

## **Rapport 4. Slutövning GMU: "Aldrig ge upp", Amf1, Berga örlogsbas.**

Mikael Flockhart, C. Mikael Mattsson, Elin Ekblom Bak, Björn Ekblom

Militärmedicinska forskningsgruppen

Åstrandlaboratoriet

Gymnastik- och idrottshögskolan, GIH.

Stockholm

## Sammanfattning

Energistatus och förändring i fysiskt stridsvärde studerades i samband med en nästan 8 dygn långa grundmilitär slutövning (GMU) vid AMF-1 Berga Örlogsskolor i månadsskiftet oktober november 2013.

Totalt deltog 105 soldater i övningen, fördelat på 3 plutoner om vardera 35 soldater. En subgrupp på 24 soldater (8 kvinnor) bestående av 8 soldater från vardera pluton studerades mer ingående.

Medelhjärtfrekvensen för de 6 soldater (2 kvinnor) som hade i stort sett kompletta mätningar från den 187 timmar långa övningen, inklusive viloperioder, var  $88 \pm 7$  slag/minut. Utifrån hjärtfrekvensdata beräknades den totala energiomsättningen till i genomsnitt  $44\,000 \pm 6\,600$  kcal, vilket motsvarar  $5\,600 \pm 840$  kcal per dygn och  $235 \pm 35$  kcal/tim. Total energiförbrukning var i genomsnitt  $39\,000$  kcal för kvinnorna och  $46\,500$  kcal för männen. I övrigt noterades inte några betydande skillnader mellan kvinnor och män. Däremot var det stora individuella variationer i energiutgift, vilka till ca hälften berodde på skillnader i kroppsvikt. Med hänsyn till kroppsvikt och buren vikt var energiförbrukningen ca  $3,1 \pm 0,23$  kcal per timme per kg totalvikt. Den individuella variationen beror på skillnad i buren vikt, på olika uppgifter och på individuella fysiologiska skillnader.

Utifrån beräknat energiintag blev det totala energiunderskottet under övningen  $12\,000$ - $15\,000$  kcal, vilket är ca  $1\,500$ - $2\,000$  kcal per dygn. Viktminskningen under övningen var  $2,9$  kg för kvinnor och  $3,7$  kg för män. Denna viktminskning på  $>4\%$  leder troligen till försämrad uthållighetsförmåga.

Den maximala muskelstyrkan i armar och ben var i stort sett oförändrade efter övningen, liksom den beräknade maximala syreupptagningsförmågan. Däremot upplevdes ett lågintensivt cykelarbete som betydligt tyngre efter övningen. Muskeluthållighet mättes inte i denna studie.

Ett skjutprov om 5 skott i liggande på 100 m mot en tredjedelsfigur visade 64 deltagande soldater på en försämrad träffprocent från  $90,5\%$  före till  $79,4\%$  efter övningen. Alla soldater hade minst en träff före medan 6 soldater hade alla bom efter övningen.

Slutsatsen från studien är att GMU-övningen resulterade i ett stort energiunderskott. Stridsvärdet, bedömt från skjutprovet var klart försämrat. Maximala fysiologiska parametrar var i stort sett oförändrade, medan skattad ansträngning och därmed uthållighetsförmåga, försämrades.

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>2</b>
<b>Inledning</b> .....	<b>5</b>
<b>Syfte</b> .....	<b>5</b>
<b>Metoder och genomförande</b> .....	<b>6</b>
<b>Resultat</b> .....	<b>9</b>
<b>Vikt</b> .....	<b>9</b>
<b>Precision - Skjutprov</b> .....	<b>9</b>
<b>Muskelstyrka</b> .....	<b>10</b>
<b>Aerob förmåga - Cykeltest</b> .....	<b>10</b>
<b>Aerob belastning - Hjärtfrekvensregistrering</b> .....	<b>11</b>
<b>Energi</b> .....	<b>13</b>
Energiintag.....	14
Energibalans .....	15
<b>Diskussion</b> .....	<b>15</b>
<b>Studiens styrkor och svagheter</b> .....	<b>18</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>19</b>

## Inledning

På uppdrag av FoT-gruppen vid Försvarmakten genomförde Militärmedicinska forskningsgruppen vid Åstamlaboratoriet vid Gymnastik- och idrottshögskolan GIH, en observationsstudie av soldater vid AMF-1, Berga, under en 8 dygn lång slutövning på grundmilitär utbildning (GMU), benämnd ”Aldrig ge upp”.

## Syfte

Syftet med undersökning var att dokumentera och beskriva övningen med avseende på att:

- 1) studera totala energiförbrukningen under hela övningen,
- 2) utifrån beräknat energiintag bedöma energibalansen,
- 3) bedöma övningens inverkan och konsekvenser på fysiologiska funktioner såsom kondition och muskelstyrka,
- 4) via tester före och efter övningen bedöma övningens påverkan på soldatens stridsvärde med avseende på precision, det vill säga skjutförmåga,
- 5) genom blodanalyser studera övningens inverkan på vitala medicinska och fysiologiska parametrar såsom hjärtfunktion, hormonsystem, immunförsvar och kroppens balans mellan tillväxt och nedbrytning,
- 6) bedöma förändringar av energirika föreningar i blodet under övningen genom bestämning av blodfetter, blodsocker och aminosyror med flera föreningar före och efter övningen,
- 7) studera skelettmusklernas innehåll energirika föreningar före och efter övningen,
- 8) studera övningens inverkan på skelettmusklernas anatomi och grundläggande förutsättningar för funktion genom studier av markörer för muskelsyntes och muskelnedbrytning,

I samtliga analyser är målsättningen att göra jämförande analyser mellan kvinnor och män.

Med tanke på studiens omfattning presenteras i denna rapport resultat och erfarenheter rörande punkterna 1 till 4 ovan, det vill säga energistatus och praktiskt fysiskt stridsvärde.

## Metoder och genomförande

GMU-slutövningen genomfördes mellan 28 oktober och 5 november 2013 med start och mål vid Berga Örlogsskolor med övningsaktiviteter på Södertörn och Muskö. Totalt deltog 105 soldater fördelade på tre plutoner om vardera 35 soldater. Åtta soldater ur varje pluton detaljundersöktes, totalt 8 kvinnor och 16 män. Övriga soldater deltog enbart i skjutövningen och koststudien, se nedan. De detaljstuderade kvinnorna var i medeltal  $22 \pm 0,7$  (19 - 34) år och männen  $20 \pm 1,2$  (19 - 23) år. Medelvikten för kvinnor respektive män var före övningen  $70,9 \pm 6,7$  (59,7 - 79,8) kg och  $80,3 \pm 6,5$  (71,3 - 92,6) kg och hela gruppens medelvärde var  $77,8 \pm 7,7$  (59,7 - 92,6) kg. Skillnaden i vikt mellan kvinnor och män är statistiskt säkerställd. Alla data och resultat presenteras som gruppmedel  $\pm$  standardavvikelse samt konfidensintervall (95 % CI). Statistisk signifikansnivå (alfa) bestämdes till  $p < 0,05$ .

Före övningen erhöll alla soldater både en skriftlig information och dessutom blev de i grupp informerade om försöksupplägget, och att de kunde lämna försöket när som helst utan att ange någon förklaring. Vid starten av försöksundersökningarna gav de sitt skriftliga medgivande om deltagandet i undersökningen. Ingen soldat avbröt undersökningen.

Före övningens start genomfördes först en skjutomgång om 5 skott i liggande med eget gevär på 100 meters avstånd mot ett skjutmål bestående av en tredjedels figur. Skjutningen genomfördes också direkt vid återkomsten efter övningens slut. Antal träffar i figuren, antal missar samt längsta avståndet mellan träffarna, såsom ett mått på spridning av skotten, noterades som skjutresultat.

Minst tre timmar efter måltid genomfördes därefter övriga tester och undersökningar enligt följande:

Vikt. Före övriga tester vägdes de utvalda soldaterna i lätt klädsel på sedvanlig våg med precisionen 0,1 kg.

Benmuskulstyrka bedömdes genom vertikalhopp dels från stillastående position med böjning i knäleden (SJ-hopp) och dels med snabb nedgång och upphopp med armsving (*CounterMovement*

*Jump*, CMJ(a)) på en elektronisk hopplatta (Optojump, MicroGate, Italy). Bästa resultatet av två försök användes vid analyser.

Handgripstyrka mättes med isometrisk greppstyrkeapparat. Bästa resultatet av två försök med vänster respektive och höger hand användes vid analyser.

Ett submaximalt ergometercykeltest för beräkning av maximal syreupptagningsförmåga enligt Ekblom Bak och medarb. (2014) genomfördes med samtidig registrering av subjektiv ansträngningsskattning (RPE-värde) enligt Borg (1970). Testet innehåller två belastningar med kadensen 60 rpm. I den första är motståndet 0,5 kp, motsvarande en belastning på 30 W, vilket genomförs av samtliga. Motståndet på den andra belastningen valdes så att soldatens upplevda subjektiva ansträngning blev ca 12-15 på Borgskalan, vilket motsvarar "Lätt" till "Ansträngande". Samma individuella belastningar genomfördes efter övningen.

Två blodprov från en ytlig armbågsven togs i liggande för vidare analyser. Provet centrifugerades i 5 min på 10 000 varv/min. Plasma kyldes ner för senare förvaring i -70°C.

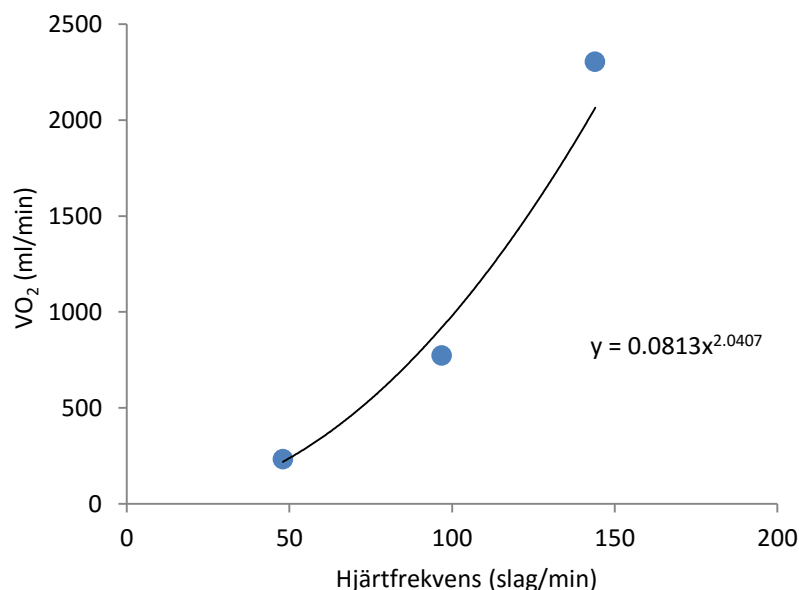
Två muskelbiopsier togs från *m. Vastus Lateralis* (yttre lårmuskeln) i liggande. Efter bedövning av hud och underliggande vävnad med ca 2-3 ml Carbocain (AstraZeneca, Södertälje, Sverige) togs två muskelprover om ca 50-75 mg vardera med en Weil Blakeleys tång (Wisex, Mölndal, Sverige), vilka omedelbart frystes ned i flytande kväve för vidare analyser.

De uttagna 24 soldaterna bar accelerometrar på höften vilka registrerar alla rörelser under hela övningen. Utifrån accelerometrimätning genomförd med eller utan burens utrustning kan energiomsättning beräknas via en algoritm. Använd algoritm är baserad på data från tidigare försök i vårt laboratorium, där försökspersoner burit 20, 30 respektive 50 kg i hastigheter motsvarande de som kadetterna genomförde under övningen. Denna del av undersökningen är ett metodarbete som siktar på att utnyttja accelerometrar för framtida energiomsättningsberäkningar under olika förhållanden.

Samtliga detaljstuderade soldater fick en pulsklocka (RS400 och RS800, Polar Electro Oy, Finland) för registrering av hjärtfrekvens under hela övningen från middagstid 28 oktober till motsvarande tid den 5 november, totalt 187 timmars övningstid. Vid analyser användes hjärtfrekvensdata från medelvärden för 15 sekundersintervall. Hjärtfrekvensregistreringen

fungerade tillfredställande för sex soldater, varav två kvinnor, med registreringstider på 153-187 timmar. Dessa valdes ut för att detaljstuderas. Hjärtfrekvensdata ordnades efter en tidsaxel och räknades om till medelvärden för varje minut. På grund av databortfall vid olika tidpunkter och det likartade utseendet av hjärtfrekvenskurvan över hela övningen för soldaterna så presenteras all data som medelvärden beräknade utifrån samtlig insamlad individdata.

För varje individ skapades en kurva för syreförbrukning och hjärtfrekvens utifrån lägsta stabila vilohjärtfrekvens under övningen samt hjärtfrekvens vid de två belastningarna under det submaximala cykeltestet som genomfördes innan övningen. Angiven syreförbrukning vid submaximala arbetsbelastningar vid det genomförda Eklom Bak-testet användes för att skapa en individuell relation mellan hjärtfrekvens och syreförbrukning. I Figur 1 presenteras en medelregressionskurva för de sex soldaterna. Beräkning av 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 syre och minut för kvinnor respektive män, vilket motsvarar 0,97 respektive 1,21 kcal per minut.



**Figur 1. Beräkningsmodell för syreförbrukning och hjärtfrekvens som medelregressionskurva för sex soldater.**



## Dietförsöket

Kosten för de tre plutonerna under hela övningen bestod av var sin av tre olika typer av ransoner (raisons). Enbart den kost som tilldelats var godkänd att inta. De tre kostalternativen var för pluton 1 mjukkonserver av märket *24 Hour Meals / Blå Band Expedition Meal*, för pluton 2 frystorkad mat av märket *Drytech*, samt för pluton 3 ISOMat från militärköket, som kördes ut till plutonen. Varje person fick i enkäter uppge sin uppfattning om kosten, beträffande bland annat tillagning, smak, och konsistens. Exakta data för energiintaget kunde inte erhållas i denna undersökning av logistiska skäl. Genom beräkning av totala innehållet per raison per dygn tillsammans med uppskattning från befäl angående hur mycket som soldaterna åt erhålls en uppskattning av totala energiintaget under övningen. Data från denna del av undersökningen har även överlämnats till FMV i Karlskrona för vidare analyser, bland annat om kadetternas uppfattning om de olika kostalternativen, vilket presenteras i egen rapport.

## Resultat

### Vikt

Vikten sjönk från  $70,9 \pm 6,7$  kg före till  $68,0 \pm 6,4$  kg (diff -2,9 kg, 95 % CI -3,9 till -1,9 kg) efter för kvinnor och från  $80,3 \pm 6,5$  till  $76,6 \pm 6,2$  kg (diff -3,7 kg 95 % CI -4,7 till -2,7 kg) för män.

För hela undersökta gruppen sjönk kroppsvikten från  $77,8 \pm 7,7$  till  $74,4 \pm 7,2$  kg (diff -3,4 kg 95 % CI -3,8 till -3,0 kg). Samtliga förändringar är signifikanta ( $p < 0,05$ ). Skillnaden i viktnedgång mellan kvinnor och män var inte statistiskt säkerställd (-0,8 kg 95 % CI -1,5 till 3,1 kg).

Viktnedgången var över 4 % (4,1 % för kvinnorna, 4,6 % för männen och 4,3 % för hela gruppen).

### Precision - Skjutprov

Skjutningen visade på en försämring av träffbilden för hela gruppen efter övningen. Av totalt 64 soldater som genomförde skjutning både före och efter övningen var genomsnittliga träffprocenten 90,5 % före och 79,4 % efter övningen. Före övningen hade alla soldater ( $n = 64$ ) minst 1 träff i figuren medan efter övningen hade 6 soldater ingen träff alls. Summan av det

längsta avståndet mellan träffarna för de som hade minst 2 träffar (n = 58) var oförändrad, före övningen  $21,6 \pm 7,7$  mm och efter övningen  $21,7 \pm 9,1$  mm ( $p > 0,05$ )

## Muskelstyrka

I båda hopptesterna (explosiv benmuskelstyrka) var värdena signifikant lägre efter övningen liksom gripstyrkan i den högra handen, medan den var oförändrad i den vänstra. Skillnaden mellan förändringarna mellan kvinnor och män var inte statistiskt signifikanta, delvis beroende på få kvinnor deltog i undersökningen samt den stora spridningen hos bägge könen.

**Tabell 1. Upphopp och handgripstyrka före och efter övningen. Värden är medelvärden för hela gruppen. n = 24.**

Test	Före	Efter	Differens	(95 % CI)
<i>Upphopp (cm)</i>				
SJ	$26,9 \pm 5,3$	$25,7 \pm 6,0$	$-1,2 \pm 2,8$	(-2,3 till -0,1)
CMJ (a)	$37,8 \pm 7,9$	$35,6 \pm 8,2$	$-2,2 \pm 2,4$	(-3,2 till -1,2)
<i>Handgripstyrka (kp)</i>				
Höger	$523 \pm 109$	$498 \pm 111$	$-25 \pm 48$	(-44 till -6)
Vänster	$479 \pm 106$	$463 \pm 111$	$-15 \pm 46$	(-33 till 3)

## Aerob förmåga - Cykeltest

De olika värdena vid cykeltestet före jämfört med motsvarande efter övningen för den detaljstuderade försöksgruppen (n = 24) föreligger i Tabell 2.

**Tabell 2. Hjärtfrekvens, skattad ansträngning och beräknat maximalt syreupptag före och efter övningen (n = 24). HF = hjärtfrekvens (slag/min), RPE = Rate of Percieved Exertion, VO<sub>2</sub>max = maximalt syreupptag (l/min)**

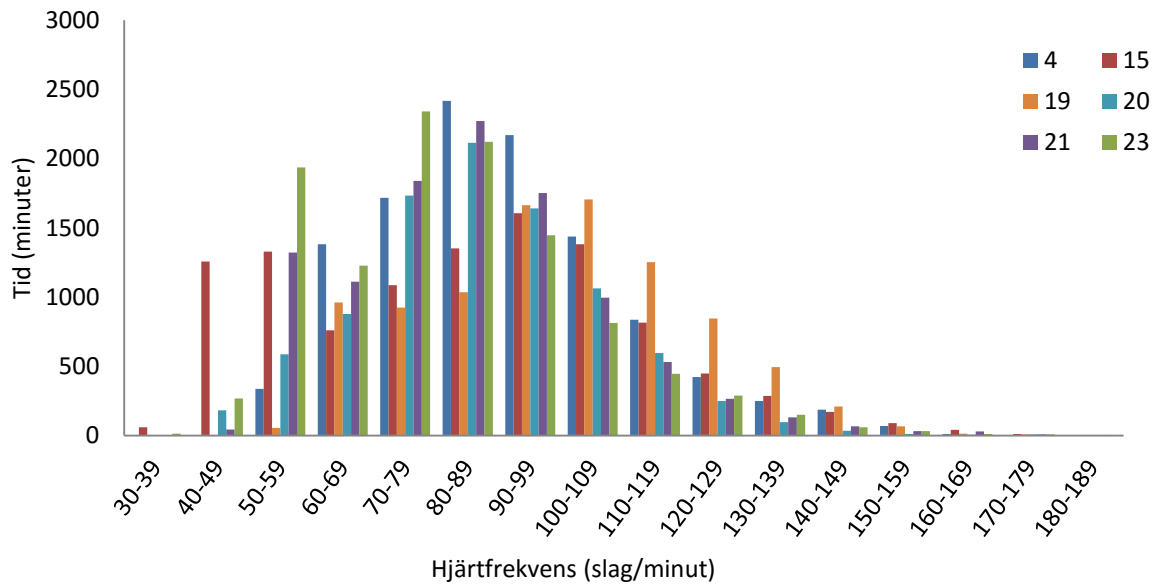
	Före	Efter	Differens	(95 % CI)
HF: Belastning 1	93,5 ± 9,5	86,7 ± 10,8	-6,8	(-10,3 till -3,3)
Belastning 2	144,1 ± 9,8	143,9 ± 10,9	-0,2	(-3,2 till 3,2)
RPE: Belastning 1	7,5 ± 1,7	7,9 ± 1,8	-0,4	(-1,1 till 0,3)
Belastning 2	14,8 ± 0,9	15,3 ± 1,5	-0,5	(-1,0 till 0)
Beräknad VO <sub>2</sub> max	4,06 ± 0,51	3,93 ± 0,46	-0,12	()

På den låga belastningen minskade hjärtfrekvensen signifikant, medan den var oförändrad på den högre. Differensen mellan de två belastningarna ökade från 50,6 ± 8,9 slag/min före till 57,2 ± 11,7 slag/min efter övningen (differens 6,8 slag/min, 95 % CI 4,1 - 9,5 slag/min). Den beräknade maximala syreupptagningen (VO<sub>2</sub>max) för hela gruppen var obetydligt men signifikant lägre efter övningen (-0,12, 95 % CI -0,04 till -0,02 l/min). Kvinnor hade ingen förändring i beräknad VO<sub>2</sub>max medan män sjönk obetydligt mer än gruppen som helhet (-0,18 l/min, ej statistiskt signifikant). Den upplevda fysiska ansträngningen (RPE-värdet) var oförändrat på den låga, men signifikant förhöjd på den högre belastningen.

### **Aerob belastning - Hjärtfrekvensregistrering**

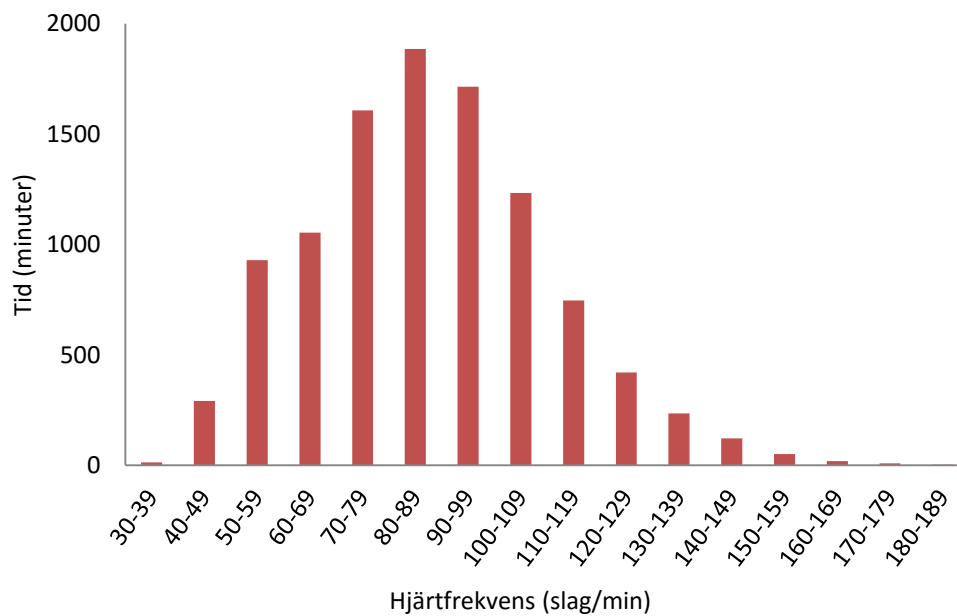
Hjärtfrekvensdata finns från alla tre plutonerna. Hjärtfrekvensdiagram för soldat 4 (pluton 1), soldat 15 (pluton 2) och soldat 23 (pluton 3) med registreringstid 187, 178 respektive 186 timmar presenteras i sin helhet i bilaga 1. Den genomsnittliga hjärtfrekvensen för dessa tre soldater är 90, 85 respektive 80 slag/min. Fördelning av tid i olika hjärtfrekvenser inom varje 10-tal slag, det vill säga 50-59, 60-69 o.s.v. för sex soldater med tillfredställande registreringar (>153 timmar) presenteras i Figur 2. Som framgår av figuren är medianvärdet för de sex soldaterna mellan 70-79 (1 soldat), 80-89 (3 soldater), 90-99 (1 soldat) samt 100-109 (1 soldat) slag/min.

Medelhjärtfrekvens för de sex soldaterna var 88 ± 7 slag/minut.



Figur 2. Hjärtfrekvensfördelning under 154-187 timmar för 6 soldater.

Sammanläggning av de sex soldaternas tider i olika hjärtfrekvenszoner framgår av Figur 3.



Figur 3. Medelvärden sex soldaters hjärtfrekvensfördelning

## Energi

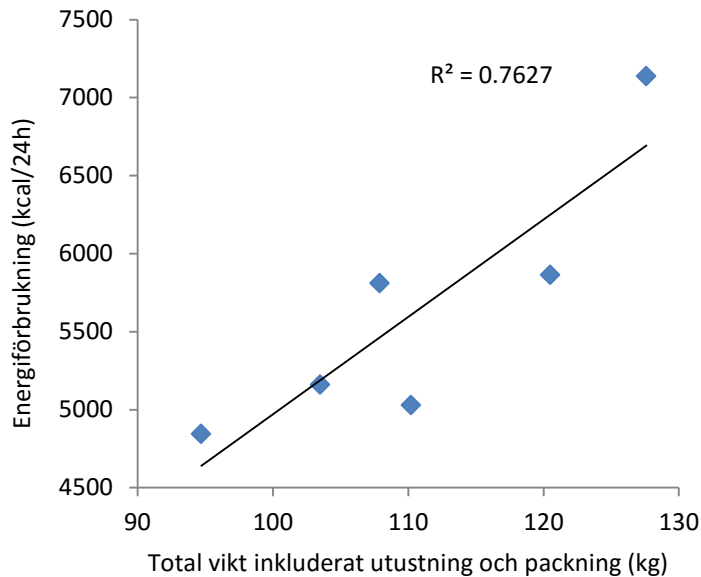
Energiomsättningen beräknades från hjärtfrekvensregistreringarna och enligt relationen till syreupptagning enligt Figur 1. I tabell 3 redovisas uträknade värden. Eftersom registreringen för de sex soldaterna varade mellan 153 och 187 timmar har värdena för hela övningen uppräknats till 187 timmar, därefter också presenterats per dygn, per timme samt per timme och kg kroppsvikt.

**Tabell 3. Persondata och beräknad energiomsättning för sex soldater**

Soldat (#)	Kön	Vikt (kg)	Energiomsättning (Kcal)			
			Totalt	per dygn	per tim	per tim/kg
4	Kvinna	59,7	37 800	4 850	202	3,4
15	Man	72,9	45 300	5 800	242	3,3
19	Kvinna	68,5	40 200	5 150	215	3,1
20	Man	92,6	55 600	7 130	297	3,2
21	Man	75,2	39 200	5 030	209	2,8
23	Man	85,5	45 700	5 860	244	2,9
Medeltal		75,7	44 000	5 640	235	3,1

Energiomsättningen för kvinnorna var i medeltal 39 000 kcal och för männen 46 500 kcal. Standardavvikelsen runt medelvärdet är för total energiomsättning 6560 kcal, per dygn 840 kcal, per timme 35 kcal, samt per timme och kg 0,23 kcal. Som framgår av tabell 3 så föreligger en stor spridning av totala energiomsättningen över övningen men med hänsyn till kroppsvikt blir spridningen betydligt mindre, då ungefär hälften av variationen elimineras.

I figur 3 redovisas ett mycket starkt samband mellan energiomsättning för hela övningen (beräknat på 187 timmar) och kroppsvikt plus genomsnittlig vikt av utrustning 35 kg (som dock inte burits hela tiden).



Figur 4. Energiförbrukning i relation till total vikt (kroppsvikt plus utrustning och packning).

## Energiintag

Energiintaget för de olika plutonerna kan inte beräknas med säkerhet. Emellertid, men hänsyn till att inte all mat åts upp under övningen, speciellt *24Hour Meals* och *Drytech*, och att ISOMaten ”inte räckte till” samt med erfarenheterna och analyserna från en tidigare rapport, som avhandlade utbildningsmomentet ”Markstrid grundkurs 1 i fjällmiljö (Flockhart och medarbetare, 2014), vilken innehåller detaljerade data på energiintag med två av dessa tre raisons (ej ISOMat), kan en rimlig, men tyvärr ofullständig, bedömning av energiintaget för varje pluton göras. Beräknat för hela övningen uppskattas pluton 1 (*24Hour Meals*) och pluton 2 (*Drytech*) ha haft ett energiintag omkring 33 000 kcal. Soldaterna i pluton 3, med ISOMaten, ”dippade” ofta i ork eftersom de endast hade tillgång till energiintag vid måltiderna, medan övriga plutoner kunde äta delar av sina raisons även mellan måltiderna. Energiintaget för pluton 3 beräknas därför vara ca 10 % lägre än de två andra plutonerna, det vill säga till ca 30 000 kcal.

## Energibalans

Siffrorna för energiintaget är som påpekats ovan osäkra. Ändå kan en översiktlig beräkning av energibalansen göras genom att utnyttja siffrorna för soldaterna från de tre plutonerna. En sådan grov beräkning visar på energiunderskott för samtliga plutoner. Genom att använda medelvärdet för energiutgiften i kcal per timme och kilo kroppsvikt samt medelkroppsvikten för de 24 speciellt studerade soldater beräknas energibalansen (intag minus utgifter) ha varit för pluton 1 ca -12 000 kcal (energiförbrukning 45 000 – energiintag 33 000 kcal). Motsvarande värden för pluton 2 beräknas till ca -12 000 kcal och för pluton 3 ca -15 000 kcal.

## Diskussion

Undersökningen visar tydligt att långa arbetspass med normala militära fysiska övningar och förflyttning med normal utrustning leder till stor energiomsättning. Som framgår av hjärtfrekvenskurvorna i Appendix 1 finns perioder med mycket låg hjärtfrekvens, vilket indikerar viloperioder. Utläst från hjärtfrekvensdiagram för de tre soldaterna med fullständiga hjärtfrekvensregistreringar har de under de 8 dygnen 7 till 8 perioder av vila summerat till totalt 30-36 timmar där hjärtfrekvensen är låg och stabil, indikerade sömn. Denna vila är uppdelad i perioder av 1-8 timmar, där medellängden är cirka 2 timmar. Sömntiden motsvarar ca 16-19 % av hela övningstiden, vilket är ca 50-60 % av normal sömntid för 187 timmar. Resten av dygnstiden täcktes således av militär verksamhet av olika typ. Denna militära verksamhet plus vilotid resulterar i genomsnittlig energiomsättning för de sex studerade soldaterna på ca 5 600 kcal/dygn (variation 4 800 till 7 100 kcal/dygn). Medelvärdet för den aktuella undersökningens sex utvalda soldater är ca 10 % lägre än motsvarande undersökning på markstrid i fjällmiljö (Flockhart och medarbetare, 2014) på 6 200 kcal/dygn. I den tidigare såväl som i föreliggande undersökning varierar energiomsättningen mycket stort mellan olika soldater. Emellertid, om energiomsättningen fördelas per kilo kroppsvikt och timme för hela undersökningstiden i föreliggande undersökning är skillnaderna mellan olika soldater betydligt mindre, mellan 2,8 till 3,4 kcal/kg och timme, vilket indikerar ungefär en halvering av spridningen. Den kvarvarande

variationen beror på skillnader i buren vikt, olika uppgifter under övningen samt olika individuella fysiologiska parametrar. Som framgår av figur 4 föreligger ett starkt samband mellan energiomsättning och total vikt, det vill säga kroppsvikt plus utrustning och packning. Det tydliggör att den extra energikostnaden för varje kilo buren utrustning är stor. Som påpekats i tidigare rapporter är risken för skador av olika slag inte i första hand beroende av tiden för bärande av utrustning utan främst utrustningens absoluta tyngd (Roy et al, 2012). Att totalvikten är viktig för energiutgiften innebär att man om möjligt bör individualisera energitillgängligheten. Tyngre soldater och de som har tyngre arbetsuppgifter bör ha större möjligheter till kostförstärkning än soldater med lättare arbetsuppgifter och lägre kroppsvikt.

Viktnergången var i genomsnitt 2,9 och 3,7 kg för kvinnorna respektive männen. Erfarenheter från tidigare försök pekar på att det är dels vätskeförluster och dels minskning av totala energidepåerna i kroppen, det vill säga mängden glykogen och fett i lever och muskler. Beträffande de senare kommer kommande rapport att beskriva förändringar i energidepåerna hos soldaterna. Även om exakta data för närvarande inte finns tillgängliga så är den totala negativa energibalansen, beräknad från energiomsättning och energiintag, i stort i samma storleksordning som en beräknad energiförlust utifrån minskade energidepåer vid rimlig sänkt vätskeinhåll i musklerna. Denna viktnergång på över 4 % har med stor sannolikhet negativ inverkan på prestationsförmågan vid uthållighetsarbete. Sammanställningsartiklar som publicerats under senare år tyder på att man kan klara en viktnergång på 2-3 % utan prestationsförsämring, men däremot inte större viktförluster (Goulet, 2012 och 2013).

Även om uppgifterna om energiintaget i denna undersökning inte är tillfredställande säkra av logistiska skäl ger ett överslag av tillgängliga uppgifter tillsammans med erfarenheter från tidigare undersökning (Flockhart och medarbetare, 2014) att övningen orsakade en klar negativ energibalans, på ca 1 500-2 000 kcal/dygn. Vi har i samtliga våra undersökningar av militär verksamhet noterat betydande energiunderskott. Detta är dock inte unikt för den Svenska Försvarsmakten, utan verkar förekomma även i andra länder. I en längre amerikansk undersökning (8 veckor) med lägre belastning och energiutgift (ca 4 800 kcal/dygn) var energiunderskottet ändå ca 650 kcal/dygn. Anmärkningsvärt är att den normala energitilldelningen under övningen var endast 3 300 kcal/dygn, och att inte ens den utökade tilldelningen av energi, som soldaterna fick i slutet av övningen (3750 kcal/dygn), var i närheten



av den faktiska energiförbrukningen (Richmond et al., 2014). Negativ energibalans verkar alltså vara ett utbredd problem som i vissa fall beror på för liten tilldelning, som i sin tur kan bero på bristande kunskap om de energikrav som ställs.

Den negativa energibalansen beror uppenbarligen på för lite energiintag i förhållande till energiomsättningen. Har kostintaget reducerats av smakskaäl kommer det antagligen att framgå av den utvärdering som görs av FMV Karlskrona angående soldaternas uppfattning om kostens smak, tillagring mm. I så fall bör detta kunna åtgärdas, åtminstone till en viss del. Å andra sidan finns erfarenheter att vid långvariga arbetsuppgifter, gärna i kombination med sömnunderskott, är det svårt att äta så mycket som önskvärt för att minimera underskottet i energibalansen (Enqvist et al., 2010). Dessa två troliga anledningar leder till den naturliga slutsatsen att man bör finna dieter/kostalternativ med stor energitäthet som kan vara lättillgängliga och som samtidigt accepteras av soldaterna ur smak- och tillagningsperspektiv.

Ett viktigt syfte med undersökningen var att studera hur övningen påverkade stridsvärdet och fysiologiska parametrar. Även om energiunderskottet, den genomsnittliga fysiska belastningen och sömnunderskottet inte var påtagligt stort så inverkar dessa påfrestningar sammantaget negativt på stridsvärdet under övningen, tydligast på skjutförmågan, där 6 soldater helt missade målet efter övningen och den totala träffprocenten minskade från 90,5 till 79,4 %. Några skillnader mellan kvinnor och män kunde inte noteras.

De maximala fysiologiska faktorerna kondition (maximal syreupptagning), och handgripstyrka var emellertid relativt lite påverkade av övningen. I maxstyrka i ben och bål, bedömd från upphoppstest hade soldaterna dock ca 4-6 % lägre värden efter övningen. Noteras bör dock att även om soldaterna har kvar en stor del av sin maximala förmåga är deras skattning av den högre submaximala cykelbelastningen klart högre efter övningen. Det tyder på att de upplever arbetet på en ganska lätt belastning som tyngre. Denna trötthet kan påverka uthållighet och fysiskt stridsvärde negativt. Hur länge dessa mindre försämringar kvarstår i återhämningsperioden efter övningen kommer att vara en del av kommande planerade undersökningar.

Ytterligare ett syfte med undersökningen var att studera huruvida det förelåg några skillnader mellan kvinnor och män i effekterna av övningen. Även om antalet kvinnor var något för litet för en mera noggrann analys är intrycket att det inte finns några större skillnader i påverkan av

övningen mellan könen, när det gäller effekter av övningen på skjutförmåga, kondition eller muskelstyrka. Det förefaller således att kvinnorna klarade denna långvariga men inte speciellt tunga övningen på ungefär samma sätt som männen. Emellertid i framtida undersökningar måste ett större antal av de undersökta soldaterna vara kvinnor för att skillnader i effekter av olika övningar mellan könen ska kunna undersökas.

Analyserna av blod- och muskelprover är ännu inte slutförda. De kommer att presenteras i kommande rapporter. Dessa kommer att addera ytterligare fakta över hur en GMU-övning påverkar soldaten, vilket är viktiga resultat som kommer att ligga som underlag för kommande undersökningar.

Tjugofyra soldater bar rörelsemätare (accelerometrar) under övningen. Vår förhoppning är att denna del av undersökningen tillsammans med andra data ska kunna ligga till grund för beräkningar av totala energiomsättningen och jämföras med beräkningar från hjärtfrekvensmätningar i denna och kommande undersökningar. I en kommande rapport planeras en representation av tabellvärden för energiomsättning för olika typer av längre övningar presenteras.

### **Studiens styrkor och svagheter**

En styrka i undersökningen är att alla planerade delar av undersökningen kunde genomföras på ett bra sätt. Ingen avbröt övningen och alla soldater, så vitt vi kunnat bedöma, genomförde testerna på bästa sätt.

Energiintaget kunde inte beräknas på ett bra sätt, eftersom bestämning av kostintaget av logistiska skäl var i det närmaste omöjlig. Soldaterna i de olika plutonerna var stationerade på olika platser, utdelningen av raisons skiljde sig tidsmässigt från varandra samt att någon uppsamling av ej intagen föda ej var möjlig. Därför får vi förlita oss på de uppgifter som befäl lämnat om hur de uppfattar storleksordningen på födointaget samt erfarenheter från motsvarande tidigare undersökning.

Anledning till det omfattande databortfallet vid hjärtfrekvensregistrering hos många soldater är att signalstörningar och dålig kontakt mellan sändarbälte och hud ger inga eller helt felaktiga

registreringar av hjärtfrekvensen. Fullständig hjärtfrekvensregistrering är beroende av att mätningen övervakas och att klockan vid upphörd mätning startas om och att sändarbältet hålls fuktigt och har god kontakt med huden. Detta är i praktiken svårt då många lager kläder och burens utrustning gör att sändarbältet inte kan rättas till eller fuktas och att övervakning av klockan inte kan göras i många situationer, exempelvis vid sömn. Registrering av hjärtfrekvens över så här många dygn innebär dock ett omfattande arbetsmaterial även om grundlig individuell analys endast kunde göras på 6 av 24 soldater. Detta medför att insamlad data är mycket tillförlitlig, vilket innebär att så väl kvantifiering som slutsatser kan göras med god säkerhet även med få mätningar så länge dessa håller hög kvalitet.

Beräkning av energiutgift utifrån hjärtfrekvensdata medför att vissa antaganden görs och i detta fall användes en kurvlinjär regression för att förklara sambandet mellan hjärtfrekvens och syreförbrukning. Modellen täcker in det hjärtfrekvensspann som soldaterna befann sig i under övning och tester vilket får till följd att funktionen riskerar att över- respektive underskatta energiförbrukningen vid vissa intervall. Dessa ”fel” tar dock ut varandra vid beräkning av energiomsättning för hela analysperioden och bör i väldigt liten omfattning påverka slutberäkningar för så väl enskilda soldater som för hela gruppen.

Även om skjutövningen gav tydliga försämringar i precisionen skall det dock påpekas att skjutningen vid avslutad övning genomförde med regn och dis, vilket en del soldater upplevde som begränsande för siktet.

## Referenser

Borg G. Percieved exertion as an indicator of somatic stress. Scand J Rehabil Med 1970;2: 92-98.

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. 24: 319 – 324, 2014.

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

Flockhart M, Mattsson CM, Ekblom B. Fysiologisk analys av utbildningsmomentet: Markstrid grundkurs (GK) 1. Fjällmarsch”. Rapport 3. Militärmedicinska forskningsgruppen, GIH. 2014.

Goulet ED. Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutr Rev.* 70 Suppl 2:S132-6, 2012.

Goulet ED. Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. *Br J Sports Med.* 47(11):679-86, 2013.

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.

Richmond VL, Horner FE, Wilkinson DM, Rayson MP, Wright A, Izard R. Energy balance and physical demands during an 8-week arduous military training course. *Mil Med.* 179(4):421-7, 2014.

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.

## Appendix 1

Pulsdiagram för hela övningen för soldat 4, 15 och 23. X-axeln markerar hjärtfrekvens och Y-axeln övningstiden. Varje datapunkt är medelvärde för en minut. Röd linje är individuell medelpuls.

