

## HUR FORT KAN JAG SPRINGA?

Av Fredrik Elinder

*Artikel publicerad i svenska Runner's World maj/juni-numret 2009*

Jag blir trött efter två timmars löpning. Är det något fel på mig?

Löpprestationer är förvånansvärt förutsägbara om man tränar någorlunda regelbundet. Säg mig din bästa tid på 10 kilometer så kan jag med stor säkerhet säga vad du kan prestera på halvmaraton. Om du springer 10 kilometer på 42 minuter blir din tid 1.33 på halvmaraton. Om du förbättrar dig med en minut på 10 kilometer blir du troligtvis drygt två minuter bättre på den drygt dubbla sträckan. Genom att kunna göra sådana beräkningar kan du veta vilket tempo som är rimligt att hålla när du tävlar på en ny sträcka. Som tränare kan du räkna ut vilka tider dina adepter ska ha på udda intervallträningssträckor. Olika beräkningsformler finns numera tillgängliga på löparsajter, men intresset för löpningens beräkningsbarhet är inget nytt fenomen. Redan i början av förra århundradet fascinerades den brittiske fysiologen och nobelpristagaren A.V. Hill av löphastigheters lagbundenhet. Genom att studera hur löphastigheten från gällande världsrekordlopp varierade med löptiden försökte han förstå de fysiologiska mekanismer som ligger bakom prestationerna.

Hur pass tillförlitliga beräkningar kan man göra? Och vilka sträckor är beräkningsbara? Inledningsvis skall jag diskutera resultatberäkningar för sträckor från 2000 meter och upp till två timmars löpning. Det sistnämnda ligger nära maratonsträckan för världseliten. Efter två timmars löpning händer något mycket intressant: tempot sjunker markant. Detta gör att andra beräkningar krävs för ultramaraton. I min analys har jag utgått från världsrekord på distanser från 400 meter upp till 6 dagars-löpning för män. Ett mycket snarligt mönster syns i kvinnornas världsrekord och även i de svenska rekorden. Resultatvariationen är dock större för de två sistnämnda, varför jag initialt håller mig till världsrekorden för män. Samtliga rekord har utsatts för över ett sekels bombardemang av löpare, som numera kommer från jordens alla hörn. Ultramaratonloppen 100 kilometer, 100 engelska mil, 24 timmars-, 48 timmars- och 6 dagars-loppen har inte mött riktigt samma konkurrens, men vi kan med gott samvete hävda att resultaten är idrottsliga topprestationer. Bredden är dock inte lika stor som för den väletablerade maratonsträckan.

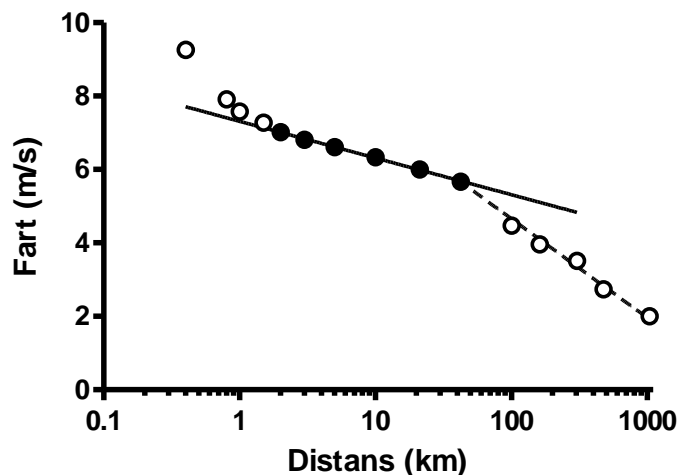
### **Världsrekorden kan beskrivas med två enkla formler**

I Figur 1 redovisas hur världsrekordtempot varierar med löpsträckan från 400 meter upp till 1000 kilometer. Farten blir långsammare med ökad distans. Notera att sträckan är återgiven i en logaritmisk skala, dels för att vi lättare skall kunna hitta linjära avsnitt och dels för att alla punkter ska vara tydligt åtskilda. De svarta symbolerna (2000 meter upp till maratondistansen) ligger på en rät heldragen linje och kan beskrivas av infraformeln

$$v = 7,313 - \lg(s),$$

där  $v$  är farten i m/s,  $\lg$  är beteckningen för 10-logaritmen och  $s$  löpsträckan i km. På sträckor under 2000 meter är världsrekorden bättre än vad det linjära sambandet förutsäger. Anledningen till detta är att energi snabbare kan utvinnas med hjälp av anaerob förbränning. På sträckor över maratondistansen är världsrekorden sämre än vad den heldragna linjen förutsäger. Kurvan bryter markant nedåt för att istället följa en ny rät (streckad) linje som beskrivs av ultraformeln

$$v = 10,05 - 2,697 \cdot \lg(s).$$



**Figur 1.** Farterna från gällande världsrekord för män. Den heldragna linjen, som beskrivs av infraformeln, passar mycket bra till de svarta symbolerna (2000 meter till maraton). Den streckade linjen, som beskrivs av ultraformeln, passar bra till de vita symbolerna (maraton till drygt 1000 km från ett 6 dagars-lopp). De två linjerna korsar varandra i en brytpunkt vid 41,0 km som passeras efter två timmar vid den givna farten.

Tabell 1 visar hur nära de beräknade resultaten ligger de faktiska världsrekorden (fet stil). Avvikelserna är extremt små. Vi har alltså hittat två formler som med hög precision kan räkna ut världsrekordtider på samtliga sträckor från 2 till 1000 kilometer, även hittills icke löpta distanser. Enkla tumregler kan mejslas fram: Tiden ska multipliceras med faktorn 2,10 för en fördubbling av sträckan – upp till två timmars löpning. Vid längre sträckor ska tiden multipliceras med faktorn 2,4 för en fördubbling av löpsträckan, och vid tidslopp ska sträckan multipliceras med faktorn 1,7 för en fördubbling av löptiden, vilket till exempel innebär att 20.00 minuter på 5 km blir då 42.00 minuter på 10 km, att 5.00 timmar på 50 km blir 12.00 timmar på 100 km, och att 70 km på 6 timmars löpning blir 119 km på 12 timmars löpning.

Efter två timmars löpning, som motsvarar 41,0 km i världsrekordtempo, blir alltså tävlingsfarten betydligt långsammare. Den förväntade världsrekordtiden på 100 kilometer enligt den heldragna linjen är 5.14 medan det faktiska världsrekordet är 6.13. Detta är en enorm skillnad, som inte kan förklaras av att ultralöpningen skulle vara underutvecklad. De främsta 100-kilometerslöparna har gjort förstklassiga maratontider. Exempelvis har världsrekordhållaren på 100 kilometer, Takahira Sunada, gjort 2.10.07 på maratonsträckan. Enligt samma heldragna linje är den förväntade världsrekorddistansen på 24-timmarslöpning 406 kilometer medan Yiannis Kouros fantastiska världsrekord är 303 kilometer.

2 km (min)	3 km (min)	5 km (min)	10 km (min)	Halvmaraton (tim)	Maraton (tim)	100 km (tim)	6 timmar (km)	12 timmar (km)	24 timmar (km)
<b>4.45</b>	<b>7.21</b>	<b>12.37</b>	<b>26.18</b>	<b>58.33</b>	<b>2.04</b>	<b>6.13</b>	<b>97</b>	<b>163</b>	<b>303</b>
4.45	7.19	12.36	26.24	58.43	2.04	5.58	101	173	293
5.24	8.19	14.19	30.00	1.06.43	2.23	6.54	89	154	262
6.18	9.42	16.42	35.00	1.17.50	2.51	8.17	77	134	227
7.12	11.05	19.05	40.00	1.28.57	3.18	9.37	69	119	202
8.06	12.28	21.29	45.00	1.40.05	3.47	11.05	61	106	181
9.00	13.51	23.52	50.00	1.51.12	4.14	12.28	56	97	166
9.54	15.14	26.15	55.00	2.03.12	4.45	14.00	51	89	151
10.48	16.37	28.38	60.00	2.15.40	5.13	15.25	47	82	140

**Tabell 1.** Resultat beräknade för olika löpare enligt de formler som diskuteras i artikeln. De faktiska världsrekorden visas överst i fet stil. (En utförligare tabell och komplett formelsamling finns i Appendixet).

## Långsammare löpare

Kan infra- och ultraformlerna förutsäga resultat för enskilda individer och kan formelerna modifieras för att fungera även för långsammare löpare? Givetvis kan sprinterlöpare med övervägande snabba muskelfibrer inte alls matcha världsrekorden på medel- och långdistanslöpning. Men även medeldistansspecialister som håller världsrekordklass på 2000 m, det vill säga den första svarta symbolen som ligger på den räta linjen i Figur 1, kan komma till korta på längre sträckor och sålunda falla av från linjen. I sin utmärkta bok *Lore of running* lyfter Tim Noakes fram Sebastian Coe som ett exempel på denna typ av löpare. Coe höll ett tag världsrekorden på 800 m upp till en engelsk mil, och låg inte alltför långt ifrån världsrekordet på 2000 m, samtidigt som han låg 87 sekunder över världsrekordet på 5000 m. Coe var alltså en exceptionellt snabb löpare som inte riktigt passade formeln. Andra löpare är mer utpräglade långdistansspecialister som istället följer den heldragna linjen i Figur 1 perfekt. Haile Gebreselassie, Daniel Komen och Kenenisa Bekele hör till denna kategori.

Om vi utgår från att löphastigheter för alla långdistanslöpare följer samma mönster som det för världsrekorden är det relativt lätt att beräkna resultat för alla löpare på samtliga sträckor från 2000 m och upp till två timmars löpning. Följande formel kan användas:

$$t_x = t_1 \cdot s_x / s_1 \cdot (7.313 - \lg(s_1)) / (7.313 - \lg(s_x))$$

$t_x$  är den efterfrågade löptiden för en önskad sträcka  $s_x$  och  $t_1$  är känd tid för en sträcka  $s_1$ . Exempelvis, om ditt personliga rekord på 5 km är 21.01 minuter blir den förväntade tiden på 2 km 7.56, på 3 km 12.12, på 10 km 44.02, på halvmaraton 1.37.56 och på maraton 3.26.14. Resultaten upp till halvmaraton ser rimliga ut men resultatet för maraton anser jag vara för bra. Detta beror på brytpunkten som kommer efter två timmars löpning. Den här beskrivna formeln ger bättre förutsägelser än vad jag sett andra beräkningar ge. I *Lore of running* beskriver Noakes hur fem olika grupper av idrottsforskare konstruerat tabeller för att förutsäga prestationer för olika individer. Ibland ser dessa förutsägelser rimliga ut men för vissa sträckor kan det bli väldigt konstigt. Exempelvis säger en tabell att en tid på 10000 m som ligger nära världsrekordet för män skall motsvara 10.30 på 5000 m, det vill säga ungefär 20 % bättre än det faktiska världsrekordet. Andra formler jag hittat på Internet brukar oftast ge för dåliga resultat på de allra kortaste sträckorna (2000-5000 m).

Hur förändras löpresultaten på distanser som tar längre tid än två timmar att fullfölja? Det är rimligt att brytpunkten kommer efter tiden 2 timmar för de flesta individer och inte efter sträckan 41 km. Om vi antar att kurvan även är linjär efter brytpunkten (något som världsrekorden antyder) och om vi antar att lutningen på denna linje är direkt proportionell mot världsrekordtiden på exempelvis 10 km delat med ditt personbästa på samma sträcka kan vi räkna ut förväntade resultat för några etablerade sträckor (se Tabell 1).

En konsekvens av att brytpunkten inträffar vid en kortare sträcka när man springer långsammare är att resultaten på distanser där tävlingstiden överstiger två timmar blir oproportionellt sett sämre för långsamma löpare. Om du springer hälften så fort som världsrekordhållaren på 10 km blir din tid på maraton inte den dubbla världsrekordtiden; i stället för 4.08 (= 2 · världsrekordet) blir din förväntade tid 4.31. På samma sätt blir den förväntade tiden för löparen i exemplet tidigare i texten inte 3.26, utan istället 3.41.

Världsrekorden för kvinnor följer 30 minuters-exemplet för 10 km i Tabell 1 väl, det vill säga 12-13 % längre tid än för män, en relation som varit märkligt konstant sedan A.V. Hills dagar. Brytpunkten verkar inte ligga annorlunda för kvinnor och det verkar inte som om kvinnor presterar relativt sett bättre på ultramaraton än på kortare sträckor, något som ofta har hävdats. På ultrasträckorna är de förväntade tiderna för kvinnor 14-15 % längre och för ultratidsloppen är de förväntade distanserna

för kvinnor 10 % kortare. Den maximala löptiden som redovisas i Tabell 1 är 24 timmar. Anledningen till att jag inte redovisar för ännu längre sträckor, som 48 timmars-löpning och 6 dagars-löpning är att dessa resultat beror på hur man hanterar sömnbrist och en mängd andra problem. Ett är dock säkert: Skall du prestera bra på dessa superultralopp måste du även kunna prestera bra på kortare lopp.

Ovanstående analys leder fram till ett antal viktiga frågor. Vad händer efter två timmars löpning? Kan jag göra något för att fördröja brytpunkten, vilket drastiskt skulle förbättra mina resultat? Kan jag göra något åt att förbättra uthålligheten över brytpunkten, d.v.s. kan jag göra kurvan mindre brant efter brytpunkten? Jag är rädd för att jag inte kan besvara dessa frågor tillfredsställande, men jag skall göra ett försök. Gissningsvis hänger alla frågor ihop. Kroppens glykogendepåer, där kolhydraterna lagras, tar slut efter två timmars löpning även efter kolhydratladdning. Detta gör att vi går över på fettförbränning som visserligen gör att vi helt plötsligt har tillgång till massa energi men som gör att vi inte kan hålla samma höga fart. Vid långa lopp sänker vi utgångsfarten och utnyttjar fett nästan från början och då räcker kolhydratförrådet längre, men som sagt är farten lägre. Varför kan vi inte tillgodogöra oss nya kolhydrater under loppet? Det beror på att upptagshastigheten av kolhydrater är begränsad. Utöver energitillgången kan man även tänka sig andra mekanismer som sänker löphastigheten för att skydda kroppen från utmattning. Tim Noakes resonerar mycket kring detta i sin bok *Lore of Running* och föreslår att det är hjärnan som skickar ut signaler till musklerna att sluta arbeta, men några definitiva svar ges inte.

Slutligen: Nej det är inget fel på dig om du blir trött efter två timmars löpning; du är i gott sällskap!