

## Rapport 3.

Fysiologisk analys av utbildningsmomentet ”Markstrid grundkurs (GK) 1, Fjällmarsch”

Mikael Flockhart, C. Mikael Mattsson, Björn Ekblom.

Åstrandlaboratoriet

Gymnastik- och idrottshögskolan (GIH)

Stockholm

## Sammanfattning

Denna observationsstudie av militär grundutbildning för kadetter visar mycket tydligt att förflyttning i fjällmiljö leder till stort energiunderskott, till viss del beroende på ökade energiutgifter i och med bärande av utrustning, men framför beroende på otillräckligt energiintag.

Den genomsnittliga energiförbrukningen över övningens 100 timmarna och ca 78 km förflyttning var ca 260 kcal/h, medan energiintaget endast 135 kcal/h. Även om en typ av rations (mjukkonserv) gav i genomsnitt högre energiintag än två rations av frystorkat blev det genomsnittliga energiunderskottet för samtliga rations nästan 50 %.

Mätningarna visade stora variationer mellan olika deltagare vilket dock endast delvis kan förklaras med tekniken av att bära tungt.

Skjutprov (precision) visade att stridsvärdet påverkats negativt, genom en klart försämrad träffbild efter övningen. De fysiologiska testerna visar ökad hjärtfrekvens och upplevd ansträngning på submaximala belastningar, medan de maximala nivåerna av de fysiologiska kapaciteterna kondition, muskelstyrka i hand och ben i stort sett var oförändrade.

Kommande undersökningar på motsvarande övningar bör inriktas på interventionsstudier på fördelning av utrustningsvikter, samt hur kostintaget bör förbättras för att nå ökat energiintag.

På längre sikt bör träningsmodeller för att förbättra förmågan att bära tung utrustning utvärderas.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	2
Inledning .....	4
Syfte .....	4
Metoder och genomförande .....	4
Fysiologiska tester.....	4
Förflyttning, distans (GPS) .....	5
Energiförbrukning .....	5
Hjärtfrekvens .....	5
Accelerometri .....	6
Energiintag - dieter.....	7
Resultat .....	7
Fysiologiska tester.....	7
Vikt .....	7
Cykeltest .....	8
Muskelstyrketest.....	8
Precision - Skjutprov .....	8
Förflyttning.....	8
Energiförbrukning .....	9
Hjärtfrekvens .....	9
Beräknad energiomsättning .....	11
Accelerometri .....	12
Energiintag - dieter.....	13
Diskussion.....	13
Belastning.....	13
Energi .....	15
Studiens styrkor och svagheter.....	18
Referenser .....	20

## **Inledning**

På uppdrag av FoT-gruppen vid Försvarmakten genomförde Militärmedicinska Forskningsgruppen vid Åstandlaboratoriet vid Gymnastik- och Idrottshögskolan en observationsstudie av kadetter vid Militärhögskolan Karlberg under en 5 dagars övning med inslag av militära momentövningar i fjällmiljö i augusti 2013, benämnd ”Markstrid grundkurs (GK) 1, Fjällmarsch”.

## **Syfte**

Syftet med undersökning var att dokumentera och beskriva övningen med avseende på 1) fysisk belastning och utifrån denna beräkna energiförbrukning under förflyttning såväl som totala energiförbrukningen under hela övningen, 2) att beräkna totala energiintaget och därmed bedöma energibalansen 3) att jämföra uppfattningen av smak, tillagning mm av tre olika typer av kost (”rations”) samt 4) att via tester före och efter övningen bedöma övningens påverkan på stridsvärdet med avseende på skjutförmåga och fysiologiska kapaciteter.

## **Metoder och genomförande**

Fjällövningen genomfördes mellan 5 och 9 augusti 2013 i fjällmiljö i norra Lappland. Tre plutoner med respektive 13, 19 och 17 kadetter, varav totalt fem kvinnor, studerades. Fyra kadetter ur varje pluton, sammanlagt två kvinnor och tio män, rekryterades för mer grundliga undersökningar. Övriga kadetter deltog i dietdelen av studien.

## **Fysiologiska tester**

Före övningens start genomfördes fysiologiska tester samt en skjutomgång, vilka alla även genomfördes direkt vid återkomsten efter övningens slut. I samband med testerna vägdes de utvalda tolv kadetterna med och utan full utrustning/packning.

De fysiska testerna var 1) ett submaximalt ergometercykeltest som beräknar maximal syreupptagningsförmåga enligt metod av Ekblom-Bak et al. (2012) med registrering av subjektiv ansträngningsskattning (RPE) enligt Borg, 2) benmuskelstyrka bedömdes genom vertikalthopp med armsving samt 3) handgripstyrka mättes med isometrisk greppstyrkeapparat.

Skjutningen genomfördes med eget vapen på 50 meter mot en 72 mm cirkel som träffpunkt. Vid skjutningen bedömdes prestationen utifrån hur samlad skottbilden var istället för i relation till tavlans mitt genom att de två längsta avstånden mellan de fem skotten mättes. Skott utanför tavlan bedömdes som miss. Vid miss mättes bara avståndet mellan tredje och fjärde skottet.

### **Förflyttning, distans (GPS)**

Två kadetter från varje pluton bar en GPS för att registrera plutonens förflyttning varje dag. All GPS-data importerades till analysprogram Golden Cheetah där varje inspelad fil kontrollerades för mätfel och justerades manuellt. Totalvärden för förflyttning och tid i rörelse är taget ur analysprogrammets sammanställning av data.

### **Energiförbrukning**

Den totala energiförbrukningen beräknas genom en kombination av olika mätmetoder.

### **Hjärtfrekvens**

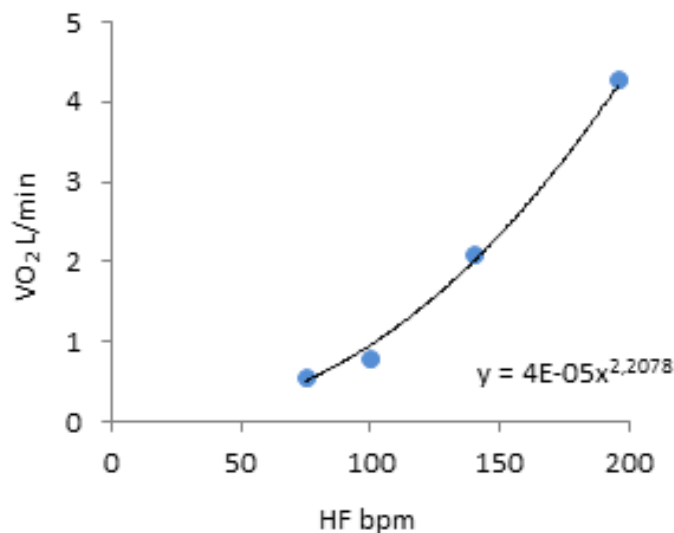
Hjärtfrekvens (HF) registrerades med pulsklocka (Polar) under vaken tid från kl. 17:00 dag 1 till kl. 20:00 dag 5 (100 timmar). All pulsdata spelades in som medelvärden för 15 sekunder. Data medelvärdesbildades sedan för perioder av tio minuter och sammanställdes därefter i tabellform där varje kadetts data registrerades i realtid längs en tidsaxel för sedermera gruppmedelvärdesbildning. Saknade individuella tiominutersmedel (databortfall) ersattes med gruppmedelvärden för samma tidsperiod.

Total energiförbrukning beräknades utifrån insamlad pulsdata. För varje individ skapades en kurva för syreförbrukning utifrån metoden med beräknad "flex heart rate" för mycket låga hjärtfrekvensvärden samt angivna medelvärden för syreförbrukning vid submaximala arbetsbelastningar vid det genomförda Eklom Bak-testet. I Figur 1 presenteras medelkurva representerande gruppen. En sådan kurva utarbetades för varje individ.

Energiförbrukningen tog inte hänsyn till förändringar i RQ-värden utan antogs vara 4,85 kcal per liter syre och minut.

Ej registrerad tid i vila antogs vara vilometabolism på 200 och 250 ml O<sub>2</sub> per minut för kvinnor respektive män.

Maxpuls och beräknad maximal syreupptagningsförmåga (VO<sub>2max</sub>) erhöles från tidigare genomförda maximala Cooper-test vid Karlberg.



Figur 1. Beräkningsmodell för energiutgift och hjärtfrekvens som medelregressionskurva för alla detaljstuderade kadetter.

## Accelerometri

De tolv utvalda kadetterna bar accelerometrar på handled respektive höften under hela övningen, vilka registrerar alla rörelser.

Med accelerometerdata och vikt inklusive bördor kan energiomsättning beräknas via en algoritm. Algoritmen är utarbetad från data uppmätta vid tidigare försök i vårt laboratorium, där försökspersoner burit 20, 30 respektive 50 kg i hastigheter motsvarande de som kadetterna genomförde under föreliggande övning.

Denna del av undersökningen är ett metodarbete som siktar på att utnyttja accelerometrar för framtida energiomsättningsberäkningar under olika förhållanden.

## Energiintag - dieter

Denna del av undersökningen innehåller två delar.

- a. De tre plutonerna genomförde hela övningen med var sin av tre olika rations. Varje pluton fick enbart inta den typ av kost som tilldelats. Mängden kunde var och en avgöra själv. De tre kostalternativen var två stycken frystorkad mat av märket *Blå Band* och *Drytech* (pluton 1 respektive 2) samt ett tredje med olika mjukkonserv av märket *24 Hour Meals / Blå Band Expedition Meal* (pluton 3). Varje person fick i enkäter uppge sin uppfattning om tillagning, smak mm. Data från denna del av undersökningen förutom energiinnehållet i olika produkter, har överlämnats till FMV i Karlskrona för vidare analyser av kadetternas uppfattning om de olika kostalternativen, som presenteras i egen rapport.
- b. De 12 kadetterna som deltar i den fördjupade undersökningen registrerade efter varje måltid hur mycket de ätit av respektive kostalternativ. För varje del av innehållet i olika rations finns en vikt angiven liksom energiinnehållet i varje komponent. Genom denna registrering av intagen föda kunde energiintaget under hela övningen beräknas med god noggrannhet, speciellt som all registrering övervakades av närvarande befäl.

Alla resultat presenteras som gruppmedel  $\pm$  standardavvikelse. Statistisk signifikansnivå bestämdes till  $p < 0,05$

## Resultat

### Fysiologiska tester

#### Vikt

Vikt före övningen var  $82,8 \pm 12$  kg utan och  $115,0 \pm 13$  kg med utrustning. Förändringen i kroppsvikt över övningen kunde inte bestämmas eftersom kläder och utrustning var blöta på grund av kraftig nederbörd vid övningens slut. Det fanns av olika skäl inga möjligheter till mätning av kroppsvikt på samma sätt vid övningen slut som dess början.

## **Cykeltest**

Vid cykeltestet visade den detaljstuderade försöksgruppen (n =12) signifikanta förändringar i arbetspuls och Borg-skattning efter jämfört med före övningen.

På det submaximala cykelergometertestet var pulsen på den låga och höga belastningen  $99 \pm 11$  och  $110 \pm 7$  bpm respektive  $142 \pm 14$  och  $151 \pm 14$  bpm före, respektive efter övningen ( $p < 0,05$  för båda belastningarna). Däremot fanns det ingen skillnad i pulsdifferens mellan de två belastningarna,  $43 \pm 15$  och  $41 \pm 9$  bpm före, respektive efter övningen.

Skattad upplevd ansträngning vid den tyngre submaximala belastningen var signifikant högre vid efter (16 RPE) än före (14 RPE) övningen. Beräknad maximal syreupptagning var oförändrad.

## **Muskelstyrketest**

Det fanns ingen signifikant skillnad i maximal prestation vid vertikalhopp (före  $43,8 \pm 5,7$  cm, efter  $42,3 \pm 5,1$  cm) eller vid max handgripstyrka (före  $482 \pm 104/518 \pm 102$  N, efter  $509 \pm 112/537 \pm 140$  N) för vänster respektive höger hand ( $p > 0,05$ ).

## **Precision - Skjutprov**

På gruppnivå visade skjutningen en signifikant försämring av träffbilden efter övningen.

Summan av de två längsta avstånden (det vill säga mellan tredje och fjärde respektive fjärde och femte skottet för de som träffade alla skotten på tavlan) var före övningen  $144 \pm 63$  mm, och efter övningen  $180 \pm 67$  mm ( $p < 0,05$ ) för de som hade fem träffar (n = 33).

Antalet missar (det vill säga utanför tavlan) ökade på gruppen sammantaget mer än fyrfaldigt från före (8 missar) till efter övningen (34 missar).

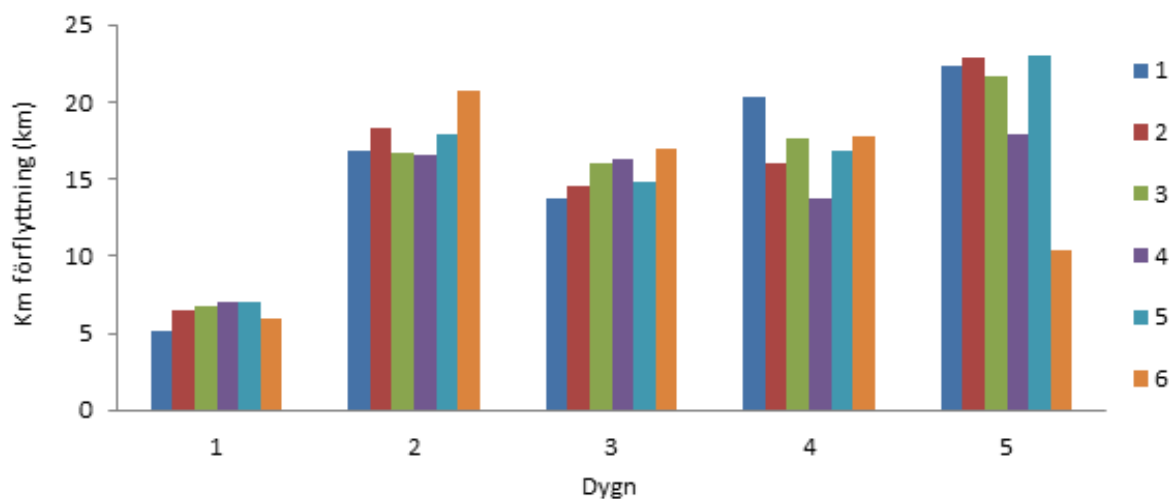
## **Förflyttning**

Total förflyttning var 78,3 km under 25,5 timmar med hastigheten  $3,0 \pm 0,1$  km/h, inklusive stopp, raster, matpauser under dagen och kvällen men exklusive nattvila. För individuella data se tabell 1. Eftersom det fanns vissa databortfall blev inte tidsregistreringen mellan GPS-enheten från samma pluton identisk, och därmed finns skillnader i registrerad förflyttad distans (se tabell 1).



Tabell 1. Individuella data gällande förflyttad sträcka per dygn.

Pluton	Kadett	Tid i rörelse (tt:mm:ss)	Distans (km)	Medelhastighet (km/h)
1	1	25:02:33	78,34	3,1
1	2	26:06:56	78,23	3,0
2	3	26:19:40	78,86	3,0
2	4	22:49:12	71,41	3,1
3	5	28:19:25	79,58	2,8
3	6	24:12:31	71,94	3,0



Figur 2. Individuell förflyttning per dag (n= 6).

Av okänd anledning varierade data från höjdmätningen mycket mellan GPS-enheterna, varför höjddata ej kunnat användas i analysen.

## Energiförbrukning

### Hjärtfrekvens

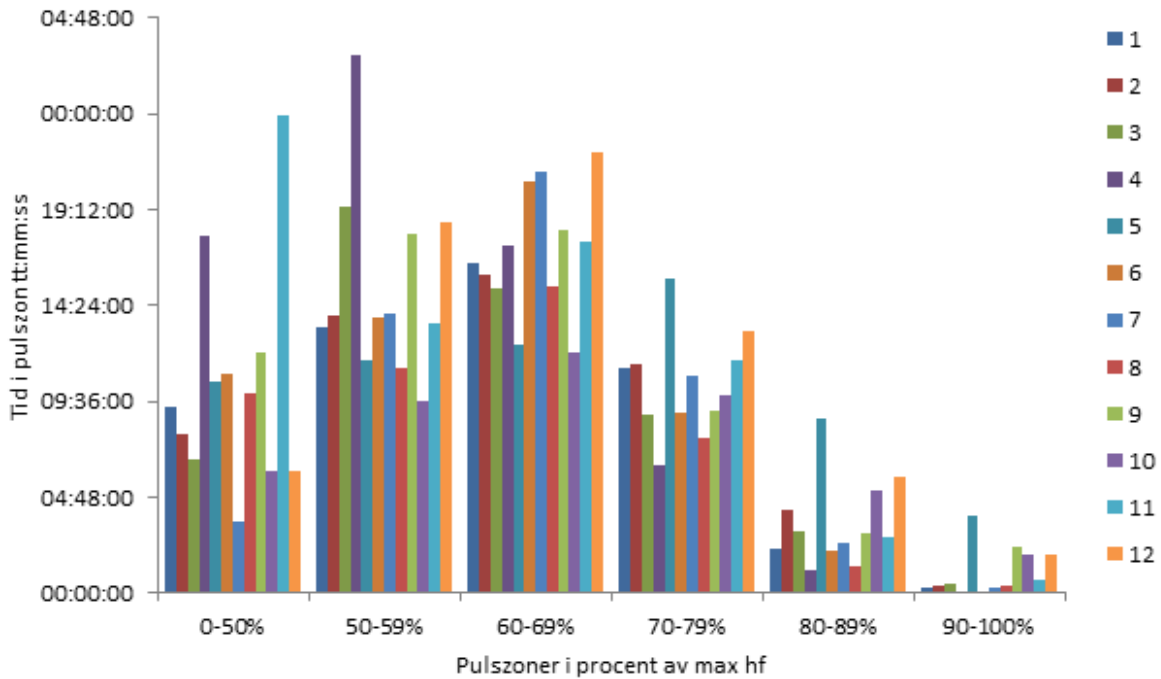
Registreringen av hjärtfrekvens varierade mellan kadetterna beträffande mängd och kvalitet på insamlad data. Samtliga kadetter hade insamlad data från alla dagar, och den absolut

övervägande delen av databortfallet skedde under sen kväll då aktivitetsnivån var låg. Medelpuls för alla dagar var  $110 \pm 4$  slag/minut ( $56 \pm 4$  % av max HF). Se tabell 2 för individmedelvärden.

**Tabell 2 visar medel hjärtfrekvens för varje kadett (kolumn) och dag (rad) samt totala individuella medelvärden.**

Kadett/dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	113	110	114	114	117	107	113	111	115	113	108	117
2	108	109	112	107	120	113	112	105	110	113	106	120
3	106	107	105	106	114	109	110	105	109	108	110	116
4	107	110	108	99	118	104	111	106	105	112	115	110
5	107	113	108	98	121	107	118	102	105	111	116	118
Medel	108	110	109	105	118	108	113	106	109	111	111	116

Figur 3 visar individuell hjärtfrekvensdata i förhållande till maximal hjärtfrekvens (max HF). Eftersom hjärtfrekvens registrerades under all vaken tid är en stor del av tiden när kadetterna vilar eller äter (<60 % av max HF). Den största delen av tiden innebär lågintensivt arbete (marsch, aktiva sysslor) på en belastning av 60-80 % av max HF, men samtliga 12 kadetter har minst två timmar med hjärtfrekvens över 80 % av max HF. Fyra kadetter (25 % av deltagarna) har till och med över fem timmar i pulszonen 80-100 % av max HF.



Figur 3. Fördelningen av insamlad data i förhållande till maximal HF. Kadetterna är numrerade 1-12 från vänster till höger (n = 12).

### Beräknad energiomsättning

I tabell 3 presenteras individuella beräknade energiomsättningsvärden för den totala övningstiden på 100 timmar, varav 65 h är mätt aktivitetstid. För övrig tid (sömn) anges basal energiomsättning. Beräknad energiförbrukning för 100 h var som medel för 12 kadetter  $25\,800 \pm 3\,100$  kcal motsvarande ett medelvärde av  $258 \pm 31$  kcal/h för hela övningen. Under den registrerade tiden 65 tim (således exklusive nattvila) var den beräknade energiförbrukningen  $23\,300 \pm 3\,020$  kcal, det vill säga  $358 \pm 48$  kcal/h.

**Tabell 3. Beräknad energiomsättning per dygn och per tidsenhet samt totalt energiintag under fjällmarsch. Alla tal i kcal. Pluton 1: kadett 1, 2, 7, 8. Pluton 2: kadett 3, 4, 9, 10. Pluton 3: 5, 6, 11, 12.**

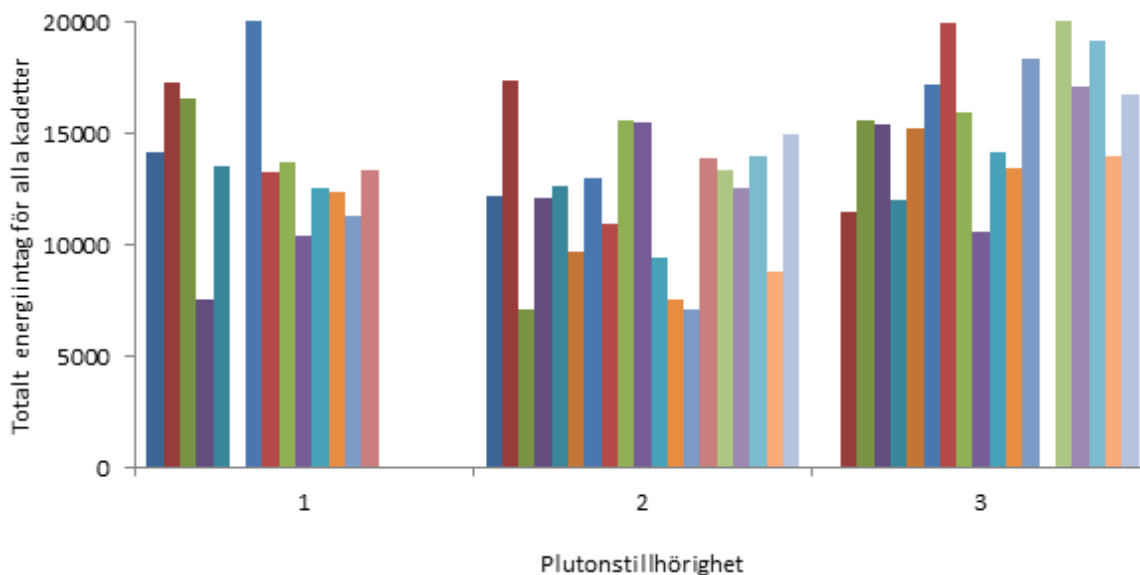
Kadett/ dag och reg.tid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 6,2 h	2707	1704	2303	2798	1914	2107	2152	2926	2715	2301	2528	2131
2. 14,5 h	5639	3906	5206	5727	4703	5563	4913	6289	5842	5471	5703	5161
3. 14,7 h	5432	3705	4548	5520	4195	5191	4788	6221	5679	4950	6221	4859
4. 14,7 h	5691	4033	4887	4785	4718	4786	4970	6492	5298	5457	6964	4450
5. 14,7 h	5801	4283	4820	4687	4894	5106	5658	6055	5311	5245	6993	5069
Sömn 35,3 h	2570	2570	2570	2570	2056	2570	2570	2570	2570	2570	2570	2056
<b>Summa</b> <b>100 h</b>	<b>27840</b>	<b>20201</b>	<b>24333</b>	<b>26087</b>	<b>22481</b>	<b>25322</b>	<b>25051</b>	<b>30554</b>	<b>27415</b>	<b>25995</b>	<b>30979</b>	<b>23727</b>
kcal/h totaltid	278	202	243	261	225	253	251	306	274	260	310	237
Summa akt.tid	25270	17631	21763	23516	20425	22752	22481	27984	24845	23425	28409	21670
kcal/h akt.tid	389	271	335	362	314	350	346	431	382	360	437	333
<b>Totalt</b> <b>E-intag</b>	<b>13341</b>	<b>13327</b>	<b>13387</b>	<b>17405</b>	<b>10571</b>	<b>12077</b>	<b>12383</b>	<b>16557</b>	<b>9470</b>	<b>13021</b>	<b>13469</b>	<b>16763</b>

## Accelerometri

För att verifiera den beräknade energiomsättningen via HF-registrering bar de 12 kadetterna också accelerometrar. Genom dessa kan energiomsättningen beräknas via en algoritm som innehåller antal rörelseregistreringar ("counts") och total vikt, det vill säga kroppsvikt plus börda. En första analys av dessa data för hela övningen visar att energiomsättningen via accelerometrar ligger helt i linje med eller något högre än den via HF-registrering. Vi har valt att inte redovisa de nya beräkningarna i detalj eftersom algoritm-beräkningarna ännu inte är tillräckligt verifierade, men dessa preliminära data är tillräckligt bra för att i stort verifiera energiomsättningen via HF-registrering.

## Energiintag - dieter

Individuella medelvärden för 4,5 dygn för den totala gruppen av 49 kostrapporterande kadetter finns i Figur 4 nedan. Medelvärde energiintag under 4,5 dygn var för pluton 1:  $3\,300 \pm 810$  ( $n = 13$ ), pluton 2:  $2\,900 \pm 730$  ( $n = 19$ ), och för pluton 3:  $3\,800 \pm 730$  ( $n = 17$ ) kcal/dygn. Pluton 3 som åt mjukkonserv hade ett signifikant högre energiintag än pluton 1 och pluton 2 ( $p < 0,05$ ). Energiintaget i pluton 1 och 2 skilde sig inte åt. Energiintaget var i medeltal totalt  $13\,500 \pm 2\,400$  kcal, vilket motsvarar  $3\,230 \pm 580$  kcal/dygn.



Figur 4. Totalt individuellt energiintag i pluton 1, 2 och 3 ( $n = 49$ ).

## Diskussion

### Belastning

Tabell 4 visar detaljdata för en manlig och en kvinnlig kadett som illustrerar den fysiologiska belastningen under övningen. Anmärkningsvärt är de genomsnittligt mycket höga HF-nivåerna hos den kvinnliga kadetten, som troligen beror på den något låga maximala syreupptagning i kombination med den tunga bördan (32 kg). Eftersom det endast fanns data från två kvinnliga kadetter har inga könsrelaterade jämförelser gjorts på insamlade data. Emellertid, ovanstående data visar på de stora belastningar som finns på kadetterna och att kvinnliga såväl som manliga

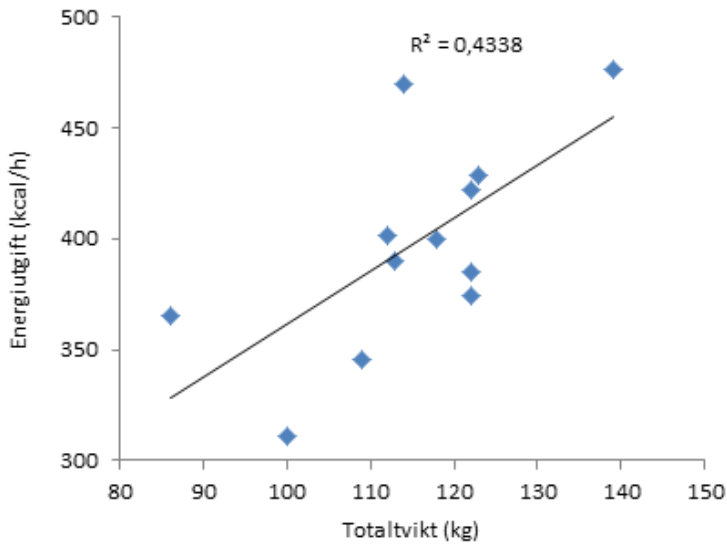
kadetter måste vara väl förberedda för övningar/insatser av denna typ. Effekten av övningen på nedsatt stridsvärde syns på försämrad precision i form av skjutresultat efter övningen.

**Tabell 4. Två kadeters individuella data**

	Man (nr.2)	Kvinna (nr.5)
Vikt i endast uniform (kg)	70,1	76,6
Vikt med utrustning (kg)	100	109
VO <sub>2</sub> max (ml/kg-min <sup>-1</sup> )	58,2	43,9
Total tid i rörelse GPS (tim:min)	26:07	28:19
Tid marscherat GPS (tim:min)	22:23	23:44
Total förflyttad distans (km)	78,2	79,6
Distans marscherat (km)	66,7	66,8
Medelhastighet total aktiv förflyttning (km/h)	3,1	2,8
Medel hjärtfrekvens marsch (slag/min)	129	144
Medel hjärtfrekvens av max HF (%)	64	72
Beräknad total energiförbrukning marsch (kcal)	8 648	10 701
Beräknad total energiförbrukning marsch (kcal/h)	387	454
Beräknad energiförbrukning (kcal/h/kg)	3,87	4,16
Ekonomi (kcal/kg/km)	1,30	1,47
Total energiförbrukning 100 h (kcal)	20 201	22 481
Totalt energiintag 100 h (kcal)	13 327	10 528
Totalt energiunderskott (kcal)	6874	11 953

För att studera bördornas inverkan på energiomsättning och trötthetsutveckling pågår just nu laboratoriestudier för att möjligen finna tröskelvärden för olika bördor, eventuellt i förhållande till kroppsvikt och konditionsnivå.

I figur 5 illustreras totalviktens betydelse för energiomsättningen. Dessa data kan vara relevanta för diskussionen om fördelning av bördor respektive beräkningar av rations. Det betyder till exempel att tilldelningen, och kanske även energiinnehållet, bör variera mellan olika stora soldater men även för samma soldat vid olika insatser/övningar beroende på bärvikt.



Figur 5. Energiutgift för aktiv tid för alla kadetter i relation till totalvikt vid marsch (n=12).

Det finns även internationella studier över effekterna av olika bördor. Roy och medarbetare (2012) visade att bärande av utrustning som väger med än 36 kg innebär en ökad risk för skador. För risken att bli skadad visade det sig att det var bördans tyngd, och inte exponeringstiden, som var väsentligast. Inte oväntat påverkade tunga bördor, som i vissa längre operationer i skarpt läge uppgick till 55-60 kg, soldaternas rörelseförmåga negativt, och ledde dessutom ofta till skador på rörelseorganen. Tillsammans med resultaten från pågående laboriestudier föreligger underlag för att göra interventionsstudier över bärförmåga, energiomsättning, skaderisk och upplevd trötthet i fält.

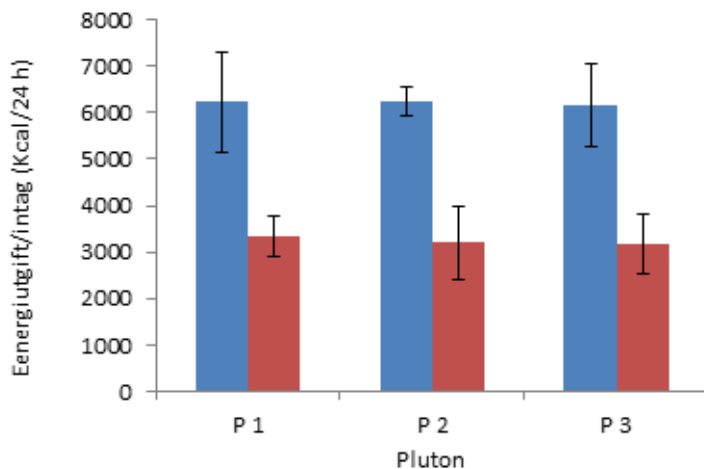
## Energi

För att bibehålla ett högt fysiskt stridsvärde är det av vikt att säkerställa en så god energibalans som möjligt. Ett visst energiunderskott för en övning eller aktivitet är att förvänta, vilket inte behöver vara ett stort problem då kadetterna inledde övningen i god energibalans. Om detta energiunderskott däremot blir för stort kommer stridsvärdet ovillkorligen att försämrats. Ju mer komplex en övning, ett test eller uppgift är desto tidigare kommer det att påverkas. Det betyder att till exempel kognitivt krävande uppgifter och finmotoriska rörelse påverkas först. I föreliggande studie genomfördes inga kognitiva tester men däremot testades finmotorik/precision

genom skjutprovet. I linje med detta ser vi också att kadetterna efter denna relativt lugna övning bibehåller sin maximala förmåga i styrka, i form av handgripstyrka och upphopp, medan däremot finmotoriken/precisionen försämrades.

Föreliggande undersökning visar tydligt att flera dygn av militär verksamhet leder till stort energiunderskott på grund av förhöjd energiomsättning under förflyttning i terräng med normala bördor (ca 30 kg) i kombination med otillräckligt energiintag. Detta trots mycket god tillgång på mat att medföra från övningens start, och dessutom med möjligheten att ytterligare fylla sina lager vid en kontrollstation efter ca två dygn. Den genomsnittliga energiomsättningen för den 100 timmar långa övningen, inklusive sömn och viloperioder beräknades till ca  $25\,800 \pm 3\,100$  kcal medan energiintaget var ca  $13\,500 \pm 2\,400$  kcal ( $n = 12$ ), vilket innebär ett energiunderskott på ca 48 % ( $n = 49$ ).

Energiintaget varierade mellan plutonerna och pluton 3, som fick mjukkonserv, intog signifikant mer energi än pluton 1. Energiintaget för pluton 1, 2 och 3 motsvarade 53, 46 respektive 61 % av den beräknade energiutgiften, se figur 6.



Figur 6. Beräknad dygnsenergiförbrukning (blå staplar) samt dygnsenergiintag (röda staplar) för detaljstuderade kadetter i respektive pluton för 100 h ( $n=12$ ).

För den detaljstuderade gruppen om tolv kadetter fanns det dock ingen skillnad i intag mellan de fyra representanterna för de tre plutonerna, ej fanns det heller en skillnad i energiintag mellan könen beräknat utifrån hela försöksgruppen.



Kvinnorna vägde som medel 19 kg mindre än männen och med hänsyn till den lägre basala energiförbrukningen hos kvinnor så indikerar detta att kvinnorna hade en bättre energibalans än männen. Allmänt förefaller det därmed som att energiintaget begränsas i absoluta tal och inte regleras utifrån energiutgift, kroppsvikt eller kön. Som koststrategi förefaller maten för pluton 3 ge störst intag, och därmed i förlängningen möjliggöra störst bevarande av stridsvärde. Dock bör noteras att kost i form av mjukkonserv väger mer och därmed innebär både högre bärvikt och högre energiutgift.

Energiunderskottet under övningen är i samma procentuella storleksordning som tidigare rapporterats vid multisport/Adventure Racing (Enqvist och medarbetare, 2010). En viktig skillnad är dock att multisporten bedrevs på en högre arbetsbelastning med en energiutgift på 750 kcal/h vid endygsaktivitet och inte lägre än 400 kcal/h under 5-7 dygns arbete. Energiintag under den kontrollerade endygsaktiviteten var 350 kcal/h, medan den bland kadetterna endast låg på ca 160 kcal/h för pluton 3 som hade högt intag och ännu lägre för pluton 2 på ca 120 kcal/h. Det bör nämnas att det är svårt, för att inte säga omöjligt, att inta 350 kcal/h kontinuerligt under flera dygn. Enligt empirin är det dock inga problem att inta 200-250 kcal/h även under multisporttävlingar på flera dygn. Beräkningen är då gjord på heldygn och för tävlingsintensitet. Vid insatser med längre pauser och med möjlighet till nattvila kan intaget under de vakna timmarna vara betydligt högre.

Dessa fynd skulle tyda på att det med relativt liten insats och med minimal risk för intractabla problem (problem med magen) är möjligt för kadetter att inta 200 kcal/h och därmed halvera energiunderskottet, från ca 48 % till ca 23 %. Därmed skulle också det fysiska stridsvärdet kunna bibehållas på en högre nivå.

Ytterligare problem finns i och med bristfälligheten i samtliga dieter som användes. Det första problemet är energiinnehåll och tilldelning. Varje ration innehöll i genomsnitt strax över 1300 kcal (sammanräknat huvudmålet plus de fyra till sju tilläggen) och kadetterna tilldelades tre rations per dygn, dock med möjlighet att ta ytterligare mat. Om de äter allt från ordinarie tilldelning innebär det ett energiintag på ca 4000 kcal/dygn, vilket endast är knappt två tredjedelar av deras faktiska energiförbrukning på ca 6200 kcal/dygn, och ca 25 % lägre än vad som visas vara ett rimligt funktionellt intag. Nästa problem är att det dessutom visar sig att kadetterna endast intar motsvarande ca 2,5 rations per dag. Detta kan bero på allt ifrån okunskap

om nyttan med ett högt energiintag till smakupplevelsen av tilldelad diet/ration. Det faktum att den pluton som åt rations med mjukkonserv hade ett högre energiintag trots likvärdig tilldelning tyder på vikten av en god smakupplevelse.

### **Studiens styrkor och svagheter**

En styrka i undersökningen är att i ett stort fältförsök, där undersökningsgruppen inte kan styra de yttre förhållandena och göra dessa laboratoriemässiga, ha den breda anklingen att värdera energibalansen genom bra struktur på energiintagsberäkningarna och dubbla metoder för beräkningar av energiomsättningen. En styrka är också att övningsledningen var mycket positivt till att undersökningen skulle genomföras, varför tester och registreringar kunde göras så bra som tekniskt möjligt under fältförhållanden.

Metodmässigt beräknades energiomsättningen genom en algoritm baserad på hjärtfrekvens vid cykeltestet före övningen. Normalt har en person ett förhöjt hjärtfrekvens vid en viss belastning första gången ett cykeltest genomförs. Emellertid, kadetterna har vid tidigare tillfällen genomfört testet. Trots detta är beräkningen tillsammans med "flex heart rate" inte optimal. Mätning av HF vid vissa syreupptagningsbelastningar hade varit optimalt men i detta läge omöjligt att genomföra. För det övergripande resultatet med den stora energiomsättningen och det stora energiunderskottet för hela övningen påverkar dessa svagheter inte slutsatserna.

Det ska påpekas att energiomsättningen förmodligen var högre än den som angivits eftersom icke-registrerad tid har angivits till basalomsättning, vilket med stor sannolikhet är en underskattning. Samtidigt kan inte uteslutas att registreringen av energiintaget inte varit fullständig, trots att denna registrering var övervakad av medföljande befäl, vilket den stora individuella spridningen antyder (Figur 4).

Att förlita sig till att beräkna energiomsättning via hjärtfrekvensregistrering innehåller vissa felkällor. Det finns en höjning av hjärtfrekvens för en given submaximal syreupptagning vid långtidsarbete beroende på trötthet, dehydrering mm, vilket illustreras i höjningen av hjärtfrekvens under de båda arbetsbelastningarna på cykelarbetet med ca 10 slag per minut. Å andra sidan finns en motreaktion under långtidsarbete, som innebär att hjärtfrekvens på en viss

belastning sjunker igen efter 6 – 10 timmars arbete (Mattsson och medarbetare, 2011), vilket gör att den ovan antydda höjningen av hjärtfrekvens under arbete förmodligen är mer begränsad.

Det finns vissa svagheter i metodiken kring skjutövningen. Skjutningen genomfördes liggande på ett avstånd av 50 m. Träfftavlan utgjordes av svart cirkel 72 mm i diameter centrerad på ett stående A4-papper. Då en rektangulär form möjliggör större mätbar miss från mittpunkten av pappret i Y-led jämfört med X-led så kan ett skott med samma avstånd från träffpunktens mitt registreras som både träff och miss beroende på var på eller bredvid pappret skottet träffar i x/y-led. Ett annat metodfel var att skjutförhållandena var sämre efter, jämfört med före övningen. Dessa metodfel till trots förefaller det ändå tydligt att skjutförmågan försämrades genom en försämrad träffbild och mer än fyrfaldigt antal fler missar.

## Referenser

Ekblom-Bak E, Björkman F, Hellenius ML, Ekblom B. A new submaximal cycle ergometer test for prediction of VO<sub>2</sub>max. *Scand J Med Sci Sports* [Epub ahead of print, 2012 Nov 6. doi: 10.1111/sms.12014.]

Enqvist JK, Mattsson CM, Johansson PH, Brink-Elfegoun T, Bakkman L, Ekblom B. Energy turn-over during 24-hours and 6 days of Adventure Racing. *J Sports Sci* 28(9):947-955, 2010.

Mattsson CM, Ståhlberg M, Larsen FJ, Braunschweig F, Ekblom B. Late cardiovascular drift observable during ultraendurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 43(7):1162-8, 2011.

Roy TC, Ritland BM, Knapik JJ, Sharp MA. Lifting tasks are associated with injuries during early portion of a deployment of Afghanistan. *Mil Med* 177:716-722, 2012.