns ett optimalt sätt att sätta i upphoppetsfoten (The Influence of Touchdown parameters on the Performance of a High Jumper, 2000, Greig.M.P., Yeadon, M.R.)

Fotisättningsfasen definieras som tiden mellan ögonblicket då upphoppetsfoten först rör marken (the plant) tills den släpper kontakten med marken (toe-off). Den maximala höjden av masscentrum vid ribbpässagen beror på höjden och den vertikala hastigheten i masscentrum vid toe-off. För att maximera masscentrums vertikala hastighet vid toe-off, måste ansatsparametrarna vara optimala.

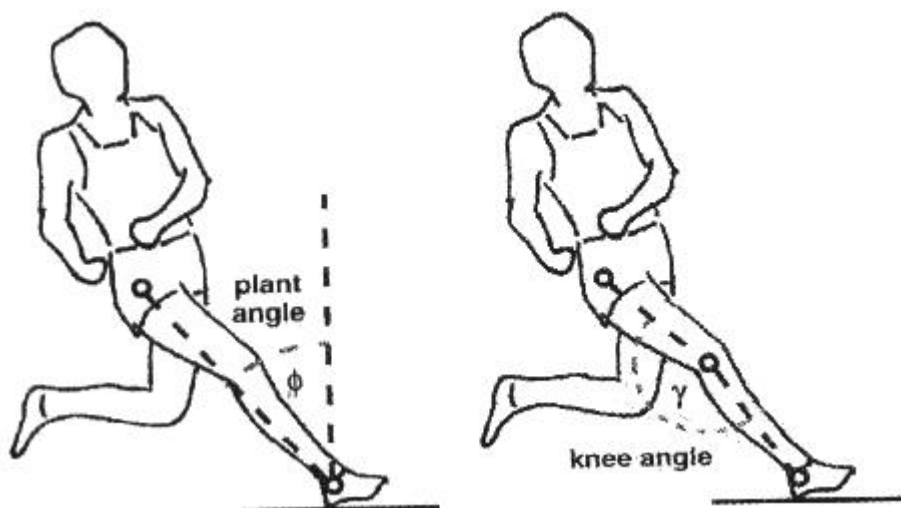
Dapena et al samlade in data från 77 elithoppare under tävling. De fann ett linjärt samband mellan ansatshastighet och klarad höjd när man använde varje hoppares bästa hopp. Ju snabbare ansatsen löptes av de starkaste hopparna ju högre hoppade de. Under en tävling hoppar en hoppare ca 8 hopp som skiljer sig ganska lite i ansatslöpningen, t ex snabbheten. Författarna valde att studera en manlig höjdhoppare på 1,96 m, 78 kg tung och med ett personligt rekord på 2,32 m. Ansatshastigheten varierades genom att gradvis öka ansatslängden och genom att instruera hopparen att variera stegantalet. När ansatslängden ökade, höjdes ribban för att ge ett realistiskt mål och för att göra uppgiften mer tävlingslik.

16 hopp spelades in. Fyra variabler noterades och hänsyn togs till dessa parametrar vid respektive höjd:

1. the jump height,  $h$
2. the approach speed,  $v$
3. the leg plant angle,  $\alpha$
4. the knee angle  $y$

Resultaten visar flera intressanta iakttagelser:

- Ju snabbare ansatslöpning, ju högre höjd klarade hopparen.
- Påverkan av knävinkeln (leg plant angle) (Figur 1) på hopphöjden visade att den ideala vinkeln var 34 grader.
- Påverkan av knee angle (Figur 1) i fotisättningen (touchdown) på hopphöjden visade att ju närmare 80 grader hopparen var, ju högre hoppade han.



Figur 1.

Den tekniska slutsatsen är att för att optimera höjden skall denna höjdhoppare ha 34 grader leg plant angle (mot vertikala linjen) med maximum knäflexion nära 180 grader och ha en ansatshastighet på c:a 7 m/s.

De drog slutsatsen att ansatslöpningen är mycket viktigt för att nå maximal hopp höjd. De förväntar sig att liknande resultat bör kunna uppnås av andra elitaktiva höjdhoppare. Den muskulära sammansättningen hos hopparen påverkar ovannämnda resultat och dessa kommer att variera med den höjd som masscentrum kan nå vid ribbpassagen. Höjdhoppare som är kortare än 1,96 m och har personliga rekord runt 2,20 m, eller hoppare som är lika långa som försökspersonen i studien, men hoppar högre, kan förväntas ha en optimal ansatshastighet som är högre än 7 m/s och optimal leg plant angle som är större än 34 grader. Man kan hur som helst förvänta sig att den optimala knee angle kommer att vara nära 180 grader (Greig.M.P, Yeadon.M.R).

Den studie som beskriver de 4-5 sista stegen i ansatslöpningen och studerar var den optimala radien finns, kommer jag kort att beröra. Författarna kom fram till att det borde finnas en optimal ansatslöpning inklusive kurvan som löps de 4-5 sista stegen. Man noterar att de åtta finalisterna i damernas VM 1991 inte använder den optimala ansatslöpningskurvan. De kan inte se ett samband mellan kurvans radie och finalisternas fotsteg. De uppmuntrar tränare att experimentera med kurvan i olika kombinationer för att hitta den optimala ansatslöpningen och därmed nå högre resultat (Dapena.J., Michiyoshi Ae, Iiboshi.A.).



## 5. Resultat

En höjdhoppare som vill nå världseliten och sikta på världsrekord bör ha vissa egenskaper. Förutom talang skall hopparen ha snabba och explosiva muskelfibrer för att kunna utveckla maximal snabbstyrka (tabell 2 visar hopparnas delkapaciteter). Längden har inte så stor betydelse som man tidigare trott. En kort hoppare kan kompensera med explosiv snabbhet och styrka. Kan det till och med vara en fördel att inte vara alltför lång, eftersom den långa hopparen kanske aldrig kan bli lika snabb och explosiv som den kortare hopparen? Trots att den långa hopparen har en stor fördel med att masscentrum är högre, är det inte säkert att det räcker. Det kommer troligen att bli så att det blir de individuella egenskaperna som kommer att avgöra, snarare än vilken längd hopparen har. När det gäller vikt, har alla hoppare i förhållande till sin längd en låg vikt. Detta är en förutsättning för att kunna hoppa högt. När det gäller biomekanisk forskning och studier, tror jag att tränare bör intressera sig för sådana, då jag tror att det finns goda möjligheter att nå betydligt högre än idag. Denna forskning och dessa studier bör analyseras och resultera i utvecklad höjdhoppsteknik. Jag anser att tränare noggrant bör analysera sina aktivas träningar och tävlingar, förutom de normala utvärderingarna. Metoder som kommer med ökad teknikutveckling är förutom videofilmning, program där man analyserar hopparens framåtskridande. Kanske kan detta i en enklare form utvecklas till nya testmetoder

Jag tror att utvecklingen bland världseliten går mot snabbfloppen, där egenskaper som snabbhet, explosiv styrka och mycket god teknik kommer att avgöra vem som slår nästa världsrekord, både på herr- och damsidan.

## 6. Diskussion

En höjdhoppares antropometiska mått tycks ha förändrats från början av 90-talet fram till 2004. Då var idealet att höjdhopparen skulle vara lång, lätt och c:a 24 år (McWatt). Idag finns en stor variation i framför allt höjdhopparnas längd (Kravanalys, SFIF). 9 år senare är flera hoppare i den manliga världseliten relativt korta, från c:a 1,80 m, som i stället kompenserar sin relativa korthet med mer explosiv snabbhet och styrka.

Kan den kortare hopparen ha en fördel, då masscentrum är lägre än den långa hopparens, för att få en snabbare ansatslöpning? Kan den långa hopparen utveckla den kortare hopparens snabbhet och styrka eller finns det fysiska begränsningar? Jag tror att det är svårt för den långa hopparen att nå den kortare hopparens extrema snabbhet, och därmed finns det fysisk begränsning för den långa hopparen.

Kan även ålder ha en ökad betydelse? Kan hoppare med mycket tävlingsrutin och högre ålder ha utvecklat en så förfinad teknik att denna hoppare får ett försprång? Den lite äldre hopparen har grundträningen bakom sig och kan fokusera på mer teknikträning mm.

Kan ökad medvetenhet och forskning i biomekanik utveckla tekniken än mer? Finns det en maximal ansatshastighet, knävinkel och upphoppsvinkel? Finns det en maximal vinkel där upphoppsfoten sätts i marken? Finns det ett optimalt sätt att löpa i kurvan? Kan hopparen springa för fort, finns det en maximal hastighet?

Jag tror att svaren på frågorna är att det finns stora utvecklingsmöjligheter för en världshoppare att hoppa betydligt högre om han/hon utvecklar dessa biomekaniska delar. Hopparna kan utveckla sin ansatshastighet, styrka att stå emot i upphoppet, springa ”rätt väg” i ansatslöpningen, hitta optimal knävinkel, upphoppsvinkel och fotisättningsvinkel.

Det vore intressant om en studie skulle komma att göras på hoppare som vill utveckla sig ytterligare med dessa biomekaniska variabler.

## 7. Referenser

- Australian Sports Commission (2003), *Physiological Tests for Elite Athletes*
- Dapena, J., Michiyoshi, A., Iiboshi, A. (1995) *A closer look at the shape of the high-jump run-up*  
Unpublished work: Indiana University, USA, University of Tsukuba, Kagoshima university, Japan.
- Greig, M.P. & Yeadon, M.R. (2000), *The influence of Touchdown Parameters on the Performance of a High Jumper*, *Journal of applied biomechanics*, 2000, 16, 376-278
- McWatt, Bish (1990), *Predicting the high jumper who will succeed*, *Modern Athlete and Coach*, Jan 1990:28(1) p.3-7
- Reid, Patrick (1982), *The Jumps*
- Rydén, A. (1999), *Kravanalys*, Svenska Friidrottsförbundet
- SISU Idrottsböcker (2003), *Idrottens Träninglära*
- SPORTDiscus(databas), sökord: high-jump biomechanics coach
- Thorstensson, Alf (1992) *Biomekanik – Bas för idrotts- och arbetsteknik*
- Widlund, H., Klüft, I-L., Nilsson, I., Asplund, R m fl(2003), *Friidrott 10-14 år*, SISU Idrottsböcker