

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Anja MESZAROŠ

**VREDNOTENJE ANALITIČNIH METOD ZA OCENO
USTREZNOSTI CELODNEVNE PREHRANE V
VOJAŠNICAH**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Anja MESZAROS

**VREDNOTENJE ANALITIČNIH METOD ZA OCENO
USTREZNOSTI CELODNEVNE PREHRANE V VOJAŠNICAH**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**EVALUATION OF ANALITICAL METHODS FOR DAILY
MILITARY MEALS ESTIMATION**

DOCTORAL DISERTATION

Ljubljana, 2016

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani, ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete, sklepa Senata Univerze z dne 12. februarja 2009 in 29. seje Komisije za doktorski študij Univerze v Ljubljani z dne 5. julija 2016 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za neposreden prehod na doktorski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje doktorata znanosti s področja živilstva. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Tomaž Polak in za somentorja prof. dr. Marjan Simčič.

Raziskovalno delo je bilo opravljeno v laboratorijih Katedre za tehnologije, prehrano in vino ter Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani in v certificiranem laboratoriju Neutron v Modeni v Italiji.

Mentor: doc. dr. Tomaž Polak

Somentor: prof. dr. Marjan Simčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: izr. prof. dr. Terezija GOLOB
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Članica: izr. prof. dr. Verena KOCH
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, Oddelek za biologijo, kemijo in gospodinjstvo

Članica: prof. dr. Lea DEMŠAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Datum zagovora: 23. 9. 2016

Podpisana izjavljam, da je doktorska disertacija rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravice shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico do omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Doktorandka:
Anja JANEŠ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 613.2-057.36:641.1:543.2/.9(043)=163.6
KG	prehrana/prehrana vojakov/celodnevni vojaški obroki/kemijska analiza/računalniška analiza/vrednotenje metod/makrohranila/vitamin C/vitamin E/maščobnokislinska sestava/priporočila
AV	MESZAROŠ, Anja, univ. dipl. ing. živ. teh.
SA	POLAK, Tomaž (mentor)/SIMČIČ, Marjan (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje živilstva
LI	2016
IN	VREDNOTENJE ANALITIČNIH METOD ZA OCENO USTREZNOSTI CELODNEVNE PREHRANE V VOJAŠNICAH
TD	Doktorska disertacija
OP	XV, 101 str., 24 pregl., 33 sl., 2 pril., 137 vir.
IJ	sl
JI	sl / en
AI	Namen raziskave je bil oceniti skladnost vojaške prehrane s Prehranskimi priporočili za Slovensko vojsko (2004) in Referenčnimi vrednostmi za vnos hranil (2004). Nadalje smo na podlagi statistične obdelave in primerjave analiziranih in izračunanih vrednosti želeli oceniti uporabnost računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus za načrtovanje in vrednotenje prehrane vojakov. Pri tem smo kot referenčne vrednosti vzeli rezultate kemijskih in fizikalnih analiz. Za statistično primerjavo metod smo uporabili Studentov t-test ob upoštevanju 95 % intervala zaupanja. Po metodi dvojne košarice smo naključno in v treh paralelkah vzorčili 15 celodnevni vojaški obroki. S kemijsko analizo in računalniškim izračunom smo določili vsebnosti makrohranil, vsebnost prehranske vlaknine, dnevne vnose vitaminov C in E ter izračunali energijsko vrednost in energijske deleže makrohranil. Z metodo plinske kromatografije smo določili maščobnokislinsko sestavo posameznih obrokov, deleže NMK, ENMK in VNMK, dnevni vnos <i>trans</i> maščobnih kislin in izračunali nekatere prehransko pomembne indekse s pomočjo katerih smo ocenili prehransko kakovost maščob v vojaški prehrani. Povprečna energijska vrednost vojaškega obroka je znašala 12,9 MJ, kar je malce pod spodnjo mejo prehranskih priporočil za Slovensko vojsko, vendar še vedno v skladu z Referenčnimi vrednostmi za vnos hranil za zmerno telesno aktivnost. Povprečni energijski delež ogljikovih hidratov je znašal 55,4 %, maščob 28,6 % in beljakovin 15,8 %. Celodnevna vnosa vitaminov C in E sta bila nad priporočenimi vrednostmi, in sicer za vitamin C 216,1 mg in vitamin E 17,4 mg, kar pa je glede na specifične potrebe vojakov po antioksidantih ustrezno in priporočljivo. Rezultati so pokazali, da je program Prodi 5.7 Expert Plus primeren za načrtovanje in oceno dolgoročnega vnosa nekaterih makrohranil, prehranske vlaknine, nasičenih maščobnih kislin, <i>n-3</i> maščobnih kislin, vitamina C ter prehransko pomembnih razmerij za oceno kakovosti maščob v prehrani: <i>n-6/n-3</i> in <i>P/S</i>.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd

DC UDC 613.2-057.36:641.1:543.2/.9(043)=163.6

CX nutrition/military nutrition/daily military meals/chemical analysis/computer analysis/evaluation of methods/macronutrients/vitamin C/vitamin E/fatty acids composition/recommendations

AU MESZAROS, Anja

AA Polak, Tomaž (supervisor)/Simčič, Marjan (co-supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Food Science and Technology

PY 2016

TI EVALUATION OF ANALYTICAL METHODS FOR DAILY MILITARY MEALS ESTIMATION

DT Doctoral Dissertation

NO XVI, 101 p., 24 tab., 33 fig., 2 ann., 137 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The aim of the study was to estimate adequacy of a military diet in comparison with Nutritional recommendations for the Slovene Armed Forces (2004) and DACH References (2004). Furthermore, adequateness of computer based program for nutritional planning Prodi 5.7 Expert Plus was evaluated on the basis of statistical analysis and comparison of the results of chemical and computer based analysis. We used a Student's t-test to observe differences between those two methods, considering the 0,05 significance level. 15 daily military menus which were prepared according to prescribed menus and sampled in three replicates by the double basket method were analyzed on total fat, protein, dietary fiber and vitamins C and E. The energy values of daily military meals and energy shares of macronutrient were calculated. Fatty acids composition was determined by gas chromatography. To assess the nutritional quality of fatty acids in the military menus analysed, the ratio between *n*-6/*n*-3 fatty acids and the index of *trans* fatty acids were calculated. Results were compared with the Nutritional recommendations of the Slovene Armed Forces (2004) and DACH References. Average daily intake of energy was 12,9 MJ, which is under the lower limit of Slovene military guidelines, but still in accordance with Reference values for nutrient intake (2004) for moderate physical activity. Carbohydrates, fats and proteins are with 55,3 %, 28,6 % and 15,8 % of total daily energy intake in accordance with both recommendations. Average intakes for vitamins C and E in daily military menus was higher than both recommendations which is due to specific nutritional needs during intensive military training highly recommended. Total daily intake of vitamin C was 216,1 mg/day and for vitamin E 17,4 mg/day. Results of the study showed that the program Prodi 5.7 Expert Plus is suitable for planning and evaluation of the long-term intake of some macronutrients, total dietary fiber, MUFA-s, *n*-3 fatty acids, vitamin C and important indices for quality evaluation of used fats in military nutri: *n*-6/*n*-3 and P/S.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO SLIK	XI
KAZALO PRILOG	XIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIV
1 UVOD	1
1.1 NAMEN	2
1.2 RAZISKOVALNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 SLEDLJIVOST HRANE IN METODE ZA OCENO VNOSA HRANIL	4
2.1.1 Metode za oceno vnosa hranil	5
2.1.1.1 Izbira metode.....	5
2.1.1.2 Razdelitev metod za oceno vnosa hranil	6
2.1.2 Uporaba računalniških sistemov za vrednotenje prehrane.....	11
2.1.2.1 Kriteriji za izbor računalniškega programa	12
2.2 PREHRANSKA PRIPOROČILA IN REFERENČNE VREDNOSTI ZA VNOS HRANIL	13
2.2.1 Prehranska priporočila	13
2.2.2 Referenčne vrednosti za vnos hranil.....	14
2.2.2.1 Uporaba referenčnih vrednosti	15
2.3 POTREBE PO ENERGIJI	15
2.4 POTREBE PO HRANILIH	16
2.4.1 Potrebe po makrohranilih	16
2.4.1.1 Beljakovine.....	16
2.4.1.2 Maščobe in maščobne kisline.....	17
2.4.1.3 Ogljikovi hidrati in prehranska vlaknina.....	21
2.4.2 Potrebe po mikrohranilih	23
2.4.2.1 Vitamin C	23
2.4.2.2 Vitamin E	24
2.5 PREHRANA VOJAKOV	24
2.5.1 Energija in makrohranila	25

2.5.2	Mikrohranila.....	26
3	MATERIAL IN METODE.....	27
3.1	NAČRT DELA	27
3.2	MATERIAL	27
3.2.1	Vzorci celodnevni vojaških obrokov.....	27
3.2.1.1	Protokol vzorčenja.....	28
3.2.1.2	Homogenizacija in priprava vzorcev.....	28
3.3	ANALITSKE METODE	29
3.3.1	Določanje zračne sušine	29
3.3.2	Izračun vsebnosti vode v svežem obroku	29
3.3.3	Določanje vsebnosti pepela	30
3.3.4	Določanje vsebnosti maščob z metodo po Waibullu in Stoldt.....	30
3.3.5	Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu	30
3.3.6	Določanje prehranske vlaknine.....	30
3.3.7	Izračun ogljikovih hidratov	30
3.3.8	Izračun energijske vrednosti obrokov v kJ.....	30
3.3.9	Izračun energijskih deležev posameznih hranljivih snovi.....	31
3.3.10	Določanje maščobnokislinske sestave vzorcev celodnevni vojaških obrokov.....	31
3.3.11	Določanje vsebnosti askorbinske kisline (ASK), dehidroaskorbinske kisline (DHA) in skupnega vitamina C z metodo HPLC	33
3.3.11.1	Določanje askorbinske kisline (ASK).....	34
3.3.11.2	Umeritvena krivulja za kromatografsko določanje askorbinske kisline	34
3.3.11.3	Določanje skupnega vitamina C in vsebnosti dehidroaskorbinske kisline (DHA) ...	35
3.3.12	Postopek določanja vitamina E v vzorcih celodnevni vojaških obrokov	36
3.4	OCENA HRANILNE VREDNOSTI OBROKOV Z RAČUNALNIŠKIM PROGRAMOM PRODI 5.7 EXPERT PLUS.....	36
3.5	STATISTIČNA ANALIZA.....	36
3.5.1	Opisna statistika	36
3.5.2	Bivariantna analiza	37
3.5.2.1	Relacijska analiza.....	37
3.5.2.2	Analiza primerjave dveh ali več neodvisnih vzorcev.....	37
4	REZULTATI.....	39
4.1	REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ.....	39
4.1.1	Hranilna sestava vojaških obrokov.....	39
4.1.2	Povprečna dnevno zaužita količina skupne prehranske vlaknine	40

4.1.3	Povprečna dnevno zaužita količina beljakovin.....	43
4.1.4	Povprečni dnevni vnos energije.....	44
4.1.5	Energijski deleži makrohranil.....	46
4.1.6	Maščobnokislinska sestava in ocena prehranske kakovosti maščob v celodnevni vojaški obroki.....	47
4.1.6.1	Energijski deleži posameznih skupin maščobnih kislin.....	48
4.1.6.2	Energijski deleži <i>n</i> -6 in <i>n</i> -3 in maščobnih kislin.....	49
4.1.6.3	Energijski delež <i>trans</i> maščobnih kislin.....	51
4.1.6.4	Povprečne vsebnosti eikozapentaenojske (EPA) in dokosaheksaenojske (DHA) maščobne kisline	52
4.1.6.5	Razmerji P/S in <i>n</i> -6/ <i>n</i> -3 ter indeks aterogenosti (IA).....	54
4.1.7	Povprečni dnevni vnos vitamina C	56
4.1.7.1	Povprečna dnevno zaužita količina vitamina C	58
4.1.8	Povprečna dnevno zaužita količina vitamina E	60
4.2	REZULTATI RAČUNALNIŠKE ANALIZE	61
4.2.1	Ocena hranilne sestave in energijskih deležev posameznih makrohranil vojaških obrokov	61
4.2.1.1	Ocenjeni dnevni vnosi beljakovin	62
4.2.1.2	Ocenjene vsebnosti skupne, topne in netopne prehranske vlaknine	63
4.2.2	Ocena energijske vrednosti vojaških obrokov	64
4.2.3	Ocena energijskih deležev makrohranil.....	65
4.2.4	Računalniško izračunana maščobnokislinska sestava celodnevni vojaški obroki ter primerjava rezultatov s priporočili in rezultati KA.....	67
4.2.4.1	Nasičene maščobne kisline (NMK).....	68
4.2.5	Enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK)	68
4.2.5.1	Večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK)	69
4.2.5.2	Ocenjene vsebnosti eikozapentaenojske (EPA) in dokosaheksaenojske (DHA) maščobne kisline (mg)	70
4.2.6	Ocena energijskih deležev in razmerij med <i>n</i>-6 in <i>n</i>-3 maščobnimi kislinami ter razmerja med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S)	71
4.2.7	Ocena dnevnih vnosov vitaminov C in E.....	74
4.3	STATISTIČNA PRIMERJAVA REZULTATOV	76
4.3.1	Energijska vrednost in vsebnosti makrohranil v celodnevni vojaški obroki.....	76
4.3.2	Maščobnokislinska sestava celodnevni vojaški obroki	77

4.3.3	Razmerja med $n-6$ in $n-3$ maščobnimi kislinami ($n-6/n-3$) ter med VNМК in NMK (P/S).....	78
4.3.4	Vsebnosti vitaminov C in E v celodnevni vojaški obroki.....	79
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	80
5.1	RAZPRAVA.....	80
5.2	SKLEPI.....	88
6	POVZETEK (SUMMARY).....	90
6.1	POVZETEK	90
6.2	SUMMARY	92
7	VIRI	94

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Viri $n-6$ in $n-3$ maščobnih kislin (Rolfes in sod., 2006).....	19
Preglednica 2: Priporočila za vnos maščob in maščobnih kislin izražena kot energijski delež (Referenčne vrednosti..., 2004; USDA, 2010; FAO, 2010).....	20
Preglednica 3: Delež energije iz maščob in maščobnih kislin (%) v Evropi (EFSA, 2010).....	21
Preglednica 4: Energijska poraba vojakov (moški) pri aktivnostih na terenu (Prehranska priporočila..., 2004; Tharion in sod., 2005).....	25
Preglednica 5: Povprečna hranilna sestava celodnevni vojaških obrokov z izračunanimi parametri opisne statistike	40
Preglednica 6: Povprečna energijska vrednost analiziranih celodnevni vojaških obrokov (kJ/cvo in kcal/cvo) z izračunanimi parametri opisne statistike	44
Preglednica 7: Povprečni energijski deleži makrohranil v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike.....	46
Preglednica 8: Povprečni energijski deleži posameznih skupin maščobnih kislin v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike	48
Preglednica 9: Povprečna energijska deleža $n-6$ in $n-3$ maščobnih kislin v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike.....	49
Preglednica 10: Povprečni energijski delež <i>trans</i> maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike.....	51
Preglednica 11: Povprečni dnevni vnos EPA in DHA maščobnih kislin (mg) s celodnevni vojaškimi obroki z izračunanimi parametri opisne statistike.....	52
Preglednica 12: Povprečno razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) in indeks aterogenosti (IA) v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike	54
Preglednica 13: Povprečna vsebnost askorbinske kisline (mg/100g), vitamina C (mg/100g) in delež dehidroaskorbinske kisline (%) v 100 g dnevnega obroka	58
Preglednica 14: Povprečna količina vitamina C (mg) in askorbinske kisline (%) v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike	59
Preglednica 15: Povprečna količina vitamina E (mg α -TE) v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike	60
Preglednica 16: Hranilna sestava celodnevni vojaških obrokov z izračunanimi parametri opisne statistike	62
Preglednica 17: Energijska vrednost analiziranih celodnevni vojaških obrokov (kJ/cvo in kcal/cvo) z izračunanimi parametri opisne statistike.....	64
Preglednica 18: Energijski deleži posameznih skupin maščobnih kislin (%) ter vsebnosti EPA in DHA (mg) v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike.....	67

Preglednica 19: Povprečna energijska deleža $n-6$ in $n-3$ maščobnih kislin (%), povprečno razmerje $n-6/n-3$ in P/S indeks celodnevni vojaških obrokov z izračunanimi parametri opisne statistike	71
Preglednica 20: Povprečna količina vitaminov C (mg) in E (mg α -TE) v celodnevni vojaških obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike.....	74
Preglednica 21: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečno EV in vsebnosti makrohranil v celodnevni vojaških obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))	77
Preglednica 22: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečne vsebnosti posameznih skupin maščobnih kislin ter EPA in DHA v celodnevni vojaških obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))	78
Preglednica 23: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečna razmerja $n-6/n-3$ in P/S v celodnevni vojaških obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))	78
Preglednica 24: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečne vsebnosti vitaminov C in E v celodnevni vojaških obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))	79

KAZALO SLIK

Slika 1: Umeritvena krivulja askorbinske kisline na HPLC sistemu	35
Slika 2: Vsebnosti makrohranil (g) v celodnevni vojaški obroki (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	40
Slika 3: Povprečna količina dnevno zaužite skupne prehranske vlaknine (g) z vojaškimi obroki v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$)	41
Slika 4: Povprečna hranilna gostota prehranske vlaknine (g/MJ) v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$)	42
Slika 5: Povprečna količina dnevno zaužite topne in netopne prehranske vlaknine (g) z vojaškimi obroki (povprečna vrednost, $n=3$).....	43
Slika 6: Povprečna dnevno zaužita količina beljakovin (g) z vojaškimi obroki v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	44
Slika 7: Dnevni vnos energije (kJ) v primerjavi s priporočili za zmerno telesno aktivnost (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	45
Slika 8: Povprečni energijski deleži makrohranil (%) v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočili (povprečna vrednost, $n=3$).....	47
Slika 9: Razmerje med maščobnimi kislinami v povprečni količini dnevno zaužitih maščob (povprečne vrednosti, $n=3$).....	48
Slika 10: Energijski deleži <i>n</i> -6 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	50
Slika 11: Energijski deleži <i>n</i> -3 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	51
Slika 12: Energijski deleži <i>trans</i> maščobnih kislin v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	52
Slika 13: Povprečne dnevno zaužite količine eikozapentaenojske in dokozaheksaenojske maščobne kisline (EPA + DHA) (mg) z vojaškimi obroki v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	53
Slika 14: Razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) v celodnevni vojaški obroki (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$)	54
Slika 15: Razmerje med <i>n</i> -6 in <i>n</i> -3 maščobnimi kislinami v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$)	55
Slika 16: Indeks aterogenosti (IA) v celodnevni vojaški obroki (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odklon, $n=3$).....	56
Slika 17: Povprečna zaužita količina skupnega vitamina C (mg) v celodnevni vojaški obroki, izražena kot vsota ASK in DHA v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$).....	59
Slika 18: Povprečna dnevno zaužita količina vitamina E (mg α -TE) s celodnevni vojaškimi obroki v primerjavi s priporočili ($n=3$)	60
Slika 19: Računalniško izračunana dnevno zaužita količina beljakovin (g) z vojaškimi obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočili.)	62

Slika 20: Računalniško izračunana količina skupne prehranske vlaknine (g) v vojaških obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočili.	63
Slika 21: Računalniško izračunana hranilna gostota prehranske vlaknine (g/MJ) v primerjavi s priporočilom	64
Slika 22: Računalniško izračunani dnevni vnos energije (kJ) pri vojaki v primerjavi z rezultati KA in priporočili.	65
Slika 23: Računalniško izračunani energijski deleži makrohranil (%) v celodnevni vojaški obrokih.	66
Slika 24: Računalniško izračunani energijski deleži nasičenih maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom	68
Slika 25: Računalniško izračunani energijski deleži enkrat nenasičenih maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize	69
Slika 26: Računalniško izračunani energijski deleži večkrat nenasičenih maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom	69
Slika 27: Računalniško izračunane vsebnosti eikozapentaenojske in dokosaheksaenojske kisline (EPA+DHA) (mg) v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom.	70
Slika 28: Računalniško izračunani energijski deleži <i>n</i> -6 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom	71
Slika 29: Računalniško izračunani energijski deleži <i>n</i> -3 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom	72
Slika 30: Računalniško izračunano razmerje med <i>n</i> -6 in <i>n</i> -3 maščobnimi kislinami v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati KA in priporočilom	73
Slika 31: Računalniško izračunano razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize	73
Slika 32: Računalniško izračunana dnevno zaužita količina vitamina C (mg) s celodnevni vojaški obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočili.	74
Slika 33: Računalniško izračunana dnevno zaužita količina vitamina E (mg) s celodnevni vojaški obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom	75

KAZALO PRILOG

Priloga A: Sestava celodnevni vojaških obrokov

Priloga B: Maščobnokislinski profil analiziranih vojaških obrokov (ut. % MK od skupnih MK), 1-5 celodnevni vojaški obrok

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ASK	askorbinska kislina
ALA	α -linolenska kislina
AV	povprečna vrednost (angl. Average)
B	beljakovine
cvo	celodnevni vojaški obrok
DHA	dehidroaskorbinska kislina
DGE	Nemško prehransko društvo (nem. Deutsche Gesellschaft für Ernährung)
dmm	celodnevni vojaški obrok (angl. daily military meal)
DPA	dokozapentaenojska kislina
E	dnevni vnos energije
ED _M	energijski delež maščob
ED _B	energijski delež beljakovin
ED _{OH}	energijski delež ogljikovih hidratov
ED _{n-3}	energijski delež omega-3 maščobnih kislin
ED _{n-6}	energijski delež omega-6 maščobnih kislin
ED _{nmk}	energijski delež nasičenih maščobnih kislin
ED _{enmk}	energijski delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin
ED _{vnmk}	energijski delež večkrat neneasičenih maščobnih kislin
ED _{trans}	energijski delež <i>trans</i> maščobnih kislin
EFSA	Evropska agencija za varnost hrane (angl. European Food Safety Authority)
ENMK	enkrat nenasičena maščobna kislina
EPA	eikozapentaenojska kislina
EV	energijska vrednost
FAO	Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (angl. Food and Agriculture Organisation of the United Nations)
GC	plinska kromatografija (angl. Gas Chromatography)
GOED	Global Organization for EPA and DHA Omega 3-s
HPLC	visokotlačna tekočinska kromatografija (angl. High Pressure Liquid Chromatography)
IOM	Institute Of Medicine
ISTE	<i>in situ</i> transesterifikacija
IUPAC	Mednarodna zveza za čisto in uporabno kemijo (angl. International Union of Pure and Applied Chemistry)
IZ	interval zaupanja
KA	kemijska analiza
kcal	kilokalorija
kJ	kilojoule
KV	koeficient variabilnosti
LA	linolna kislina
M	maščobe
max	največja vrednost

MEMK	metilni ester maščobne kisline
MFK	metafosforna kislina
min	najmanjša vrednost
MJ	megajoule
MK	maščobna kislina
NMK	nasičena maščobna kislina
n	število obravnavanj
<i>n</i> -3	<i>n</i> - 3 maščobna kislina
<i>n</i> -6	<i>n</i> - 6 maščobna kislina
NPV	netopna prehranska vlaknina
OGE	Avstrijsko prehransko društvo (nem. Österreichische Gesellschaft für Ernährung)
OH	ogljikovi hidrati
P	Prodi 5.7 Expert Plus
PAL	povprečne dnevne potrebe po energiji za fizično aktivnost kot večkratnik bazalnega metabolizma (angl. Physical Activity Level)
r	Pearsonov koeficient korelacije
RA	računalniška analiza
RDA	priporočene dnevne količine (angl. Recommended Dietary Allowances)
SD	standardni odklon (angl. Standard Deviation)
SGE	Švicarsko prehransko društvo (nem. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung)
SPSS	program za statistično analizo (angl. Statistical Package for Social Sciences)
SPV	skupna prehranska vlaknina
SVE	Švicarsko združenje za prehrano (nem. Schweizerische Vereinigung für Ernährung)
TCEP	reducent (tris[2-karboksietil]fosfin hidroklorid)
TMK	<i>trans</i> maščobna kislina
TPV	topna prehranska vlaknina
USDA	Ministrstvo Združenih držav Amerike za kmetijstvo (angl. United States Department of Agriculture)
VNMK	večkrat nenasičena maščobna kislina
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization)

1 UVOD

S hrano dobi človeški organizem potrebno energijo in hranljive snovi, ki služijo kot gradbeni elementi za sintezo in obnavljanje telesu lastnih snovi (Jaeger in Cardello, 2007). Potrebe po energiji in hranljivih snoveh se med ljudmi razlikujejo in so od dneva do dneva različne ter odvisne od številnih endogenih in eksogenih vplivov, kot so fiziološko stanje in način življenja posameznika, spol, teža, stopnja telesne aktivnosti ter mnogi drugi. Zato je pomembno, da se količina in kakovost hrane prilagodi potrebam posameznih kategorij prebivalstva (Referenčne vrednosti..., 2004; Jaeger in Cardello, 2007). Različna prehranska priporočila navajajo minimalne količine za posamezne hranljive snovi, ki jih mora človek dobiti s hrano, da se ne bi pokazale posledice pomanjkanja (Pokorn, 2001).

V literaturi obstaja relativno malo podatkov o analizi celodnevne prehrane, še posebej takšnih, ki se nanašajo na rezultate študij, v katerih so poleg različnih posrednih in neposrednih metod za določanje vnosa hranil primerjalno uporabili tudi direktne metode kemijske analize (Bedogni in sod., 1999; Ciapellano in sod., 1998; Klicka in sod., 1996).

Določanje vnosa hranil predstavlja v povezavi z antropometričnimi meritvami ter biokemijskimi in kliničnimi podatki osnovo za ugotavljanje prehranskega statusa in vrednotenje prehrane posameznih ciljnih skupin prebivalstva (Lee in Nieman, 1996). Metode za določanje prehranskega vnosa so zelo različne in temu primerni so tudi dobljeni rezultati (Puš, 2013). Zaradi mnogih pomanjkljivosti, kot so na primer številne slučajne in sistematične napake ter omejitve podatkov v prehranskih tablicah in podatkovnih bazah, je pri preiskovanih osebah težko oceniti običajni vnos hrane (Beaton, 1994). Za natančno vrednotenje celodnevne prehrane so potrebni zanesljivi podatki o vsebnosti makro- in mikrohranil v zaužitih živilih. Med neposrednimi metodami, ki glede ocene energijske vrednosti in spremljanja vnosa zaužitih hranil sodijo med natančnejše, je najbolj zanesljiva metoda tehtanja (angl. Weight Food Records), pri kateri posameznik tehta vsako živilo in pijačo pred zaužitjem (Bingham in Nelson, 1991). Z njo lahko natančno določimo količino zaužitih živil ter z uporabo primernih programskih orodij in zanesljivih baz o njihovi sestavi tudi dokaj natančno vrednotimo ustreznost prehrane preiskovancev (Bingham in Nelson, 1991; Puš, 2013). Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na izbiro računalniškega sistema za analizo prehrane, je njegova obstoječa podatkovna baza živil in hranil, ki mora biti dovolj velika, točna in dobro dokumentirana (Thompson, 1994; Buzzard in sod., 1991).

Najbolj zanesljive rezultate o vnosu hranljivih snovi pridobimo z direktnimi kemijskimi analizami dvojnikov zaužitih obrokov. Pri določanju sestave živil veljajo kemijske analize za zlati standard vendar je njihova uporaba v prehranskih raziskavah zaradi visokih stroškov, zapletene priprave vzorcev in časa, ki ga za analize porabimo, redka (Bedogni in sod., 1999; Ciapellano in sod., 1998; Klicka in sod., 1996). Poleg tega sta točnost in ponovljivost rezultatov kemijskih analiz kompleksnih vzorcev, kakršni so tudi homogenizirani obroki, v veliki meri odvisna od izbire analitske metode in pravilne priprave vzorca (Arnao in sod., 2001; Anderson in sod., 2005; Brand-Williams in sod., 1995; Wechtersbach, 2005). Zaradi številnih zunanjih in notranjih dejavnikov, kot so npr. svetloba, prisotnost kisika in kovinskih ionov, prihaja med procesom homogenizacije vzorcev do različnih interakcij med hranilnimi snovmi in posledično do izgub nekaterih pomembnih biološko aktivnih spojin, kot so antioksidanti in nekateri vitamini (Kaur in Kapoor, 2001; Koshiishi in Imanari, 1997; Wechtersbach, 2005).

Zaradi intenzivnega urjenja in s tem močno povečane psihofizične aktivnosti predstavljajo vojaki posebno skupino populacije s povečanimi fiziološkimi potrebami po vnosu energije in

beljakovin ter nekaterih antioksidantov in mineralnih snovi, ki lahko delno nevtralizirajo negativne učinke psihofizičnega in oksidativnega stresa (Mountain in Young, 2003; Lieberman in sod., 2005). Zato je zanje uživanje uravnotežene prehrane, ki omogoča ustrezno oskrbo z energijo ter makro in mikrohranili, osnovni pogoj za vzdrževanje primerne telesne zmogljivosti in s tem tudi bojne pripravljenosti (Tharion in sod., 2005). Prehranska priporočila za pripadnike slovenske vojske so prilagojena njihovim posebnim potrebam in predpisujejo energijsko vrednost, razmerje makrohranil ter vsebnost mikrohranil v dnevni obroki. Primerljiva so z različnimi vojaškimi standardi v drugih državah (Pograjc, 2011) in se bistveno ne razlikujejo od priporočil za drugo populacijo primerljivo po starosti, spolu in energijski porabi (WHO, 1998; Referenčne vrednosti, 2004). Vsebnosti hranil v vojaških obrokih so navadno ocenjene iz prehranskih tabel saj večina raziskav prehranskega vnosa ne ugotavlja natančno, to je z določitvijo dejanskih vsebnosti z uporabo kemijskih analiz (Bedogni in sod., 1999; Tharion s sod., 2004).

Razvoj kakovostnih računalniških programov z obsežnimi in zanesljivimi podatkovnimi bazami o sestavi živil omogoča lažje načrtovanje in vrednotenje prehrane specifičnih skupin populacije, med katere sodijo tudi vojaki (Koroušić Seljak in sod., 2013).

1.1 NAMEN

Namen doktorskega dela je bil:

- preučiti različne vidike uporabnosti računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus za načrtovanje celodnevne prehrane vojakov na osnovi primerjave rezultatov, dobljenih s fizikalno-kemijsko analizo;
- določiti vnos energije in makrohranil (beljakovin, skupnih maščob, ogljikovih hidratov ter prehranske vlaknine) s predpisanimi vojaškimi jedilniki;
- razviti primerne metode homogenizacije in ekstrakcije, ki zagotavljajo čim večjo stabilnost antioksidantov v kompleksnih matriksih;
- določiti vsebnost vitamina C in E v celodnevni vojaški obroki;
- določiti in preučiti maščobnokislinsko sestavo celodnevni vojaški obrokov ter na osnovi različnih prehranskih indeksov oceniti prehransko kakovost maščob v vojaški prehrani;
- preveriti skladnost vojaške prehrane s Prehranskimi priporočili za Slovensko vojsko (2004) in Referenčnimi vrednostmi... (2004) ter Referenčnimi vrednostmi za energijski vnos... (2016).

1.2 RAZISKOVALNE HIPOTEZE

Pri raziskovalnem delu smo se osredotočili na naslednje delovne hipoteze:

- H1: Računalniški program Prodi 5.7 Expert Plus je primerna metoda za načrtovanje energijske vrednosti in vsebnosti makrohranil v vojaški prehrani.
- H2: Med rezultati ugotavljanja vsebnosti hranil s pomočjo kemijske analize in metodo uporabe računalniškega programa za načrtovanje in vrednotenje prehrane Prodi 5.7 Expert Plus obstajajo značilne razlike v vsebnosti mikrohranil.
- H3: Energijske vrednosti in vsebnosti makrohranil v celodnevni vojaški obroki so zadovoljive in v skladu s Prehranskimi priporočili za Slovensko vojsko.

- H4: Vnos vitamina C in vitamina E je nekoliko višji od Referenčnih vrednosti za vnos hranil, kar je glede na povečane psihofizične obremenitve, ki so jim izpostavljeni vojaki, primerno in potrebno.
- H5: Prehranski indeksi, ki jih izračunamo s pomočjo maščobnokislinske sestave preiskovanih vzorcev (indeks aterogenosti, vsebnost *trans* maščobnih kislin, razmerje med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami), so primerno orodje za oceno prehranske kakovosti maščob v celodnevni prehrani testirane populacije.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SLEDLJIVOST HRANE IN METODE ZA OCENO VNOSA HRANIL

Merjenje vnosa hranil je eden izmed najpogostejše uporabljenih posrednih kazalcev za ugotavljanje prehranskega stanja preiskovanih oseb (Lee in Nieman, 1996).

Po Jeejeebhoyu in sod. (1990) je prehranski status posameznika ravnotežje med vnosom hranil v organizem in njihovim izkoristkom v procesu rasti, obnavljanja in varovanja zdravja, ki je za vsako osebo specifično in uravnano s širokim spektrom živil in biokemijskih procesov v organizmu. Osiromašenje prehranskega statusa povzroči zmanjšanje nekaterih fizioloških funkcij v telesu, kar ima za posledico povečano tveganje za nastanek številnih bolezni (Wanden-Berghe in sod., 2009).

Za natančno vrednotenje in določitev prehranskega statusa posameznika ali specifične skupine populacije moramo podatke o ocenjenem vnosu hranil kombinirati še z nekaterimi drugimi meritvami, ki so specifične in bolj ali manj pravilne glede na znanje osebe, ki izvaja analizo. Najpogostejše uporabljene meritve so naslednje (Guarnieri in sod., 2001; Patterson in Pietinen, 2004):

- antropometrične meritve, s katerimi merimo dimenzijo in sestavo telesa, kot so merjenje telesne teže, merjenje kožne gube in obsega glave, merjenje razporeditve maščobe, izračuni indeksa telesne mase (BMI) ter izračun razmerja med celotno telesno vodo in brezmaščobno telesno maso;
- biokemične meritve, kot so indeks višina/kreatin, vsebnost dušika, serumske beljakovine (albumin, transferin, prealbumin, in beljakovine vezane na retinol, pseudokolinesteraza);
- funkcijske meritve (preizkušanje delovanja imunskega sistema, psihometrični testi, testiranja delovanja mišic);
- prognostične meritve;
- instrumentalne meritve za ugotavljanje telesne sestave (meritve impedance, DEXA-Dual Energy X-ray Absorptiometry).

Med prehranske metode uvrščamo tudi uporabo računalniških programov, ki omogočajo hitrejšo in enostavnejšo obdelavo zbranih podatkov, kvalitativno in tudi kvantitativno analizo živil oziroma dnevnega vnosa hrane ter vrednotenje in načrtovanje prehrane preiskovancev (Patterson in Pietinen, 2004). Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na izbiro računalniškega sistema za analizo prehrane, je njegova obstoječa podatkovna baza živil in hranil, ki mora biti dovolj velika, točna in dobro dokumentirana (Buzzard in sod., 1991; Thompson, 1994).

Glavni vzroki za napake pri prehranskih raziskavah in uporabi različnih metod za oceno in vrednotenje vnosa hrane, na katere lahko vplivamo s primernim načrtom in izvedbo poskusa, so: nepravilna izbira velikosti vzorca in/ali anketirancev, napačni odzivi anketiranih oseb, nepravilno uvrščanje živil v posamezne skupine in uporaba prehranskih tabel namesto podatkov kemijskih analiz. Nekateri vzroki napak nadziramo težje, predvsem napake, ki nastanejo pri ocenah velikosti porcije, pozabljivost preiskovancev pri vnosu podatkov, variabilnost vnosa živil med posameznimi dnevi in vpliv raziskave na spremembo prehranskih navad anketirancev (Rustihauser in Black, 2002; Simčič, 2005).

Jahns in sod. (2004) poročajo, da so pri izpolnjevanju anketnih vprašanj ugotovili večjo variabilnost napačnih odgovorov, ki je znašala od 5 % do 20 %. Napake so bile večje, če je anketiranje potekalo v domačem okolju v primerjavi z anketiranjem v laboratoriju. Zaradi učinka opazovanja so določili tudi znatne spremembe pri uživanju makrohranil. Na splošno ženska populacija zmanjša vnos maščob, moški zmanjšajo porabo alkohola. V povprečju pride do 5 % zmanjšanja skupnega vnosa energije.

Zaradi omenjenih sistemskih napak je v prehranskih raziskavah poleg opisanih metod potrebno vzporedno opraviti eno ali več objektivnih fizioloških ali biokemijskih meritev, ki so neodvisno povezane s porabo živil (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Najpomembnejše uporabljene meritve so:

- meritve vsebnosti dušika v urinu za ugotavljanje količine zaužitih beljakovin;
- dvojno izotopno označena voda (DLW) za določanje vnosa energije pri posameznikih;
- razmerje med vnosom energije in bazalnim metabolizmom za določanje verodostojnosti podatkov o vnosu hrane (Rustihauser in Black, 2002).

Z dobljenimi vrednostmi se približamo pravim vrednostim o dejanskem vnosu hranil in varovalnih snovi ter tako bolje ovrednotimo prehranjevalne navade izbranega vzorca (Rustihauser in Black, 2002; Simčič, 2005).

2.1.1 Metode za oceno vnosa hranil

Podatki o porabi hrane odražajo to, kar posameznik ali skupina zaužije; trdno hrano, pijačo, vključno s pitno vodo in prehranska dopolnila. Porabo hrane lahko ocenimo z raziskavami o porabi hrane na ravni posameznika ali gospodinjstva, lahko pa jo skušamo oceniti tudi s pomočjo podatkov o preskrbi s hrano, ki izhajajo iz prehranske bilance za posamezno državo (EFSA, 2009).

Natančen vnos hrane je zaradi pomanjkljivosti posameznih metod za oceno vnosa zelo težko določiti. Pomembni dejavniki, ki vplivajo na točnost in zanesljivost zbranih podatkov, se nanašajo tako na vedenje, natančnost, zanimanje in motivacijo preiskovanih oseb, da bodo vprašalnike čim bolj natančno izpolnile kot tudi na zanesljivost in nabor podatkov v podatkovnih bazah in prehranskih tablicah, s pomočjo katerih kasneje zbrane podatke obdelujemo in določamo hranilno sestavo zaužitih živil (Lee in Nieman, 1996; Patterson in Pietinen, 2004).

Poleg prehranskega stanja preiskovanca nas običajno zanimata tudi način vnosa hrane in njena kakovost, saj so preučevan vzorec lahko posamezniki ali specifične skupine populacije s posebnimi potrebami po hranilih, kot so na primer bolniki, starejši, otroci, vrhunski športniki in vojaki.

2.1.1.1 Izbira metode

Izbira metode za oceno vnosa hrane je odvisna od mnogih dejavnikov, med drugim tudi od velikosti in vrste preučevanega vzorca, znanja oseb, ki bodo vprašalnike izpolnjevale, materialnih možnosti, uporabljenih računalniških sistemov za obdelavo podatkov (Rustihauser in Black, 2002). Pri slednjem je potrebno poudariti, da nobena metoda ni najboljša, saj bodo

merjenje vnosa hrane vedno spremljale kakšne merske napake (Beaton, 1994). Med drugim moramo upoštevati dejstvo, da posamezniki v času, ko sodelujejo pri raziskavah ter izpolnjujejo prehranske dnevnike in vprašalnike o pogostosti uživanja živil, dokazano spremenijo svoje prehranske navade (Sempos in sod., 1992).

Pri izbiri metode za ocenjevanje prehrane je pomembno upoštevati tudi namen uporabe dobljenih podatkov (Puš, 2013). Merjenje vnosa hranil se običajno opravi zaradi enega od treh namenov: za primerjavo povprečnega vnosa hranil med različnimi skupinami, za razvrščanje posameznikov znotraj skupine, ali za oceno posameznikovega običajnega vnosa (Lee in Nieman, 1996; Puš, 2013).

2.1.1.2 Razdelitev metod za oceno vnosa hranil

Metode za ugotavljanje vnosa hranil se med seboj razlikujejo po načinu zbiranja podatkov in primernosti uporabe za določen vzorec, ki ga želimo preučevati (Bingham in Nelson, 1991).

Willett (1998) navaja, da je za preučevanje prehranskega vnosa na voljo veliko število metod, s pomočjo katerih lahko bolj ali manj natančno ocenimo prehranske navade preiskovanih skupin populacije. Zelo preproste ocene omogoča sledenje razpoložljivosti hrane na trgu posamezne države (bilanca pridelave, uvoza in izvoza), ki jih v obliki »Fact sheet« za vse države zagotavlja FAO. Za natančnejše vrednotenje prehranskega vnosa v praksi uporabljamo dva osnovna pristopa zbiranja podatkov, in sicer spremljanje razpoložljivosti živil in spremljanje individualnega vnosa živil. Prvi omogoča dobro spremljanje prehranskih usmeritev in navad preiskovane populacije ter predstavlja posredni in manj natančen pristop k problematiki ocenjevanja vnosa hranil. Nasprotno pa spremljanje individualnega vnosa živil omogoča neposredno ocenjevanje in vrednotenje prehrane izbrane vzorčne populacije.

Posredne metode

Največkrat jih uporabljamo za preučevanje prehrane v gospodinjstvih (družine) ali drugih institucionalnih oblikah prehrane (Bingham in Nelson, 1991). Pridobljeni podatki ne izhajajo iz direktnega merjenja vnosa živil, temveč jih pridobimo posredno, npr. iz podatkov o potrošnji (Patterson in Pietinen, 2004; Simčič, 2005). Podatki, ki jih na ta način pridobimo, se nanašajo na razpoložljivosti določenih vrst živil, ki jo določimo posredno, in sicer z analizo porabe in/ali potrošnje le teh v gospodinjstvih, šolah, obratih družbene prehrane,...

Posredne metode so primerne za raziskovanje prehranjevalnih trendov na zelo velikih vzorcih populacije. V primerjavi z neposrednimi metodami so bistveno cenejše in manj zahtevne (Willett, 1998). Njihova glavna pomanjkljivost pa je, da z njimi ne moremo pridobiti informacij o vnosu oz. porabi živil pri posamezniku (Rustihauser in Black, 2002; Simčič, 2005).

Posredne metode lahko razdelimo na:

- spremljanje pretoka blaga (podatki o proizvodnji, uvozu, izvozu živil);
- spremljanje podatkov o potrošnji živil;
- spremljanje izdatkov v gospodinjstvu (poraba denarja posameznega gospodinjstva za nakup živil);
- spremljanje skupne porabe živil v gospodinjstvu (poraba skupne količine živil v posameznem gospodinjstvu v določenem časovnem obdobju) (Gibney in sod., 2002; Simčič, 2005).

Neposredne metode

Pri neposrednih metodah podatke o vnosu hrane pridobimo z neposrednim opazovanjem in spremljanjem. Ker temeljijo na individualnih anketah, sodijo med natančnejše metode za oceno energijske vrednosti in vsebnosti hranil v zaužitih obrokih (Gibney in sod., 2002).

Razdelimo jih lahko v dve osnovni kategoriji:

- metode, pri katerih zabeležimo podatke v času zaužitja hrane v (predvidene metode; t.i. tehtane metode ter metode ocenjene količine);
- metode, pri katerih beležimo podatke o hrani, zaužiti v bližnji preteklosti ali v daljšem časovnem obdobju (retrospektivne metode, metode intervjujev) (EFSA, 2009).

Po Gibneyu s sod. (2002) neposredne metode sledljivosti vnosa hranil razdelimo na metode, ki spremljajo vnos hrane v specifičnem dnevu ter metode, ki spremljajo vnos hrane v daljšem časovnem obdobju. Prva skupina zajema metodo zapisovanja jedilnika, metodo tehtanja (angl. Weight Food Record) oz. zapisovanja točne količine obroka, metodo zapisovanja ocenjene količine obroka in metodo jedilnika prejšnjega dne (24 h recall). Druga skupina pa metodo jedilnika prejšnjega dne in metodo pogostosti uživanja posameznih živil, katere osnovno orodje je vprašalnik o pogostosti uživanja živi (FFQ, angl. Food Frequency Questionnaire). Metode sledljivosti vnosa hrane v specifičnem dnevu preučujejo največ 7 dni, pogosto le 24 ur in v posebnih primerih 48 ur. Metoda jedilnika prejšnjega dne in metoda pogostosti uživanja posameznih živil pa zajameta daljše časovno obdobje.

Bistvene značilnosti obeh osnovnih skupin neposrednih metod so:

- pridobitev podatkov o vseh živilih, ki jih je zaužil posameznik;
- dovolj natančna identifikacija teh živil (za določitev ustreznega živila v prehranskih tabelah in računalniških bazah podatkov);
- dovolj natančno določanje velikosti posameznih porcij za vsako zaužito živilo (lahko temelji na standardiziranih prikazih živil);
- določanje pogostosti uživanja posameznega živila;
- pri natančnejših preiskavah je možna kemijska analiza preučevanih obrokov in določitev vsebnosti hranil;
- izračun vsebnosti hranil v zaužitem obroku s pomočjo prehranskih tabel (velikost porcije (g) $\times$ pogostost $\times$ količina hranila (g));
- dovolj natančne navedbe o vsebnosti hranil v živilih, ki so navedena v prehranskih tabelah (Bingham in Nelson, 1991; Gibney in sod., 2002; Simčič, 2005).

a) Metoda tehtanja

Pri metodi tehtanja posameznik tehta vsako živilo in pijačo pred zaužitjem. Natančen opis posameznega živila zapisujemo v posebej pripravljen dnevnik. Zapisujemo tudi maso ostanka vsakega živila. Čas zapisovanja je običajno od tri do sedem dni oziroma različno, glede na cilj raziskave. Omenjena metoda je primerna za vrednotenje ustreznosti prehrane preiskovane osebe, saj lahko z njo natančno izmerimo količino zaužitih živil v določenem preiskovanem obdobju, kar je poleg široke uporabnosti njena glavna prednost pred ostalimi neposrednimi metodami (Bingham in Nelson, 1991).

Slabost metode predstavljata njena zahtevnost in dolgotrajnost postopka kar lahko vpliva na zmanjšanje motiviranosti preiskovane osebe. Posledici sta lahko manjša natančnost in nedoslednost pri merjenju in vnašanju podatkov in s tem nepravilni rezultati pri vrednotenju

ustreznosti prehrane (Gibney in sod., 2002; Simčič, 2005). Omejitev pa lahko predstavljajo tudi nedosledni ali napačni podatki o sestavi živil v prehranskih tablicah in drugih bazah podatkov (Willett, 1998).

Metoda tehtanja je zelo primerna za ocenjevanje vnosa hranil in skladnosti s prehranskimi priporočili pri posebnih skupinah populacije, ki se redno prehranjuje v organiziranih obratih družbene prehrane, kot so vrtci, šole, domovi za starejše občane, bolnišnice, vojašnice, samopostrežne restavracije in drugi. V tem primeru jo lahko kombiniramo oziroma dopolnimo z metodo dvojne košarice (double basket method). Vzorčenje obrokov po metodi dvojne košarice pomeni, da za oceno vnosa hranil in za potencialno kemijsko analizo le teh uporabimo dvojni obrok, ki so ga preiskovane osebe ali posameznik dejansko zaužile. Vzorec obroka navadno vzamemo popolnoma naključno oziroma po predhodno izbranem ključu neposredno z delilne linije, kar dodatno zmanjša možnost za nastanek različnih sistematičnih ali slučajnih napak. V opisanih primerih je za točnost rezultatov bistvenega pomena, da pri načrtovanju poskusa natančno določimo postopek vzorčenja obrokov, tehtanja posameznih jedi, ki obrok sestavljajo, ter shranjevanja in transporta vzorcev do mesta analize v primerih, ko nameravamo za oceno vnosa hranil poleg metode tehtanja kot referenčno metodo uporabiti tudi metode kemijske analize.

b) Metoda pogostosti uživanja posameznih živil

Metoda o pogostosti uživanja živil je bila razvita z namenom, da bi zajela standardizirane, kvantitativne podatke o običajnih, dolgoročnih prehranjevalnih navadah posameznika ali večjega števila anketiranih oseb (100 in več) in se uporablja za merjenje prehrane v preteklem obdobju (Patterson in Pietinen, 2004).

Temelji na uporabi vprašalnikov o pogostosti uživanja živil (FFQ- food frequency questionnaire), ki se oblikuje za vsako študijo posebej glede na njen namen. Glede na vrsto vprašalnika o pogostosti uživanja posameznih živil na dan, teden, mesec ali celo leto lahko kakovostno in količinsko ocenimo dnevno zaužito hrano. V mnogih raziskavah skušajo ovrednotiti tudi velikost in pogostost uživanja obrokov (Patterson in Pietinen, 2004; Simčič, 2005).

Poznamo tri različne tipe vprašalnikov. Z enostavnimi oz. ne-kvantitativni vprašalniki sprašujemo o pogostosti uživanja hrane vendar anketiranec nima možnosti izbire velikosti porcije. Pri teh vprašalnikih se uporablja standardna velikost porcij, ki so predhodno standardizirane in določene na osnovi velikega števila podatkov (Block in sod., 1986, Block, 1992; Lee in sod., 1989). Z razliko od enostavnih pol-kvantitativni vprašalniki ponujajo anketirancem predstavo o velikosti porcij. Sprašujejo na primer, kolikokrat na dan, teden, mesec ali leto oseba zaužije pol skodelice graha. Kvantitativni frekvenčni vprašalniki pa poleg vprašanj o pogostosti uživanja hrane od anketirancev zahtevajo, da opišejo velikost njihove običajne porcije (majhna, srednja, velika) v primerjavi s standardno porcijo (Feskanich in Willett, 1993).

Med posameznimi tipi vprašalnikov obstaja veliko razlik, kot so na primer različni sezname preiskovanih živil, različna referenčna obdobja in intervali, s katerimi opredeljujemo pogostost uporabe določenega živila, in vrsta postopka za oceno velikosti porcije. Vsem pa so skupne tri bistvene značilnosti. Vsak vprašalnik mora vsebovati:

- vprašanja o načinu priprave hrane in o vsebnosti hranil v posameznih vrstah hrane, kar omogoča poglobljeno analizo vnosa hranil (npr. anketiranec mora ob začetku izpolnjevanja vprašalnika pojasniti, kakšno vrsto mleka običajno pije, kar v

nadaljevanju prihrani prostor in čas ter zmanjša obremenitev preiskovane osebe z nepotrebnimi vprašanji o velikosti porcij in pogostosti uživanja različnih vrst mleka;

- seznam živil z vprašanji o pogostosti uživanja in velikosti porcij, ki naj bi vseboval največ 120 različnih živil (preiskovana živila naj bodo razdeljena na skupine);
- vprašanja o običajnem skupnem vnosu sadja in zelenjave; pri dolgih seznamih teh živil, s katerimi pridobimo informacijo o vnosu mikrohranil, lahko pride do prevelike ocene vnosa (Cade in sod., 2002).

Najpomembnejši del vprašalnika je seznam živil, ki mora biti sestavljen tako, da zajema tista živila ali skupine živil, ki dokazano prispevajo k prehranskemu vnosu preučevanega hranila in prinašajo podatke o viru energije in hranil za preučevano populacijo (Puš, 2013).

Glavna prednost uporabe vprašalnikov o pogostosti uživanja živil je, da so manj obremenjujoči za uporabnika ter da omogočajo enostavno in poceni analizo pridobljenih podatkov, ki jih lahko obdelamo s pomočjo računalniških programov. Poleg tega ne vplivajo na prehranjevalne navade posameznikov. Negativna stran je, da zahtevajo od uporabnika dober spomin pri oceni pogostosti in količine vnosa, kar poveča možnosti za nastanek napak. Ugotovljeno je, da anketiranci tudi pogosto pristransko izpolnjujejo vprašanja o uživanju zdravih živil (sadje in zelenjava). Naslednja omejitev uporabe vprašalnikov je ta, da so zaprtega tipa, kar pomeni, da vsebujejo omejeni seznam živil, katerih vnos preučujemo. Seznami živil se med vprašalniki razlikujejo glede na karakteristike merjenja in preučevanja. Poleg tega je vprašalnik s seznamom živil ponavadi primeren za eno skupino ljudi in povsem neprimeren za drugo (Patterson in Pietinen, 2004; Simčič, 2005).

Vprašalniki o pogostosti uživanja živil so se izkazali za zelo uspešne v številnih prehranskih epidemioloških študijah pri ocenjevanju posameznikovega vnosa hranil. Kadar pa je cilj raziskave oceniti povprečni vnos v skupinah z zelo različnimi prehranskimi navadami, pa običajno niso prva izbira, ki bi jo uporabili (Patterson in Pietinen, 2004).

c) Metoda prehranskega dnevnika

Prehranski dnevnik je mnogo let veljal za zlati standard ocene prehrane. Pri prehranskem dnevniku mora posameznik zabeležiti vse, kar zaužije v določenem obdobju, navadno tri do sedem dni. Metodo lahko glede na tip raziskave kombiniramo z drugimi neposrednimi metodami za oceno vnosa hranil, kot sta npr. metoda tehtanja in metoda ocenjene količine obroka. Pri izpolnjevanju prehranskega dnevnika namreč nekateri protokoli od udeležencev zahtevajo, da hrano pred jedjo stehtajo (tehtani protokol) oz. ocenijo velikost porcije (protokol ocenjene količine obroka), drugi pa vsebujejo manj stroge modele in pripomočke za ocenitev velikosti porcij (Patterson in Pietinen, 2004).

V večini primerov vsa hrana in pijača nista stehtani temveč se njuna količina oceni s pomočjo preprostih in lahko razumljivih pripomočkov za oceno, kot so npr. domače mere, prikazi standardnih velikosti porcij in modeli standardnih obrokov. To predstavlja manjšo obremenitev anketirane osebe. Večja pa je možnost napak, saj lahko pride do nenatančnosti glede ocene velikosti porcij in nedoslednosti v izpolnjevanju. Pred začetkom postopka analize in vrednotenja prehranskega vnosa mora raziskovalec ocenjene vrednosti spremeniti v enote, s katerimi lahko izračuna sestavo in količino zaužite hrane (Willett, 1998; van Staveren in Ocke, 2006).

Pomembno je, da damo preiskovancem pred začetkom vodenja prehranskega dnevnika natančna navodila glede izpolnjevanja in da ob koncu raziskave izpolnjene dnevnike pregledajo dovolj strokovno usposobljene osebe. Kljub temu, da prehranski dnevnik teoretično omogoča zelo dobro predstavo o prehranskem vnosu posameznika, v praksi pri tej metodi prihaja do večjih težav glede sprotnega spremljanja in zapisovanja vnosa živil ter pogosto tudi vpliva vodenja dnevnika na običajne prehranske navade anketirance (van Stavern in Ocke, 2006).

Ugotovili so, da lahko udeleženci spremenijo svojo običajno izbiro živil zgolj zato, da bi poenostavili vodenje prehranskega dnevnika ali ker so občutljivi na izbiro hrane. Drugi viri napak so največkrat različne pomanjkljivosti pri opisu živil in ocena velikosti porcij (Patterson in Pietinen, 2004).

Pri metodi tehtanja mora posameznik stehtati in zabeležiti vso hrano in pijačo, preden jo zaužije in stehtati ter zapisati morebitne ostanke. Tako lahko natančno določimo količino posameznih zaužitih živil ter s tem ustreznost prehrane preiskovane osebe (Bingham in Nelson, 1991). Načeloma je opisana metoda zanesljiva, vendar ima tudi ta pristop nekatere omejitve. Postopek sodi med cenovno zahtevnejše in dolgotrajnejše načine merjenja vnosa hranil, kar lahko neugodno vpliva na motiviranost anketirane osebe in s tem do nedoslednosti in napak pri izpolnjevanju prehranskega dnevnika. Naslednja omejitev so lahko tudi nenatančni podatki o sestavi živil oziroma obrokov (Willett, 1998).

Oblika prehranskega dnevnika je lahko odprtega ali zaprtega tipa. Zaprti tip je namenjen za računalniško uporabo ali za hiter vnos podatkov saj vsebuje vnaprej kodiran seznam pogosto zaužitih živil. Ta so razporejena v skupine po vsebnosti hranil in z določeno velikostjo porcije ter mersko enoto. V praksi se ne uporablja zelo pogosto, ker seznam ponavlja ne vsebuje vseh možnih zaužitih živil in ker od anketirancev zahteva, da zaužito hrano opišejo v merskih enotah, ki so jim pogosto tuje. Pol odprti tip dnevnika je zasnovan na obrokih, pri katerih so navedene možnosti že strukturiranih živil in velikosti porcij, obenem pa je dovolj prostora za dopisovanje drugih živil in velikosti, ki jih na že določenem seznamu ni. Dnevnike preiskovanci vodijo od enega do sedem dni. V praksi ni priporočljivo, da bi jih vodili več kot štiri dni zapored, ker prihaja pri izpolnjevanju do napak zaradi utrujenosti sodelujočih (Swan in sod., 2009).

Podatki o nekajdnevni zaužiti hrani sicer ne predstavljajo običajnega prehranskega vnosa posameznika, vendar lahko pod pogojem, da imamo na voljo dva ali več neodvisnih dni, pri čemer zaporedne dni ni možno obravnavati kot neodvisne, običajni vnos hrane ocenimo z uporabo statistične analize. Metoda prehranskega dnevnika je primerna kot glavna metoda za ocenjevanje prehrane, vendar je njena uporaba omejena pri nekaterih posameznikih in manjšinah, pri katerih je težava določena stopnja nepismenosti (EFSA, 2009).

d) Metoda jedilnika prejšnjega dne (24 h »recall«)

Anketirana oseba med intervjujem po spominu čim bolj natančno opiše vsa živila in tekočine, ki jih je zaužila v zadnjih 24 urah oz. v določenem časovnem obdobju ter poda informacijo o količinah. Prehranski podatki tega tipa se najpogosteje zajemajo za pretekli dan (preteklih 24 ur), v nekaterih primerih pa tudi za preteklih 48 oziroma 72 ur, vendar so ti podatki manj zanesljivi. Med intervjujem raziskovalec pomaga predvsem pri oceni količine zaužite hrane in po končani anketi skupaj z anketirancem ponovno preveri vnesene podatke (Willett, 1998; Simčič, 2005).

Intervjuji te vrste so običajno opravljani osebno ali po telefonu. Pogosto so strukturirani s posebnimi slikami, ki pripomorejo k spominu o vnosu hrane skozi cel dan. Včasih je ob koncu intervjuja naveden tudi seznam najpogostejših živil in prigrizkov, ki jih posamezniki med intervjujem velikokrat pozabijo omeniti (Slimani in sod., 1999).

Količine hrane so običajno ocenjene z domačimi merami, različnimi modeli ali fotografijami. Zaradi različnega načina in ritma prehranjevanja ob praznikih in ob koncu tedna so najprimernejši dnevi za izvedbo ankete od torka do petka (van Staveren in Ocke, 2006).

Prednosti metode so manjša obremenitev anketiranih oseb, uporabnost za raziskave na večjih vzorcih in pri osebah s slabo pismenostjo, pri katerih prehranski dnevnik ni uporaben, ter možnost anketiranja preiskovanih oseb preko telefona, kar občutno zniža operativne stroške (Rustihauser in Black, 2002; Patterson in Pietinen, 2004). Glavna pomanjkljivost pa je zanašanje na anketirančev spomin in njegovo sposobnost ocene velikosti porcij.

Podobno kot pri metodi prehranskega dnevnika je tudi tu informacija o zaužiti hrani opredeljena na dan, obroke in na vnos hrane med obroki. Nadgradnjo metode predstavlja večkratna ponovitev ankete, s čimer se poveča natančnost v primerjavi z osnovno metodo. V tem primeru raziskovalec anketira osebo o zaužitih živilih v obdobju od tri do pet dni. Metodo imenujemo večkratni neodvisni 24-urni »recall«, saj zagotavlja podatke o vnosu hrane na neodvisni dan in omogoča oceno variabilnosti vnosa hranil pri posamezniku (EFSA, 2009).

2.1.2 Uporaba računalniških sistemov za vrednotenje prehrane

Ena najbolj pogosto uporabljenih računalniških aplikacij v dietetiki je analiza hranilne sestave živil in živilskih izdelkov (Frank in Pelican, 1986).

Opisi računalniških programov, povezanih s prehrano in njenim vnosom, so se v literaturi prvič pojavili v poznih petdesetih letih prejšnjega stoletja. Na voljo je mnogo različic, ki zagotavljajo različne pakete storitev, kot so osnovna ocena prehranske vrednosti zaužitih živil in analiza hranil kot tudi svetovanje, izobraževanje, načrtovanje jedilnikov, intervjuji, vodenje prehranskih dnevnikov in druge (Thompson in sod., 1986; Gregoire in Nettles, 1994).

Analiza podatkov o prehranskem vnosu, ki so bili pridobljeni z uporabo prehranskih dnevnikov, intervjujev in vprašalnikov, je bila pred razvojem računalniških sistemov za vrednotenje prehrane obremenjujoč in dolgotrajen proces, ki je bil pogosto podvržen številnim napakam. Vsako živilo je bilo treba umestiti v prehransko tabelo in prilagoditi hranilno vrednost dejansko zaužiti količini živila. Na koncu je bilo potrebno povzeti podatke za vsako hranilo posebej in jih primerjati z referenčnimi vrednostmi (National Research Council, 1989).

Razvoj računalniških programov za vrednotenje prehranske vrednosti živil s pomočjo zanesljivih in interaktivnih baz podatkov omogoča natančno določanje hranilne sestave in ovrednotenje prehransko pomembnih snovi v živilu ali živilskem izdelku. Določeni programi omogočajo tudi optimizacijo in spreminjanje osnovnih receptur jedi in živilskih izdelkov ter s tem spreminjanje vsebnosti hranljivih snovi in funkcionalnih dodatkov v živilskih izdelkih glede na potrebe in želje uporabnika. Tako lahko z uporabo različnih metod modeliranja in dopolnjevanjem baz podatkov o sestavi živil bistveno izboljšamo natančnost vrednotenja prehranske vrednosti živil ter oceno njihove porabe. Pri izbiri ustrezne programske opreme je

ključnega pomena, da nam nudi želene informacije ter da je čim bolj enostavna za uporabo (Lee in Nieman, 1996; Puš, 2013).

Rezultati, ki jih pridobimo s pomočjo računalniških programov, dovolj natančno definirajo prehransko vrednost živila in so zato primerni za navajanje deklaracij in prehranskih specifikacij na različnih živilskih izdelkih. Podatki, ki jih na ta način pridobimo, so uporabni tudi za izobraževanje in ozaveščanje potrošnikov. Programi, ki omogočajo spremljanje prehranskega vnosa ter kvalitativno in kvantitativno analizo hranil, močno zmanjšajo stroške zbiranja podatkov ter obremenitve raziskovalcev v prehranskih raziskavah. Določanje in vrednotenje hranilne vrednosti zaužite hrane, ki je do sedaj temeljilo na dragih in dolgotrajnih kemijsko-fizikalnih analizah, se tako bistveno poenostavi (Byrd-Bredbenner, 1988; Pefloff, 1989; Lee in Nieman, 1996; Thompson in sod., 2010).

2.1.2.1 Kriteriji za izbor računalniškega programa

Na izbiro računalniškega sistema za analizo prehrane vpliva predvsem podatkovna baza hranil in živil, ki mora biti dovolj velika, dobro dokumentirana in točna. Pomemben dejavnik je skupno število živil, ki jih baza vsebuje, saj je dovolj velik nabor različnih živil ključnega pomena, kadar želimo zamenjati živila, ki jih v bazi ne najdemo, z najprimernejšimi nadomestki (Buzzard in sod., 1991; Thompson, 1994).

Dejstvo pa je, da je lahko prevelika količina podatkov včasih tudi moteča, ker se pri zelo obsežnih bazah lahko povečajo težave z izbiro pravega živila, podaljša pa se tudi čas iskanja le tega (Byrd-Bredbenner, 1988).

Pri nekaterih večjih analiznih sistemih za vrednotenje prehrane, ki vsebujejo več kot 10 000 živil in celo do 50 hranilnih komponent, lahko uporabniki porabijo veliko časa preden preiščejo bazo podatkov in pridobijo želene informacije (Lee in Nieman, 1996).

Podobno kot velja za živila, tudi prevelika količina različnih hranilnih komponent v bazi podatkov ne pomeni nujno le prednosti. Nekatere računalniške podatkovne baze vsebujejo več kot 90 hranil, druge pa manj kot 30. Pri mnogih živilih podatki o nekaterih mineralih v sledovih, aminokislinah, maščobnih kislinah in vitaminih niso na voljo (Byrd-Bredbenner, 1988). Če manjkajoče vrednosti ne pustimo kot neoznačene, ampak jih nadomestimo z vrednostjo nič, bodo naši rezultati pri končni obdelavi podatkov napačni, saj bo vsota hranil, ki jih analiziramo, manjša, kot je v resnici. Slednje lahko povzroči nemalo zmede v sami analizi in interpretaciji dobljenih rezultatov, ker so majhne vsebnosti oziroma vrednosti nekaterih hranil lahko posledica pomanjkljivosti baze podatkov in ne slabih prehranjevalnih navad preiskovane osebe (Lee in Nieman, 1996).

Drugi pomembni kriteriji za izbiro najprimernejše računalniške opreme za analizo in vrednotenje prehrane so tudi stroški za najem oziroma nakup paketa, kakovostna navodila za uporabo, strokovna podpora ter asistenca uporabniku, uporaba preizkušenih in čim bolj enostavnih metod za iskanje in vnašanje podatkov, možnost sprotnega spremljanja vsebnosti posameznih hranil ob vnosu podatkov, možnost izbire in/ali zamenjave merskih enot za količine vnesenih živil (volumni, utežne mere,...), enostavno urejanje seznamov, možnost vpogleda v povprečni prehranski vnos za večje število dni, možnost primerjave rezultatov z različnimi prehranskimi standardi ter preglednost in raznolikost končnih poročil, ki jih program oblikuje avtomatsko. Zelo zaželena je tudi možnost spreminjanja osnovne baze podatkov, na

primer dodajanje novih in/ali izločanje starih živil, ter spreminjanje vrednosti hranil v nekaterih živilih (Lee in Nieman, 1996).

Večina programov uporabnikom omogoča, da živila vpišejo s polnim ali delnim imenom, oziroma z njegovo šifro, vendar nekateri sistemi zahtevajo več iskanja in tipkanja kot drugi. Nekateri programi na primer pred izbiro določenega živila zahtevajo izbiro skupine, ki ji to živilo pripada, kar lahko proces vnosa močno upočasni. Zato imajo prednost pri izbiri tisti sistemi, ki uporabniku omogočajo, da najde živilo hitro in neposredno to je npr. le z vnosom nekaj prvih črk imena živila ali njegovega opisa (Puš, 2013).

Iskanje določenih živil s pomočjo njihovih imen in ne preko šifer ali skupine živil, je za uporabnika hitrejša in enostavnejša. Slednje omogoča večina boljših in novejših programov, ki ob vpisu določenega živila hkrati ponudi tudi izbor živil, ki so podobna iskanemu (Puš, 2013).

Ob pregledovanju in iskanju pravega živila mora baza kljub velikemu številu podatkov vsebovati tudi nadomestke (živila, ki so čim bolj podobna iskanim). Iskanje ustreznega nadomestka je hitrejša in lažja, če imamo takojšen vpogled v hranilno sestavo le tega, saj jo lahko primerjamo z našim »standardom«. Potem ko v ustrezen računalniški program vnesemo podatke je pomembno, da lahko neposredno natisnemo končno poročilo, katerega obliko lahko po želji spreminjamo z različnimi ukazi. Prav tako je ključnega pomena, da izbrani računalniški program omogoča izvoz dobljenih podatkov v obliki dokumenta, ki ga lahko kasneje uporabimo za nadaljnjo statistično analizo. Številni novejši programi poleg poročila o analiziranih živilih omogočajo tudi tebelarično ali grafično primerjavo rezultatov s priporočili in izpis preglednic, v katerih so ločeno podane hranilne vrednosti za vsako živilo, ki sestavlja obrok ali celodnevni vnos hranil, kar raziskovalcem omogoča še podrobnejše vrednotenje dobljenih rezultatov (Lee in Nieman, 1996; Puš, 2013).

2.2 PREHRANSKA PRIPOROČILA IN REFERENČNE VREDNOSTI ZA VNOS HRANIL

2.2.1 Prehranska priporočila

Prehranska priporočila izhajajo iz posameznikovih potreb po hranilih in energiji. Navajajo ustrezne količine in razmerja med energijskimi hranili, ustrezne količine vode, prehranske vlaknine in esencialnih hranil (vitamini, mineralne snovi, nekatere maščobne kisline in aminokisline). Poleg osnovnih fizioloških potreb vključujejo tudi potrebe po energiji in hranilih za razvoj telesne mase v času rasti in razvoja ter upoštevajo potrebe, ki so odvisne od stopnje telesne dejavnosti in drugih zunanjih dejavnikov preučevane skupine (Brown, 2008).

Pomembna podlaga za oblikovanje prehranskih priporočil za različne ciljne skupine populacije v Sloveniji so Referenčne vrednosti za energijski vnos in vnos hranil (2016) ter za nekatere prehranske parametre še vedno Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004). Krovni pojem »referenčne vrednosti za vnos hranljivih snovi« je bil izbran zato, da bi lahko oznako »priporočilo« nedvoumno uporabljali za priporočen vnos določene hranljive snovi.

2.2.2 Referenčne vrednosti za vnos hranil

Pri načrtovanju prehrane v Sloveniji do pred nekaj leti ni bilo enotnih in natančno določenih strokovnih priporočil, s pomočjo katerih bi lahko vrednotili in ocenjevali prehrano posameznika ter specifičnih skupin populacije. Z izdajo slovenskega prevoda Referenčnih vrednosti za vnos hranil (2004), ki so bila narejena na osnovi potreb po vnosu hranil za prebivalce centralne Evrope, je tudi Slovenija dobila priložnost, da omenjena priporočila privzame kot standarde za načrtovanje in vrednotenje prehrane. Referenčne vrednosti za vnos hranil »DACH Referenzwerte«, ki so jih skupaj izdali nemško prehransko društvo (DGE), avstrijsko prehransko društvo (ÖGE), švicarsko društvo za raziskovanje prehrane (SGE) ter švicarsko združenje za prehrano (SVE), predstavljajo enega bistvenih temeljev za ocenjevanje kakovosti naše prehrane. Navajajo minimalne količine posameznih hranljivih snovi, ki jih mora človek zaužiti s hrano, da se ne bi pokazale posledice pomanjkanja, oziroma maksimalne količine, da ne bi prišlo do kroničnih bolezni. V letu 2016 je Nacionalni inštitut za varovanje zdravja v sodelovanju z Ministrstvom za zdravje izdal posodobljeno različico (Referenčne vrednosti za energijski vnos in vnos hranil, 2016), ki upošteva aktualne spremembe orientacijskih vrednosti in priporočenih vnosov določenih hranljivih snovi in priporočen dnevni vnos energije za posamezne skupine populacije.

Privzete Referenčne vrednosti... (2004, 2016) vsebujejo priporočila, ocenjene vrednosti in orientacijske vrednosti za vnos hranljivih snovi in energije za oba spola, otroke in mladostnike ter nosečnice in doječe matere ter za vse starosti. Njihov glavni cilj je ohranjanje in izboljšanje zdravja in s tem kakovosti življenja. V smislu drugih priporočil (WHO in FAO) naj bi z upoštevanjem priporočil iz Referenčnih vrednosti (2004, 2016) skorajda pri vseh zdravih osebah zagotovili primerno delovanje vseh metaboličnih, fizičnih in psihičnih funkcij organizma. Vnos referenčnih vrednosti hranil naj bi preprečeval tako s hrano pogojene deficitarne bolezni in simptome pomanjkanja kot tudi prekomerne vnose nekaterih hranljivih snovi, kot sta maščoba in alkohol. Že tradicionalno je to sestavni del zdravstvenih ciljev prehranskih priporočil.

Priporočene količine naj bi ustrezale vsem individualno fiziološkim nihanjem in zagotavljale zadostno zalogo hranljivih snovi v telesu. V pogostih primerih, ko ni mogoče za vse starostne skupine numerično izraziti takih priporočil, je treba vmesne vrednosti prilagajati starostnim skupinam. Priporočila so izražena za beljakovine, *n*-6 maščobne kisline, večino vitaminov in mineralnih snovi ter mikroelemente) (Referenčne vrednosti ... , 2004).

Ocenjene vrednosti so navedene pri nekaterih hranljivih snoveh, za katere še ni mogoče natančno določiti človekovih potreb z želeno natančnostjo, vendar dajejo na podlagi eksperimentalno podprtih rezultatov dobre indice za primeren in zdravstven ustrezen vnos hranil. To so *n*-3 maščobne kisline, vitamina E in K, β -karoten, biotin, pantotenska kislina in nekateri mikroelementi (Referenčne vrednosti ... , 2004).

Orientacijske vrednosti so navedene v smislu orientacijske pomoči, če je reguliranje vnašanja potrebno iz zdravstvenih razlogov, vendar ne v točno določenih ostrih mejah ampak v določenih razponih. Za vodo, fluorid in balastne snovi obstaja želeno omejitev navzdol (minimalna količina), za maščobo, holesterol, alkohol in kuhinjsko sol pa omejitev navzgor (maksimalna vrednost) (Referenčne vrednosti ... , 2004).

Pri referenčnih vrednostih gre, z izjemo orientacijskih vrednosti za vnos energije, za količine za katere domnevamo, da pri skoraj vseh osebah konkretno navedene skupine prebivalstva ščitijo

pred prehransko pogojenimi zdravstvenimi okvarami in omogočajo njihovo polno storilnost. Poleg tega naj bi omogočale nastanek nekakšne telesne rezerve, ki je ob nenadnih povečanjih potreb na voljo takoj in brez ogrožanja zdravja. Izkušnje kažejo, da to velja za dane referenčne vrednosti za zdrave osebe v Srednji Evropi (Referenčne vrednosti,... 2004).

2.2.2.1 Uporaba referenčnih vrednosti

Pri uporabi Referenčnih vrednosti v praksi je potrebno poudariti, da v tabelah navedeni podatki o hranljivih snoveh in energijskih vrednostih tvorijo podlago za praktično uvajanje zdravju koristne in uravnotežene prehrane podobno kot referenčne vrednosti primerljivih znanstvenih teles drugih držav npr. Dietary Reference Intakes (DRI) v ZDA in Kanadi ali FAO/WHO. Referenčne vrednosti se nanašajo na količine hranljivih snovi, ki jih živilo še vsebuje v trenutku zaužitja (Referenčne vrednosti ..., 2004).

Pri vsakodnevem vnosu hranljive snovi v količini, ki je predlagana v priporočilih, je kaj malo verjetno, da bi bila preskrbljenost premajhna. Če neke snovi vnašamo manj, kot je priporočeno, še ni mogoče sklepati, da bi je primanjkovalo, temveč se samo povečuje verjetnost nezadostnega vnosa. Enako velja, če niso dosežene ocenjene vrednosti. Vsekakor pa je mogoče oceniti, ali vnos hranljivih snovi v primernem obdobju ustreza priporočenemu vnosu.

V referenčnih vrednostih se ne upoštevajo izgube hranilnih snovi, do katerih pride v gospodinjstvu. Pri nekaterih živilih, kot so jajca in sladkor, so izgube majhne (prilepljeni ostanki hrane na lonce in skleda), pri mnogih živilih rastlinskega izvora in maščobah pa so omenjene izgube večje. Ocenjujejo jih na 10–15 % in jih je pri evidentiranjih prehranjevanja ali pri izračunavanju individualnega uživanja potrebno upoštevati posebej. Z jedilniki na podlagi referenčnih vrednosti lahko potrebe pri posameznikih pokrijemo le približno, saj ne poznamo njihovih individualnih potreb. Za objektivno oceno njihovega stanja prehranjenosti je potrebno uporabiti še dodatna antropometrična, biokemična in klinična merila, zato se za individualno prehransko svetovanje referenčne vrednosti lahko uporabljajo kot usmeritev. Poleg tega so referenčne vrednosti dobra podlaga za prehransko izobraževanje in vzgojo. Posredno se uporabljajo tudi pri označevanju živil.

Referenčnih vrednosti ni možno dosegati vsak dan, sploh pa ne z vsakim obrokom. Zadošča, če so pokrite potrebe v okviru enega tedna. Ker se z vedno večjimi vnosi zmanjšuje hitrost absorpcije nekaterih hranljivih snovi, naj bi priporočeni vnosi potekali kar se da enakomerno in ne v redkih, velikih odmerkih (npr. z obogatnimi živili v enem samem obroku) (Referenčne vrednosti..., 2004).

2.3 POTREBE PO ENERGIJI

Potrebe po energiji in hranljivih snoveh so od človeka do človeka razlikujejo in so odvisne od različnih notranjih in zunanjih vplivov (Sobotka, 2004).

Energijske potrebe odraslega človeka so različne glede na spol, starost, telesno težo, stanje prehranjenosti, telesno aktivnost in stanje presnove. Na energijske potrebe vplivajo tudi genetski dejavniki, ki so specifični za vsakega posameznika (Pokorn, 1991).

Potrebe po energiji izhajajo iz bazalnega metabolizma, delovnega metabolizma (mišičnega dela), termogeneze po vnosu hranljivih snovi ter potreb za rast, nosečnosti in dojenja. Podatki o

priporočljivim energijskem vnosu se navajajo v megadžulih (MJ) in kilokalorijah (kcal) ($1\text{ MJ} = 239\text{ kcal}$; $1\text{ kcal} = 4,184\text{ kJ} = 0,004184\text{ MJ}$) (Referenčne vrednosti..., 2004).

V Referenčne vrednostih za vnos hranil (2004) so navedene povprečne potrebe po energiji za posamezne zdrave skupine prebivalstva. Posameznikove dejanske potrebe je mogoče ocenjevati samo s kontroliranjem telesne mase. Referenčne vrednosti veljajo za osebe z idealno telesno maso in ustrezno telesno aktivnostjo. Eksperimentalno je mogoče konkretne potrebe po energiji določiti samo pri definiranih in majhnih skupinah prebivalstva. Po mednarodnem standardu izhajajo iz bazalnega metabolizma in upoštevajo stopnjo fizične aktivnosti (PAL) kot večkratnik bazalnega metabolizma.

Glede na vrsto, obseg in intenzivnost se pri rekreativni aktivnosti (npr. tenisu, teku, plesu,...) dodatno porabi do 8,5 MJ (2 000 kcal) na teden. Povečanih energijskih potreb načeloma ni težko pokriti z običajnimi živili na osnovi polnovredne mešane hrane. Povečan vnos beljakovin je neutemeljen in vodi samo do večje obremenitve ledvic. Ker ogljikovi hidrati predstavljajo najugodnejši vir energije je potrebno dati prednost izdelkom z velikim deležem poli- in oligosaharidov (Referenčne vrednosti..., 2004).

2.4 POTREBE PO HRANILIH

Ustrezna prehrana ne pomeni le zadovoljitve fizioloških potreb organizma, ampak predvsem uravnotežen vnos hranljivih snovi brez nevarnosti za naše zdravje. Uravnotežena prehrana je tista, ki vsebuje vse esencialne hranljive snovi v količinah in razmerjih, ki zagotavljajo optimalno delovanje organizma posameznika ali skupine populacije, za katero je bila načrtovana oz. uravnotežena (Bender, 1997).

Za uravnoteženo prehrano pa nista pomembna samo količina in razmerje posameznih hranil v obroku, temveč tudi vse (med drugim tudi pogostost obrokov), kar vpliva na dinamiko dotekanja hranil v presnovne sisteme ter s tem na hormonsko in encimsko stanje organizma (Pokorn, 2005).

2.4.1 Potrebe po makrohranilih

Dnevna prehrana mora vsebovati dovolj makrohranil: beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov v pravilnem razmerju ter primerno količino prehranske vlaknine. Poleg makrohranil telo potrebuje tudi mikrohranila (vitamine in minerale) ter vodo (Pokorn, 2001).

2.4.1.1 Beljakovine

Beljakovine so temeljni strukturni in funkcionalni elementi v vsaki celici. Takoj za vodo so beljakovine naslednja najbolj bogata spojina v telesu. Organizem oskrbujejo z aminokislinami, ki so pomembni gradniki telesa (Referenčne vrednosti..., 2004).

Beljakovine se razlikujejo med seboj po biološki vrednosti (BV), ki nam pove, koliko gramov lastnih beljakovin lahko organizem proizvede iz 100 g prebavljenih beljakovin. Najvišjo biološko vrednost imajo kombinacije beljakovinskih živil živalskega in rastlinskega izvora, srednjo biološko vrednost imajo živila živalskega izvora, najnižjo pa živila rastlinskega izvora.

Telo najbolje izkoristi beljakovine, v katerih so vse aminokisline v takšnem zaporedju, kot so v telesu. Biološko vrednost določa količina tiste bistvene aminokisline v živilu, ki jo je najmanj, izražamo pa jo v odstotkih (Suwa Stanojević in Kodele, 2003).

Beljakovine so sestavljene iz 20 različnih aminokislin. Več kot polovica aminokislin je neesencialnih, kar pomeni, da jih lahko telo samo sintetizira. Devet aminokislin je esencialnih. Teh aminokislin telo ne more sintetizirati ali pa jih ne sintetizira dovolj, da bi pokrili potrebe po njih, zato ji moramo zagotoviti s hrano. Poznamo pa tudi pogojno esencialne aminokisline. To so neesencialne aminokisline, ki postanejo esencialne pod posebnimi pogoji. Na primer, telo uporablja esencialno aminokislino fenilalanin, da tvori tirozin (neesencialna aminokislina), vendar, če s prehrano ne zagotovimo dovolj fenilalanina, postane tirozin pogojno esencialna aminokislina. Prehrana, ki ne zagotavlja dovolj esencialnih aminokislin, ovira sintezo beljakovin. Najboljše zagotovilo za zadosten vnos aminokislin je uživanje hrane bogate z visoko kvalitetskimi beljakovinami ali uživanje mešane hrane, ki se dopolnjuje v aminokislinski sestavi (Rolfes in sod., 2006).

Z naraščajočim vnosom beljakovin, se povečuje količina končnih metabolitov presnove beljakovin, ki jih je potrebno izločati. Vzporedno pride tudi do povečane stopnje gromelurane filtracije v ledvicah. Prekomeren delež beljakovin v prehrani lahko preobremenjuje presnovo, vpliva na slabo izkoriščanje kalcija in je običajno povezano tudi z večjim vnosom nasičenih maščob (Daries, 2012).

Prekomerno uživanje beljakovin se kaže kot povišana vsebnost dušika v urinu, kar povzroča obremenitev ledvic. Uživanje prekomernih količin beljakovin (prekomerno in dolgotrajno uživanje pretiranih količin rdečega mesa) lahko privede do izgube kalcija s sečem oziroma do povišanega vnosa nasičenih maščob (Flakoll in sod., 2004; Hark in Deen, 2005; Daries, 2012).

Pomanjkanje vnosa beljakovin se kaže predvsem v oslabitvi organizma, večji dovzetnosti za infekcije, pojavita se zaostanek v rasti in slabokrvnost (Mann in Truswell, 2007).

Priporočen dnevni vnos beljakovin za odraslega človeka znaša 0,8 g na kilogram telesne teže. V uravnoteženi mešani prehrani to ustreza 8-10 % deležu prehranskih beljakovin pri vnosu energije za odrasle (Referenčne vrednosti..., 2004; Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016).

2.4.1.2 Maščobe in maščobne kisline

Maščobe uvrščamo v eno izmed treh biološko najpomembnejših vrst molekul. Nahajajo se v vseh živih organizmih in igrajo pomembno vlogo tako v živalskem kakor tudi v rastlinskem svetu. Kot glavna sestavina bioloških membran maščobe ločijo celico od zunanjega sveta. Maščobe so tudi glavni vir energije celice in delujejo v živih organizmih kot antigeni, receptorji, senzorji, električni izolatorji in kot biološki detergenti (Klofutar, 1992).

Pri večjih energijskih potrebah (opravljanje težkih fizičnih del) so prehranske maščobe pomemben vir energije. Zaužijemo jih kot triacilglicerole, fosfolipide in sterole. Triacilgliceroli so sestavljeni iz glicerola in maščobnih kislin. Maščobe so pomemben vir energije, saj ima 1 gram maščobe kar 37 kJ ali 9 kcal, medtem ko imajo ogljikovi hidrati in proteini le 17 kJ ali 4 kcal na gram. So prenašalci v maščobi topnih vitaminov A, D, E in K ter zagotavljajo esencialne maščobne kisline, ki jih telo nujno potrebuje, a jih samo ne more sintetizirati. Visok prehranski vnos maščob je povezan s povečanim tveganjem za debelost, saj so glavni vir

telesnih maščob (Sobotka, 2004). S prehranskega vidika so maščobe nujne le kot vir esencialnih maščobnih kislin in v maščobah topnih vitaminov ter pri izredno velikih potrebah po energiji za povečanje energijske gostote hrane. V zdravi prehrani naj bi se maščobe uživale v zmernih količinah ob upoštevanju priporočil za vnos. Agregatno stanje zaužitih maščob je odvisno od nasičenosti in vrste maščobnih kislin. Masti so pri sobni temperaturi trdne zaradi večje vsebnosti nasičenih maščobnih kislin, olja pa tekoča zaradi večje vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin (Pokorn, 2005).

Maščobe v veliki meri določajo teksturo, okus in aromo živil, ter povečajo njihovo energijsko gostoto. Energijsko gostoto je mogoče opredeliti kot količino shranjene energije v določenem živilu glede na enoto prostornine ali mase (ponavadi v 100 g). Poleg tega maščobe upočasnijo praznjenje želodca in gibljivost črevesja, s čimer podaljšujejo občutek sitosti. Priporočila za vnos maščob izhajajo iz dejstva, da maščobe zagotavljajo energijo in esencialne maščobne kisline, povečujejo energijsko gostoto hrane ter olajšajo absorpcijo v maščobah topnih vitaminov (Elmadfa in Kornsteiner, 2009).

Najpogostejše prehranske maščobne kisline razdelimo v tri velike razrede glede na stopnjo nenasičenosti, na nasičene maščobne kisline (NMK), ki nimajo dvojnih vezi, enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK), ki imajo eno dvojno vez in večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK), ki imajo 2 ali več dvojnih vezi (Rolfes in sod., 2006; Lobb in Chow, 2007). Nenasičene maščobne kisline imajo lahko dve možni konfiguraciji ob dvojni vezi, bodisi *cis* ali *trans*. Konfiguracija naravnih maščobnih kislin ob dvojni vezi je skoraj vedno *cis* (Boyer, 2005).

Največji vir nasičenih maščobnih kislin so živalske maščobe. Največ jih je v polnomastnem mleku, smetani, maslu, siru, mastnih kosih govedine in svinjine. Najdemo jih tudi v rastlinskih maščobah, kot sta kokosova in palmova, ter v izdelkih, ki ju vsebujejo (peciva, pite, krofi, keksi). Viri enkrat nenasičenih maščobnih kislin so oljčno olje, ekstra sončnično olje, repično olje, arašidovo olje in avokado. Viri večkrat nenasičenih maščobnih kislin so rastlinska olja (sončnično, sezamovo, sojino, koruzno, žafranikino olje), oreščki in semena (Rolfes in sod., 2006; Lobb in Chow, 2007).

Maščobne kisline pa se ne razlikujejo samo po dolžini in stopnji nasičenosti, temveč tudi po tem na katerem mestu se nahajajo dvojne vezi. Večkrat nenasičena maščobna kislina, ki ima prvo dvojno vez na tretjem ogljikovem atomu od metilnega konca, je *n*-3 maščobna kislina. *n*-6 maščobna kislina je večkrat nenasičena maščobna kislina, ki ima prvo dvojno vez na šestem ogljikovem atomu od metilnega konca. *n*-3 maščobne kisline varujejo pred kardiovaskularnimi boleznimi tako, da znižujejo krvne lipide, preprečujejo nastanek krvnih strdkov, varujejo pred nepravilnim bitjem srca, zmanjšujejo krvni pritisk in so prekursorji za eikozanoide. Najdemo jih v morski hrani, določenih oreščkih in rastlinskih oljih. Ribe in ribja olja vsebujejo eikozapentaenojsko kislino (EPA) in dokozaheksaenojsko kislino (DHA). Repično, orehovo, sojino in laneno olje vsebujejo α -linolensko kislino (ALA) (Rolfes in sod., 2006).

Visoki vnosi *n*-3 maščobnih kislin z dolgimi verigami lahko povečujejo nagnjenost h krvavitvam in morda negativno vplivajo na funkcije levkocitov in imunskega sistema Dnevni vnos *n*-3 maščobnih kislin zato naj ne bi presegal 3 % energije (Referenčne vrednosti..., 2004).

Človeško telo potrebuje maščobne kisline in jih je sposobno samo proizvajati, razen dveh – linolne kisline (*n*-6 maščobna kislina z 18-ogljikovimi atomi) in α -linolenske kisline (*n*-3

maščobna kislina z 18-ogljikovimi atomi), ki sta esencialni, saj ju mora telo dobiti s hrano. Služita kot strukturni del celičnih membran in kot prekursorja za daljše maščobne kisline. Iz linolne kisline lahko telo tvori druge n-6 maščobne kisline, kot je arahidonska kislina. Iz α -linolenske kisline lahko telo tvori manjše količine EPA in DHA, ki sta potrebni za normalno rast in razvoj ter za dobro delovanje imunskega sistema (Rolfes in sod., 2006; Calder, 2012).

Preglednica 1: Viri n-6 in n-3 maščobnih kislin (Rolfes in sod., 2006)

Table 1: Sources of n-6 in n-3 fatty acids (Rolfes in sod., 2006)

Vrsta MK	Viri
n-6 maščobne kisline	
linolna kislina	rastlinska olja (koruzno, sončnično, žafranikino, sojino), perutninska maščoba, oreščki, semena
arahidonska kislina	meso, perutnina, jajca (ali pa nastane iz linolne kisline)
n-3 maščobne kisline	
linolenska kislina	olja (repično, laneno, sojino, orehovo, iz pšeničnih kalčkov), oreščki in semena (laneno seme, orehi), soja
EPA in DHA	človeško mleko morski sadeži, ribe (skuša, losos, ciplji, sardine, tuna, slanik, postrv,...) in ribja olja

EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina, DHA – dokoheksaenojska maščobna kislina

Prehrana naj bi dnevno vsebovala od 15 % do 30 % energije iz maščob. Od tega naj vsebuje nad 10 % enkrat nenasičenih maščobnih kislin, od 6 % do 10 %, večkrat nenasičenih, manj kot 7 % nasičenih maščobnih kislin, 1 % do 2 % n-3 maščobnih kislin in pod 1 % *trans* maščobnih kislin (Pokorn, 2005).

Priporočila za vnos maščob se z leti spreminjajo in dopolnjujejo. Priporočen vnos je tak, da se delež energije (E) giblje med 20 % in 35 %, pri čemer mora biti vnos minimalno tak, da je E vsaj 15 %, da se zagotovi dovolj esencialnih maščobnih kislin in energije ter da se olajša absorpcija v maščobah topnih vitaminov. Medtem ko je za večino posameznikov, ki so zmerno telesno aktivni, priporočljiv vnos do 30 % E iz maščob, je za tiste, ki so bolj telesno aktivni ter za nosečnice in doječe matere, priporočljiv vnos maščob do 35 % E (FAO, 2010).

Zaradi dejstva, da NMK v prehrani niso nujno potrebne, ker se v telesu lahko sintetizirajo, je priporočljiv vnos NMK, ki znaša manj kot 10 % E. Za vnos ENMK ni podanih posebnih priporočil, ker imajo izmed vseh MK najbolj nevtralen vpliv na naše zdravje in se prav tako lahko sintetizirajo v organizmu. Določitev vnosa ENMK je edinstvena v tem, da se izračuna iz razlike med skupnim vnosom maščob in vnosom nasičenih, večkrat nenasičenih in *trans* maščobnih kislin. Zato se lahko giblje v širokem razponu, odvisno od skupnega vnosa maščob in sestave maščobnih kislin (EFSA, 2010; FAO, 2010).

Pri določitvi priporočenega vnosa VNMK igrata glavno vlogo esencialni maščobni kislini, linolna in α -linolenska maščobna kislina. Minimalen priporočen vnos VNMK za preprečevanje različnih obolenj je 6 % E. Na podlagi eksperimentalnih študij je dokazano, da se lahko pri visokem vnosu VNMK ($E > 11\%$) poveča tveganje za peroksidacijo lipidov, zlasti če je vnos antioksidantov (vitamin E) nizek. Torej je sprejemljivo območje za vnos VNMK med 6 % in 11 % E. Zaradi številnih pozitivnih učinkov na zdravje je priporočen vnos ALA, ki omogoči vsaj 0,5 % do 0,6 % E. Ker je pretvorba ALA v EPA in DHA omejena, je za odrasle moške in nenoseče in doječe ženske priporočen vnos EPA+DHA 0,250 g/dan. Za nosečnice in doječe ženske je priporočen minimalen vnos EPA+DHA za optimalno zdravje žensk in razvoj dojenčkov 0,3 g/dan, pri čemer mora biti vnos DHA vsaj 0,2 g/dan. Skupno se lahko vnos n-3

MK giblje v območju, ki omogoči E med 0,5 % do 2 %. Priporočljiv vnos n-6 MK predstavlja med 2,5 % do 9 % E. Zadosten vnos, ki predstavlja 2 % do 3 % dnevno zaužite E, pripomore k preprečevanju simptomov pomanjkanja, medtem ko višja vrednost prispeva k dolgoročnemu zdravju (EFSA, 2010; FAO, 2010).

Preglednica 2: Priporočila za vnos maščob in maščobnih kislin izražena kot energijski delež (Referenčne vrednosti..., 2004; USDA, 2010; FAO, 2010)

Table 2: Recommendations for fats and fatty acids expressed as shares of daily energy (Referenčne vrednosti..., 2004; USDA, 2010; FAO, 2010)

Maščobe/MK		E (%)		
		Referenčne... (2004)	USDA (2010)	FAO (2010)
skupne maščobe	priporočen vnos	30	20–35	20–35
	zgornja meja	35		35
	spodnja meja			15
NMK	zgornja meja	< 10	< 7	< 10
ENMK	priporočen vnos	Iz razlike ^a		Iz razlike ^a
VNMK	priporočen vnos	< 7		6–11
	zgornja meja	10 ^b		11
	spodnja meja			6
	zadosten vnos			2,5–3,5
n-6 VNMK	priporočen vnos (LA)	2,5	5 – 10	2,5–9
	zadosten vnos			2–3
n-3 VNMK	priporočen vnos ^c	0,5	0,6 – 1,2	0,5–2
	spodnja meja (ALA)			> 0,5
	priporočen vnos (EPA+DHA)			0,25–2 g/dan
trans MK	zgornja meja	< 1	< 0,5 ^d	< 1

NMK – nasičene maščobne kisline, ENMK – enkrat nenasičene maščobne kisline, VNMK – večkrat nenasičene maščobne kisline, EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina, DHA – dokohzaeksaenojska maščobna kislina, LA – linolna maščobna kislina, ALA – α -linolenska maščobna kislina, trans MK – trans maščobne kisline

^a skupne maščobe (% E) – NMK (% E) – VNMK (% E) – trans MK (% E)

^b v primeru, da je NAMK več kot 10 %

^c ALA + dolgoverižne n-3 VNMK

^d vnos iz naravnih virov

Dokazi iz številnih študij kažejo, da imajo trans MK najbolj negativen vpliv na zdravje, predvsem vplivajo na koncentracijo holesterola v krvi in na razvoj kardiovaskularnih bolezni, zato so priporočila za vnos trans MK omejena na 1 % E (EFSA, 2010; FAO, 2010).

Nastanejo pri hidrogenaciji večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Hidrogenirana ali delno hidrogenirana rastlinska olja so glavna sestavina margarine, uporabljajo pa jih tudi za podaljševanje obstojnosti druge predelane hrane, kot so keksi, krekerji, kosmiči in čips. Najdemo jih tudi v mesu in mlečnih proizvodih (Smolin in Grosvenor, 2008).

Vnos maščob in maščobnih kislin v odstotkih energije v Evropi je predstavljen v preglednici 3. V povprečju je v Evropi vnos nasičenih maščobnih kislin previsok, vnos VNMK pa prenizek, predvsem je prenizek vnos n-3 VNMK. Vnos EPA+DHA je v povprečju tak, da omogoči le 0,01 % do 0,12 % E, kar pokrije le 6 % priporočenih vrednosti (EFSA, 2010).

Preglednica 3: Delež energije iz maščob in maščobnih kislin (%) v Evropi (EFSA, 2010)

Table 3: Energy shares from fats and fatty acids (%) in Europe (EFSA, 2010)

	E (%)						
	M	NMK	ENMK	VNMK	n-6	n-3	trans - MK
Odrasli	30 - 47	9 - 26	6 - 23	3 - 11	2 - 10	0,3 - 1,8	0,2 - 1,7

M – skupne maščobe, NMK – nasičene maščobne kisline, ENMK – enkrat nenasičene maščobne kisline, VNMK – večkrat nenasičene maščobne kisline, *trans*-MK – *trans* maščobne kisline

2.4.1.3 Ogljikovi hidrati in prehranska vlaknina

Ogljikovi hidrati so potrebni za normalen potek presnove v celicah in za opravljanje specifičnih nalog (Schlieper in sod., 1997).

Poleg maščob so glavno energijsko hranilo in naj bi predstavljali večino dnevnega energijskega vnosa (več kot 50 %). Delež nad 50 % celodnevni energijski potreb je utemeljen z epidemiološkimi ugotovitvami, po katerih je v nasprotnem primeru povečano uživanje (nasičenih) maščob v neposredni povezavi s povečanim tveganjem za bolezni srca in ožilja ter za nekatera druga obolenja (WHO, 2003; Referenčne vrednosti ..., 2004).

Priporoča se obilno uživanje ogljikovih hidratov, če so to živila, ki vsebujejo škrob in prehransko vlaknino pa tudi esencialna hranila in sekundarne rastlinske snovi (Rimm in sod., 1996).

Razlikujejo se po sladkosti, teksturi, stopnji prebavljivosti in absorpciji pri prehodu skozi prebavni trakt (Ettinger, 2000).

Prehranski ogljikovi hidrati vključujejo enostavne ogljikove hidrate (sladkorje) in sestavljene ogljikove hidrate (škrob in prehranska vlaknina). Enostavni ogljikovi hidrati so monosaharidi (glukoza, fruktoza in galaktoza) in disaharidi, ki so sladkorji sestavljeni iz dveh monosaharidov (maltoza, saharoza, laktoza). Sestavljeni ogljikovi hidrati so polisaharidi, ki so velike molekule sestavljene iz verig monosaharidov. Za človeka so najpomembnejši trije tipi polisaharidov: glikogen, škrob in vlaknina. Glikogen je sestavljen iz molekul glukoze in je rezervna snov v živalskih celicah. Največ škroba vsebujejo žita, kot so riž, pšenica, koruza, proso, rž, ječmen in oves. Tudi stročnice in krompir so pomemben vir škroba. Vlaknina je strukturni del rastlin, zato jo najdemo v rastlinski hrani – zelenjavi, sadju, žitih in stročnicah. Prehranska vlaknina se od škroba razlikuje po svojih vezeh med monosaharidi, katerih prebavni encimi v telesu ne morejo razgraditi in zato vlaknina ne da telesu skoraj nič energije (Rolfes in sod., 2006).

Orientacijske vrednosti za uživanje ogljikovih hidratov morajo upoštevati individualne potrebe po energiji in beljakovinah ter orientacijske vrednosti za uživanje maščob. Polnovredna mešana prehrana naj bi vsebovala omejene količine maščob in veliko ogljikovih hidratov, tj. več kot 50 % dnevnih energijskih potreb (po možnosti škroba) (Referenčne vrednosti..., 2004).

Pod izrazom prehranska vlaknina so združene sestavine rastlinske hrane, ki jih telesu lastni encimi želodčno črevesnega trakta ne razgradijo. Z izjemo lignina gre za neprebavljive ogljikove hidrate, kot so celuloza, hemiceluloza, pektin ipd. Upoštevati je treba tudi škrob, ki ga amilaze ne razcepijo (rezistentni škrob). V to skupino sodijo tudi neprebavljivi oligosaharidi, kot so oligofruktoze ali oligosaharidi iz družine rafinoze (rafinoza, stahioza, verbaskoza v stročnicah) (Referenčne vrednosti..., 2004).

Glavni viri prehranske vlaknine so žitna zrna, stročnice, zelenjava, sadje in semena. Največji vir prehranske vlaknine so ovseni otrobi (Referenčne vrednosti ..., 2004; Gray, 2006). Skupna vsebnost prehranske vlaknine v hrani je odvisna od sorte rastline, stopnje zrelosti, razmer, v katerih je rastlina rasla, ter od načina priprave hrane (Mongeau in Brooks, 2003).

Prehransko vlaknino v osnovi delimo na netopno in topno prehransko vlaknino. Lahko jo delimo tudi na fermentabilno in nefermentabilno ter na viskozno in neviskozno (Salobir J. in Salobir B., 2001). Med netopno prehransko vlaknino uvrščamo tiste polisaharide, ki jih človeški encimi ne morejo razgraditi in se neprebavljeni izločajo z blatom. K netopni prehranski vlaknini spadajo celuloza, hemiceluloza, lignin, protopektin, netopni pentozani, kutin, suberin in rastlinski voski (Batič, 2001). Med topno prehransko vlaknino pa spadajo snovi, ki se delno ali v celoti fermentirajo v debelem črevesju in so topne v vroči ali topli vodi ter se oborijo v presežku etanola. V to skupino spadajo pektini, beta-glukan in različne polisaharidne gume (Lee in Prosky, 1994).

Topna in netopna prehranska vlaknina različno vplivata na človeški organizem. Topna vlaknina tvori viskozne raztopine in s tem poveča viskoznost črevesne vsebine, ki deluje kot pregrada pri difuziji prebavljenih snovi, upočasni absorpcijo glukoze ter veže holesterol in žolčne kisline. Netopna vlaknina pa vpliva na adsorpcijo žolčnih kislin, povečano količino izločenega blata in skrajšanje prehoda skozi prebavni trakt (Salobir J. in Salobir B., 2001).

Rezultati številnih opravljenih raziskav o vplivu prehranske vlaknine na človeški organizem kažejo, da te sestavine niso pomembne le za pravilno delovanje gastrointestinalnega trakta, temveč vplivajo tudi na metabolizem lipidov in glukoze, ter celo na ravnotežje mineralov v sledovih. Ti vplivi prehranske vlaknine izvirajo predvsem iz fizikalnih lastnosti, ki jih vlaknina ima (Koch in sod., 1993).

Vrste prehranske vlaknine se med seboj razlikujejo v lastnostih, ki imajo v različnih predelih prebavil različen učinek. V zgornjem delu prebavil je pomembno predvsem delovanje topne, viskozne vlaknine, ki vpliva na dinamiko in učinkovitost prebave ter absorpcijo hranil na način, ki zmanjšuje možnost nastanka koronarne srčne bolezni, sladkorne bolezni tipa II in verjetno tudi visokega krvnega tlaka. V spodnjem delu prebavil pa je pomembno delovanje fermentabilne, kot tudi nefermentabilne vlaknine. Prehranska vlaknina ugodno vpliva na steno debelega črevesa in s tem zmanjšuje možnost zaprtja, kolorektalnega raka, vnetje debelega črevesa in divertikuloze (Salobir J. in Salobir B., 2001).

Prehranska vlaknina ima direkten učinek na črevesno sluznico. Lahko pa indirektno učinkuje na morfološke in biokemijske spremembe črevesne stene, kar vpliva na absorpcijo hranil, funkcijo celotnega prebavnega trakta in tudi regulacijo hranjenja (Prosky in DeVries, 1991).

Prekomerno uživanje hrane, bogate z vlaknino in revne z mineralnimi snovmi, lahko privede do pomanjkanja nekaterih elementov (Ca, Fe, Zn). Fitinska kislina namreč z nekaterimi esencialnimi elementi tvori netopne komplekse (Prosky in DeVries, 1991; Požrl in sod., 2009). Prehranska vlaknina vpliva tudi na razpoložljivost nekaterih vitaminov. Vendar ostane bilanca vitaminov in mineralov dokaj konstantna ob uravnoteženi prehrani. Ob povečanem vnosu vlaknine v organizem je potrebno zaužiti bistveno večje količine vode.

Vlaknina, ki ima visoko sposobnost za vezanje vode, v črevesju močno nabrekne, poveča se ji volumen. Če ni dovolj vode, pride do zastajanja blata v črevesju, kar ima za posledico

zaprtje. Vsem tem neugodnim učinkom se izognemo z uživanjem pestre nepredelane rastlinske hrane in primernih količin prehranske vlaknine v dnevni prehrani. Pri tem ne smemo pozabiti, da je pomembno uživanje različnih virov prehranske vlaknine. Prisotne morajo biti v vodi topne in v vodi netopne komponente (Prosky in DeVries, 1991).

2.4.2 Potrebe po mikrohranilih

Med mikrohranila uvrščamo vitamine, minerale ter elemente v sledovih. Imajo pomembno vlogo v metabolizmu in pri vzdrževanju tkivnih funkcij. Pri premajhnem oziroma previsokem vnosu nekaterih mikrohranil se lahko razvijejo različne bolezni in zapleti. Najbolj priporočljivo je, da zadosten vnos mikrohranil dosežemo z dobro načrtovano in pestro prehrano. Če tega ne moremo doseči in če pride v telesu do nezadostnega vnosa, lahko potrebam po mikrohranilih zadostimo s prehranskimi dopolnili (Shenkin, 2005).

Vitamini so organske spojine, vendar telesu ne dajejo energije. V metabolih procesih pomagajo sproščati energijo iz ogljikovih hidratov, maščob in proteinov ter sodelujejo pri številnih aktivnostih v telesu. Poznamo 13 različnih vitaminov in vsak od njih ima v telesu določeno funkcijo. V vodi topni vitamini so vitamin C in 8 vitaminov B (tiamin, riboflavin, niacin, vitamina B₆ in B₁₂, folat, biotin in pantotenska kislina). V maščobah topni vitamini so vitamini A, D, E in K (Rolfes in sod., 2006).

Minerali so anorganske snovi, ki v telesu tvorijo strukture, kot so zobje in kosti. Znanih je 16 mineralov, ki so esencialni v človeški prehrani. Delimo jih na makroelemente, to so kalcij, fosfor, kalij, natrij, klor, magnezij in žveplo oz. sulfat, in mikroelemente, to so železo, cink, jod, selen, baker, mangan, fluor, krom in molibden. Funkcije ostalih mineralov še proučujejo. Prisotni so v telesnih tekočinah in vplivajo na njihove lastnosti. Ne glede na njihovo funkcijo, telesu ne dajejo energije (Rolfes in sod., 2006; WHO, 2004).

2.4.2.1 Vitamin C

Vitamin C ali askorbinska kislina je potrebna za normalno delovanje metabolnih funkcij v telesu. Sodeluje kot kofaktor v različnih encimsko pogojenih biosintezah živčnih prenašalcev, kolagena in karnitina. Vpletena je tudi v katabolizem holesterola do žolčnih kislin (Abdalla, 2003). Kot donor elektronov je askorbinska kislina pri mnogih intra- in ekstracelularnih reakcijah zelo učinkovito redukcijsko sredstvo (Referenčne vrednosti..., 2004).

Absorpcija v črevesju poteka tako kot prehod placente v plod in tubularna reabsorpcija v ledvicah ter kopičenje v telesnih celicah prvenstveno z aktivnim transportom askorbata. Le-ta je odvisen od koncentracije natrija ter energije in se ravna po kinetiki nasičenja. Drugi mehanizem kopičenja vitamina C v telesnih tkivih temelji na transportu dehidroaskorbinske kisline. Ta se nato takoj reducira, v mnogih tkivih večinoma s tioltransferazo (glutaredeksin). Zato je običajno ni mogoče dokazati niti intracelularno niti v krvni plazmi. Njen transport poteka sicer 10-krat hitreje kot transport askorbata, vendar pa je količinsko omejen. Ali se v črevesnem prostoru askorbat in dehidroaskorbinska kislina pojavljajta drug poleg drugega, ni jasno. Verjetno tako kot v živilih prevladuje askorbat (Johnston, 2012).

Najboljši viri vitamina C so sadje in zelenjava in iz njih izdelani sokovi. Posebej bogati vir so žižole, jagode rakitovca in njihov sok, rdeča in zelena paprika, brokoli, črni ribez, kosmulje, koromač in citrusi. Količinsko pa so za preskrbo z vitaminom C pomembni tudi krompir,

ohrovt, brstični ohrovt, rdeče in belo zelje, špinača in paradižnik (Referenčne vrednosti..., 2004).

Potrebe odraslega človeka po vitaminu C so 100 mg/dan, vendar se lahko v nekaterih življenjskih okoliščinah, kot so hudi telesni napor, trajen umski in duševni stres, zloraba alkohola in zdravil, sladkorna bolezen, insuficienca ledvic, potrebe povišajo (Referenčne vrednosti..., 2004).

2.4.2.2 Vitamin E

Pod imenom vitamin E je zbrana skupina kemičnih spojin, ki imajo vse v molekuli sistem obroča (kromanski obroč) z eno prosto oziroma eno zaestreno OH-skupino ter eno nasičeno ali nenasičeno izoprenoidno stransko verigo (16 ogljikovih atomov). Po številu in porazdelitvi metilnih (CH₃) skupin na kromatskem obroču razlikujemo med α -, β -, γ - in δ -tokoferolom. Po veljavni nomenklaturi naravne tokoferole označujemo kot RRR-spojine, npr. RRR- α -tokoferol. Skladne molekule z nasičeno stransko verigo imenujemo tokotrienoli (Referenčne vrednosti..., 2004; Traber, 2012).

Epidemiološke raziskave kažejo, da imajo ljudje, ki jedo hrano bogato z vitaminom E, manjšo stopnjo umrljivosti za kardiovaskularnimi boleznimi. Največ vitamina E dobimo z rastlinskimi olji in izdelki narejenimi iz njih (margarina), zeleno listnato zelenjavo, pšeničnimi kalčki, polnozrnatimi žiti, jetri, jajčnim rumenjkom, oreščki in semeni (Rolfes in sod., 2006).

α -tokoferol je glavna in naravno aktivna oblika vitamina E, medtem ko ima γ -tokoferol največjo antioksidativno sposobnost in je prevladujoč v prehrani. Zaradi svoje antioksidativne sposobnosti ščiti večkrat nenasičene maščobne kisline v membranah in lipoproteinih pred oksidacijo (Bourassa in Tardif, 2006). Zavira nastajanje oksidirane LDL holesterola v plazmi, ki je pomemben faktor tveganja arterioskleroze (Referenčne vrednosti..., 2004).

Ocenjena vrednost za primerne vnose tokoferola z odrasle moške in ženske, stare med 19 in 65 let, je od 13 mg do 15 mg α -TE/dan (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016).

2.5 PREHRANA VOJAKOV

Vojaki so populacija, ki je zaradi specifičnega delovanja izpostavljena večjim psihofizičnim obremenitvam. Daljša obdobja intenzivnega fizičnega napora, večja nevarnost infekcij, poškodb in izpostavljenost ekstremnim okoljskim dejavnikom ter moderna oborožitev, ki zahteva pozornost, natančnost in hitro sposobnost odločanja, povzročajo stres, ki je kompleksen rezultat delovanja več telesnih in duševnih stresorjev na vojaka, medtem ko opravlja bojne naloge (Field Manual ..., 1994). Lahko je povezan z oksidativnim stresom, kar lahko vpliva na povečanje potreb po esencialnih nutrientih nad priporočenimi vrednostmi (Committee on ..., 1999). Uživanje uravnotežene prehrane je predpogoj za zagotovitev energije ter makro in mikrohranil, ki jih telo potrebuje (Burke, 2012). Zaradi omenjenih posebnosti sodijo vojaki skupaj z otroki in starostniki v prehransko najobčutljivejšo skupino (Burke, 2012).

Prehrana je za vojaka eden izmed najpomembnejših pogojev za vzdrževanje ustrezne telesne zmogljivosti in s tem tudi bojne pripravljenosti (Committee on ..., 1999). Energijske in hranilne potrebe vojakov so povečane zaradi specifičnih stresnih vojaških aktivnosti (Lieberman in sod.,

2005 in Nindl in sod., 2002) in primerljive z atleti, čeprav je pri vojaki pogostost obremenitev nepredvidljiva in spremenljiva, kar ne velja za atlete (Tharion in sod., 2005).

Zagotovitev ustrezne prehrane je odvisna od več medsebojno povezanih dejavnikov: kakovosti surovin za pripravo hrane, načina priprave obrokov, sestave in uravnoteženosti jedilnikov, količine hrane, ki jo vojaki pojedjo, okolja, kjer se odvija prehranjevanje, od tega, ali jedo sami ali v skupini, kulturne sprejemljivosti hrane, povezane s prehranjevalnimi navadami itd. Ugotovili so, da vojaki pogosto ne pojedjo dovolj hrane, četudi je na voljo, zaradi česar sta lahko energijski in hranilni vnos neustrezna (Tharion in sod., 2005).

Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004) predpisujejo energijsko vrednost, razmerje makrohranil ter vsebnosti mikrohranil v dnevni obrokih, podobno kot te vrednosti predpisujejo različni vojaški standardi v drugih državah (Messer in sod., 2005; Casey in sod., 2005).

Pri primerjavi priporočenih vrednosti iz treh izbranih referenčnih priporočil (Prehranska priporočila..., 2004; Referenčne vrednosti..., 2004; Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016; USDA, 2015) smo ugotovili, da se priporočila, ki veljajo za slovensko vojsko, ne razlikujejo veliko od priporočil za splošno populacijo, primerljivo po starosti in energijski porabi.

2.5.1 Energija in makrohranila

Energijska poraba vojakov je v pogojih terenskega delovanja povečana in se pri normalnem delovanju giblje med 14 000 kJ in 17 500 kJ (3 000 in 4000 kcal), povprečno 15 200 kJ (3630 kcal) dnevno, pri bojnih aktivnostih, ki so izredno naporne med 14 500 kJ in 28 000 kJ (3500 do 6 600 kcal), povprečno pa 18 600 kJ (4 400 kcal) (Tharion in sod., 2005) (Preglednica 4).

Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004) za napornejše telesne aktivnosti predpisujejo okoli 15 000 kJ dnevno, od katerih odpade na ogljikove hidrate 50 do 60 % (izjemoma 70 %), na maščobe 20 do 35 %, ostanek so beljakovine (od 0,8 do 1,0 g/kg telesne teže). Dnevni obroki morajo vsebovati od 20 do 35 g vlaknin. Predpisani so tudi dnevni vnosi makro- in mikrohranil, nekaterih elementov v sledovih ter vitaminov (Prehranska priporočila ..., 2004).

Preglednica 4: Energijska poraba vojakov (moški) pri aktivnostih na terenu (Prehranska priporočila..., 2004; Tharion in sod., 2005)

Table 4: Energy consumption of soldiers (men) at field activities (Prehranska priporočila..., 2004; Tharion in sod., 2005)

Vrsta aktivnosti	Energijska poraba (kJ/kcal)	Vir
običajno delovanje na terenu	14 000–17 500/3 300–4 200	Tharion in sod., 2005
povprečje	15 200/3 600	Tharion in sod., 2005
napornejše telesne aktivnosti	14 600–15 200/3 500–3 600	Prehranska priporočila, ... 2004
izjemno naporne aktivnosti	14 500–28 000/3 500–6 700	Tharion in sod., 2005

Vsebnost hranil v vojaških jedilnikih je navadno ocenjena iz prehranskih tabel. Analize obrokov so redke (Klicka in sod., 1996). Bedogni in sod. (1999) so primerjali analizirane in ocenjene podatke. Ocena podatkov iz prehranskih tabel je primerna za oceno energijske vrednosti, ogljikovih hidratov in beljakovin, ne pa za oceno vlaknin. V tej študiji mikroelementov niso proučevali. Zadosten energijski vnos in ustrezno razmerje makrohranil ne zagotavljata nujno ustrezne vsebnosti mikrohranil (Tharion in sod., 2004).

Tharion in sod. (2005) poročajo, da vojaki na terenu pogosto s hrano ne pokrijejo energijske porabe, kar ni odvisno le od količine, ki je na voljo. Razlogi so zelo kompleksni. Okusnost ponujene hrane je le eden od njih. Pomemben vpliv imajo tudi interakcije med posameznikovimi značilnostmi, hrano in okoljem (Tharion in sod., 2005; Graaf in sod., 2005).

Vojaška prehrana je, podobno kot športna, ogljikohidratni tip prehrane, pri kateri z ogljikovimi hidrati pokrijemo od 50 % do 70 % skupnega energijskega vnosa. Količina zaužitih ogljikovih hidratov je tesno povezana z učinkovitostjo, vzdržljivostjo in bojno pripravljenostjo. Če pred fizično aktivnostjo uživamo živila z visokim deležem ogljikovih hidratov, se glikogenske zaloge v organizmu povečajo, kar ugodno vpliva na povečanje psihofizične vzdržljivosti, ki je za poklicne vojake še posebej pomembna. Poleg tega ustrezno visok delež ogljikovih hidratov zagotavlja dobre kognitivne funkcije ter pred izvajanjem fizično zahtevnih nalog statistično značilno poveča budnost in razpoloženje (Lieberman in sod., 2002).

2.5.2 Mikrohranila

Mikrohranila uravnavajo številne biokemijske funkcije v organizmu. Pomembno vlogo imajo pri energijski presnovi, ki je lahko med naporno telesno aktivnostjo od 20 do 100 krat povečana v primerjavi z mirovanjem (Maughan, 1999).

Energijsko porabo vojakov lahko primerjamo z energijsko porabo atletov. Ustrezna oskrba atletov z določenimi mikrohranili veča odpornost organizma in izboljšuje imunski odziv, vzpodbuja kontrakcije in relaksacije skeletnih in srčne mišice, povečuje vzdržljivost, aktivira porabo zalog glukoze, izboljšujejo reflekse, sodeluje pri odstranjevanju toksinov in radikalov iz organizma ter preprečuje poškodbe ligamentov (Speich in sod., 2001; Whiting in Barabash, 1998).

Več mikroelementov v veliki meri prispeva k zaščiti pred prostimi radikali, na primer selen v glutation peroksidazah, železo v katalazi, baker, cink in mangan v superoksid dismutazi ipd. Velikost oksidativnih tkivnih poškodb je rezultat porušenega ravnotežja med proizvedenimi radikali in antioksidantnim zaščitnim sistemom. Nekateri viri navajajo, da imajo fizično aktivni ljudje, med katere lahko prištevamo tudi vojake, zaradi povečanih izgub mikroelementov s potom, urinom in fecesom ter zaradi povečane obrambe pred radikali, povečane potrebe po mikrohranilih (Maughan, 1999; Speich in sod., 2001).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 NAČRT DELA

V raziskovalnem delu smo želeli z uporabo fizikalno-kemijskih analiz oceniti ustreznost celodnevne vojaške prehrane glede na Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004), Referenčne vrednosti za vnos hranil (2004) in posodobljene Referenčne vrednosti za energijski vnos in vnos hranil (2016). Pri vrednotenju dobljenih rezultatov smo posebno pozornost namenili maščobnokislinski sestavi vojaških obrokov ter izračunu nekaterih prehransko pomembnih indeksov, ki so primerni kazalci prehranske kakovosti zaužitih maščob.

Na podlagi primerjave rezultatov, ki smo jih pridobili s pomočjo kemijsko-fizikalnih analiz ter rezultatov računalniške obdelave podatkov, smo skušali ovrednotiti uporabnost računalniškega programa Prodi Expert 5.7 za načrtovanje prehrane pripadnikov slovenske vojske.

Vzorci so bili celodnevni vojaški obroki, pri čemer je vsak celodnevni pobrok predstavljal seštevek treh delnih obrokov, in sicer zajtrka, kosila in večerje. Pri vzorčenju, ki je potekalo neposredno na delilni liniji v vojašnici in je bilo naključno, smo uporabili metodo dvojne košarice (double basket method). To pomeni, da smo za kemijsko analizo in računalniško obdelavo vnosa hranil zajeli dvojnike obrokov, ki so jih vojaki v posameznem dnevu dejansko zaužili.

Kot metodo za oceno vnosa hranil za nadaljnjo obdelavo na računalniškem programu Prodi 5,7 Expert smo uporabili metodo tehtanja, ki med neposrednimi metodami za oceno vnosa hranil velja za najbolj natančno in zanesljivo. Zato smo po vzorčenju delnih obrokov natančno stekali njihove posamezne komponente (jedi in samostojna živila) ter mase zabeležili v pripravljene obrazce. Prav tako smo pri pripravi vzorcev za nadaljnje analize zabeležili mase neužitnih delov vsakega obroka (olupki, ogradki, kosti,...).

Pri pregledu literaturnih podatkov in pripravi načrta dela smo ugotovili, da je potrebno pri kemijskih analizah vzorcev kompleksnih matriksov posebno pozornost posvetiti izbiri primerne metode homogenizacije in ekstrakcije vzorca z namenom, da v čim večjem obsegu preprečimo izgube določenih hranil, predvsem antioksidantov in nekaterih vitaminov. Zato smo z modelnim predposkusom, ki je potekal v okviru diplomske naloge, optimizirali metode priprave, stabilizacije in homogenizacije vzorcev, ki so v nadaljevanju omogočile čim bolj zanesljive in ponovljive analize rezultate (Wechtersbach, 2005; Wechtersbach in Cigić, 2007).

3.2 MATERIAL

3.2.1 Vzorci celodnevni vojaških obrokov

V raziskavo smo zajeli 15 celodnevni vojaški obroki oziroma menijev, ki so bili pripravljeni v obdobju med majem in novembrom 2005 v vojaški kuhinji v Vipavi. Celodnevni vojaški obrok so sestavljali trije obroki (zajtrk, kosilo in večerja), ki so vsebovali vse z jedilnikom predpisane jedi. Zajtrk je bil sestavljen iz pijače v obliki čaja, bele kave ali mleka, namaza (sirni namaz, marmelada ali med, maslo), kruha, mesnega izdelka in sadja. Osnova kosila so bile različne juhe ter mesne ali ribje glavne jedi in škrobne in/ali zelenjavne priloge. Sestavni del kosila je bil tudi dodatek kruha, sadja in/ali sladica. Večerjo so sestavljale različne

glavne jedi ali enolončnice, kruh, včasih solata, sladica ali sadje. Pri kosilu in večerji so bile vedno na razpolago tudi sadne pijače in voda.

Vse jedi so bile pripravljene v skladu s predpisanimi jedilniki in recepturami z normativi za pripravo jedi v slovenski vojski (Pograjc, 2001a, 2001b).

3.2.1.1 Protokol vzorčenja

Vzorčenje je potekalo v vojašnici Vipava, kjer so vojaki opravljali osnovno vojaško usposabljanje.

Pri odvzemu vzorcev smo upoštevali naslednje:

- vsak obrok smo odvzeli v treh ponovitvah in neposredno z delilne linije. Tako je vsak celodnevni vojaški obrok predstavljal povprečje treh odvzetih celodnevni obrokov;
- vedno smo odvzeli približno vsak deseti, petdeseti in osemdeseti obrok;
- vse jedi, ki so bile na krožniku, smo najprej ločeno stehali in dobljene mase zabeležili v priložen obrazec. Pri vsakem delnem obroku (zajtrk, kosilo in večerja) smo zapisali tudi težo pripravljenih gotovih izdelkov in sadja, ki so bili sestavni del jedilnika. Neužitni del jedi smo odstranili in stehali ter težo zabeležili v priložen obrazec. Pri analizah in izračunih smo upoštevali samo maso užitnega dela celodnevnega obroka. Po tehtanju smo jedi stresli neposredno v suho in čisto plastično posodo s pokrovom;
- vorcem obrokov smo kot del celodnevnega obroka dodali tudi kruh, in sicer približno 500 g kruha/dan/vojaka. Pijačo, ki je bila sestavni del obroka, smo zbirali v posebni posodi;
- do dostave na fakulteto so bili vzorci shranjeni v hladilniku v vojašnici, med transportom do Biotehniške fakultete pa v hladilni torbi in/ali izolirani termo posodi;
- med celotnim postopkom smo se trudili, da čas od vzorčenja do homogenizacije in stabilizacije vzorcev ni bil daljši od 10 ur;
- povprečna masa užitnega dela celodnevni obrokov je znašala $3\,211 \pm 298$ g (od 2 715 g do 3 852 g).

3.2.1.2 Homogenizacija in priprava vzorcev

Za zagotavljanje pravih in ponovljivih analizi rezultatov je pomembno, da metode odvzema, shranjevanja in priprave vzorcev prilagodi njihovi sestavi in vrsti analiz, ki jih nameravamo opraviti. S tem dosežemo dobro reprezentativnost odvzetega vzorca. (Brandwilliams in sod., 1995).

Dejavniki, kot so temperatura, pH, kovinski ioni in svetloba, lahko vplivajo na kemijske pretvorbe določenih antioksidantov in med drugimi tudi na stabilnost vitaminov C in E (Kamaleldin in Appelqvist, 1996), kar je z modelnim predposkusom na testnih raztopinah in različno homogeniziranih vzorcih kompleksnih matrikov potrdil tudi Wechtersbach (2005).

Ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih dejavnikov je bil postopek priprave in homogenizacije vzorcev celodnevni vojaški obrokov naslednji:

- vse tri paralelke celodnevni obrokov hrane so bile v laboratorij prinesene v hladilni torbi ali izolirani posodi;
- najprej smo iz vseh treh paralelek odstranili nejedilni del (kosti, olupki in peščiča, koža), vsakemu obroku posebej izmerili volumen ter ga stehali;

- sledila je homogenizacija obrokov v kutru (10 l), ki je potekala v laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil. Ob dodatku meta-fosforne kisline (2 %) smo obroke homogenizirali v dveh stopnjah: prvo minuto pri 300 min⁻¹, nato smo obrate povečali na 3000 min⁻¹. Po treh minutah smo s homogenizacijo zaključili ter takoj izmerili temperaturo in pH homogenizata (pH meter);
- Nato smo približno 2 g homogenizata prenesli v stehtane plastične centrifugirke, ki smo jih takoj zamrzili s tekočim dušikom. Do analize, ki smo jo opravili še isti dan, smo vzorce hranili v zamrzovalniku pri -20 °C (analize skupnega antioksidativnega potenciala, vitamina C in maščobnokislinske sestave);
- del preostalega vzorca smo zračno posušili v sušilniku z ventilatorjem do konstantne mase, zmleli v mlinčku in shranili v prahovkah za nadaljnje kemijske analize.

3.3 ANALITSKE METODE

Kemijske analize smo opravili v času od maja do novembra 2005 na Katedri za tehnologije, prehrano in vino ter na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. V zračno suhih vzorcih celodnevih vojaških obrokov smo določili vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob ter na koncu izračunali vsebnost ogljikovih hidratov, energijsko vrednost ter energijske deleže posameznih makrohranil in pomembnejših skupin maščob. Vsebnosti vitaminov C in E ter maščobnokislinsko sestavo vzorcev smo določali v predhodno pripravljenih in zamrznjenih homogenizatih svežih vzorcev.

3.3.1 Določanje zračne sušine

Vsebnost vode smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 950.46 Moisture in meat (AOAC 950.46., 1999)

3.3.2 Izračun vsebnosti vode v svežem obroku

(Plestenjak in Golob, 2003)

$$vsebnost\ vode\ (\%) = A + B - \frac{A \cdot B}{100\ \%} \quad \dots(1)$$

A = izguba mase med zračnim sušenjem (%)

B = vsebnost vode v zračno suhem vzorcu (%)

Vsebnost suhe snovi v obroku je:

$$vsebnost\ suhe\ snovi\ (\%) = 100\ \% - vsebnost\ vode \quad \dots(2)$$

3.3.3 Določanje vsebnosti pepela

Vsebnost skupnih mineralnih snovi smo določali po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 920.153 Ash of Meat (AOAC 920.153, 1999).

3.3.4 Določanje vsebnosti maščob z metodo po Waibullu in Stoldtu

Vsebnost maščob smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 991.361 Fat (Crude) in Meat and Meat Product (AOAC 991.36, 1999).

3.3.5 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu

Beljakovine smo določali z metodo po Kjeldahlu in je opisana v AOAC Official Method 928.08 Nitrogen in Meat Kjeldahl Method (AOAC 928.08, 1999).

3.3.6 Določanje prehranske vlaknine

Vsebnost skupne, topne in netopne prehranske vlaknine smo določili po encimatsko-gravimetrični metodi, ki je opisana v AOAC Official Method 991.43 Total, soluble and insoluble dietary fiber in foods (AOAC 991.43, 1995).

3.3.7 Izračun ogljikovih hidratov

Vsebnost ogljikovih hidratov smo izračunali iz rezultatov predhodno opravljenih analiz in znanih vsebnosti vode oziroma suhe snovi, pepela, vlaknin, maščob in beljakovin (povzeto po Plestenjak in Golob, 2003):

Vsebnost OH v obroku = vsebnost suhe snovi - (vsebnost pepela + vsebnost maščob + vsebnost beljakovin) ...(3)

3.3.8 Izračun energijske vrednosti obrokov v kJ

Energijsko vrednost 100 g obroka in energijske vrednosti posameznih hranljivih snovi v 100 g obroka (v kJ) smo izračunali po spodnjih enačbah (povzeto po Plestenjak in Golob, 2003):

$$\text{Energijska vrednost beljakovin} = \text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} \times 17 \quad \dots(4)$$

$$\text{Energijska vrednost maščob} = \text{vsebnost maščob (g/100 g)} \times 37 \quad \dots(5)$$

$$\text{Energijska vrednost ogljikovih hidratov} = \text{vsebnost ogljikovih hidratov (g/100 g)} \times 17 \quad \dots(6)$$

3.3.9 Izračun energijskih deležev posameznih hranljivih snovi

S pomočjo energijskih vrednosti smo izračunali energijske deleže posameznih hranljivih snovi v analiziranih obrokih po naslednjih enačbah (povzeto po Plestenjak in Golob, 2003):

$$ED \text{ beljakovin (\%)} = \frac{EV \text{ beljakovin (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g obroka}} \cdot 100 \% \quad \dots(7)$$

$$ED \text{ maščob (\%)} = \frac{EV \text{ maščob (v 100 g obroka)}}{EV \text{ 100 g obroka}} \cdot 100 \% \quad \dots(8)$$

$$ED \text{ ogljikovih hidratov (\%)} = \frac{EV \text{ ogljikovih hidratov (v 100 g)}}{EV \text{ 100 g obroka}} \cdot 100 \% \quad \dots(9)$$

3.3.10 Določanje maščobnokislinske sestave vzorcev celodnevni vojaških obrokov

Princip

Maščobnokislinsko sestavo vojaških obrokov smo določili s plinsko kromatografijo (GC), in sicer z metodo *in situ* transesterifikacija (ISTE) modificirano po Parku in Goinsu (1994), kjer ni potrebna predhodna ekstrakcija maščob iz vzorca. Prednosti te metode so, da je relativno hitra, hkrati pa se izognemo tudi morebitnim izgubam metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK), ker potečeta ekstrakcija in transesterifikacija v isti epruveti. Vsak vzorec je bil določen v treh paralelkah, vsi predstavljeni rezultati na slikah in v preglednicah predstavljajo povprečno vrednost teh treh določitev.

Reagenti:

- NaCl,
- metilenklorid (CH_2Cl_2),
- sveže pripravljene NaOH v metanolu,
- BF_3 (borov trifluorid) v metanolu,
- heksan,
- standardna mešanica (Nu Chek 85),
- standardna mešanica (Nu Chek 68 D),
- standardna mešanica (FAME Mix C4-C24).

Izvedba

Odtehtamo 0,2 g ($\pm 0,001$ g) predhodno homogeniziranega vzorca maščobe (masa vzorca : masa NaCl = 2 : 1) v epruvete. Sledi dodatek 300 μl metilen klorida (CH_2Cl_2) in 3 ml 0,5 M sveže pripravljenega natrijevega hidroksida (NaOH) v metanolu. Epruvete tesno zapremo s teflonskim pokrovčkom in jih dobro premešamo. Vzorce segrevamo v termobloku 10 minut pri 90 °C ter jih vmes večkrat premešamo. Po segrevanju sledi hitro hlajenje v ledeni vodi (0 °C). Ohlajeni zmesi dodamo 3 ml 14 % BF_3 v metanolu, dobro premešamo in ponovno segrevamo v termobloku 10 minut pri 90 °C. Sledi hlajenje na sobno temperaturo (23 °C), dodatek 3 ml 10 % NaCl v vodi in 2 ml heksana. Epruvete nato 1 minuto močno stresamo, da pride do čim boljše ekstrakcije metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK) iz vodne v nepolaro, heksansko fazo. Sledi centrifugiranje (10 minut pri 2000 min^{-1}). Po centrifugiranju previdno odpipetiramo zgornjo heksansko fazo v temne penicilinke in 1 μl injiciramo v plinski kromatograf s plamensko ionizacijskim detektorjem (GC-FID).

Plinska kromatografija

Vsebnost in deleže posameznih maščobnih kislin določamo s plinsko kromatografijo na plinskem kromatografu (Agilent Technologies 6890), s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID). Uporabimo kapilarno kolono SPTM-2380 (Supelco, 24111) (60 m × 0,25 mm × 0,2 μm).

Temperaturni program za ločevanje in detekcijo: 150 °C (4 min); 4 °C/min do 180 °C (5 min), 3 °C/min do 240 °C (2 min); temperatura injektorja 250 °C; injektor: split : splitless = 1:30, volumen 0,5 μl; temperatura detektorja FID 280 °C; nosilni plin: He (čistost 6) 2,3 ml/min; maskirni plin: N₂ (čistost 6) 45 ml/min; plina detektorja: H₂ (čistost 6) 40 ml/min; sintetični zrak (čistost 6) (21 % O₂) 450 ml/min.

Za določitev in vrednotenje rezultatov uporabimo naslednje standarde MEMK: standardno mešanico (Nu Chehk 85 Prep. Inc), standardno mešanico (Nu Chehk 68 D Prep. Inc.) ter standardno mešanico FAME Mix C4-C24 (Supelco, 18919-1AMP).

Določanje faktorja odzivnosti (Rf) plamensko ionizacijskega detektorja (FID)

Za natančno kvantitativno vrednotenje kromatogramov je potrebno določiti faktor odzivnosti detektorja (Rf). Določimo ga s standardno mešanico (Nu Check 85 Prep. Inc), kjer so znani utežni % posameznih maščobnih kislin.

Račun:

$$Rf = \frac{ut.\%_{posamMEMK} \times \sum_{i=1}^n A_i}{A_i \times 100 ut.\%} \quad \dots(10)$$

A_i = površina posameznega MEMK-standarda

ut. % posameznih metilnih estrov maščobnih kislin v Nu Check 85 znaša 3,03, razen za metilne estre heksadekanojske (palmitinske) maščobne kisline, kjer znaša 6,06.

Določanje konverzijskega faktorja (FA_i) za posamezno MK

Faktor za pretvorbo MEMK v MK (FA_i) določimo po naslednji formuli:

Račun:

$$FA_i = \frac{MrMK_i}{MrMEMK_i} = \frac{MrMK_i}{MrMK_i + 14} \quad \dots(11)$$

MrMK_i = molska masa posamezne maščobne kisline

MrMEMK_i = molska masa posameznega metilnega estra maščobnih kislin, ki se od MrMK_i razlikuje za Mr (CH₂) skupine = 14

Izračun utežnih deležev maščobnih kislin (ut %)

Utežni delež maščobnih kislin v vzorcu izračunamo iz relativne površine vrha posamezne maščobne kisline na kromatogramu (A_i) in upoštevanjem faktorja odzivnosti detektorja (Rf_i) ter konverzijskega faktorja (FA_i) pretvorbe MEMK v MK.

Račun:

$$ut. \% MK = \frac{(Rf_i \times FA_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n (Rf_i \times FA_i \times A_i)} \times 100 \quad \dots(12)$$

A_i = površina posamezne maščobne kisline

Rf_i = faktor odzivnosti detektorja za posamezno maščobno kislino

FA_i = konverzijski faktor za posamezno maščobno kislino

3.3.11 Določanje vsebnosti askorbinske kisline (ASK), dehidroaskorbinske kisline (DHA) in skupnega vitamina C z metodo HPLC

Vitamin C lahko s hrano dobimo v dveh oblikah, in sicer kot L-askorbinsko kislino (ASK), ki je močan reducent, in kot L-dehidroaskorbinsko kislino (DHA), ki predstavlja oksidirano obliko vitamina. Obe spojini sta v telesnih tekočinah biološko aktivni in se v organizmu v reverzibilnih, encimsko kataliziranih reakcijah oksidacije in redukcije pretvarjata druga v drugo (Basu in Dickerson, 1996; Lykkesfeldt, 2000).

Wechstersbach (2005) je z modelnim predposkusom ugotovil, da se askorbinska kislina med postopkom homogenizacije pospešeno pretvarja v dehidroaskorbinsko kislino in da na njeno stabilnost bistveno vpliva pH reakcijske zmesi med postopkom homogenizacije. Prav tako je dokazal, da se med postopkom zamrzovanja antioksidativna aktivnost vzorcev zmanjšuje. Zato je pomembno, da na testiranih vzorcih opravimo meritve čim hitreje po homogenizaciji. V skladu z njegovimi ugotovitvami smo zato pri pripravi vzorcev že med samo homogenizacijo zniževali pH reakcijske zmesi z dodajanjem 2 % MFK do 2,5. Tako smo povečali kromatografsko določeno vsebnost askorbinske kisline v vzorcih, nismo pa uspeli preprečiti zmanjševanja vsebnosti antioksidativne aktivnosti vzorcev med zamrzovanjem.

Princip:

S tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) ločujemo vzorec na posamezne komponente, ki potujejo po koloni in prehajajo med mobilno in stacionarno fazo, pri čemer se premikajo le v mobilni fazi z določeno hitrostjo u_x .

$$u_x = 1/t_r \quad \dots(13)$$

u_x = hitrost

t_r = retenzijski čas

Čas, ki ga potrebuje določena komponenta, da pride skozi kolono oz. da jo zapusti, se imenuje retenzijski čas. Vrednost retenzijskega časa je za posamezno komponento karakterističen, zato ga lahko pri konstantnem pretoku uporabimo za identifikacijo in kvantifikacijo komponent, ki potujejo po koloni. Na izhodu iz kolone lahko spojino detektiramo na različne načine, najpogosteje pa s spektrofotometričnim detektorjem, kjer merimo absorbanco eluirane raztopine pri tisti valovni dolžini, kjer analizirana spojina maksimalno absorbira svetlobo.

3.3.11.1 Določanje askorbinske kisline (ASK)

Za določanje askorbinske kisline na HPLC sistemu smo v 2 ml mikrocentrifugirke odpipetirali 500 μ l polarne faze, ki smo jo pripravili kot je opisano pod točko 3.2.1, in 1000 μ l 2 % MFK. Askorbinsko kislino smo določali na koloni Synergie C₁₈ 250 mm $\times$ 4 mm. Vzorce smo pred nanosom prefiltrirali (0,45 μ m) v steklene vialke. Na kolono, ekvilibrirano s fosfatnim pufrom s koncentracijo 3,54 g/l KH₂PO₄, pH 2,9, smo nanесли 20 μ l prefiltriranega vzorca. Kolono smo po nanosu posameznega vzorca 20 minut spirali pri konstantnem pretoku 0,6 ml/min. Eluirane komponente smo spektrofotometrično detektirali, uporabili smo UV detektor (254 nm) (Oruša-Concha in sod., 1998).

3.3.11.2 Umeritvena krivulja za kromatografsko določanje askorbinske kisline

Koncentracijo askorbinske kisline v ekstraktu vzorcev smo določili s primerjavo vrednosti površine vrhov ASK v kromatogramu ekstraktov z različnimi koncentracijami standardnih raztopin ASK.

Koncentracijo askorbinske kisline v vzorcih smo izračunali s pomočjo umeritvene krivulje, ki smo jo pripravili na osnovi standardnih raztopin askorbinske kisline. Slika 1 prikazuje odvisnost vrednosti integrala (mAU $\times$ min) od koncentracije askorbinske kisline.

Vrednost površine kromatografskega vrha je izražena kot mAU_{254 nm} $\times$ min pri pretoku 0,6 ml/min in nanosu 20 μ l standardne raztopine askorbinske kisline. Masno koncentracijo askorbinske kisline v vzorcu smo izračunali po naslednji enačbi:

$$c_{ASK} \text{ (mg/l)} = \text{vrednost integrala} / 2,207 \quad \dots(14)$$

Uporabljeni parametri :

- kolona Synergie C₁₈250 nm x 4 mm,
- mobilna faza: fosfat pH 2,9,
- pretok: 0,6 ml/min,
- detekcija pri 254 nm.

Povprečno vrednost koncentracije askorbinske kisline v 100 g obroka smo izračunali po naslednji formuli:

$$\Delta \text{ mg ASK} / 100 \text{ g obroka} = \frac{\Delta \text{ vrednost integrala} \times R \times \frac{m_{\text{bruto}}}{m_{\text{neto}}}}{k \times 10} = \frac{8,8643 \times 9 \times \frac{13163 \text{ g}}{11807 \text{ g}}}{2,2066 \times 10} = 4,03 \quad \dots(15)$$

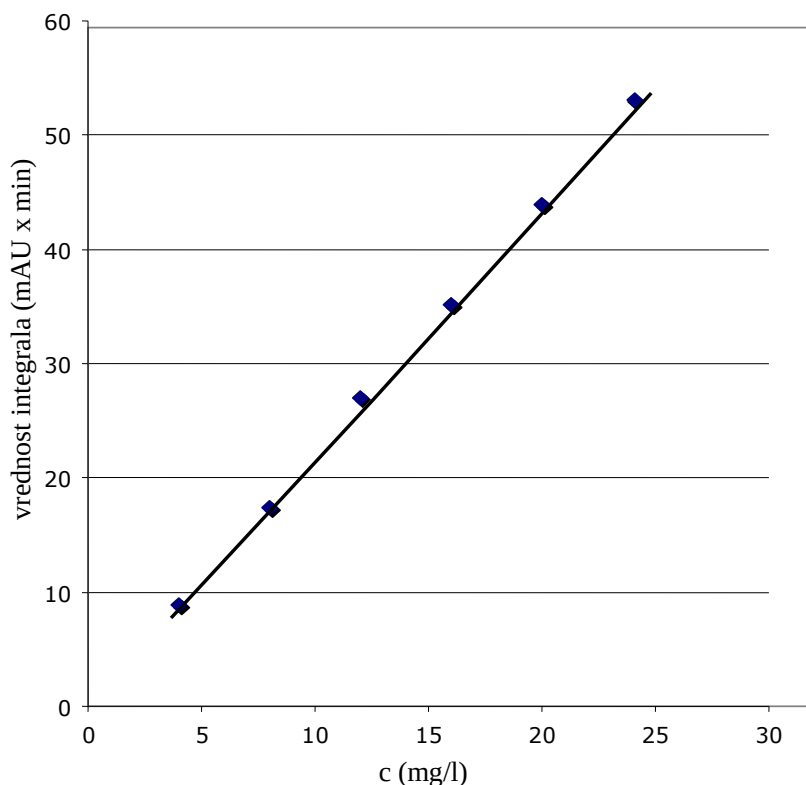
R = razredčitev

k = naklon premice

m = masa obroka

Delež dehidroaskorbinske kisline v vzorcih vojaških obrokov smo izračunali po formuli:

$$\% DHA = \frac{\text{celota} - \text{ASK}}{\text{celota}} = \frac{5,27 \text{ mg}/100 \text{ g} - 4,03 \text{ mg}/100 \text{ g}}{5,27 \text{ mg}/100 \text{ g}} = 23,5 \quad \dots(16)$$



Slika 1: Umeritvena krivulja askorbinske kisline na HPLC sistemu

Figure 1: Calibration curve of ascorbic acid analysed on HPLC

3.3.11.3 Določanje skupnega vitamina C in vsebnosti dehidroaskorbinske kisline (DHA)

Za določanje celokupnega vitamina C (askorbinska kislina + dehidroaskorbinska kislina) smo dehidroaskorbinsko kislino v vzorcih pred začetkom analize reducirali. Za redukcijo smo uporabili relativno nov reducent TCEP (Tris(2-karboksietil)fosfin) (Wechtersbach in Cigić, 2007), ki dobro deluje v širokem spektru pH, tudi pri pH 2. Zato predstavlja dobro alternativo redukciji z DDT (ditiotreitol), ki učinkovito deluje le pri pH vrednostih večjih od 6, kjer je askorbinska kislina nestabilna (Wechtersbach, 2005). Lykkesfeldt (2000) navaja, da je učinkovitost redukcije DHA s TCEP enaka pri pH 6,2 in 4,3, vzorci pa so stabilni tudi po 96 urah.

Vsebnost DHA smo določili indirektno s predhodno redukcijo do askorbinske kisline ter z merjenjem razlike v vsebnosti askorbinske kisline v vzorcih pred redukcijo in po njej. Čas za redukcijo z reagentom TCEP s končno koncentracijo 0,25 mmol/l v vzorcu je približno 90 minut pri sobni temperaturi (Lykkesfeldt, 2000). Zmešali smo 500 µl supernatanta z 1000 µl 10 mM TCEP (tris[2-karboksietil]fosfin hidroklorid) raztopljenega v 2 % MFK, počakali, da je

potekla redukcija in dobljeno skupno askorbinsko kislino določili na HPLC sistemu pod istimi pogoji, kot je opisano zgoraj.

3.3.12 Postopek določanja vitamina E v vzorcih celodnevni vojaških obrokov

Po končani homogenizaciji na malem kutru smo del obrokov poslali na analizo v certificirani laboratorij Neutron-Maranello v Modeni, Italija, kjer so v vzorcih celodnevni vojaških obrokov po standardni metodi AOAC (AOAC Official Method, 1995) določili količino α -tokoferola, skupno količino β -tokoferola in γ -tokoferolov ter količino δ -tokoferola. Vzorci so bili 45 min podvrženi delovanju KOH (z refluksom). Za ekstrakcijo tokoferolov iz neumiljenega dela je bil uporabljen petrol eter. Ločevanje je potekalo s pomočjo tekočinske kromatografije na reverznofazni koloni, za določanje je bil uporabljen fluorometrični detektor.

3.4 OCENA HRANILNE VREDNOSTI OBROKOV Z RAČUNALNIŠKIM PROGRAMOM PRODI 5.7 EXPERT PLUS

Podatke o sestavi celodnevni vojaških obrokov, ki smo jih pridobili z metodo tehtanja, smo obdelali z računalniškim programom za strokovno načrtovanje in vrednotenje prehrane Prodi 5,7 Expert Plus, ki ga je razvilo podjetje Nutri-Science GmbH s sedežem v Nemčiji. Sistem temelji na nemški podatkovni bazi hranil (BLS II.3), prehranskih tabelah po Souci-Fachmann-Krautu (SFK) 2005 ter na referenčnih vrednostih za vnos hranil (Nemčija (D), Avstrija (A) in Švica (CH)) (Kluthe, 2010), ki so jih za vse tri države izdelali Nemško prehransko društvo, Avstrijsko prehransko društvo, Švicarsko društvo za raziskovanje prehrane in Švicarsko združenje za prehrano. Leta 2004 pa jih je privzelo tudi Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije.

3.5 STATISTIČNA ANALIZA

Zbrane podatke, ki smo jih pridobili s kemijskimi analizami in računalniško obdelavo, smo uredili v programu Microsoft Excel ter jih statistično obdelali s pomočjo računalniškega programa SPSS (SPSS-Statistical Package for Social Sciences 15.0 for Windows. Evaluation Version, 2006).

Za statistično obdelavo dobljenih rezultatov smo uporabili naslednje statistične metode:

- metodo univariantne opisne statistike, s pomočjo katere smo izračunali nekatere osnovne statistične parametre;
- metode bivariantne analize s korelacijsko analizo in izračuni Pearsonovega koeficienta korelacije (r) ter izračuni nekaterih parametričnih testov, in sicer parni t -test, s katerim smo primerjali razlike med kemijsko analizo in računalniškim programom Prodi 5,7 Expert Plus za povprečne dnevne vsebnosti posameznih hranil v vojaških obrokih.

3.5.1 Opisna statistika

Z metodami opisne statistike ali univariantne smo izračunali povprečne vrednosti, standardne odklone, intervale zaupanja ter najmanjše in največje vrednosti.

3.5.2 Bivariantna analiza

Bivariantna analiza vključuje različne metode relacijske analize ter različne metode medsebojne primerjave dveh ali več neodvisnih vzorcev. Z metodami bivariantne analize testiramo medsebojni vpliv dveh spremenljivk, ki sta lahko neodvisni oziroma je ena neodvisna in druga odvisna (Košmelj, 2007).

3.5.2.1 Relacijska analiza

Dve spremenljivki sta lahko v različnih relaciji odvisnosti ali povezanosti. Odvisnost je relacija, ko vrednosti ene spremenljivke vplivajo na vrednosti druge spremenljivke. Obratnega vpliva ni. Povezanost ali soodvisnost pa je relacija, ko se hkrati spreminjajo vrednosti obeh spremenljivk. Izračunati želimo mero, ki ovrednoti moč povezanosti. Ena je enostavna linearna regresija, druga pa korelacija. Korelacijo merita Pearsonov koeficient korelacije (r) in Spearmanov koeficient korelacije (r_s) (Košmelj, 2007).

Enostavna linearna regresija

Če med spremenljivkama obstaja enostavna linearna povezava, skozi podatke razsevnega grafikona lahko potegnemo regresijsko premico, ki opisuje linearno zvezo med spremenljivkama. Narišemo jo z uporabo metode najmanjših kvadratov (Košmelj, 2007).

Korelacijska analiza

Korelacijska analiza obravnava naključne kvantitativne spremenljivke. Govorimo o medsebojni povezanosti spremenljivk, ker nobene ne izberemo sami vnaprej in zato ne moremo govoriti o odvisnosti ene od druge (Košmelj, 2007).

Merilo za stopnjo povezanosti med dvema spremenljivkama je Pearsonov koeficient korelacije (r), ki ga uporabljamo v primeru normalno porazdeljenih spremenljivk. Njegova vrednost je definirana na intervalu od -1 do 1. -1 pomeni popolno negativno linearno povezanost, 0 pomeni, da linearne povezanosti ni, 1 pa popolno in pozitivno linearno povezanost. O značilnosti povezanosti nam Pearsonov koeficient korelacije ne pove nič. To ocenjujemo s t-testom pri m stopnjah prostosti.

Koeficient determinacije (r^2), ki je kvadrat koeficienta korelacije po Pearsonu, je definiran na območju od 0 do 1. Vrednosti pod 0,5 pomenijo, da je povezava šibka, med 0,5 in 0,8, da je srednje močna in nad 0,8, da je zelo močna

3.5.2.2 Analiza primerjave dveh ali več neodvisnih vzorcev

Parametrični testi

Temeljijo na predpostavki, da so spremenljivke porazdeljene normalno. Imajo veliko moč odkrivanja statističnih značilnosti. Kot povprečna vrednost se vedno uporabljajo aritmetične sredine (Košmelj in Kastelec, 2003).

t – test

Uporablja se za primerjavo dveh neodvisnih vzorcev. Test predpostavlja, da sta varianci obeh vzorcev enaki in primerja povprečne vrednosti obeh vzorcev (Košmelj in Kastelec, 2003).

Neparametrični testi

Neparametrični testi so enostavnejši od parametričnih in imajo manj predpostavk, vendar imajo zato tudi manjšo moč odkrivanja statističnih značilnosti. So hitri in preprosti in ne temeljijo na predpostavki o normalni porazdelitvi (Košmelj in Kastelec, 2002).

4 REZULTATI

Energijske vrednosti ter vsebnosti makro- in mikrohranil v celodnevni vojaški obroki smo kvantitativno in kvalitativno ovrednotili z različnimi metodami kemijsko-fizikalnih analiz ter z računalniškim programom za oceno vnosa hranil Prodi 5.7 Expert Plus. Dobljene rezultate smo primerjali s priporočili (Prehranska priporočila..., 2004; Referenčne vrednosti..., 2004; Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016). Kot referenčne vrednosti za oceno skladnosti vojaške prehrane s priporočili in predpisanimi normativi smo vzeli rezultate kemijsko-fizikalnih analiz, na osnovi katerih smo z uporabo statistične analize ovrednotili tudi uporabnost računalniškega programa Prodi 5,7 Expert Plus za vrednotenje in načrtovanje prehrane vojakov.

Rezultati raziskave so v nadaljevanju podani v treh sklopih, in sicer:

- rezultati kemijskih analiz celodnevni vojaški obrokov z osnovnimi parametri opisne statistike in korelacijske analize, s pomočjo katere smo ocenili skladnost vojaške prehrane s predpisanimi normativi in priporočili. Vključujejo slikovne in tabelarične predstavitve podatkov o izračunanih povprečnih energijskih vrednostih, energijskih deležih ter vsebnostih makrohranil, skupne, topne in netopne prehranske vlaknine ter vitaminov C in E. Sledijo podatki o maščobnokislinski sestavi obrokov, vsebnosti *trans* maščobnih kislin ter izračunana razmerja med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami (VNMK) in nasičenimi maščobnimi kislinami (NMK) (P/S) ter med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami (*n*-6/*n*-3);
- rezultati računalniške analize z oceno dnevnega vnosa energije in hranljivih snovi, energijskih deležev makrohranil, maščobnokislinske sestave ter razmerij P/S in *n*-6/*n*-3 z osnovnimi parametri opisne statistike;
- statistična obdelava podatkov s korelacijsko analizo in Studentovim parnim t-testom, s katerim smo primerjali obe uporabljeni metodi za oceno vnosa hranljivih snovi.

4.1 REZULTATI KEMIJSKIH ANALIZ

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati kemijskih analiz 15 celodnevni vojaški obrokov. Sestava posameznega celodnevnega obroka je prikazana v prilogi A. Na nekaterih slikah, ki prikazujejo dnevne vnose posameznih hranljivih snovi, smo za večjo preglednost in lažje vrednotenje rezultatov s črtami dodatno označili mejne vrednosti oziroma priporočila. Modre črte označujejo priporočene vrednosti, kot jih navajajo Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004), rdeče pa orientacijske vrednosti za priporočene dnevne vnose iz Referenčnih vrednosti za vnos hranil (2004) ter za nekatere parametre iz posodobljenih Referenčnih vrednosti za energijski vnos ter vnos hranil (2016).

4.1.1 Hranilna sestava vojaških obrokov

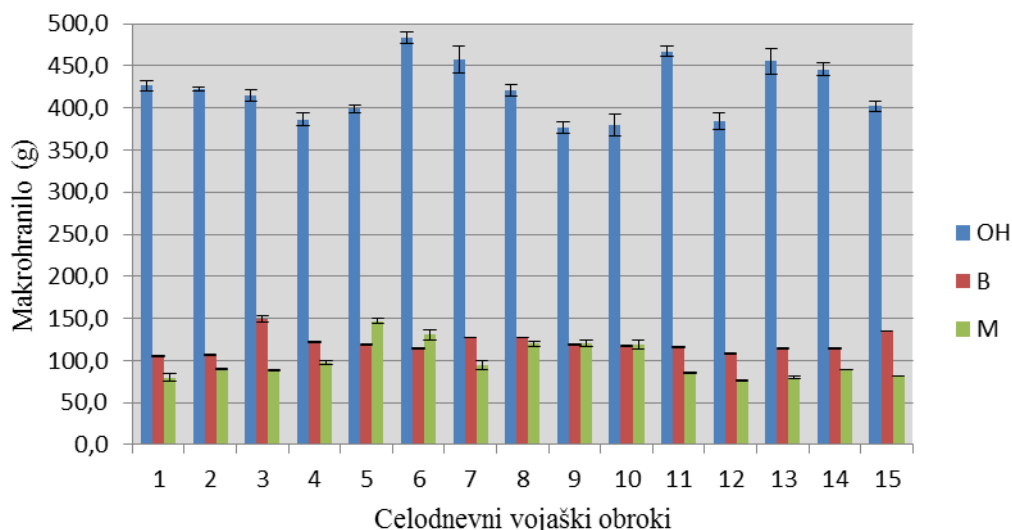
V preglednici 5 so prikazane povprečne količine makrohranil v 15 celodnevni vojaški obrokih, ki smo jih določili kemijsko analizo. Prikazane so povprečne vsebnosti maščob, beljakovin, skupne, topne in netopne prehranske vlaknine ter izračunana vsebnost ogljikovih hidratov. Povprečna masa cvo, ki se je gibala v območju med 2 715,0 g in 3 851,8 g, je znašala 3 211,0 g.

Preglednica 5: Povprečna hranilna sestava celodnevnih vojaških obrokov z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 5: Average nutritional composition of daily military meals with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
Masa cvo (g)	3211 $\pm$ 298,4	2715	3851,8	3184,8	9,3
Ogljikovi hidrati (g/dan)	421,5 $\pm$ 34,2	376,4	483,5	421,1	8,1
Maščobe (g/dan)	99,9 $\pm$ 21,7	76,5	146,8	89,9	21,7
Beljakovine (g/dan)	119,6 $\pm$ 11,4	105,3	149,1	117,8	9,5
Skupna prehranska vlaknina (g)	44,5 $\pm$ 6,9	32,2	53,3	44,9	15,6
Topna prehranska vlaknina (g)	14,7 $\pm$ 5,4	7,9	24,1	12,9	36,7
Netopna prehranska vlaknina (g)	29,6 $\pm$ 5,5	14,6	53,3	44,9	15,6

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, so – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, cvo – celodnevni vojaški obrok



Slika 2: Vsebnosti makrohranil (g) v celodnevnih vojaških obrokih (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, n=3). Legenda: OH – ogljikovi hidrati, B – beljakovine, M – maščobe

Figure 2: Contents of macronutrients (g) in daily military menus (mean values $\pm$ standard deviations, n=3). Legend: OH – carbohydrates, B – proteins, M – fats

Obroki so v povprečju vsebovali 421,5 g ogljikovih hidratov, 99,9 g skupnih maščob in 119,6 g beljakovin. Skupne prehranske vlaknine je bilo 44,5 g, od tega je bilo topne vlaknine približno za polovico manj kot netopne.

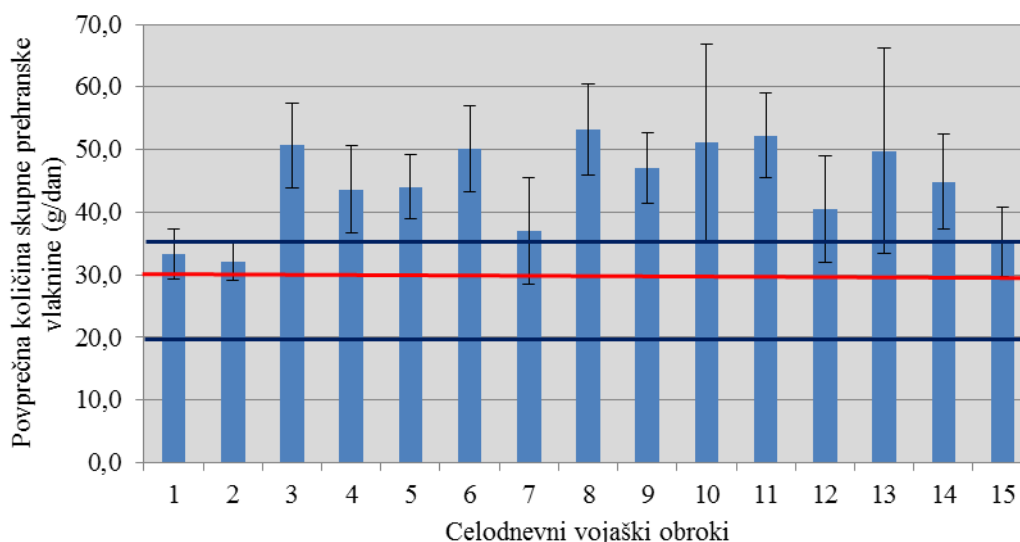
4.1.2 Povprečna dnevno zaužita količina skupne prehranske vlaknine

Referenčne vrednosti za energijski vnos ter vnos hranil (2016) navajajo kot orientacijsko vrednost za vnos prehranske vlaknine najmanj 30 g/dan oziroma za moške, stare med 25 in 50 let s pripadajočo nižjo ravno telesne dejavnosti (PAL 1,4), 3,9 g/MJ zaužite energije. Podobne količine predpisujejo tudi Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004), in sicer

20 do 35 gramov na dan. V naši raziskavi so rezultati kemijskih analiz pokazali, da je bila priporočena količina dnevnega vnosa skupne prehranske vlaknine (SPV) med 30 g in 35 g presežena pri vseh celodnevni vojaških obrokih (cvo).

Glavni vir prehranske vlaknine v analiziranih dnevni jedilnikih so bili žita, sadje in zelenjava. Povprečna vsebnost skupne prehranske vlaknine v dnevni vojaški obrokih je znašala 44,3 g/dan.

Slika 3 prikazuje povprečno vsebnost SPV v posameznih celodnevni vojaških obrokih. Obroki so vsebovali od 20,7 g do 39,4 g netopne vlaknine s povprečno vrednostjo 29,6 g ter med 7,9 g in 24,1 g topne prehranske vlaknine s povprečno vrednostjo 14,7 g. Najmanj prehranske vlaknine so vojaki zaužili z obrokom št. 2, in sicer 32,2 g, največ pa z obrokom št. 8 (53,3 g), ki je vseboval veliko zelenjave in sadja. Največji delež k skupni vsebnosti prehranske vlaknine v cvo št. 8 so prispevale naslednje jedi: brokoli z margarino, radič v solati s krompirjem, zeljna solata s fižolom, paradižnikova omaka in hruške.

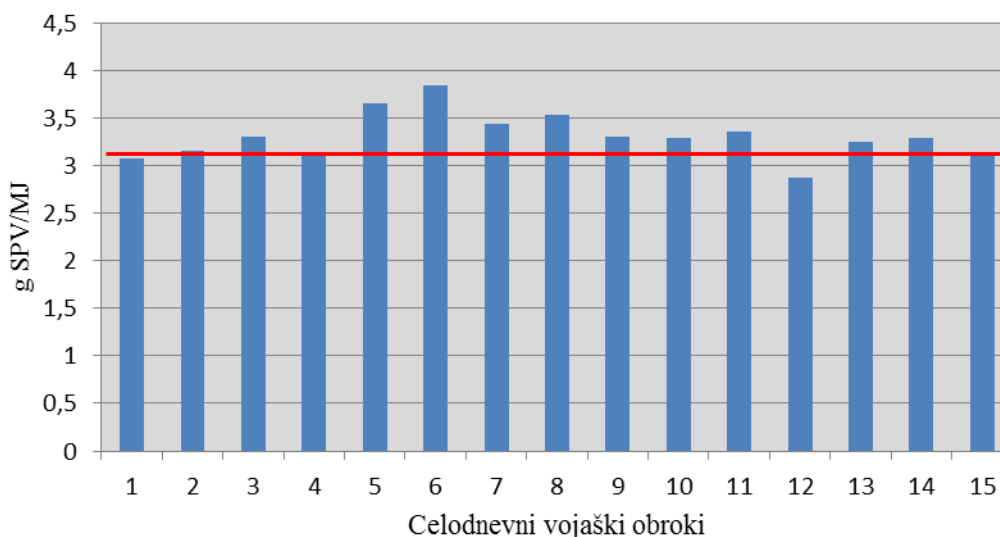


Slika 3: Povprečna količina dnevno zaužite skupne prehranske vlaknine (g) z vojaškimi obroki v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004), rdeča črta – Referenčne vrednosti za..., (2016)

Figure 3: Average daily intake of total dietary fiber (g) consumed with military menus in comparison to reference values (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: blue line – Prehranska priporočila..., (2004), red line – Referenčne vrednosti za..., (2016)

Na sliki 4 so prikazane povprečne hranilne gostote prehranske vlaknine v posameznih cvo. Priporočena vrednost iz Referenčnih vrednosti za... (2016) za moške, stare od 25 do 50 let, znaša 3,1 g/MJ pri nižji ravni telesne aktivnosti (PAL 1,4). Povprečna hranilna gostota prehranske vlaknine v preučevanih obrokih je znašala 3,4 g/MJ energijskega vnosa. Najvišja vrednost, ki smo jo smo izračunali v dveh obrokih (št. 10 in 11), je znašala 4,0 g/MJ. Na sliki vidimo, da so bili obroki med seboj dokaj izenačeni ter da v povprečju niso dosti presegali priporočenih vrednosti. Če upoštevamo, da omenjeno priporočilo velja za moške z nižjo ravno telesne aktivnosti, lahko sklepamo, da se vrednosti približajo idealnim, saj so vojaki fizično veliko bolj aktivni.

Za obrok št. 2 smo izračunali najnižjo gostoto prehranske vlaknine, ki je znašala 2,6 g/MJ. obroki št. 1, 2, 7 in 15 niso dosegali priporočene vrednosti, vendar so bila odstopanja razmeroma majhna.



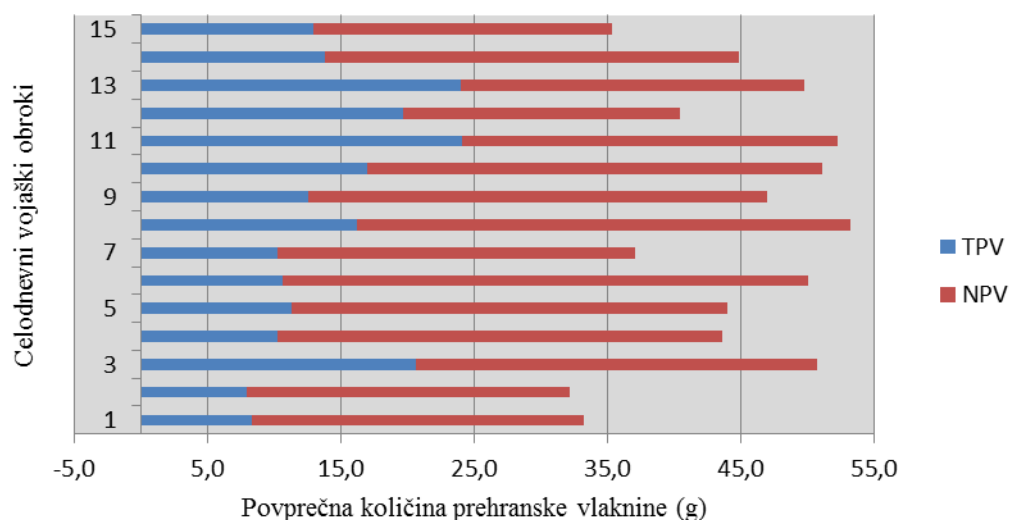
Slika 4: Povprečna hranilna gostota prehranske vlaknine (g/MJ) v celodnevnih vojaških obrokih v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos ... (2016)

Figure 4: Average nutritional density of dietary fibre (g/MJ) in daily military menus in comparison to reference value (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016)

Povprečna razmerja med topno in netopno prehransko vlaknino v cvo so prikazana na sliki 5. Po priporočilih naj bi bilo razmerje med netopno in topno vlaknino 3 : 1 (Salobir J. in Salobir B., 2001). Povprečno razmerje v analiziranih vojaških obrokih je znašalo 2,3 : 1. Nekoliko nižje razmerje od priporočenega nakazuje, da je bilo v povprečju v vojaških obrokih manj netopne vlaknine, ki je iz zdravstvenega vidika pomembna za preprečevanje obstipacije in povečanja volumna blata ter pospeševanje peristaltike. V obroku št. 12 je bila izračunana vrednost najnižja (1,1), saj je vseboval skoraj enake količine obeh vrst vlaknin, in sicer 20,7 g netopne in 19,7 g topne vlaknine.

Največ topne prehranske vlaknine (TPV) smo določili v cvo št. 11 (24,2 g). Obrok so poleg drugih jedi (priloga A) sestavljala tudi jabolka, kruh, fižolova solata, cvetačna juha, radič s krompirjem, sadni sok in banana. Največ netopne prehranske vlaknine (NPV) je imel cvo št. 6, in sicer 39,4 g. V omenjenem obroku so k visoki vsebnosti NPV v največji meri prispevali muesli z mlekom, kruh, riž z zelenjavo, zelena solata z radičem, ričet suhim mesom, kompot in jabolko.

Celodnevni obroki, ki so vsebovali več jedi iz sadja in zelenjave ter žit, so na splošno vsebovali tudi več prehranske vlaknine. Obroki z več mesnih jedi ter večjim deležem predelanih živil, kot so pekovsko pecivo, namazi, mesni in mlečni izdelki, pa temu primerno manj. Podrobna sestava posameznih celodnevni vojaških obrokov je prikazana v prilogi A.



Slika 5: Povprečna količina dnevno zaužite topne in netopne prehranske vlaknine (g) z vojaškimi obroki (povprečna vrednost, n=3). Legenda: TPV – topna prehranska vlaknina, NPV – netopna prehranska vlaknina

Figure 5: Average daily intake of soluble and insoluble dietary fiber (g) consumed with daily military menus (average value, n=3). Legend: TPV – soluble dietary fiber, NPV – insoluble dietary fiber

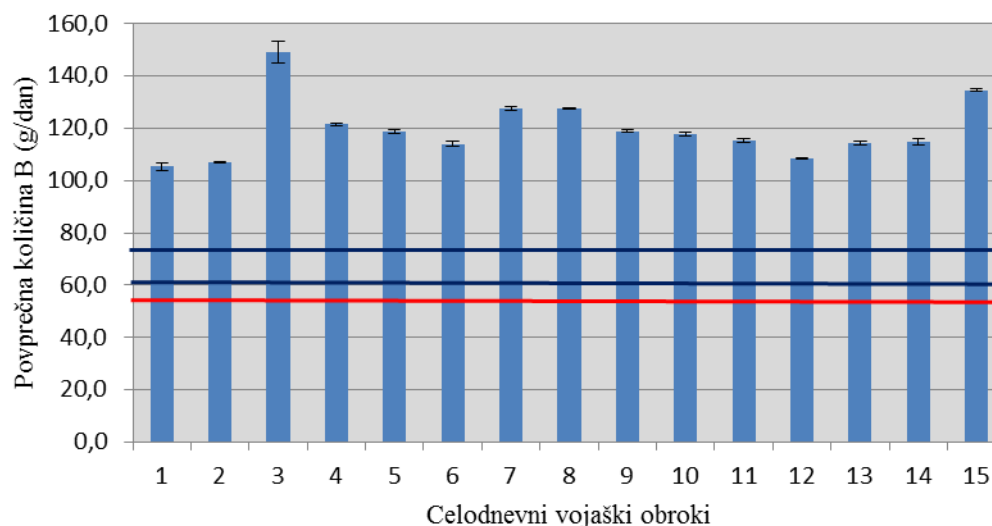
4.1.3 Povprečna dnevno zaužita količina beljakovin

Vsebnost beljakovin (B) v vojaških obrokih smo določili z metodo po Kjeldahlu, ki temelji na posrednem določanju beljakovin preko dušika. Povprečne vsebnosti v posameznih obrokih so se gibale med 105,3 g in 149,1 g (preglednica 5). Najmanj beljakovin je vseboval obrok št.1, največ pa obrok št. 3, v katerem so bili glavni viri beljakovin puranov zrezek, bograč in jogurt.

Slika 6 prikazuje povprečno dnevno količino zaužitih beljakovin s posameznimi celodnevnimi vojaškimi obroki v primerjavi s priporočili. Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016) za moške, stare od 25 do manj kot 51 let, kot priporočen dnevni vnos navajajo 57 g oz. 0,8 g/kg. Podobno določajo Prehranska priporočila... (2004) dnevne vnose B glede na povprečno telesno težo vojaka, in sicer od 0,8 g do 1,0 g beljakovin na kilogram telesne teže, kar ob povprečni telesni teži vojaka 74 kg, znese od 59,2 g do 74,0 g.

Vojaški obroki so v povprečju vsebovali 119,6 g B, kar je močno nad priporočili. Zgornja meja normativa za slovensko vojsko je bila pri večini obrokov presežena za skoraj 50 %, priporočena vrednost iz Referenčnih vrednosti za energijski vnos... (2016) pa pri vseh obrokih celo za 100 % in več.

Pri pregledu literaturnih podatkov smo ugotovili, da se priporočila glede dnevnega vnosa beljakovin spreminjajo, ter da nekateri drugi viri (USDA, 2015) za odrasle moške priporočajo višje vnose, celo do 30 % E.



Slika 6: Povprečna dnevno zaužita količina beljakovin (g) z vojaškimi obroki v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

Figure 6: Average daily protein intake (g) with military menus in comparison to reference values (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: blue line – Prehranska priporočila..., 2004; red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

4.1.4 Povprečni dnevni vnos energije

Preglednica 6 prikazuje povprečne energijske vrednosti (EV) 15 celodnevni vojaških obrokov z osnovnimi parametri opisne statistike.

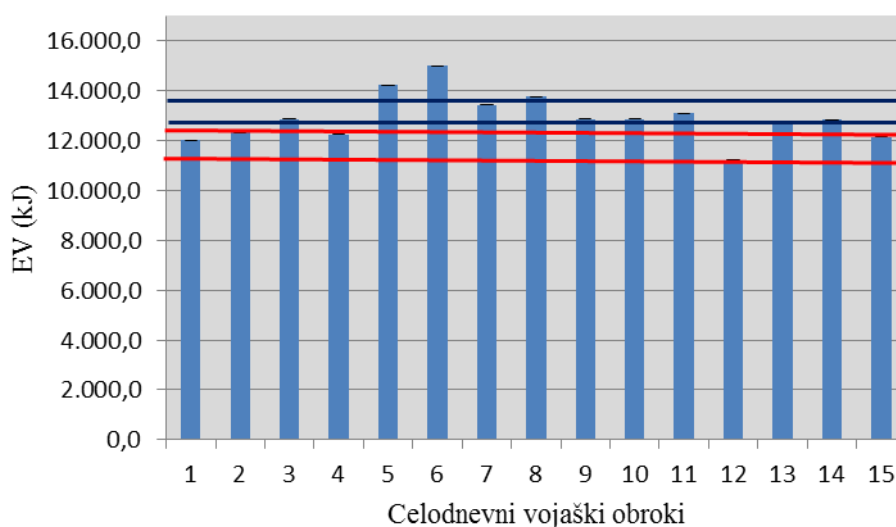
Energijske vrednosti celodnevni vojaških obrokov so se gibale med 11 203 kJ in 14 989 kJ, povprečna EV vseh celodnevni obrokov je znašala 12 895 kJ oz. 3 082 kcal. Razlika med najnižjo in najvišjo izračunano EV obroka je bila 3 786 kJ oz. 1 043 kcal. Ob nizkem koeficientu variabilnosti, ki znaša 7,3 % ugotavljamo, da so bili celodnevni vojaški obroki energijsko dokaj uravnoteženi, saj so bila nihanja med vnosom energije med posameznimi dnevi majhna.

Preglednica 6: Povprečna energijska vrednost analiziranih celodnevni vojaških obrokov (kJ/cvo in kcal/cvo) z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 6: Average energy value of analyzed daily military meals (kJ/dmm and kcal/dmm) with calculated parameters of basic statistics

n=45					
Parameter	(AV $\pm$ SO)	min	max	mediana	KV (%)
EV cvo (MJ)	12,9 $\pm$ 0,9	11,2	12,9	5,8	7,3
EV cvo (kcal)	3081,9 $\pm$ 221,60	2631,2	3674,6	3070,3	7,2

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, cvo – celodnevni vojaški obrok



Slika 7: Dnevni vnos energije (kJ) v primerjavi s priporočili za zmerno telesno aktivnost (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004), rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

Figure 7: Daily energy intake (kJ) among soldiers in comparison to reference values for moderate physical activity (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: blue line – Prehranska priporočila..., (2004), red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

Na sliki 7 so prikazane povprečne energijske vrednosti (EV) celodnevni vojaških obrokov s pripadajočimi standardnimi odkloni. Modri vodoravni črti prikazujeta priporočen dnevni vnos energije, kot ga navajajo Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004) pri zmerni telesni aktivnosti vojakov in znaša od 13 100 kJ do 13 700 kJ, oz. 3 100 kcal do 3 300 kcal. Rdeči črti označujeta priporočila, ki jih glede na stopnjo fizične aktivnosti PAL (med 1,6 in 1,8) kot orientacijske vrednosti za povprečen energijski vnos pri moških starih od 25 do manj kot 51 let priporočajo Referenčne vrednosti za energijski vnos.... (2016) in znašajo med 11 297 kJ do 12 552 kJ oz 2 700 kcal do 3 000 kcal.

Iz slike razberemo, da so glede na nova prehranska priporočila dnevni vnosi energije pri vseh vojaških obrokih ustrezni glede na Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016), medtem ko kar dve tretjini obrokov ne dosega normativa slovenske vojske, vendar so odstopanja minimalna. V obroku št. 12 smo izračunali najnižjo EV, ki je znašala 11 203 kJ oz. 2 677 kcal, kar je tik pod spodnjo mejo priporočene vrednosti. Najvišjo EV je imel obrok št. 6, in sicer 14 989 kJ oz 3 583 kcal, kar za približno 9 % presega najvišjo vrednost priporočila slovenske vojske za vnos energije pri zmerni telesni aktivnosti, ustreza pa priporočenemu energijskemu vnosu, ki ga vojaki potrebujejo ob težjih fizičnih obremenitvah in napornem urjenju.

Glede na to, da sta odločilna kontrolna parametra za določanje individualnih potreb po energiji telesna masa in stopnja fizične aktivnosti posameznika menimo, da so dobljene vrednosti ustrezne in primerne za vzdrževanje telesne teže tudi ob morebitnih kratkotrajnih povečanih potrebah po energiji. Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004) namreč predvidevajo uravnavanje energijske vrednosti celodnevnega obroka z dodatnimi kosi kruha po potrebi do 480 kcal/dan.

4.1.5 Energijski deleži makrohranil

Iz rezultatov kemijskih analiz o vsebnosti hranljivih snovi smo izračunali energijske deleže (ED) makrohranil, kar je prikazano v preglednici 7. Izračun energijskih deležev posameznih makrohranil v dnevni vojaški obroki daje dobro informacijo o uravnoteženosti oz. variabilnosti njihove hranilne sestave. Vidimo za koliko in kateri obroki presegajo oziroma ne dosežajo priporočenih vrednosti.

Preglednica 7: Povprečni energijski deleži makrohranil v celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 7: Average energy proportions of macronutrients in daily military meals with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
EDoh (%)	55,44 $\pm$ 4,2	47,7	61,3	54,9	7,7
EDm (%)	28,6 $\pm$ 4,6	23,4	38,2	26,6	16,1
EDb (%)	15,8 $\pm$ 1,7	42625,0	19,7	15,5	10,7

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, Edoh – energijski delež ogljikovih hidratov, EDm – energijski delež maščob, EDb – energijski delež beljakovin

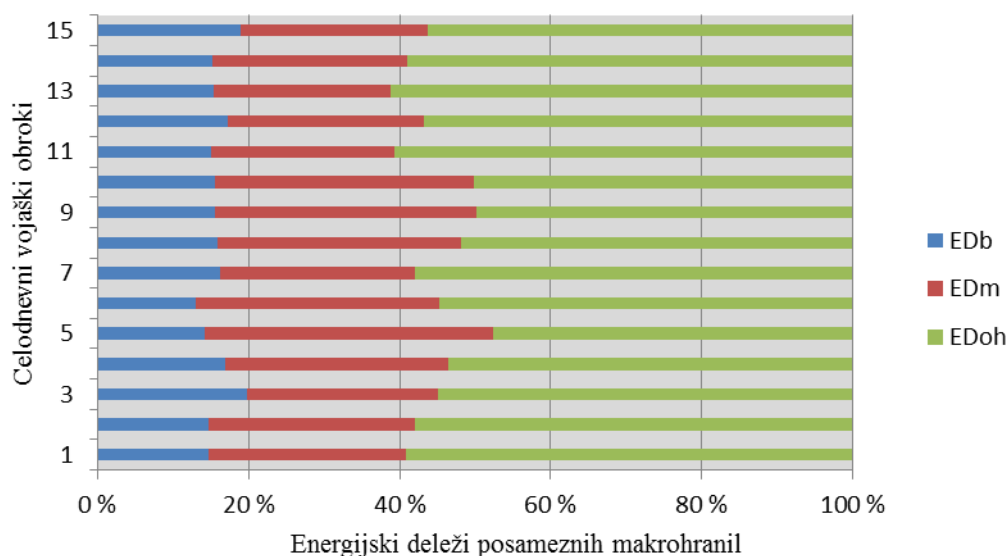
Slika 8 prikazuje povprečne energijske deleže makrohranil v posameznih celodnevni vojaški obroki. Priporočen dnevni energijski delež beljakovin (EDb) je za vojake tako kot tudi za vse ostale odrasle posameznike med 10 % in 15 % (Referenčne vrednosti..., 2004). Nove Referenčne vrednosti za energijski vnos ter vnos hranil iz leta 2016 kot priporočene vrednosti za dnevni vnos B upoštevajo telesno težo posameznika in znašajo 0,8 g B/kg/dan, kar preračunano na novo referenčno maso posameznika (72,5 kg), znese 57 g beljakovin.

Priporočen energijski delež maščob (EDm) znaša od 20 do 30 % dnevnega vnosa energije (E), oziroma pri večjih fizičnih obremenitvah in fizično aktivnejših posameznikih do 35 % E (Prehranska priporočila,... 2004). Priporočeni deleži ogljikovih hidratov znašajo od 50 % do 60 % (zgornja meja do največ 70 %) glede na Prehranska priporočila,... (2004), oziroma več kot 50 % (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016).

Najvišji EDb, ki je znašal 19,7 %, smo določili v obroku št. 3 in ustreza 149,1 g beljakovin. Priporočenim vrednostim (10 % do 15 %) so se najbolj približali obroki št. 1, 2, 5, 6 in 11, v katerih je bil povprečni EDb med 12,9 % in 15,0 %.

Povprečni energijski deleži ogljikovih hidratov so bili nad 50 % pri trinajstih vojaških obrokih. Manj ogljikovih hidratov sta vsebovala obroka št. 5 in 9, največ pa so jih vojaki zaužili z obrokom št. 13, in sicer 61,3 %, kar je bil tudi najvišji določen EDoh med vsemi analiziranimi obroki.

V vojaški prehrani je ustrezno visok delež ogljikovih hidratov pomemben za zagotavljanje dobre učinkovitosti in fizične pripravljenosti (Food Components..., 1994; Cline in sod., 2000; Montain in sod, 2003; Lieberman, 2003). Lieberman in sod. (2002) so v dvojnem slepem poskusu ugotovili, da večji vnos ogljikovih hidratov pred izvajanjem fizično zahtevnih nalog statistično značilno poveča budnost in razpoloženje.



Slika 8: Povprečni energijski deleži makrohranil (%) v celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočili (povprečna vrednost, n=3). Legenda: EDb – energijski delež beljakovin, EDM – energijski delež maščob, EDoh – energijski delež ogljikovih hidratov

Figure 8: Average energy shares (%) of macronutrients in daily military meals in comparison to reference values (average values, n=3). Legend: EDb – energy share of proteins, EDM – energy share of fats, EDoh – energy share of carbohydrates

Kemijska analiza je pokazala, da so skupno zaužite maščobe v povprečju prispevale 30,3 % k celotnemu dnevnemu vnosu energije. Pri petih obrokih (št. 5, 6, 8, 9 in 10) je bil EDM nad 30 %, vendar je le pri enem (obrok št. 5) presegel vrednost 35 %, ki je po priporočilih za slovensko vojsko še primeren delež maščob v prehrani, če so vojaki izpostavljeni težjim fizičnim obremenitvam in naporu urjenju (Prehranska priporočila..., 2004). Sorazmerno z višjim deležem maščob, je obrok št. 5 vseboval najmanj ogljikovih hidratov, in sicer le 47,7 % E.

4.1.6 Maščobnokislinska sestava in ocena prehranske kakovosti maščob v celodnevni vojaški obroki

V preglednici 2 (v pregledu objav, str. 22) smo primerjali različna priporočila za dnevne vnose posameznih skupin maščobnih kislin glede na dnevni vnos energije. Vojaški normativi in Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016) ne vsebujejo priporočil ali priporočenih orientacijskih vrednosti za vnose nekaterih skupin maščobnih kislin in prehranskih indeksov, ki smo jih določali, zato smo pri vrednotenju rezultatov upoštevali tudi najnovejša ameriška priporočila (USDA, 2015) ter priporočila različnih organizacij (EFSA, 2010, 2012; FAO, 2010; GOED, 2015).

4.1.6.1 Energijski deleži posameznih skupin maščobnih kislin

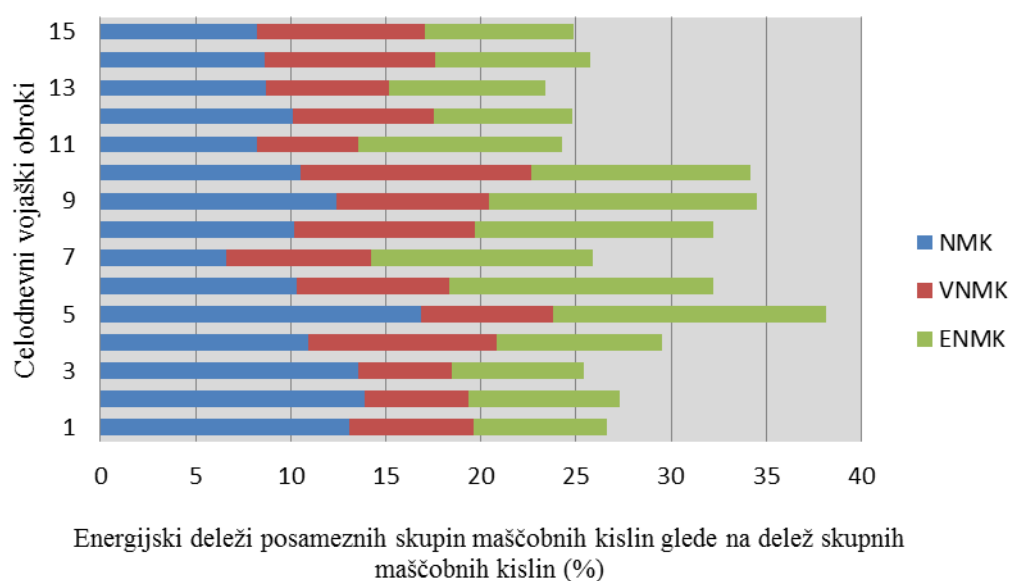
Preglednica 8: Povprečni energijski deleži posameznih skupin maščobnih kislin v celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 8: Average energy proportions of different groups of fatty acids in daily military meals with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
EDnmk (%)	10,8 $\pm$ 2,7	6,6	16,8	10,3	25,5
EDenmk (%)	10 $\pm$ 2,8	6,9	14,4	8,7	27,4
EDvnmk (%)	7,7 $\pm$ 1,9	4,9	12,1	7,7	25,1

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, EDnmk – energijski delež nasičenih maščobnih kislin, EDenmk – energijski delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin, EDvnmk – energijski delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin

Slika 9 prikazuje povprečne energijske deleže posameznih skupin maščobnih kislin v skupni količini dnevno zaužitih maščob. Delež NMK naj bi znašal največ tretjino v obliki maščob vnešene energije, kar ustreza 10 %. VNMK naj bi dajale okoli 7 % prehranske energije oziroma do 10 %, če vnos nasičenih maščobnih kislin ne presega 10 % skupne energije.



Slika 9: Razmerje med maščobnimi kislinami v povprečni količini dnevno zaužitih maščob (povprečne vrednosti, n=3). Legenda: NMK – nasičene maščobne kisline, VNMK – večkrat nenasičene maščobne kisline, ENMK – enkrat nenasičene maščobne kisline

Figure 9: Relation between fatty acids in average daily fat intake (average values, n=3). Legend: NMK – saturated fatty acids, VNMK – polyunsaturated fatty acids, ENMK – monounsaturated fatty acids

Energijski deleži NMK, ki so se gibali v območju med 6,6 % do 16,8 %, so se s povprečno vrednostjo 10,8 % približali idealnim vrednostim iz priporočila. Največ NMK je vseboval obrok št. 5, najmanj smo jih določili v obroku št. 7.

Na sliki vidimo, da je bil pri devetih celodnevni vojaških obrokih EDnmk v povprečni zaužiti količini maščob večji od 10 %. Med njimi so bila odstopanja pri obrokih št. 4, 6, 8 in 10 minimalna. Zgornjo mejo priporočil za vnos NMK je za več kot 50 % presegel le obrok št. 5 z energijskim deležem 16,9 %.

Energijski deleži VNМК so bili pri večini obrokov v okviru priporočenih vrednosti. Najnižji EDvnmk smo določili v obroku št. 11, kjer je znašal le 5,3 % glede na energijski delež skupnih maščob, ki je v tem obroku znašal 24,3 %. Najvišji energijski delež VNМК je vseboval obrok št. 10, in sicer 12,1 %. Glavni vir VNМК v obroku so bile ocvrte sardele, ki so jih imeli vojaki za kosilo. Visoke deleže VNМК smo določili tudi v obroku št. 4 (9,91 %) in št. 8 (9,47 %). Pri obroku št. 4 so vojaki za zajtrk pojedli konzervirane ribe z zelenjavo, pri obroku št. 8 pa je bila glavna jed za kosilo postrv tržaško.

Priporočila za slovensko vojsko predpisujejo, da naj nasičene maščobne kisline (NMK) predstavljajo do 10 % E, enkrat nenasičene maščobne kisline (ENМК) pa skupno do 20 % E, kar pomeni, da je priporočeno razmerje med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami 1 : 2 (Prehranska priporočila..., 2004).

V naši raziskavi je bilo razmerje med NMK in ENМК v vojaških obrokih 1 : 1,65, kar je s prehranskega vidika razmeroma ugodno.

4.1.6.2 Energijski deleži *n*-6 in *n*-3 in maščobnih kislin

Priporočen dnevni vnos esencialnih *n*-3 maščobnih kislin (MK) je do 0,5 % E, esencialnih *n*-6 maščobnih kislin pa do 2,5 % E (Prehranska priporočila..., 2004; Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016).

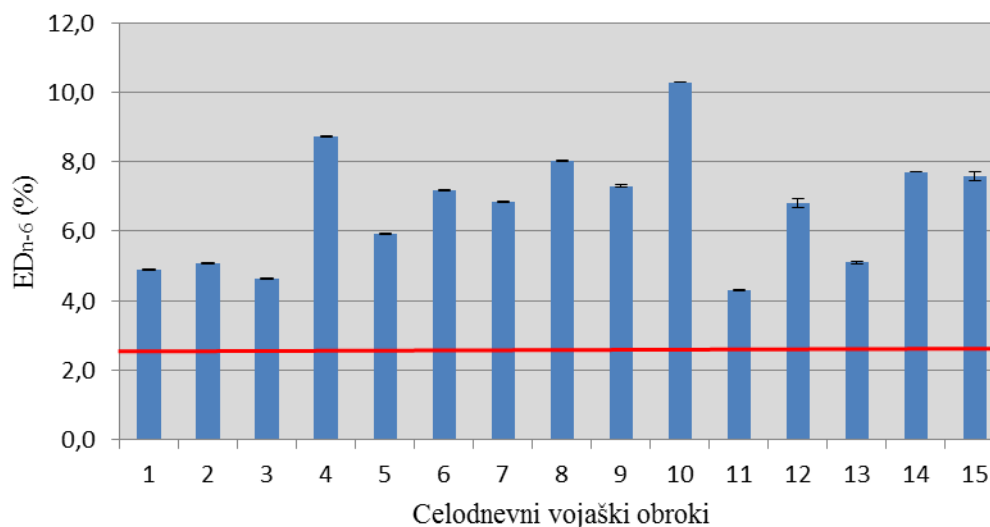
Preglednica 9: Povprečna energijska deleža *n*-6 in *n*-3 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 9: Average energy proportions of *n*-6 in *n*-3 fatty acids-3 in daily military meals with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV ± SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
ED <i>n</i> -6 (%)	0,8 ± 0,4	0,2	1,6	0,7	53,6
ED <i>n</i> -3 (%)	6,7 ± 1,7	4,3	10,3	6,8	25,3

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, EDnmk – energijski delež nasičenih maščobnih kislin, EDenmk – energijski delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin, EDvnmk – energijski delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin

V preglednici 9 so prikazane povprečne vsebnosti *n*-6 in *n*-3 MK v petnajstih celodnevni vojaški obrokih. Obroki so v povprečju vsebovali 6,7 % E v obliki *n*-6 maščobnih kislin in 0,8 % E v obliki *n*-3 maščobnih kislin, kar je nad priporočenimi vrednostmi. Presežki so pri *n*-3 MK z vidika varovanja zdravja ugodni in zaželeni, medtem ko skoraj trikratna vsebnost *n*-6 MK kaže na prevelike vnose določenih maščobnih živil, čemur je v bodoče pomembno posvetiti nekoliko več pozornosti in po potrebi ustrezno prilagoditi sestavo dnevnih jedilnikov.



Slika 10: Energijski deleži *n*-6 maščobnih kislin v celodnevnih vojaških obrokih v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti ± standardni odkloni, *n*=3). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

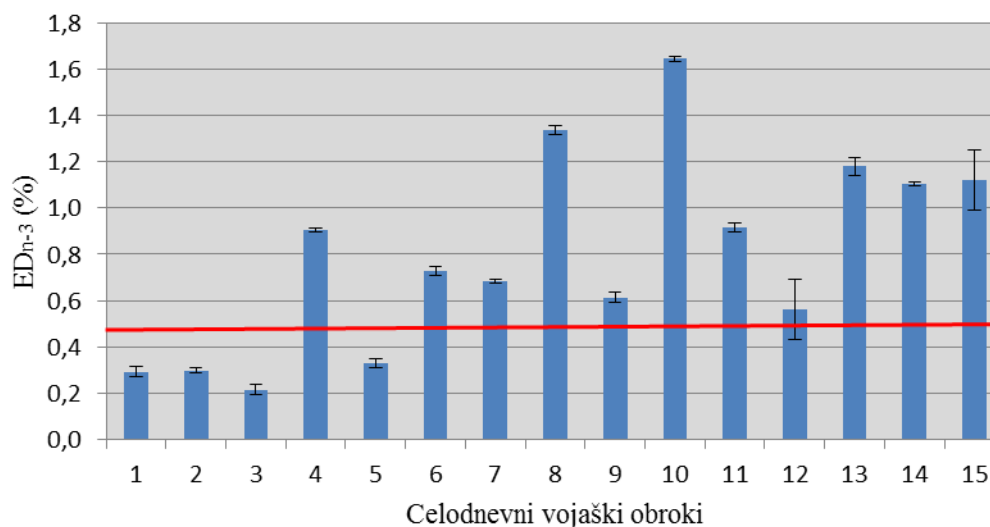
Figure 10: Energy shares of *n*-6 fatty acids in daily military menus in comparison with recommendations (mean values ± standard deviations, *n*=3). Legend: red line – Referenčne vrednosti..., (2016)

Povprečni energijski deleži *n*-6 MK v posameznih obrokih so prikazani na sliki 10. Priporočilom se je najbolj približal obrok št. 11 z vrednostjo 4,3 % E. Najvišji ED_{n-6} smo izračunali v obroku št. 10, v katerem je bilo kar 10,3 % E v obliki *n*-6 maščobnih kislin, kar je skoraj 50 % več kot je priporočena vrednost za vnos skupnih VNMK (do 7 %). Tudi pri obrokih št. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 in 15 so *n*-6 maščobne kisline pokrile ali celo presegle priporočila za skupen dnevni vnos. Ugotavljamo, da je v povprečju vnos *n*-6 maščobnih kislin v vojaški prehrani previsok, predvsem z vidika varovanja zdravja.

Slika 11 prikazuje povprečne energijske deleže *n*-3 maščobnih kislin (ED_{n-3}), ki so se gibali v območju med 0,2 % in 1,6 % s povprečno vrednostjo 0,8 % dnevnega vnosa energije.

Najmanj *n*-3 maščobnih kislin smo določili v obroku št. 3, le 0,2 % E. Največ *n*-3 maščobnih kislin je vseboval obrok št. 10, kar 1,64 % E. K tako visokemu deležu *n*-3 maščobnih kislin so prispevale ocvrte sardele. Opazili smo, da smo v istem obroku določili tudi najvišji energijski delež skupnih VNMK, ki je znašal 12,1 %.

Priporočeno vrednost 0,5 % E je doseglo ali preseglo enajst obrokov, kar znese dobrih 73 %. Obroki št. 1, 2, 3 in 5 z energijskimi deleži med 0,2 % in 0,3 % niso dosegali priporočenih vrednosti.



Slika 11: Energijski deleži *n-3* maščobnih kislin v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti ± standardni odkloni, $n=3$). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

Figure 11: Energy shares of *n-3* fatty acids in daily military menus in comparison with recommendations (mean values ± standard deviations, $n=3$). Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

4.1.6.3 Energijski delež *trans* maščobnih kislin

Zaradi negativnega vpliva *trans* maščobnih kislin (TMK) na zdravje, predvsem z vidika povišanega tveganja za razvoj obolenj srca in ožilja ter povišane koncentracije holesterola v krvi, so priporočila za zgornjo mejo dnevnega vnosa *trans* maščobnih kislin omejena na do 0,5 % E (USDA, 2015) oziroma na do 1 % dnevnega vnosa E (Referenčne vrednosti..., 2004; FAO, 2010; EFSA, 2010).

Preglednica 10: Povprečni energijski delež *trans* maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 10: Average energy share *trans* fatty acids (%) in daily military menus with calculated parameters of basic statistic

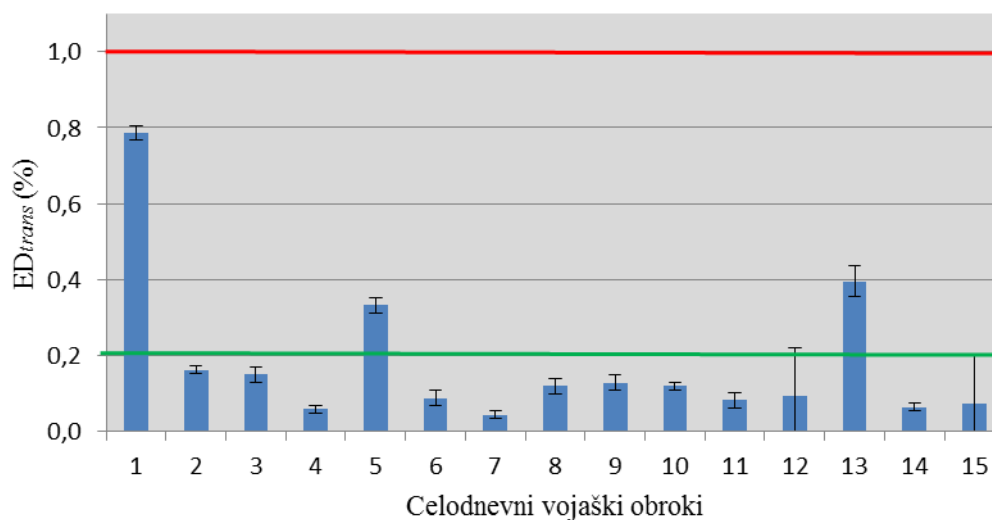
Parameter	n=45				
	(AV ± SO)	min	max	mediana	KV (%)
ED _{trans} (%)	0,18 ± 0,2	< 0,001	0,8	0,1	108,6

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, ED_{trans} – energijski delež *trans* maščobnih kislin

V povprečju so vojaški obroki vsebovali 0,2 % E v obliki *trans* maščobnih kislin (zelena črta), kar je mnogo manj od dovoljenih vrednosti, ki jih navajajo priporočila. Zgornja meja dnevnega vnosa iz ameriškega priporočila 0,5 % E (USDA, 2015) je bila presežena le pri obroku št. 1.

Na sliki 12 vidimo, da so bile razlike med povprečnimi vsebnostmi *trans* maščobnih kislin v posameznih obrokih razmeroma visoke. Predvsem izstopajo obroki št. 1, 5 in 13, ki močno vplivajo na dvig celotnega povprečja in so glavni vzrok za zelo visok koeficient variabilnosti (108,6 %) ter velik standardni odklon med meritvami. Če pri izračunu povprečne vrednosti

omenjenih obrokov ne upoštevamo, znaša povprečni ED_{trans} v preostalih dvanajstih obrokih le 0,1 % E.



Slika 12: Energijski deleži *trans* maščobnih kislin v celodnevni vojaški prehrani v primerjavi s priporočili (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); zelena črta – povprečna vrednost 15 cv

Figure 12: Energy shares of *n-3 trans* fatty acids in daily military menus in comparison with recommendations (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); green line – average value of 15 dmm

V obroku št. 1 je bil ED_{trans} najvišji, znašal je 0,8 %, kar pa je še vedno pod priporočili iz Referenčnih vrednosti za energijski vnos... (2016). Povprečna ED_{trans} maščobnih kislin v obrokih št. 5 in 13 sta bila 0,33 % in 0,39 %.

Po pregledu sestave omenjenih celodnevni obrokov sklepamo, da so k višjim vsebnostim *trans* maščobnih kislin prispevale naslednje jedi: suho svinjsko meso (sestavina glavne jedi pri dveh obrokih), prešana šunka, vanilijeva rezina, topljeni sir in sirni namaz. Literaturni podatki namreč navajajo, da *trans* maščobne kisline nastajajo pri hidrogenaciji olj in maščob, najdemo jih tudi v mesu in mlečnih proizvodih (EFSA, 2010; FAO, 2010; USDA, 2015).

4.1.6.4 Povprečne vsebnosti eikozapentaenojske (EPA) in dokozaheksaenojske (DHA) maščobne kisline

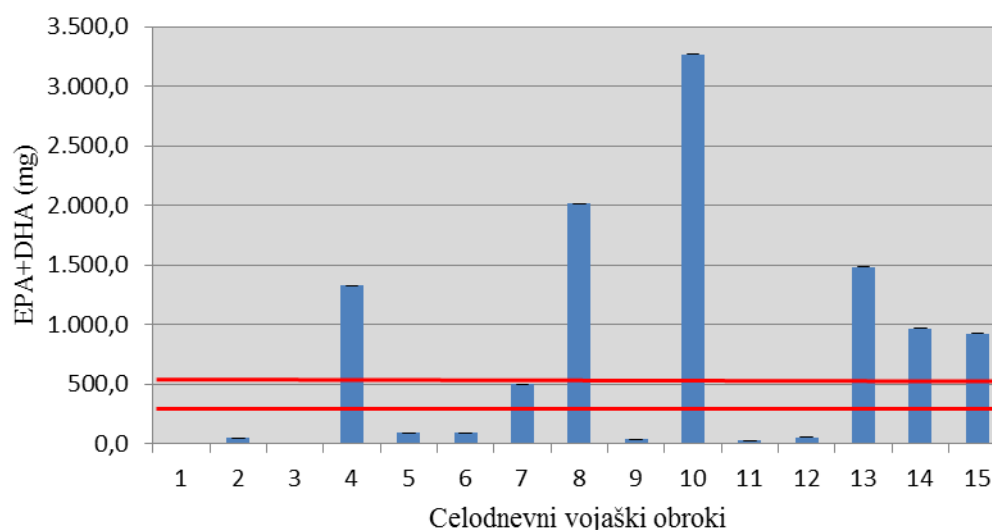
Preglednica 11: Povprečni dnevni vnos EPA in DHA maščobnih kislin (mg) s celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 11: Average intake of EPA in DHA fatty acids (mg) with daily military menus with calculated parameters of basic statistic

Na sliki 13 so prikazane vsebnosti EPA in DHA v celodnevni vojaški prehrani. Priporočila za omenjeni *n-3* maščobni kislini so glede na različne znanstvene institucije različna (GOED, 2015). Evropska priporočila za skupen dnevni vnos EPA+DHA znašajo od 250mg do 500 mg. V nekaterih evropskih državah so ta priporočila višja

n=45					
Parameter	(AV ± SO)	min	max	mediana	KV (%)
EPA (mg)	205,86 ± 284,2	< 0,001	938,2	0,0	138,1
DHA (mg)	515,16 ± 678,1	< 0,001	2327,6	91,5	131,6

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina, DHA – dokozaheksaenojska maščobna kislina



Slika 13: Povprečne dnevno zaužite količine eikozapentaenojske in dokozaheksaenojske maščobne kisline (EPA + DHA) (mg) z vojaškimi obroki v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti ± standardni odkloni, n=3). Legenda: rdeča črta – EFSA (2010); EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina; DHA – dokoheksaenojska maščobna kislina

Figure 13: Average daily intake of eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids (EPA + DHA) (mg) with daily military menus in comparison with recommendations (mean values ± standard deviations, n=3). Legend: red line – EFSA, (2010); EPA – eicosapentaenoic fatty acid; DHA – docosahexaenoic fatty acid

V preglednici 11 vidimo, da je povprečna vsebnost EPA + DHA presegala zgornjo mejo priporočil za več kot 50 %, kar je z vidika varovanja zdravja zelo ugodno. Opaziti pa je velika nihanja med posameznimi celodnevnimi obroki, ki so se po vsebnostih EPA in DHA maščobnih kislin razlikovali tudi za 130 % in več. Celodnevni obroki, ki so vsebovali jedi iz rib ali ribjih izdelkov (konzerve), so vsebovali tudi največje deleže oz. vsebnosti EPA + DHA.

Skupne vsebnosti EPA + DHA so se gibale v območju od 0,01mg do kar 3265,8 mg. Največjo vsebnost smo določili v obroku št. 10, ko so bile na dnevnem jedniku ocvrte sardele. Sledijo mu obroki št. 8, 13 in 4. Vsi našteti dnevni obroki so vsebovali ribe, bodisi pečene, na žaru ali v obliki ribjih konzerv.

Zgornjo mejo evropskega priporočila 500 mg (EFSA, 2010) je presegalo 7 obrokov, spodnje meje 250 mg pa ni doseglo 8 obrokov, in sicer obroki št. 1, 2, 3, 5, 6, 9, 11 in 12.

4.1.6.5 Razmerji P/S in $n-6/n-3$ ter indeks aterogenosti (IA)

Indeks razmerji (P/S), $n-6/n-3$ in aterogenosti so dobri kazalci za oceno prehranske kakovosti maščob v humani prehrani. Priporočila za omenjene parametre so različna in se z leti spreminjajo.

Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016) kot priporočeno razmerje med $n-6/n-3$ navajajo vrednosti med 5 : 1 oz. glede na rezultate intervencijskih študij 4 : 1. Simopoulos (2002) navaja, da je z vidika preprečitve pred razvojem kardiovaskularnih obolenj optimalno razmerje celo med 1 : 1 do 1 : 4.

Po raziskavah so s prehranskega stališča ugodne maščobe, ki imajo IA med 0,70 in 0,72. Salobir (1997) priporoča še nižje vrednosti, in sicer pod 0,5.

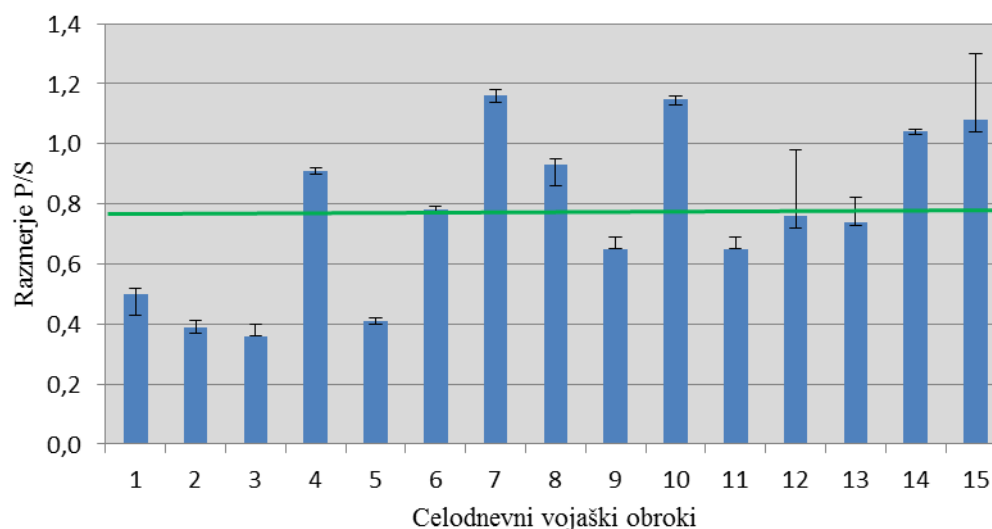
Priporočeno razmerje med VNMK in NMK (P/S) naj bi bilo zaradi vidika varovanja zdravja nad 0,4 (Wood in sod., 2003) oz. vsaj nad 0,5 (Salobir, 1997; Simopoulos, 2002).

Preglednica 12: Povprečno razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) in indeks aterogenosti (IA) v celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 12: Average ratio between polyunsaturated and saturated fatty acids (P/S) and atherogenic index (IA) in daily military menus with calculated parameters of basic statistic

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
razmerje P/S	0,77 $\pm$ 0,3	0,4	1,2	0,8	35,8
razmerje $n-6/n-3$	10,78 $\pm$ 5,3	4,3	21,5	9,9	49,5
IA	0,72 $\pm$ 0,4	0,3	1,5	0,6	51,6

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, P/S – razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nasičenimi maščobnimi kislinami, $n-6/n-3$ – razmerje med $n-6$ maščobnimi kislinami in $n-3$ maščobnimi kislinami, IA – indeks aterogenosti

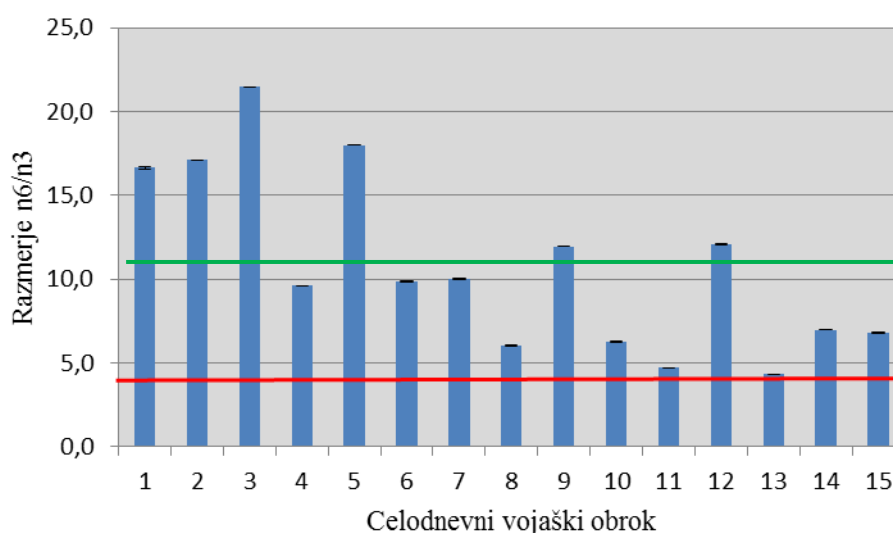


Slika 14: Razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) v celodnevni vojaški obroki (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: zelena črta – povprečna vrednost v 15 cvo

Figure 14: Ratio between PUFA's and SFA's (P/S) in daily military menus (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: green line – average value in 15 daily military menus

Slika 14 prikazuje povprečna razmerja med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S). Povprečna vrednost razmerja vseh petnajst vojaških obrokov je znašala 0,8, kar je ravno dvakratna vrednost kot jo priporočajo Wood in sod. (2003), ki ugotavljajo, da so vrednosti nad 0,4 s prehranskega vidika zelo ugodne. Omenjenih priporočil ne dosegata obroka št. 2 in 3, pri vseh ostalih obrokih razen obroka št. 5 pa je razmerje še precej višje. Najvišje razmerje smo določili v obroku št. 7 (1,16), ki je vseboval skoraj enake količine VNMK in NMK. Višja razmerja (nad 1) so bila izračunana tudi za obroke št. 4, 8, 10, 14 in 15. Rezultati kažejo, da se pri pripravi vojaških obrokov uporabljajo kakovostne maščobe z visokimi deleži VNMK, ki so pomembne z vidika varovanja zdravja.

Na sliki 15 so prikazana povprečna razmerja med $n-6$ in $n-3$ maščobnimi kislinami. Višje vrednosti kažejo na večje deleže $n-6$ maščobnih kislin, ki lahko v prevelikih količinah predstavljajo dejavnik tveganja za razvoj kardiovaskularnih obolenj in vnetnih avtoimunih bolezni. Nasprotno večje količine zaužitih $n-3$ maščobnih kislin in nizko $n-6/n-3$ razmerje kažejo zaviralen učinek (Simopoulus, 2002; EFSA, 2010, 2012; Marin in sod., 2010).



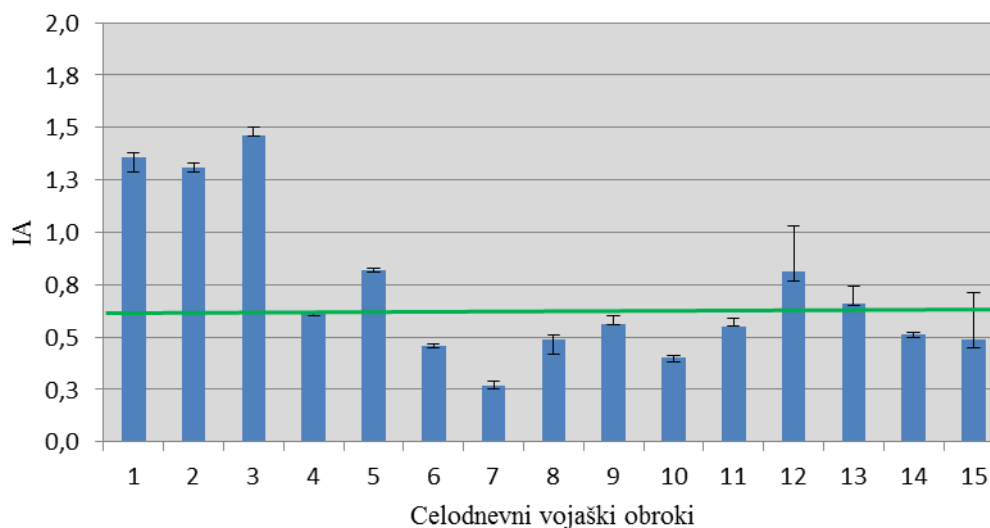
Slika 15: Razmerje med $n-6$ in $n-3$ maščobnimi kislinami v celodnevni vojaški prehrani v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, $n=3$). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti..., (2004); zelena črta – povprečna vrednost v 15 cvo)

Figure 15: Ratio between $n-6$ and $n-3$ fatty acids in daily military menus in comparison with recommendations (mean values $\pm$ standard deviations, $n=3$). Legend: red line – Referenčne vrednosti..., (2004); green line – average value in 15 daily military menus

Povprečno $n-6/n-3$ razmerje v analiziranih vojaških obrokih je bilo 10,8, kar je dvakrat več od priporočil. Simopoulos (2002) navaja, da je v današnji zahodni prehrani to razmerje od 15 : 1 do 16 : 1. Največ $n-6$ maščobnih kislin je vseboval obrok št. 3 z določenim razmerjem 21,5. Vrednosti nad 10 smo izračunali tudi v obrokih št. 2, 5, 9 in 12. Priporočilom se je najbolj približal obrok št. 13 z vrednostjo 4,3.

Vrednosti izračunanega indeksa aterogenosti (IA) v vojaških obrokih so nihale med najnižjo 0,27 do najvišje 1,46, ki smo jo izračunali za obrok št. 3 (slika 16). Visoka vrednost indeksa nakazuje, da so bile v obroku prisotne večje količine nasičenih maščobnih kislin s proaterogenim učinkom (npr. lavrinska, miristinska in palmitinska ter *trans* maščobne kisline). V istem obroku smo izračunali tudi najvišje razmerje $n-6/n-3$. Jedi in živila, ki bi lahko bile

razlog za tako visoke vrednosti obeh kazalcev, so bograč, puranov zrezek v smetanovi omaki in maslo. Možno je tudi, da je bilo meso za bograč bolj mastno ali da so kuharji pri pripravi jedi uporabili več olja z nekoliko slabšo maščobnokislinsko sestavo.



Slika 16: Indeks aterogenosti (IA) v celodnevnih vojaških obrokih (povprečne vrednosti ± standardni odklon, n=3). Legenda: IA – indeks aterogenosti; zelena črta – povprečna vrednost v 15 cvo

Figure 16: Atherogenic index in daily military menus (mean values ± standard deviations, n=3). Legend: IA – atherogenic index; green line – average value in 15 daily military menus

Najnižji indeks aterogenosti je imel obrok št. 7, in sicer 0,27. Povprečni indeks aterogenosti petnajstih vojaških obrokov je znašal 0,72, kar je v bistvu zgornja meja priporočila po Ulbrichtu in Southgateu (1991) in 30,5 % nad priporočilom Salobirja (1997). Vrednosti pod 0,5 smo izračunali za obroke št. 6, 7, 8, 10 in 15. Obroki 4, 9, 11, 13 in 14 pa so imeli vrednosti indeksov pod 0,72.

Kot primerjavo navajamo podatke, ki sta jih navedla Ulbricht in Southgate (1991) za primer analize danske in angleške prehrane, kjer so bili v povprečju indeksi aterogenosti 1,29 in 0,93.

4.1.7 Povprečni dnevni vnos vitamina C

Vsebnost skupnega vitamina C v celodnevnih vojaških obrokih smo določili z metodo visokotlačne tekočinske kromatografije – HPLC. Skupni vitamin C v vzorcih smo izrazili kot vsoto askorbinske (ASK) in dehidroaskorbinske kisline (DHA), ki so ju obroki vsebovali.

V živilih se vitamin C namreč nahaja v obeh oblikah, ki sta v našem organizmu tudi biološko aktivni, in se v reverzibilnih encimsko kataliziranih reakcijah oksidacije in redukcije pretvarjata druga v drugo. Askorbinska kislina je močan reducent, dehidroaskorbinska kislina pa oksidant. V vzorcih vojaških obrokov smo zato vsebnost skupnega vitamina C, izraženega kot vsoto askorbinske in dehidroaskorbinske kisline, določili posredno, in sicer tako, da smo po prvotni določitvi askorbinske kisline v vzorcu prisotno dehidroaskorbinsko kislino reducirali nazaj do askorbinske ter nato v istem vzorcu kromatografsko merjenje ponovili.

Določanje skupnega vitamina C je zato potekalo v dveh stopnjah, in sicer smo v prvem delu določili le vsebnost prisotne ASK in v drugem delu kvantitativno ovrednotili količino prisotne DHA. V ta namen smo z dodatkom reducenta (tris[2-karboksietil]fosfin hidroklorid)-a (TCEP) izvedli predhodno redukcijo dehidroaskorbinske kisline v askorbinsko kislino in kromatografsko merjenje ponovili. Reducent TCEP smo izbrali zato, ker dobro deluje v vzorcih kompleksnih matriksov z nizkim pH (Gökmen in sod., 2000; Wechtersbach, 2007), kot so bili naši, ki smo jih med postopkom homogenizacije zakisali z dodatkom 2 % metafosforne kisline, s čimer smo zagotovili boljšo stabilnost prisotnih antioksidantov, predvsem vitaminov C in E ter posledično tudi boljšo točnost analiznih rezultatov.

Količina askorbinske kisline, določena z drugim merjenjem, v bistvu predstavlja količino prisotnega skupnega vitamina C v celodnevem vojaškem obroku, izraženega kot vsoto askorbinske in dehidroaskorbinske kisline.

Delež prisotne DHA v vzorcih smo lahko natančno ovrednotili z izračunom razlike med vsebnostjo askorbinske kisline med prvo in drugo meritvijo. Vsebnost DHA v vzorcih je lahko tudi dober pokazatelj stabilnosti askorbinske kisline med samo pripravo vzorca, torej med postopki stabilizacije in homogenizacije. Ugotovili smo, da je v vzorcih, ki so bili shranjeni dalj časa ter pri vzorcih, kjer je bil čas priprave daljši, deleži DHA višji, kar pomeni da je del prisotne askorbinske kisline že oksidiral. Če v teh primerih ne bi imeli podatkov o vsebnosti DHA, izmerjena količina ASK ne bi predstavljala realne količine vitamina C v analiziranem vzorcu.

Vse analize smo izvedli v treh paralelkah, kot končni rezultati so upoštewane povprečne vrednosti treh ponovitev.

V preglednici 13 so predstavljene povprečne količine askorbinske kisline in skupnega vitamina C v 100 g posameznega dnevnega obroka s pripadajočimi deleži dehidroaskorbinske kisline. Povprečne vsebnosti askorbinske kisline so variirale od 1,47 mg do 9,6 mg na 100 g celodnevnega obroka. Deleži DHA so imeli razmeroma velik razpon, in sicer od 13,0 % v obroku pet do 55,9 % v obroku št. 8. Iz preglednice je lepo razvidno, da je prvih pet obrokov vsebovalo večje količine askorbinske kisline ter manjše deleže dehidroaskorbinske kisline, iz česar lahko sklepamo, da sta pri prvih petih obrokih homogenizacija in priprava vzorcev s kemijsko analizo potekali hitreje, oziroma da so bili vzorci shranjeni krajši čas.

Najvišji odstotek DHA smo določili v obroku št. 8 (56 %), ter v obroku št. 12 (54 %). Sklepamo, da so glavni razlog za tako visok delež DHA težave pri sami pripravi vzorcev (homogenizacija na malem kutru). Oba vzorca sta vsebovala veliko zelenjave z visokim deležem prehranske vlaknine, zato smo ju morali še dodatno homogenizirati v multipraktiku s titanovim nožem, kar je podaljšalo čas priprave, oziroma stik vzorca z zrakom. Zaradi daljše homogenizacije se je nekoliko dvignila tudi temperatura obdelane mase, preden smo jo ohladili s tekočim dušikom, kar je prav tako lahko prispevalo k izgubi nestabilnih antioksidantov, predvsem vitamina C. Najmanjši odstotek DHA je bil določen v prvem, drugem in četrtem obroku. Vsi trije vzorci so v povprečju vsebovali le 24 % DHA. V primerjavi z vsebnostjo DHA, ki smo jo določili v obroku št. 3 in obroku št. 7, je to skoraj za polovico manj. Pri obeh omenjenih obrokih je homogenizacija vzorcev potekala brez težav (pri solati veliki kosi niso ostajali nehomogenizirani) zato smo ju lahko veliko prej ohladili s tekočim dušikom in tako zmanjšali izgube nestabilne askorbinske kisline.

Za končni izračun povprečne vsebnosti skupnega vitamina C v celodnevem obroku smo količino, ki smo jo določili v 100 g, preračunali na maso celotnega obroka (preglednica 14, slika 17).

Preglednica 13: Povprečna vsebnost askorbinske kisline (mg/100g), vitamina C (mg/100g) in delež dehidroaskorbinske kisline (%) v 100 g dnevnega obroka

Table 13: Average content of ascorbic acid (mg/100g) and vitamin C (mg/100g) with shares of dehydroascorbic acid (%) within 100 g of daily meal

Obrok	ASK (mg/100 g)	SD	VIT. C (mg/100 g)	SD	DHA (%)
1	8,36	± 0,99	9,85	± 0,23	15,1
2	8,03	± 0,97	9,32	± 0,15	13,8
3	3,88	± 0,22	4,91	± 0,12	21
4	5,65	± 1,2	6,86	± 0,14	17,6
5	9,6	± 1,32	11,04	± 0,12	13
6	4,03	± 0,18	5,27	± 0,21	23,5
7	5,7	± 0,14	7,68	± 0,51	25,8
8	1,95	± 0,06	4,42	± 0,16	55,9
9	4,81	± 0,17	6,27	± 0,10	23,3
10	4,45	± 0,04	7,43	± 0,23	40,1
11	3,07	± 0,15	5,62	± 0,21	45,4
12	1,47	± 0,04	3,2	± 0,12	54,1
13	4,75	± 0,15	8,67	± 0,10	45,2
14	3,11	± 0,29	4,96	± 0,19	37,3
15	2,55	± 0,11	4,15	± 0,05	38,6

ASK – askorbinska kislina, DHA – dehidroaskorbinska kislina, SD – standardni odklon

4.1.7.1 Povprečna dnevno zaužita količina vitamina C

Preglednica 13 prikazuje povprečen dnevni vnos vitamina C s 15 celodnevnimi vojaškimi obroki v primerjavi s Prehranskimi priporočili za Slovensko vojsko (2004) in Referenčnimi vrednostmi za energijski vnos... (2016). Iz izračunanih vrednosti ugotavljamo, da je povprečna količina dnevno zaužitega vitamina C, ki znaša 216,2 mg, za 126 mg višja od priporočene vrednosti, ki jo navajajo Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004) oziroma za 106,2 mg presega priporočen dnevni vnos iz posodobljenih Referenčne vrednosti za oceno energijskega vnosa... (2016). Posamezni celodnevni obroki so se med seboj zelo razlikovali v povprečnih vsebnostih vitamina C, na kar nakazuje tudi razmeroma visok standardni odklon od povprečne vrednosti ter velike razlike med najnižjo in najvišjo določeno vrednostjo, ki znaša 269,8 mg.

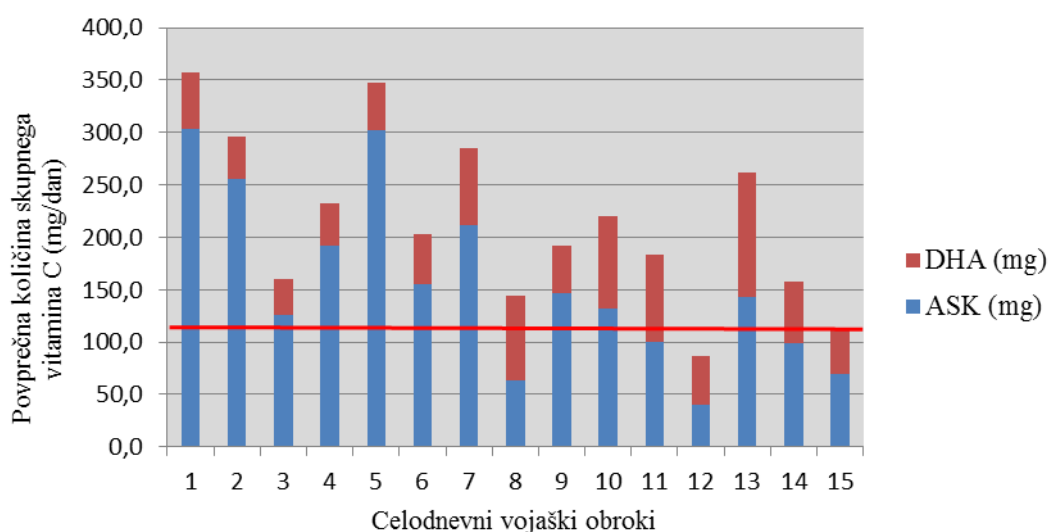
Preglednica 14: Povprečna količina vitamina C (mg) in askorbinske kisline (%) v celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 14: Average amount of vitamin C (mg) and ascorbic acid (%) in daily military menus with calculated parameters of basic statistic

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
Skupni vitamin C (mg)	216,2 $\pm$ 80,8	87,1	356,9	202,9	37,34
ASK (%)	156,1 $\pm$ 82,4	39,8	303,9	143,6	52,8
DHA (%)	60,1 $\pm$ 23,7	33,6	118,3	47,7	39,4

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, ASK – askorbinska kislina, DHA – dehidroaskorbinska kislina

Slika 17 prikazuje povprečne dnevne količine zaužitega vitamina C s posameznimi vojaškimi obroki, rdeča vodoravna črta pa označuje količino vitamina C, ki jo kot priporočen dnevni vnos navajajo Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016) in znaša 100 mg. Iz slike je razvidno, da priporočen dnevni vnos vitamina C 100 mg ni dosežen le pri obroku št. 12, kjer znaša 87,1 mg, se pa zelo približa 90 mg kot je navedeno v Prehranskih priporočilih za SV (2004). Največ vitamina C sta vsebovala obroka št. 1 in št. 5, in sicer 356,9 in 347,6 mg, kar je več kot trikratna količina priporočenega vnosa.



Slika 17: Povprečna zaužita količina skupnega vitamina C (mg) v celodnevni vojaški obroki, izražena kot vsota ASK in DHA v primerjavi s priporočilom (povprečne vrednosti $\pm$ standardni odkloni, n=3). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti..., (2004); ASK – askorbinska kislina; DHA – dehidroaskorbinska kislina

Figure 17: Average daily intake of vitamin C (mg) in daily military menus, expressed as the sum of the ascorbic and dehydroascorbic acid in comparison to reference value (mean values $\pm$ standard deviations, n=3). Legend: red line – Referenčne vrednosti..., (2004); ASK – ascorbic acid; DHA – dehydroascorbic acid

Glede na to, da so energijske potrebe vojakov na temeljnem vojaškem usposabljanju zaradi napornih fizičnih aktivnosti višje, kar pomeni, da so v skladu s tem precej višje tudi njihove potrebe po vitaminu C, lahko rečemo, da vnos vitamina C ustreza potrebam organizma pri zahtevnejših in stresnih pogojih.

4.1.8 Povprečna dnevno zaužita količina vitamina E

Dnevni vnos vitamina E s celodnevnimi vojaškimi obroki je izražen v obliki α -tokoferol ekvivalenta (α -TE) v mg. Pri izračunu smo upoštevali biološko aktivnost posameznih vrst tokoferolov. Po definiciji je biološka aktivnost α -tokoferola 100 %, β -tokoferola 50 %, γ -tokoferola 25 % in δ -tokoferola 0,1 % (Referenčne vrednosti..., 2016).

V povprečju so vojaki s preučevanimi celodnevnimi obroki dnevno zaužili 17,4 mg vitamina E, kar je približno 16 % več od zgornje meje ocenjenih vrednosti za primerni vnos, kot jih navajajo posodobljene Referenčne vrednosti za energijski vnos in vnos hranil (2016) in znašajo od 13 mg do 15 mg ter so na sliki 16 označene z rdečima črtama. Obroki št. 3, 7 in 11 niso dosegli priporočenega dnevnega vnosa.

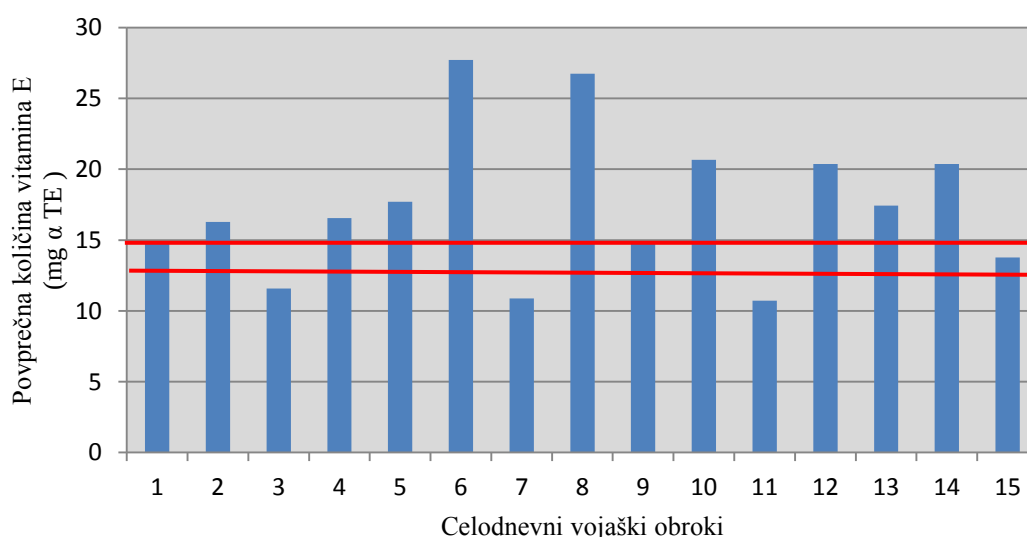
Preglednica 15: Povprečna količina vitamina E (mg α -TE) v celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 15: Average amount of vitamin E (mg α -TE) in daily military menus with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n=45			
		min	max	mediana	KV (%)
Skupni vitamin E (mg- α TE)	17,4 $\pm$ 5,2	10,7	27,7	16,6	29,7

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, α TE – α -tokoferol ekvivalent

Na sliki 18 vidimo, da so vojaki največ vitamina E zaužili z obrokom št. 6 in št. 8, in sicer 27,7 mg ter 26,6 mg. Najnižja vsebnost vitamina E, ki smo jo določili s kemijsko analizo, je znašala 10,7 mg v obroku št. 11.



Slika 18: Povprečna dnevno zaužita količina vitamina E (mg α -TE) s celodnevni vojaški obroki v primerjavi s priporočili (n=3). Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

Figure 18: Average daily intake of vitamin E (mg α -TE) with military meals in comparison to reference values (n=3). Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)

Rezultati kemijske analize so pokazali, da vojaški obroki v povprečju nekoliko presegajo priporočene vrednosti kar pa zaradi narave vojaškega delovanja tudi ustreza njihovi porabi.

4.2 REZULTATI RAČUNALNIŠKE ANALIZE

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati, ki smo jih pridobili s pomočjo računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus. Ocena oz. izračun dnevnega vnosa hranil je potekal tako, da smo za vse celodnevne vojaške obroke v programu najprej ustvarili recepte za jedi, ki so sestavljale delne obroke (npr. jedi in živila, ki sestavljajo zajtrk, kosilo in večerjo). Sestavine oz. živila, ki so sestavljala posamezen recept, smo izbrali v prehranski bazi programa, ki temelji na prehranskih tabelah po Suci Fachmann Krautu. Baza je zelo obsežna, zanjo je značilno, da se v njej ista živila lahko ponovijo večkrat pod različnimi šiframi glede na to, v kakšnem stanju se nahajajo: npr. kuhana, presna, olupljena ali v lupini, zamrznjena, konzervirana,... Tako smo pri izboru posameznih sestavin, ki smo jih v nadaljevanju umestili v določen recept, izhajali iz predpostavke, da pred nami stoji pladenj s pripravljenimi jedmi, ki so že toplotno obdelane in pripravljene za uživanje. Z namenom, da bi se čimbolj približali dejanski vsebnosti in razpoložljivosti hranil v preučevanih obrokih, smo vseh primerih, kjer je bilo to mogoče, izbrali šifre, ki so označevale olupljena in toplotno obdelana živila ter oblikovano, obrezano in termično obdelano meso. V primeru receptov za sestavljene ali samostojne solate ter različnih sadežev za malico smo izbor šifer ustrezno prilagodili. Iz receptov za posamezne jedi in pripadajočih samostojnih živil (npr. kruh, maslo, namaz, jabolko, goveji golaž, kruhovi cmoki,...), ki so jih vojaki zaužili v posameznem dnevu, smo v programu ustvarili 15 celodnevni menijev, ki so jih sestavljali delni obroki posameznega vzorčnega dne. Z računalniško analizo smo nato v vseh celodnevni vojaških obrokih kvantitativno ovrednotili energijsko vrednost, vsebnosti makrohranil in posameznih skupin maščobnih kislin, vitaminov C in E ter razmerja $n-6/n-3$ in P/S. Izračunali smo tudi energijske deleže za posamezna makrohranila in maščobne kisline.

Pri nekaterih rezultatih je na slikah prikazana tudi primerjava s kemijsko analizo.

4.2.1 Ocena hranilne sestave in energijskih deležev posameznih makrohranil vojaških obrokov

Rezultati RA za povprečno hranilno sestavo in energijske deleže makrohranil so prikazani v preglednici 16. Vsebnosti izkoristljivih OH v vojaških obrokih so se gibale med 353,2 g in 570,6 g, kar preračunano ustreza energijskim deležem od 41,7 % do 59,5 % celodnevne vnosa energije. Povprečni EDoh je znašal 52,0 % in ustreza priporočenim vrednostim obeh priporočil.

Preglednica 16: Hranilna sestava celodnevni vojaških obrokov z izračunanimi parametri opisne statistike

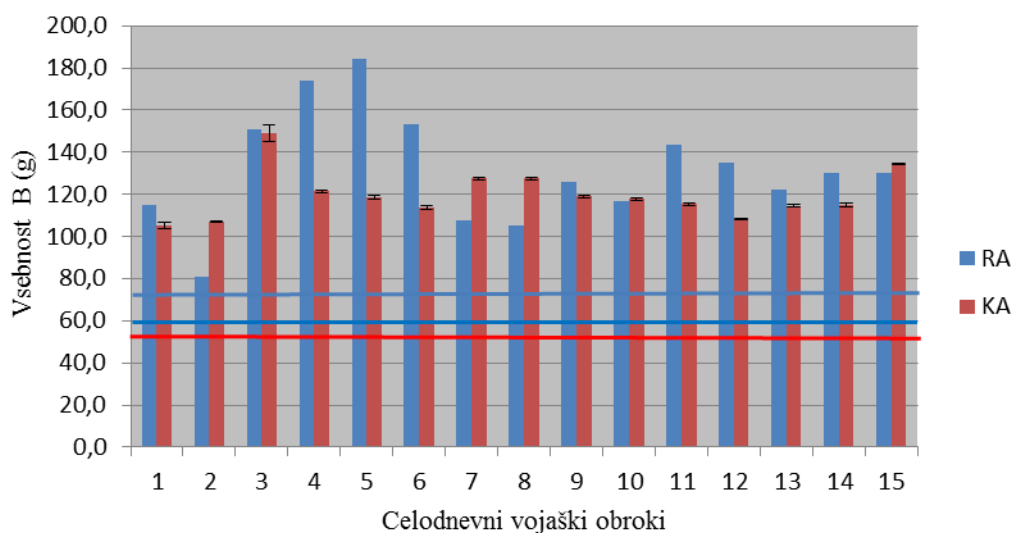
Table 16: Nutritional composition of daily military meals with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV $\pm$ SO)	n = 15			
		min	max	mediana	KV (%)
Ogljikovi hidrati (g/dan)	439,2 $\pm$ 62,0	353,2	570,6	441,4	14,1
Maščobe (g/dan)	125,7 $\pm$ 34,7	87,3	224,1	117,2	27,6
Beljakovine (g/dan)	131,6 $\pm$ 26,7	80,9	184,1	130,1	20,3
Skupna prehranska vlaknina (g/dan)	44,3 $\pm$ 6,3	31,9	56,6	44,1	14,2
Topna prehranska vlaknina (g/dan)	13,3 $\pm$ 2,3	9,6	18,3	13	17,5
Netopna prehranska vlaknina (g/dan)	30,4 $\pm$ 4,4	22,3	38,1	30,9	14,5
EDoh (%)	52 $\pm$ 5,7	41,7	59,5	53,7	11
EDm (%)	33,5 $\pm$ 4,9	27,8	44,5	32	14,7
EDb (%)	15,5 $\pm$ 2,5	11,8	19,9	15,1	16,3

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, cvo – celodnevni vojaški obrok, EDoh – energijski delež ogljikovih hidratov, EDm – energijski delež maščob, EDb – energijski delež beljakovin

4.2.1.1 Ocenjeni dnevni vnosi beljakovin

Slika 19 prikazuje računalniško izračunano vsebnost beljakovin (g), ki so jih vojaki zaužili s posameznimi celodnevni obroki v primerjavi s priporočili (Prehranska priporočila... 2004; Referenčne vrednosti za energijski vnos... 2016). Podobno, kot so pokazali rezultati KA, je tudi v primeru računalniške ocene povprečni dnevni vnos beljakovin, ki znaša 131,6 g, precej višji od priporočenih vrednosti, ki jih navajata obe priporočili. Ob upoštevanju povprečne telesne mase vojaka, ki po Prehranskih priporočilih... (2004) znaša 74 kg, je priporočen dnevni vnos B med 59,2 g in 74,0 g. Na sliki vidimo, da so bile priporočene vrednosti presežene pri vseh obrokih.



Slika 19: Računalniško izračunana dnevno zaužita količina beljakovin (g) z vojaškimi obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočili.). Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); B – beljakovine

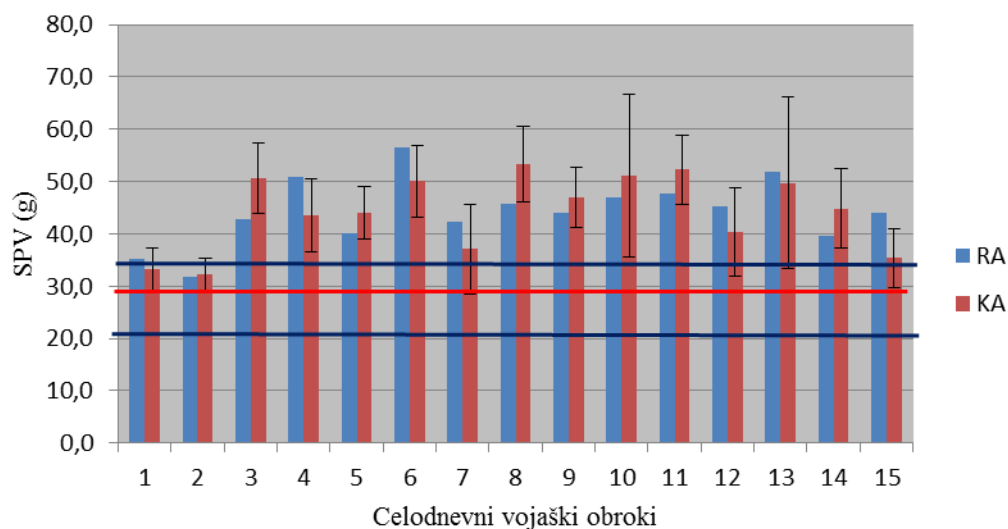
Figure 19: Computer calculated average daily protein intake (g) with military menus in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: blue line – Prehranska priporočila..., 2004; red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); B – proteins

Največ beljakovin smo izračunali v obroku št. 5 (184,1 g), ki je vseboval tudi največ maščob (224,0 g) in imel najvišjo ocenjeno EV. Glavni viri beljakovin v obroku so bila naslednja živila in jedi: sirni namaz, mortadela, hrenovke in makaronovo meso. Celotna sestava celodnevnega obroka je prikazana v prilogi A. V istem obroku smo s KA določili le 118,6 g beljakovin, kar je za 10,9 % manj. Najmanj B je vseboval obrok št. 2, in sicer 80,9 g. Do največjih razlik med rezultati obeh metod je prišlo pri obrokih št. 4, 5, 6 in 11. V vseh štirih primerih so bile vrednosti, pridobljene z RA, večje.

4.2.1.2 Ocenjene vsebnosti skupne, topne in netopne prehranske vlaknine

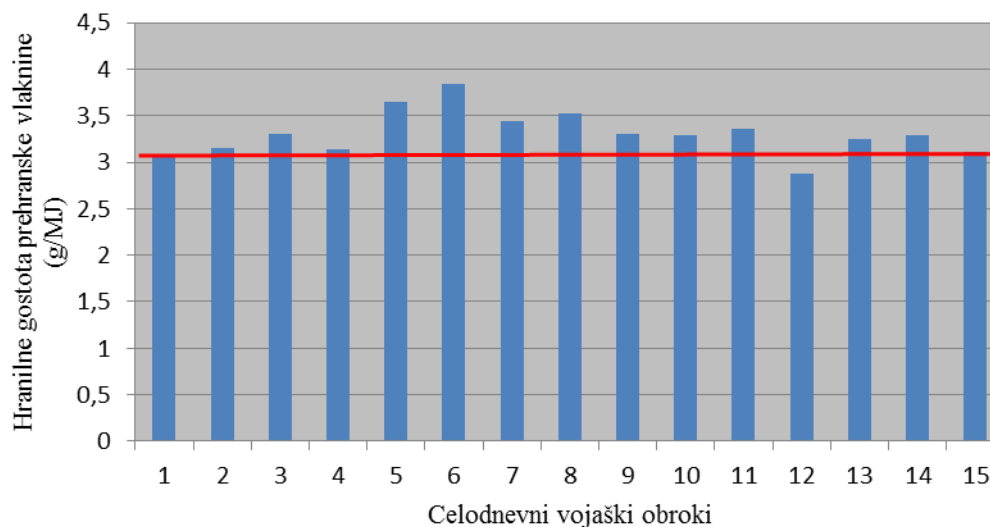
Pri odraslih velja kot orientacijska vrednost za vnos prehranske vlaknine najmanj 30 gramov na dan (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016) oziroma od 20 do 35 gramov na dan (Prehranska priporočila ..., 2004). V naši raziskavi je bil priporočen dnevni vnos presežen pri vseh celodnevni vojaških obrokih ne glede na vrednosti obeh priporočil. Priporočilom sta se najbolj približala obroka št. 1 in št. 2, ki sta vsebovala 35,5 g oz. 31,9 g skupne prehranske vlaknine.

Računalniško izračunan povprečni dnevni vnos SPV pri 15 celodnevni vojaških obrokih je znašal 44,3 g. Najmanj prehranske vlaknine je vseboval obrok št. 2, in sicer 31,9 g. Zanimivo je, da je imel isti obrok najvišjo EV in je vseboval največ beljakovin in skupnih maščob. Z obrokom št. 6 so vojaki zaužili največ prehranske vlaknine, in sicer 56,6 g.



Slika 20: Računalniško izračunana količina skupne prehranske vlaknine (g) v vojaških obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočili. Legenda: SPV – skupna prehranska vlaknina; modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); KA – kemijska analiza; RA – računalniška analiza

Figure 20: Computer calculated daily intake of total dietary fiber (g) consumed with military menus in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: SPV – total dietary fibre; blue line – Prehranska priporočila..., 2004; red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016), KA – chemical analysis; RA – computer based analysis



Slika 21: Računalniško izračunana hranilna gostota prehranske vlaknine (g/MJ) v primerjavi s priporočilom.

Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti..., (2016); KA – kemijska analiza; RA – računalniška analiza

Figure 21: Computer calculated nutritional density of dietary fiber (g/MJ) in comparison to reference value.

Legend: red line – Referenčne vrednosti..., (2016); KA – chemical analysis; RA – computer based analysis

Kot orientacijska vrednost za vnos prehranske vlaknine velja pri odraslih količina v višini najmanj 30 g/dan, kar je približno 3,1 g/MJ pri moških starostne kategorije od 25 do 50 let in pripadajočo nižjo ravno telesne dejavnosti (PAL 1,4) (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016).

4.2.2 Ocena energijske vrednosti vojaških obrokov

Povprečna energijska vrednost celodnevni vojaških obrokov (cvo), ki smo jo izračunali z uporabo računalniškega programa, je znašala 14431,9 kJ oz. 3448,1 kcal. Med posameznimi obroki so opazna večja nihanja, na kar nakazujeta tudi razmeroma visok standardni odklon od povprečne vrednosti, ki znaša 2079,3 kJ oz. 497,0 kcal, in visoka razlika med najvišjo in najnižjo izračunano energijsko vrednostjo (EV) (7952,0 kJ oz. 1900,6 kcal).

Preglednica 17: Energijska vrednost analiziranih celodnevni vojaških obrokov (kJ/cvo in kcal/cvo) z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 17: Energy value of analysed daily military meals (kJ/dmm and kcal/dmm) with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV ± SO)	n=15			
		min	max	mediana	KV (%)
EV cvo (kJ)	14 431,9 ± 2079,3	11 661,0	19 613,0	14 038,0	14,4
EV cvo (kcal)	3 449,3 ± 497,0	2 787,0	4 687,6	3 355,2	14,4

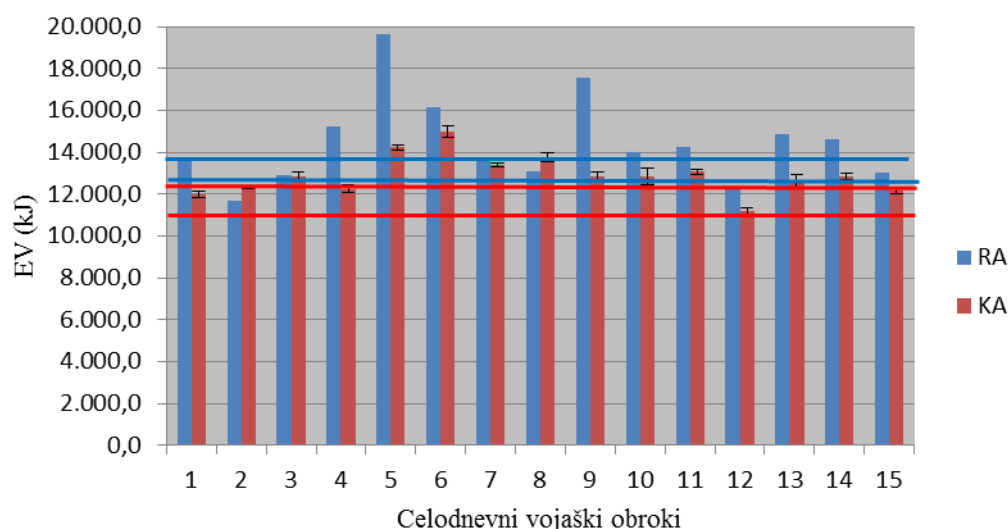
n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, cvo – celodnevni vojaški obrok, EV – energijska vrednost

Najvišjo energijsko vrednost, ki znaša 19613,0 kJ (4687,6 kcal), smo izračunali v obroku št. 5, najnižjo pa v obroku št. št. 2, in sicer 11661,0 kJ (2787,0 kcal). Podrobna sestava obeh obrokov je prikazana v prilogi A.

Z računalniškim izračunom smo pri vseh obrokih, razen v primeru obrokov št. 2 in št. 8, izračunali višjo EV kot s KA, kar je vidno tudi na sliki 22. Najvišja razlika med izračunanimi EV po obeh metodah je znašala skoraj 40 %. Izračunali smo jo za obroka št. 5 in št. 9, kjer so rezultati RA višji za 37,8 % oz. 36,3 %. Pri ostalih obrokih so bile te razlike precej nižje in so se gibale v območju med 1,4 % in 24,2 %.

Energijske vrednosti obrokov št. 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13 so višje od priporočenih dnevnih vnosov energije, kot jih navajajo Prehranska priporočila za slovensko vojsko (2004) pri zmerni telesni aktivnosti vojakov. Med njimi pa so EV obrokov št. 5, 10, 11, 13 in 14 ustrezne v primerih težjih obremenitev vojakov, kot so npr. naporni pohodi in urjenje.

Na podlagi rezultatov RA lahko sklepamo, da je glede na nova priporočila iz Referenčnih vrednosti za energijski vnos... (2016) pri vrednostih PAL od 1,6 do 1,8, dnevni vnos energije previsok ter da nekateri obroki ustrezajo normativom, ki veljajo za slovensko vojsko pri zmerni telesni aktivnosti vojakov.



Slika 22: Računalniško izračunani dnevni vnos energije (kJ) pri vojaki v primerjavi z rezultati KA in priporočili. Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; EV – energijska vrednost

Figure 22: Computer calculated daily energy intake (kJ) among soldiers in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: blue line – Prehranska priporočila..., 2004; red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; EV – energy value

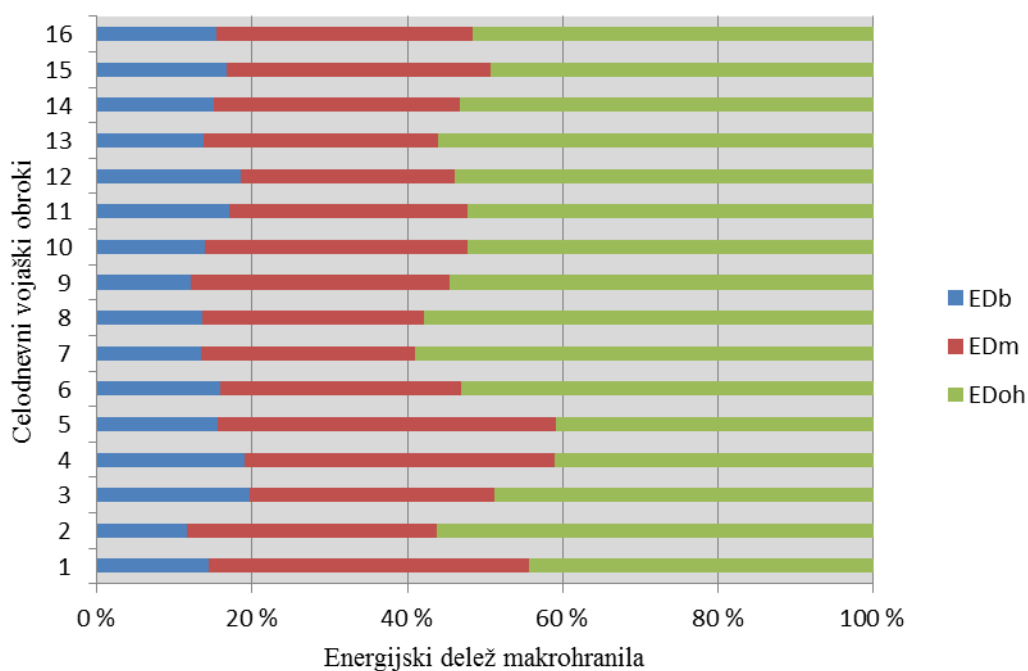
4.2.3 Ocena energijskih deležev makrohranil

Slika 23 prikazuje povprečne energijske deleže makrohranil v celodnevni vojaški obroki izračunane z uporabo računalniškega programa Prodi 5,7 Expert Plus. Povprečni energijski delež beljakovin v obrokih je znašal 15,5 %, maščob 33,5 % ter ogljikovih hidratov 52,7 %.

Vidimo, da se, podobno kot pri KA, tudi rezultati RA pri izračunu energijskih deležev makrohranil skoraj pri vseh obrokih približajo idealnim vrednostim in so v skladu z priporočili. Ob tem smo glede priporočenega dnevnega vnosa beljakovin poleg evropskih upoštevali tudi najnovejša ameriška priporočila (USDA, 2015), ki za moške, stare nad 19 let, znašajo od 10 % do 30 % E.

Najmanjši EDb smo izračunali za obrok št. 2 (11,8 %), največjega pa za obrok št. 3 (19,9 %). V primerjavi s KA smo z računalniško oceno za 15 celodnevni vojaških obrokov v povprečju določili za 1,8 % nižje energijske deleže beljakovin. Razlike med posameznimi obroki so bile seveda višje, npr. pri obrokih št. 2 in št. 6 sta bila rezultata KA višja za približno 3,5 %. Večjih odstopanj med posameznimi izračuni ni bilo.

Z ozirom na priporočila iz Referenčnih vrednosti za vnos hranil (2004), ki so veljala do aprila 2016, pa so energijski deleži beljakovin v vseh obrokih presegli priporočeno vrednost 10 % E za do 12 % pri obroku št. 2 do 21 % pri obroku št. 3. Zgornja meja 15 % je bila glede na omenjena priporočila presežena pri obrokih št. 3, 4, 11, 12 in 15.



Slika 23: Računalniško izračunani energijski deleži makrohranil (%) v celodnevni vojaški obroki. Legenda: EDb – energijski delež beljakovin, EDm – energijski delež maščob, EDoh – energijski delež ogljikovih hidratov

Figure 23: Computer calculated energy shares of macronutrients (%) in daily military meals. Legend: EDb – energy share of proteins, EDm – energy share of fats, EDoh – energy share of carbohydrate

Rezultati energijskih deležev maščob, dobljeni z računalniško oceno, so bili v povprečju za 17,0 % višji od rezultatov KA. Sklepamo lahko, da je vzrok za večjo razliko v izboru živil iz prehranske baze, ki smo jih umestili v posamezne recepte in so se po vsebnosti maščob razlikovala od sestavin, iz katerih so bile jedi dejansko pripravljene. Energijski deleži maščob so se tako gibal v območju od 27,78 % (obrok št. 12) do 44,5 % (obrok št. 5). Zgornjo mejo priporočenega dnevnega vnosa maščob, ki znaša 35 % celotnega dnevnega vnosa E, so presegli obroki št. 1, 4 in 5.

V celodnevni prehrani naj bi bil energijski delež ogljikovih hidratov najvišji. Skoraj vsa priporočila navajajo, da naj bi bili ogljikovi hidrati zastopani vsaj v 50 % energijskem deležu. Izjema so ameriške smernice USDA (2015), pri katerih je spodnja meja priporočenega energijskega vnosa 45 %, ker so na račun zmanjšanja priporočenih količin ogljikovih hidratov, povišali priporočila za vnos beljakovin z vidika varovanja in ohranjanja zdravja za zdrave odrasle.

4.2.4 Računalniško izračunana maščobnokislinska sestava celodnevni vojaških obrokov ter primerjava rezultatov s priporočili in rezultati KA

V nadaljevanju so prikazani rezultati računalniških izračunov energijskih deležev posameznih skupin maščobnih kislin (NAMK, ENMK in VNMK) v primerjavi z rezultati KA in priporočili (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2106; Prehranska priporočila..., 2004; EFSA, 2010).

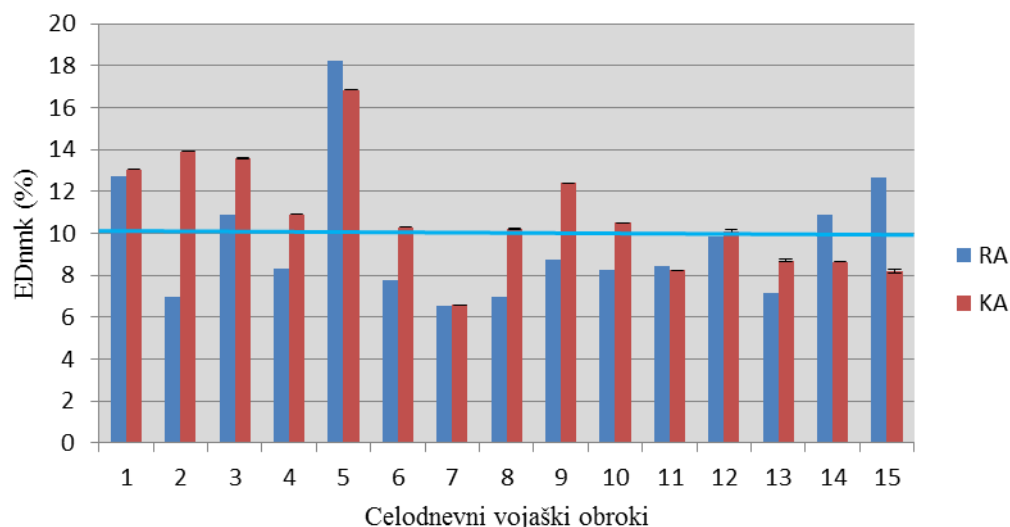
Preglednica 18: Energijski deleži posameznih skupin maščobnih kislin (%) ter vsebnosti EPA in DHA (mg) v celodnevni vojaški obrokih z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 18: Energy proportions of different groups of fatty acids (%) and estimated amounts of EPA and DHA (mg) in daily military menus with calculated parameters of basic statistics

Parameter	(AV ± SO)	n=15			
		min	max	mediana	KV (%)
ED skupnih maščob (%)	33,5 ± 4,9	27,8	44,5	32	14,7
EDnmk (%)	9,6 ± 3,1	6,5	18,3	8,5	32,3
EDenmk (%)	15,3 ± 2,5	9,1	18,9	15,6	16,2
EDvnmk (%)	5,1 ± 1,7	2,9	9,5	4,5	34,5
EPA (mg)	160 ± 264,0	< 0,01	1,0	0,1	165,0
DHA (mg)	306,7 ± 328,3	< 0,01	1,0	0,1	107,1

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, EDnmk – energijski delež nasičenih maščobnih kislin, EDenmk – energijski delež enkrat nenasičenih maščobnih kislin, EDvnmk – energijski delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin, EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina, DHA – dokoheksaenojska maščobna kislina

4.2.4.1 Nasičene maščobne kisline (NMK)



Slika 24: Računalniško izračunani energijski deleži nasičenih maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški prehrani v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom. Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; EDnmk – energijski delež nasičenih maščobnih kislin

Figure 24: Computer calculated energy shares of saturated fatty acids (%) in daily military meals in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: blue line – Prehranska priporočila..., 2004; RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; EDnmk – energy share of saturated fatty acids

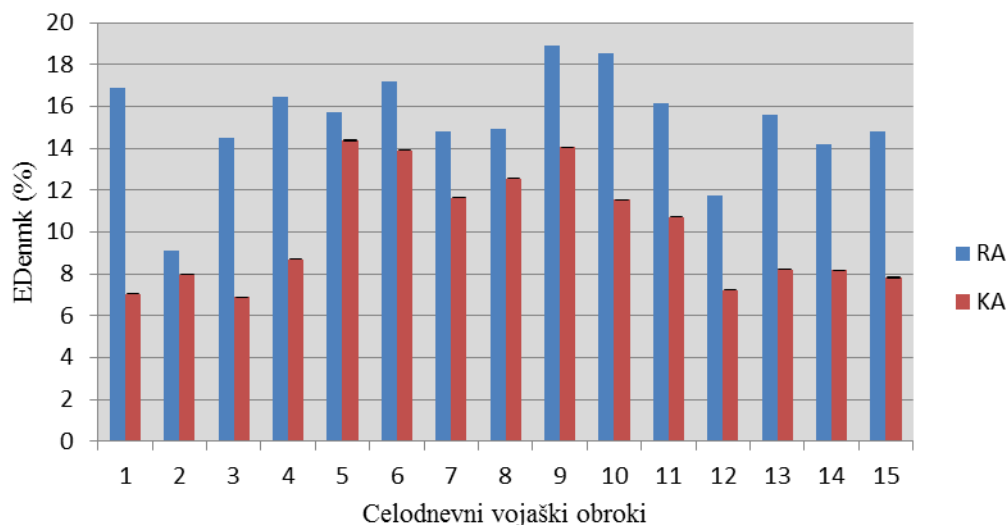
Na sliki 24 so prikazani povprečni energijski deleži NMK v zaužitih maščobah, pridobljeni na osnovi računalniške analize (RA). Rdeča črta predstavlja mejno vrednost, ki je za obe priporočili enaka. Delež NMK naj bi znašal največ tretjino v obliki maščob vnesene energije, kar ustreza 10 % skupne energije (rdeča črta). V primerjavi z rezultati kemijske analize so bile računalniške ocene vsebnosti NMK v vojaških obrokih za približno 3 % nižje (preglednica 22). Največje odstopanje med metodama smo opazili pri obrokih št. 2, 8 in 9.

4.2.5 Enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK)

Za vnos enkrat nenasičenih maščobnih kislin (ENMK) ni podanih posebnih priporočil, ker imajo izmed vseh maščobnih kislin najbolj nevtralen vpliv na naše zdravje. Določitev njihovega vnosa je edinstvena v tem, da se izračuna iz razlike med skupnim vnosom maščob in vnosom nasičenih, večkrat nenasičenih in *trans* maščobnih kislin. Zato se lahko giblje v širokem razponu.

Slika 25 prikazuje računalniško oceno količine ENMK v vojaških obrokih. Vdimo, da so v vseh primerih vrednosti, določene z RA višje kot meritve KA. V povprečju so vojaški obroki glede na rezultate računalniške ocene vsebovali 15,3 % ENMK. Povprečna vrednost kemijskih meritev je znašala 10,1 %, kar je približno za 40 % manj.

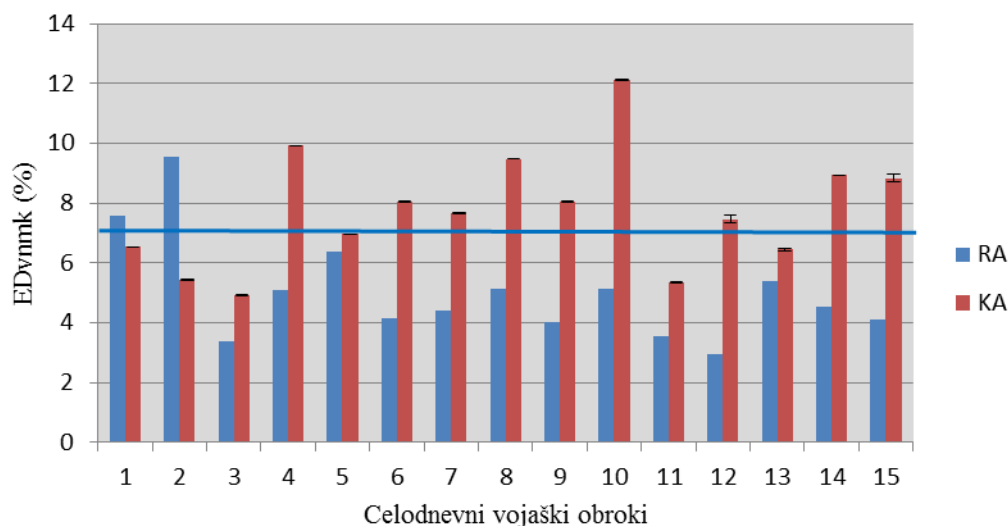
Najmanj ENMK je glede na rezultate računalniške ocene vseboval obrok št. 2, in sicer 9,1 %, največ pa obrok št. 9, kar 18,9 % odstotkov glede na skupno vsebnost maščob.



Slika 25: Računalniško izračunani energijski deleži enkrat nenasičenih maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize. Legenda: RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; EDenmk – energijski deleži enkrat nenasičenih maščobnih kislin

Figure 25: Computer calculated energy shares of monounsaturated fatty acids (%) in daily military meals in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; EDenmk – energy share of monounsaturated fatty acids

4.2.5.1 Večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK)



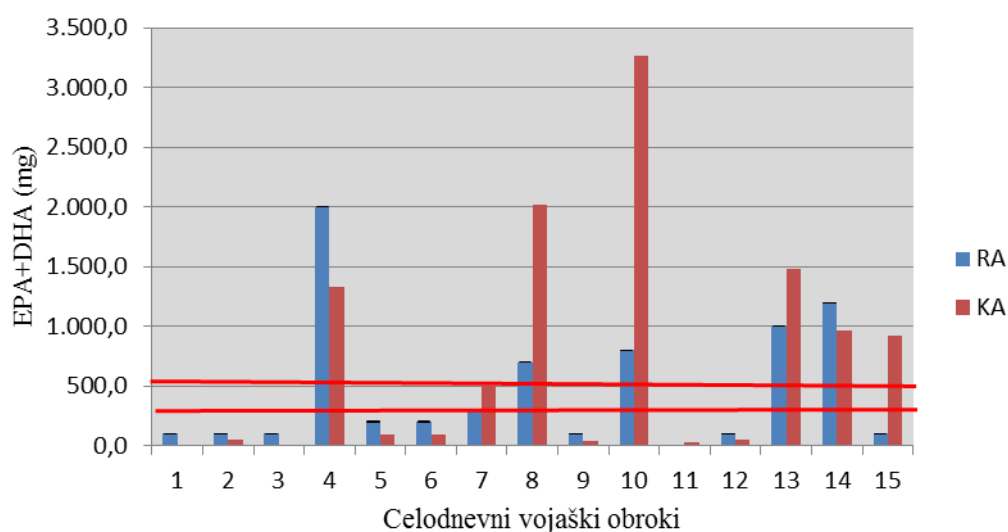
Slika 26: Računalniško izračunani energijski deleži večkrat nenasičenih maščobnih kislin (%) v celodnevni vojaški obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom. Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; EDvnmk – energijski delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin

Figure 26: Computer calculated energy shares of polyunsaturated fatty acids (%) in daily military meals in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: blue line – Prehranska priporočila..., 2004; RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; EDvnmk – energy share of polyunsaturated fatty acids

VNMK naj bi glede na priporočila prispevale okoli 7 % dnevnega vnosa energije prehranske energije oziroma do 10 %, če vnos NMK ne presega 10 % skupne energije. Povprečni delež VNMK, ocenjen s programom Prodi 5.7 Expert Plus, je znašal 5,0 %. Vsebnosti VNMK v posameznih vojaških obrokih so prikazane na sliki 26.

4.2.5.2 Ocenjene vsebnosti eikozapentaenojske (EPA) in dokozaheksaenojske (DHA) maščobne kisline (mg)

Slika 27 prikazuje računalniško ocenjene vsebnosti EPA+DHA v primerjavi z rezultati KA. Vidimo, da so pri osmih obrokih ocenjene vrednosti višje od rezultatov kemijske analize. Ocenjene vrednosti so se gibale v območju od 467,7 mg do kar 2 mg v obroku št. 4. Najnižjo izračunano vrednost smo določili v obroku št. 11, in sicer < 0,01 mg.



Slika 27: Računalniško izračunane vsebnosti eikozapentaenojske in dokozaheksaenojske kisline (EPA+DHA) (mg) v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom. Legenda: rdeča črta – EFSA (2010); EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina; DHA – dokozaheksaenojska maščobna kislina

Figure 27: Computer calculated amounts of eicopentaenoic and docohexaenoic fatty acid (EPA+DHA) (mg) in daily military meals in comparison to results of chemical analysis and recommendation. Legend: red line – EFSA (2010), EPA – eicosapentaenoic fatty acid; DHA – docosahexaenoic fatty acid

4.2.6 Ocena energijskih deležev in razmerij med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami ter razmerja med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S)

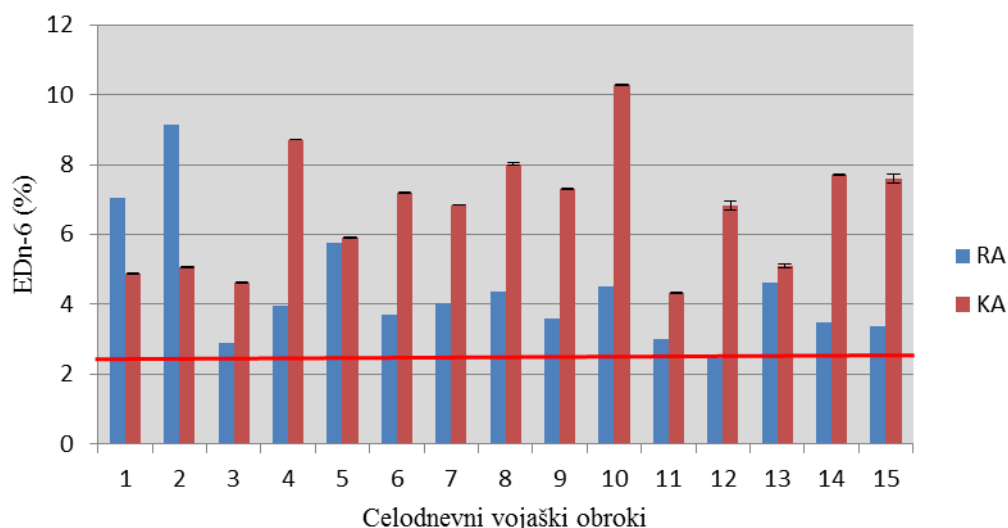
Preglednica 19: Povprečna energijska deleža *n*-6 in *n*-3 maščobnih kislin (%), povprečno razmerje *n*-6/*n*-3 in P/S indeks celodnevni vojaški obrokov z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 19: Average energy proportions of *n*-6 in *n*-3 fatty acids (%), average ratio *n*-6/*n*-3 and P/S ratio of daily military meals with calculated parameters of basic statistic

Parameter	(AV ± SO)	n=15			
		min	max	mediana	KV (%)
ED <i>n</i> -3 (%)	0,6 ± 0,2	0,4	1,1	0,5	36,7
ED <i>n</i> -6 (%)	4,4 ± 1,7	2,5	9,1	4,0	39,7
razmerje <i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	8 ± 4,9	3,4	22,8	6,0	61,0
razmerje P/S	0,56 ± 4,9	0,3	1,4	0,5	0,5

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, ED*n*-3 – energijski delež *n* – 3 maščobnih kislin, ED*n*-6 – energijski delež *n* – 6 maščobnih kislin, P/S – razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nasičenimi maščobnimi kislinami, *n*-6/*n*-3 – razmerje med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami

Ocenjeni deleži *n*-6 maščobnih kislin v posameznih obrokih so prikazani na sliki 28. Vojaški obroki so v povprečju vsebovali 4,4 % energije v obliki *n*-6 maščobnih kislin, kar je veliko manj, kot so to pokazali rezultati KA. Vrednosti, pridobljene z računalniškimi izračuni, so bile v povprečju za 35 % nižje kot rezultati KA. Menimo, da je nastala razlika verjetno posledica vnosa podatkov v programsko bazo in izbora ustreznih živil. S KA določimo dejanske vrste in količine maščobnih kislin, ki so prisotne v obroku.

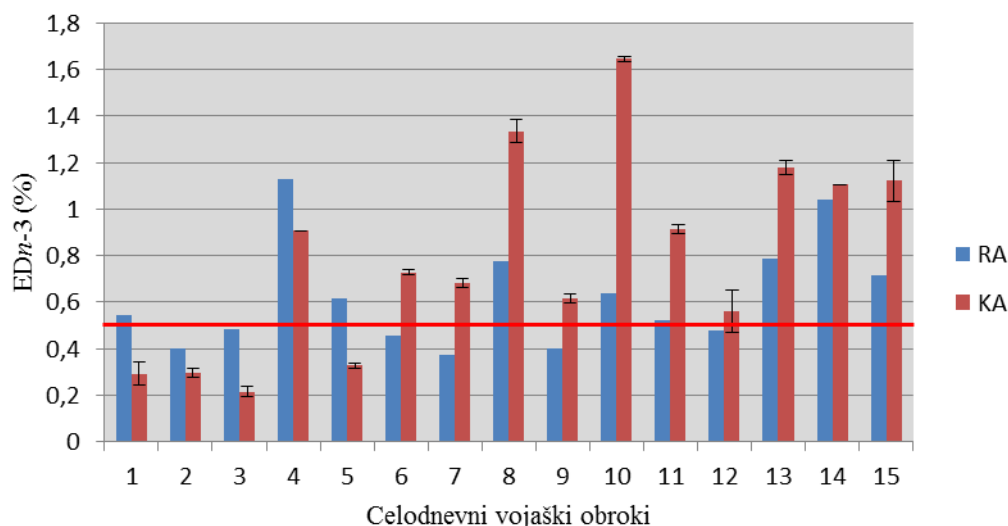


Slika 28: Računalniško izračunani energijski deleži *n*-6 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom. Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; ED*n*-6 energijski delež maščobnih kislin

Figure 28: Computer calculated energy shares of *n*-6 fatty acids in daily military menus in comparison to results of chemical analysis and recommendation. Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; ED*n*-6 – energy share of *n*-6 fatty acids

Priporočilu 2,5 % E sta se najbolj približala obroka št. 3 in 12, ki sta vsebovala 2,9 in 2,5 % energije v obliki *n*-6 maščobnih kislin. Najvišji ED_{*n*-6} smo izračunali v obroku št. 2, in sicer 9,0 %. Tudi v primeru RA vidimo, da so obroki v povprečju presegali priporočila glede dnevnega vnosa *n*-6 maščobnih kislin.

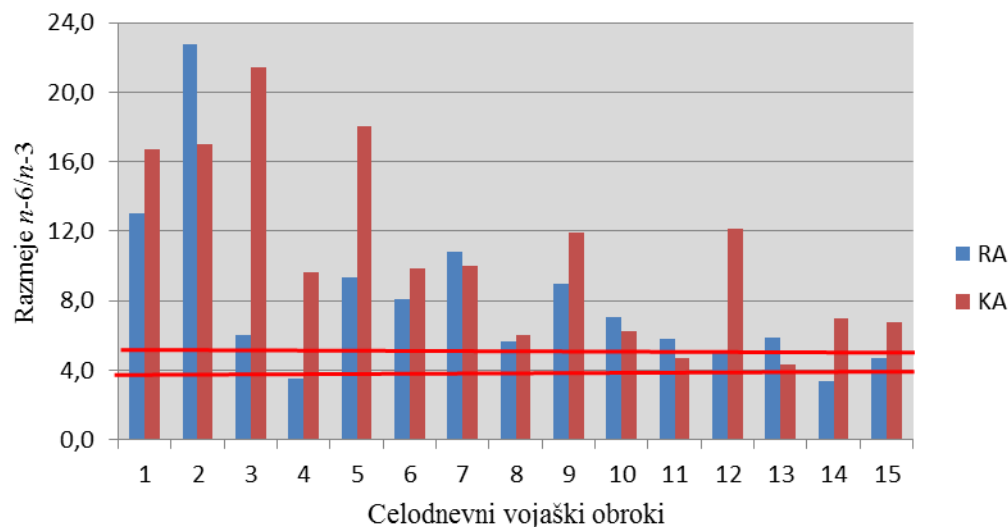
Na sliki 29 so prikazani računalniško izračunani energijski deleži *n*-3 maščobnih kislin v primerjavi z rezultati KA. Priporočila za vsebnosti *n*-3 so glede na Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016) ter glede na najnovejše smernice USDA (2015) izražena v obliki α -linolenske maščobne kisline (ALA). Na sliki vidimo, da so bile v primeru petih obrokov (obroki št. 1, 2, 3, 4 in 5) izračunane vrednosti višje od rezultatov KA. Povprečni ED_{*n*-3} maščobnih kislin v 15 celodnevni vojaški obrokih, izračunan z RA, je znašal 0,6 % E, kar je približno 20 % več od priporočila 0,5 % E (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016)). Vsebnosti med posameznimi obroki so varirale med najmanjšo vrednostjo, ki je znašala 0,4 % E in smo jo določili v obroku št. 7, do največje 1,1 % E, izračunane za obrok št. 4. Manjše vrednosti od veljavnih priporočil Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016) smo izračnali za obroke št. 2, 3, 6, 7, 9 in 12.



Slika 29: Računalniško izračunani energijski deleži *n*-3 maščobnih kislin v celodnevni vojaški obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom. Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; ED_{*n*-3} energijski deleži maščobnih kislin

Figure 29: Computer calculated energy shares of *n*-3 fatty acids in daily military menus in comparison to results of chemical analysis and recommendation. Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; ED_{*n*-3} – energy share of *n*-3 fatty acids

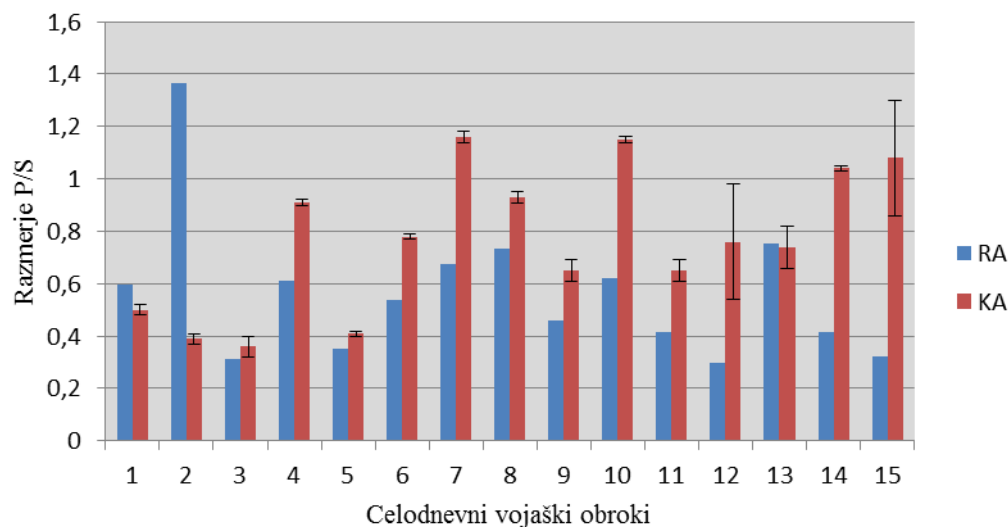
Ocenjena razmerja med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami so prikazana na sliki 30. Povprečno razmerje *n*-6/*n*-3, ki smo ga izračunali z računalniškim programom, je znašalo 8,0, kar je za 2 enoti manj kot v primeru KA, vendar v povprečju še vedno dvakrat več od priporočenega razmerja 5 : 1 oz. 4 : 1 (Referenčne vrednosti..., 2004). Na sliki 30 tudi vidimo, da je bilo razmerje, določeno z metodami KA, pri desetih obrokih višje, kot izračunane vrednosti. Sklepamo, da je razlog za odstopanja v tem, da je KA v povprečju pri vseh vzorcih pokazala tudi večje vsebnosti *n*-6 maščobnih kislin kot računalniški program. Največ *n*-6 maščobnih kislin je vseboval obrok št. 2 z določenim razmerjem 22,5. Priporočilom so se najbolj približali obroki št. 4, 8, 11, 12, 13, in 15, katerih razmerja *n*-6/*n*-3 so se gibala v območju med 3,4 in 5,9.



Slika 30: Računalniško izračunano razmerje med $n-6$ in $n-3$ maščobnimi kislinami v celodnevnih vojaških obrokih v primerjavi z rezultati KA in priporočilom. Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; $n-6/n-3$ – razmerje med $n-6$ maščobnimi kislinami in $n-3$ maščobnimi kislinami

Figure 30: Computer calculated ratio between $n-6$ and $n-3$ fatty acids in daily military menus in comparison to results of chemical analysis and recommendation. Legend: blue line – Prehranska priporočila..., 2004; RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; $n-6/n-3$ – ratio between $n-6$ fatty acids and $n-3$ fatty acids

Slika 31 prikazuje razmerja med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S). Povprečna vrednost razmerja vseh petnajstih vojaških obrokov je znašala 0,6.



Slika 31: Računalniško izračunano razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) v celodnevnih vojaških obrokih v primerjavi z rezultati kemijske analize. Legenda: RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; P/S – razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nasičenimi maščobnimi kislinami

Figure 31: Computer calculated ratio between polyunsaturated and saturated fatty acids (P/S) in daily military menus in comparison to results of chemical analysis. Legend: RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; P/S – ratio between fatty acids and $n-3$ fatty acids

Računalniško ocenjena razmerja so se gibala v območju med 0,3 (obrok št. 3) do 1,4 (obrok št. 2). Sedem obrokov je preseglo vrednost 0,6, priporočene vrednosti 0,4 (Wood in sod., 2003) pa niso dosegali obroki št. 3, 5 in 12. Po pregledu sestave jedilnikov smo ugotovili, da vsebujejo večje količine NMK, v obroku št. 5 smo z RA ocenili tudi najvišji delež NMK, in sicer 18,3 %, kar je tudi razlog, da je bil P/S indeks v tem obroku najnižji.

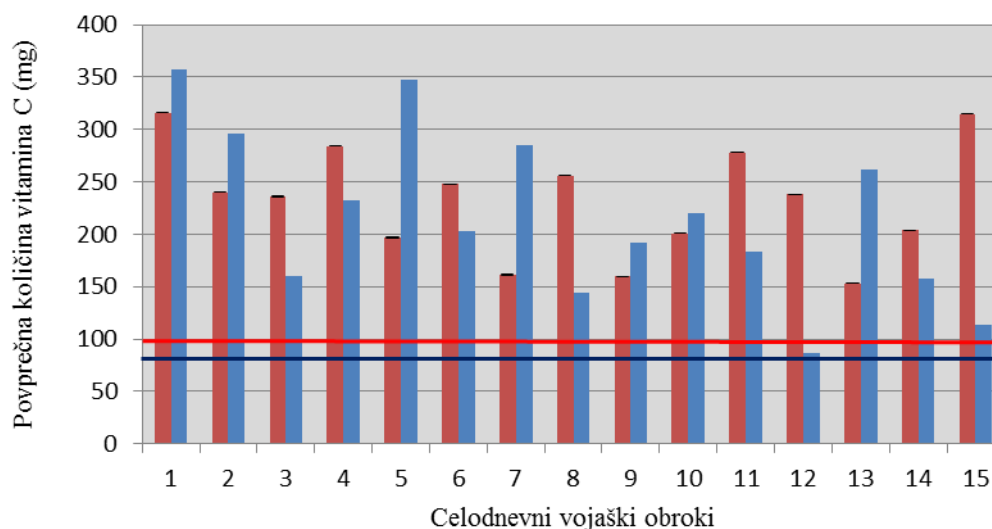
4.2.7 Ocena dnevnih vnosov vitaminov C in E

Preglednica 20: Povprečna količina vitaminov C (mg) in E (mg α -TE) v celodnevni vojaški obroki z izračunanimi parametri opisne statistike

Table 20: Average amount of vitamins C and E (mg) in daily military menus with calculated parameters of basic statistics

Parameter	n=15				
	(AV $\pm$ SO)	min	max	mediana	KV (%)
Vitamin C (mg)	232,9 $\pm$ 52,9	153,1	316,2	238,4	22,7
Vitamin E (mg α -TE)	22,1 $\pm$ 6,7	12,5	34,5	20,6	30,2

n – število obravnavanj, AV – povprečna vrednost, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, SO – standardni odklon, KV – koeficient variabilnosti, α -TE – α -tokoferol ekvivalent



Slika 32: Računalniško izračunana dnevno zaužita količina vitamina C (mg) s celodnevni vojaškimi obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočili. Legenda: modra črta – Prehranska priporočila..., (2004); rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza

Figure 32: Computer calculated average daily intake of vitamin C (mg) with military meals in comparison to results of chemical analysis and reference values. Legend: blue line – Prehranska priporočila..., (2004); red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – computer based analysis; KA – chemical analysis

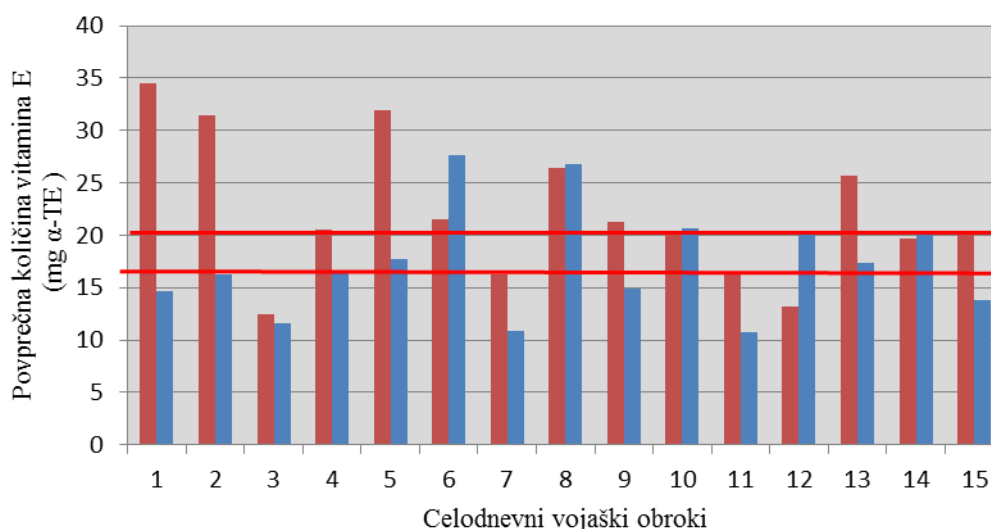
Slika 32 prikazuje povprečne računalniško izračunane dnevne vnose vitamina C s posameznimi celodnevni vojaškimi obroki v primerjavi s priporočenimi vrednostmi. Rdeča vodoravna črta na sliki označuje priporočeno dnevno količino vitamina C (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016), ki znaša 100 mg (za kadilce 110 mg). Prehranska priporočila za Slovensko

vojsko (2004) predpisujejo nekoliko manjši dnevni vnos vitamina C, in sicer 90 mg (modra črta).

Energijske potrebe vojakov na temeljnem vojaškem usposabljanju so zaradi napornih fizičnih aktivnosti višje. Posledično s so precej višje tudi njihove potrebe po vitaminu C. Zato lahko upravičeno domnevamo, da izračunan povprečni dnevni vnos vitamina C v višini 232,5 g ustreza potrebam organizma pri zahtevnejših in stresnih pogojih, saj se njegovi presežki iz organizma izločijo z urinom.

Na sliki 33 so prikazane računalniško izračunane vsebnosti vitamina E v dnevni vojaških obrokih. Izračuni kažejo, da so obroki v povprečju vsebovali 22,1 mg vitamina E, kar je skoraj 60 % več od priporočil iz posodobljenih Referenčnih vrednosti za energijski vnos... (2016), ki znašajo 13 mg do 15 mg na dan.

Tudi v primeru vitamina E so bili rezultati računalniške analize nižji od kemijskih določitev, in sicer za 38 % (preglednica 20).



Slika 33: Računalniško izračunana dnevno zaužita količina vitamina E (mg) s celodnevni vojaškimi obroki v primerjavi z rezultati kemijske analize in priporočilom. Legenda: rdeča črta – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – računalniška analiza; KA – kemijska analiza; α -TE – α -tokoferol ekvivalent

Figure 33: Computer calculated daily intake of vitamin E (mg) with military meals in comparison to results of chemical analysis and reference value. Legend: red line – Referenčne vrednosti za energijski vnos..., (2016); RA – computer based analysis; KA – chemical analysis; α -TE – α -tokoferol ekvivalent

Največ vitamina E je vseboval obrok št. 5, kar 34,5 mg, najmanj pa obrok št. 3, in sicer 12,50 mg, kar je minimalno pod priporočenimi vrednostmi. Na sliki 33 vidimo, da je bila pri 14 celodnevni obrokih vsebnost vitamina E nad priporočenimi vrednostmi, kar v bistvu ustreza potrebam organizma v zahtevnejših pogojih delovanja zaradi povečanega fizičnega in psihičnega stresa.

V povprečju so rezultati RA za 38 % višji od rezultatov KA. Razlog za tako veliko razliko je morda v sami bazi podatkov programa, ki ima za oceno vnosa vitamina E na voljo več parametrov, in sicer posamezne vrste tokoferolov ter aktivni vitamin E. Menimo, da bi bilo v

prihodnosti zanimivo preveriti, kakšna bi bila razlika v vrednostih, če bi vitamin E vrednotili na 2 načina, najprej kot aktivni vitamin E in nato kot seštevke posameznih vrst tokoferolov, ki bi jih pretvorili v mg α -TE ekvivalenta.

Ustrezni vnosi vitamina E z uravnoteženo prehrano so pomembni tudi z vidika zagotavljanja stabilnosti in zaščite maščob, predvsem VNMK pred lipidno peroksidacijo.

4.3 STATISTIČNA PRIMERJAVA REZULTATOV

S pomočjo statistične primerjave rezultatov povprečnih vsebnosti hranljivih snovi v celodnevni vojaški obroki, ki smo jih pridobili s kemijsko analizo (KA) in računalniškimi izračuni, smo želeli ovrednotiti možnosti uporabe programa Prodi 5.7 Expert Plus za oceno in načrtovanje dnevnega vnosa hranil ter za vrednotenje skladnosti vojaške prehrane s predpisanimi normativi. V ta namen smo s pomočjo korelacijske analize in izračuni Pearsonovega koeficienta korelacije (r) primerjali razlike med uporabljenima metodama za rezultate vsebnosti hranil po posameznih dnevih oz. celodnevni vojaški obroki. Z uporabo parametričnega Studentovega parnega t-testa smo primerjali razlike med obema metodama za povprečne energijske vrednosti, vsebnosti makrohranil, posameznih skupin maščobnih kislin, EPA, DHA, $n-6$ in $n-3$ maščobnih kislin, razmerja $n-6/n-3$ in P/S ter vsebnosti vitaminov C in E.

Z metodami KA smo določili tudi povprečne energijske deleže *trans* maščobnih kislin ter indekse aterogenosti maščob, ki so jih vsebovali posamezni vojaški obroki, vendar omenjenih parametrov nismo vključili v statistično obdelavo, ker računalniški program Prodi 5.7 Expert Plus ne omogoča njunih izračunov.

4.3.1 Energijska vrednost in vsebnosti makrohranil v celodnevni vojaški obroki

V preglednici 21 so podani rezultati statistične primerjave energijskih vrednosti in vsebnosti makrohranil, ki smo jih dobili s kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus v 15 celodnevni vojaški obroki.

Pri povprečni EV celodnevni vojaški obroki in vsebnosti skupnih maščob je kljub izračunani šibki korelaciji med obema metodama med posameznimi dnevi (stopnja tveganja 0,05) Studentov t-test pokazal, da med njima obstajajo statistično značilne razlike ($P < 0,05$). V obeh primerih lahko iz podatkov o razliki med povprečnimi vrednostmi tudi razberemo, da so rezultati računalniškega izračuna značilno višji od rezultatov kemijske analize.

Pri primerjavi povprečnih vsebnosti OH in B so bila razlike med uporabljenima metodama statistično neznačilne.

V primeru primerjav skupne prehranske vlaknine ter topne in netopne prehranske vlaknine pa so tako rezultati korelacijske analize in parnega t-testa pokazali, da med uporabljenima metodama ni statistično značilnih razlik.

Preglednica 21: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečno EV in vsebnosti makrohranil v celodnevni vojaški obroki (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))

Table 21: Comparison of the results of chemical analysis and computer based calculations with programme Prodi 5.7 Expert Plus, regarding to the average energy value and content of macronutrients in daily military menus (average values (AV), standard deviations (SO), 95 % confidence levels (IZ), P-values and Pearson's correlations (r))

Hranljiva snov	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P- vrednost	razlika (%)	r
	(AV ± SD)	95 % IZ	(AV ± SD)	95 % IZ			
EV (MJ)	12,9 ± 0,9	12,5 – 13,4	14,4 ± 2,1	13,5 – 15,5	0,004	-10	0,563*
OH (g)	421,5 ± 34,2	405,2 – 438,2	439,2 ± 62,0	406,7 – 473,0	0,297	4	0,295
M (g)	99,9 ± 21,7	89,9 – 110,5	125,7 ± 34,7	111,3 – 142,9	0,003	-21	0,597*
B (g)	119,6 ± 11,4	114,2 – 125,7	131,6 ± 26,7	119,2 – 145,2	0,103	-9	0,221
SPV (g)	44,5 ± 7,0	41,1 – 47,9	44,3 ± 6,3	41,2 – 47,4	0,928	0,5	0,648**
TPV (g)	14,7 ± 5,4	12,4 – 17,4	13,3 ± 2,3	12,2 – 14,5	0,224	-18	0,718**
NPV (g)	29,7 ± 5,5	26,8 – 32,5	30,4 ± 4,4	28,1 – 32,5	0,578	-2	0,527*

n = 15; razlika (%) – razlika med povprečnimi vrednostmi rezultatov KA in RA; r – Pearsonov koeficient korelacije, * korelacija je značilna pri stopnji 0,05, ** korelacija je značilna pri stopnji 0,01, EV – energijska vrednost, OH – ogljikovi hidrati, M – maščobe, B – beljakovine, SPV – skupna prehranska vlaknina, TPV – topna prehranska vlaknina, NPV – netopna prehranska vlaknina

4.3.2 Maščobnokislinska sestava celodnevni vojaški obroki

Rezultati analitično določenih in računalniško izračunanih vrednosti dnevnih vnosov NMK, n-3 ter EPA in DHA maščobnih kislin v petnajstih celodnevni vojaški obroki niso pokazali statistično značilnih razlik med obema metodama (preglednica 22). Nadalje je korelacijska analiza potrdila šibko povezanost med kemijsko in računalniško analizo pri vsebnostih NMK in ENMK, ki je bila statistično značilna, vendar je Studentov t-test potrdil, da v primeru določanja ENMK med metodama obstajajo statistično značilne razlike.

Primerjava rezultatov povprečnih vsebnosti VNMK in n-6 maščobnih kislin je pokazala, da med metodama obstajajo statistično značilne razlike ($P < 0,05$) ter da med njima tudi ni statistično značilne korelacije. V obeh primerih smo določili večje vrednosti s kemijsko analizo.

Domnevamo, da je lahko razlog za tako velike razlike med rezultati KA in RA analize v tem, da smo s KA določili dejansko količino prisotnih maščobnih kislin v testiranih vzorcih, medtem ko izračun z računalniškim programom sloni na ocenah za vsebnosti posameznih maščobnih kislin v živilih, ki smo jih izbrali v prehranski bazi. Poleg tega je v prehranski bazi v večini primerov za vsako živilo ponujeno več različnih možnosti, ki so si med seboj na prvi pogled zelo podobne tudi po imenih, se pa razlikujejo po hranilni sestavi. Zato so lahko manj točni rezultati pri vrednotenju vsebnosti hranil in primerjavi metod posledica nenamernih sistematičnih napak, ki se lahko pojavijo zaradi napačne izbire maščobnega živila. Slednje smo opazili zlasti v primeru različnih olj, margarin ter različnih uporabniških kosov govejega in prašičjega mesa.

Preglednica 22: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečne vsebnosti posameznih skupin maščobnih kislin ter EPA in DHA v celodnevni vojaških obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))

Table 22: Comparison of the results of chemical analysis and computer based calculations with programme Prodi 5.7 Expert Plus, regarding to average quantity of different groups of fatty acids and EPA and DHA fatty acids in daily military menus (average values (AV), standard deviations (SO), 95 % confidence levels (IZ), P-values and Pearson's correlations (r))

Hranljiva snov	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV ± SD)	95 % IZ	(AV ± SD)	95 % IZ			
NMK (g)	37,5 ± 10,3	33,1 – 42,7	36,5 ± 17,0	30,1 – 45,6	0,765	3	0,667**
ENMK(g)	35,4 ± 12,1	29,4 – 41,6	57,5 ± 15,0	50,0 – 65,0	< 0,001	20	0,647**
VNMK (g)	26,9 ± 7,2	23,5 – 30,4	18,6 ± 6,5	15,8 – 21,8	0,006	14	-0,073
<i>n</i> -6 (g)	23,3 ± 6,3	20,2 – 26,5	16,3 ± 6,4	13,5 – 19,5	0,015	43	-0,187
<i>n</i> -3 (g)	2,8 ± 1,5	3,6 – 2,1	2,3 ± 0,9	1,9 – 2,8	0,246	22	0,391
EPA (g)	0,21 ± 0,28	0,35 – 0,07	0,16 ± 0,26	0,05 – 0,32	0,534	31	0,485
DHA (g)	0,52 ± 0,68	0,17 – 0,21	0,31 ± 0,33	0,15 – 0,47	0,144	68	0,660**

n = 15; razlika (%) – razlika med povprečnimi vrednostmi rezultatov KA in RA; r - Pearsonov koeficient korelacije, * korelacija je značilna pri stopnji 0,05, ** korelacija je značilna pri stopnji 0,01, NMK – nasičene maščobne kisline, ENMK – enkrat nenasičene maščobne kisline, VNMK – večkrat nenasičene maščobne kisline, *n*-6 – maščobne kisline, *n*-3 – maščobne kisline, EPA – eikozapentaenojska maščobna kislina, DHA – dokozaheksaenojska maščobna kislina

4.3.3 Razmerja med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami (*n*-6/*n*-3) ter med VNMK in NMK (P/S)

Preglednica 23: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečna razmerja *n*-6/*n*-3 in P/S v celodnevni vojaških obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))

Table 23: Comparison of the results of chemical analysis and computer based calculations with programme Prodi 5.7 Expert Plus, regarding to average *n*-6/*n*-3 and P/S ratios in daily military menus (average values (AV), standard deviations (SO), 95 % confidence levels (IZ), P-values and Pearson's correlations (r))

Razmerje	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV ± SD)	95 % IZ	(AV ± SD)	95 % IZ			
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	10,78 ± 5,33	8,25 – 13,66	8,00 ± 4,88	5,90 – 10,72	0,053	35	0,507
P/S	0,77 ± 0,27	0,63 – 0,89	0,56 ± 0,27	0,45 – 0,71	0,074	38	-0,115

n = 15; razlika (%) – razlika med povprečnimi vrednostmi rezultatov KA in RA; r – Pearsonov koeficient korelacije, * korelacija je značilna pri stopnji 0,05, ** korelacija je značilna pri stopnji 0,01, P/S – razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in nasičenimi maščobnimi kislinami, *n*-6/*n*-3 – razmerje med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami

Ocenjena razmerja med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami so prikazana na sliki 30. Povprečno razmerje *n*-6/*n*-3, ki smo ga izračunali z računalniškim programom, je znašalo 8,0, kar je za 2 enoti manj kot v primeru KA, vendar v povprečju še vedno dvakrat več od priporočenega

razmerja 5 : 1 oz. 4 : 1 (Referenčne vrednosti..., 2004). Na sliki 30 tudi vidimo, da je bilo razmerje, določeno z metodami KA, pri desetih obrokih višje, kot izračunane vrednosti. Sklepamo, da je razlog za odstopanja v tem, da je KA v povprečju pri vseh vzorcih pokazala tudi večje vsebnosti *n*-6 maščobnih kislin kot računalniški program. Največ *n*-6 maščobnih kislin je vseboval obrok št. 2 z določenim razmerjem 22,5. Priporočilom so se najbolj približali obroki št. 4, 8, 11, 12, 13, in 15, katerih razmerja *n*-6/*n*-3 so se gibala v območju med 3,4 in 5,9.

4.3.4 Vsebnosti vitaminov C in E v celodnevni vojaški obrokih

Preglednica 24: Primerjava rezultatov kemijske analize in računalniške obdelave podatkov s programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na povprečne vsebnosti vitaminov C in E v celodnevni vojaški obrokih (povprečne vrednosti (AV), standardni odkloni (SO), 95 % intervali zaupanja (IZ), P-vrednosti in Pearsonov koeficient korelacije (r))

Table 24: Comparison of the results of chemical analysis and computer based calculations with programme Prodi 5.7 Expert Plus, regarding to average quantity of vitamins C and E in daily military menus (average values (AV), standard deviations (SO), 95 % confidence levels (IZ), P-values and Pearson's correlations (r))

Vitamin	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV ± SD)	95 % IZ	(AV ± SD)	95 % IZ			
Vit. C (mg)	216,1 ± 80,8	179,1–256,6	232,5 ± 52,9	205,1–261,1	0,549	-7,0	-0,158
Vit. E (mg α-TE)	17,4 ± 5,1	14,8–19,9	22,1 ± 6,7	19,1–25,5	0,029	38	0,199

n = 15; razlika (%) – razlika med povprečnimi vrednostmi rezultatov KA in RA; r – Pearsonov koeficient korelacije, * korelacija je značilna pri stopnji 0,05, ** korelacija je značilna pri stopnji 0,01, α-TE – α-tokoferol ekvivalent

Preglednica 24 prikazuje rezultate statistične primerjave povprečnih vsebnosti vitaminov C in E v vseh 15 celodnevni vojaški obrokih.

Pri določanju vsebnosti vitamina C so bile vrednosti računalniške ocene v primerjavi s kemijsko analizo v povprečju za 7 % višje. KA je pokazala, da so vojaški obroki v povprečju vsebovali 216,1 g vitamina C, kar je za 16,4 g manj kot je pokazal računalniški izračun (232,5 g). Korelacije med metodama nismo potrdili, rezultati Studentovega t-testa pa kažejo, da med metodama ni statistično značilnih razlik ($P > 0,05$) glede ocene vsebnosti skupnega vitamina C v preiskovanih obrokih.

V primeru vitamina E so rezultati statistične analize pokazali, da metodi nista v korelaciji ($r < 0,3$) ter da med njima obstajajo statistično značilne razlike ($P < 0,05$). Rezultati RA so bili v povprečju za 38 % višji od vrednosti, ki smo jih dobili s kemijsko analizo.

RAZPRAVA IN SKLEPI

4.4 RAZPRAVA

Vojaki so populacija, ki je zaradi specifičnega delovanja izpostavljena večjim psihofizičnim obremenitvam, ki so posledica delovanja različnih zunanjih in notranjih dejavnikov. To so med drugim daljša obdobja intenzivnega fizičnega napora in izpostavljenost ekstremnim okoljskim razmeram. Slednje povzroči večje obremenitve organizma in zviša možnosti za nastanek različnih poškodb in infekcij ter povečanje potreb po nekaterih esencialnih hranilih in energiji (Field Manual..., 1994). Zaradi omenjenih posebnosti sodijo vojaki poleg športnikov, otrok in starostnikov v prehransko najboljčutljivejšo skupino, njihove hranilne in energijske potrebe pa so primerljive z atleti (Lieberman in sod., 2005; Nindl in sod., 2002; Tharion in sod., 2005).

Uživanje uravnotežene prehrane je osnovni pogoj za zagotovitev energije, vzdrževanje telesne zmogljivosti in bojne pripravljenosti. Zagotovitev ustrezne oskrbe organizma s primernimi količinami makro in mikrohranil ter esencialnimi hranljivimi snovi je odvisna od številnih dejavnikov, ki so med seboj povezani. To so npr. kakovost surovin in način priprave obrokov, sestava in uravnoteženost jedilnikov, količina hrane, ki jo vojaki pojedjo, okolje, kjer se odvija prehranjevanje, kulturna sprejemljivost hrane in prehranjevalne navade posameznika. Tharion in sod. (2004, 2005) so ugotovili, da vojaki pogosto ne pojedjo dovolj hrane, ki je na voljo, zaradi česar sta lahko vnos hranil in energije neustrezna.

Glavni namen naše raziskave je bil, da z uporabo kemijskih analiz ocenimo skladnost vojaške prehrane s Prehranskimi priporočili za Slovensko vojsko (2004), Referenčnimi vrednostmi za vnos hranil (2004) ter dopolnjenimi Referenčnimi vrednostmi za energijski vnos in vnos hranil (2016) z vidika vnosa energije, makrohranil ter vitaminov C in E. Pri vrednotenju rezultatov smo posebno pozornost namenili maščobnokislinski sestavi vojaških obrokov ter izračunu nekaterih prehransko pomembnih indeksov, za katere smo predpostavili, da so primerni kazalci prehranske kakovosti zaužitih maščob. Nadalje smo na osnovi rezultatov kemijske analize (KA) želeli oceniti primernost uporabe računalniškega orodja Prodi 5.7 Expert Plus z vidika načrtovanja in vrednotenja ustreznosti prehrane pripadnikov slovenske vojske.

Ocena dnevne potrebe po energiji za slovenske vojake kot jo navajajo Prehranska priporočila,... (2004), sloni na energijski porabi vojakov, ki so na temeljnem vojaškem usposabljanju. Literatura navaja, da se lahko dnevna energijska poraba vojakov na terenu giblje od 12 500 kJ do 29 300 kJ, odvisno od vrste aktivnosti in okolja v katerem se nahajajo (DeBolt in sod., 1988; Tharion in sod., 2004). Rezultati predhodnih raziskav (Pograjc in sod., 2010; Pograjc, 2011) kažejo, da celodnevni vojaški obroki pokrijejo priporočene dnevne potrebe po energiji, če jih vojaki zaužijejo v celoti.

Rezultati KA so pokazali, da je bil dnevni vnos energije z vojaškimi obroki v povprečju ustrezen in v okviru priporočenih vrednosti. V posebnih pogojih povečanih psihofizičnih obremenitev, ki pa so med obdobjem temeljnega vojaškega usposabljanja redke, je možno energijsko vrednost dnevnega obroka uravnavati z dodatkom kruha glede na individualne potrebe, in sicer do približno 2 008 kJ/dan (480 kcal/dan). Poleg tega Prehranska priporočila za slovensko vojsko (2004) predvidevajo tedensko uravnavo vnosa hranljivih snovi.

Po priporočilih večina energije v vojaški prehrani izvira iz ogljikovih hidratov (50 % do 70 % E). Ustrezen vnos ogljikovih hidratov pomembno vpliva na njihovo telesno vzdržljivost. Če pred fizično aktivnostjo uživamo živila z visokim deležem ogljikovih hidratov, se namreč

povečajo glikogenske zaloge v mišicah (Cline in sod., 2000; Montain in Young, 2003; Lieberman, 2003; Food Components..., 1994). Rezultati dvojno slepega poskusa, ki so ga izvedli Lieberman in sod. (2002), so pokazali, da povečan vnos ogljikovih hidratov pred izvajanjem fizično zahtevnih nalog statistično značilno poveča budnost in razpoloženje. Zato ustrezni energijski deleži ogljikovih hidratov v dnevni prehrani zagotavljajo tako dobro bojno pripravljenost kot tudi dobre kognitivne funkcije vojakov (Montain in Young, 2003).

Povprečni energijski delež ogljikovih hidratov vseh petnajstih celodnevni vojaških obrokov je znašal 55,4 %, kar je ustrezno in v skladu s priporočili. Med posameznimi obroki ni bilo večjih odstopanj.

Tudi povprečne vsebnosti in energijski deleži vseh ostalih analiziranih makrohranil ustrezajo priporočilom ter se v večini primerov celo približajo idealnim vrednostim. Analizirani obroki so bili v povprečju energijsko in hranilno uravnoteženi, večja odstopanja so bila redke izjeme. Manjša odstopanja od priporočil pri posameznih dnevni jedilnikih niso pomembna, če je povprečni tedenski vnos zadovoljiv.

Pri makrohranilih je potrebno omeniti le nekoliko višje vsebnosti oz. energijske deleže beljakovin, ki so presegale priporočila za kar 50 % do 100 %. Povprečna vsebnost beljakovin v petnajstih vojaških obrokih, določena s KA, je znašala 119,6 g. Priporočila predvidevajo dnevne vnose od 57 g, oz. 0,8 g na kg telesne mase (Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2016), do 74 g/dan, kar je zgornja meja glede na Prehranska priporočila za Slovensko vojsko (2004). Z ozirom na to, da je zgornja meja varnega vnosa beljakovin, pri kateri ni pričakovati neželenih učinkov, za odrasle 2 g/kg telesne mase (Referenčne vrednosti..., 2004) in da je povprečna telesna masa vojaka 74 kg domnevamo, da povečan vnos ne predstavlja tveganja za zdravje vojakov.

Tudi različne prehranske študije potrjujejo, da je v najtežjih pogojih vojaškega delovanja dnevna potreba po beljakovinah višja (Tharion in sod., 2004). Flakoll in sod. (2004) poročajo, da dodatek beljakovin po naporni fizični aktivnosti vpliva na regeneracijo mišičnega tkiva in zmanjša možnost za nastanek različnih okužb. Zato kot priporočen dnevni vnos za vojake priporočajo vsaj 100 g beljakovin. Količine beljakovin v testiranih jedilnikih, z manjšimi odstopanji za posamezne dneve, ustrezajo tem vrednostim. Najnovejša USDA priporočila (USDA, 2015) pa za moške nad 19 let priporočajo energijski delež beljakovin od 10 % do 30 % celotnega dnevnega vnosa energije kot varen in priporočljiv, če pri vnosu ostalih makrohranil upoštevamo energijske potrebe posameznika oziroma določene skupine populacije in ne presegamo priporočenega energijskega vnosa. Nutrient Composition... (2005) pojasnjujejo, da lahko po dlje časa trajajočih in napornih telesnih aktivnostih z ustreznim dodatkom beljakovin zmanjšamo možnost okužb, težav z mišicami in izčrpanost, ki je posledica vročine. Ker optimalna oskrba telesa z beljakovinami pripomore k boljši bojni pripravljenosti in učinkovitosti, so višji dnevni vnosi beljakovin v primeru vojakov, ki so na temeljnem vojaškem usposabljanju, ustrezni z vidika ohranjanja telesne zmogljivosti in učinkovitosti. Na osnovi zgoraj navedenega lahko sprejmemo hipotezo H3.

Pri podrobnejšem pregledu literaturnih podatkov in pripravi delovnega načrta smo ugotovili, da je pri KA kompleksnih matriksov zelo pomembna optimizacija metode homogenizacije in ekstrakcije vzorcev, s čimer lahko v veliki meri preprečimo izgube določenih hranil, predvsem vitaminov in antioksidantov. Zato smo v okviru modelnega predposkusa (Wechsternbach, 2005), ki je potekal v sklopu diplomske naloge optimizirali metode priprave, stabilizacije in

homogenizacije vzorcev. Ugotovili smo, da je optimizacija dosežena z dodatkom 2 % metafosforne kisline (MFK), ki jo dodamo vzorcem že med samim postopkom homogenizacije, ter čim hitrejšim ohlajanjem (zamrzovanje s tekočim dušikom) po njej (Wechstersbach, 2005; Wechstersbach in Cigić, 2007). Podobno kot (Gökmen in sod., 2000; Kamaleldin in Appelqvist, 1996) ugotavljamo, da je dobra stabilnost vitamina C zagotovljena, če je KA opravljena še v istem dnevu, ter da pri daljšem času shranjevanja sicer stabiliziranih in zamrznjenih vzorcev, še vedno prihaja do postopne pretvorbe askorbinske kisline v dehidroaskorbinsko, kar vpliva na rezultate določanja skupnega vitamina C v vzorcu (Wechstersbach, 2005). Zato smo v raziskavi preko posredne metode redukcije nastale dehidroaskorbinske kisline nazaj v askorbinsko z reducentom tris[2-karboksietil]fosfin hidrokloridom (TCEP) določali skupno vsebnost vitamina C, ki smo jo izračunali kot vsoto obeh določitev. Tako smo zagotovili realnejše rezultate glede vsebnosti vitamina C v obrokih, saj smo pri analizi upoštevali izgube, ki nastanejo tako med toplotno obdelavo jedi kot tudi med pripravo in shranjevanjem vzorcev zaradi reverzibilnih pretvorb askorbinske kisline v dehidroaskorbinsko. Sklepamo, da je slednje tudi eden od razlogov, da smo v vzorcih vojaških obrokov določili razmeroma visoke vsebnosti vitamina C.

Na začetku poskusa smo pri postavitvi raziskovalne hipoteze H4 predvidevali, da bo dnevni vnos vitaminov C in E višji od priporočenih vrednosti, ki jih predpisujejo (Prehranska priporočila... (2004) in Referenčne vrednosti za energijski vnos... (2016).

Pri sami analizi se je izkazalo, da so vsebnosti obeh vitaminov, določenih tako s kemijsko kot tudi računalniško analizo (RA), presegale priporočila. Pri obeh metodah so bile vsebnosti vitamina C presežene za več kot 100 %, s tem da smo v povprečju pri RA določili za 7 % višje vrednosti. Z ozirom na dejstvo, da so zaradi naporene telesne aktivnosti in dodatnega psihičnega stresa potrebe vojakov po nekaterih mikrohranilih višje, lahko zaključimo, da povišani dnevni vnosi vitamina C ne predstavljajo dodatne obremenitve za njihov organizem, ki med temeljnim vojaškim usposabljanjem večinoma deluje v zahtevnejših stresnih pogojih. Poleg tega je vitamin C topen v vodi in se presežki lahko izločijo z urinom.

Podobno so bile tudi vrednosti vitamina E, določene po obeh metodah, nad priporočili. Rezultati KA so priporočila presegali za od 13,8 % do 25,3 % (glede na zgornjo in spodnjo mejo priporočila). Pri RA je bilo odstopanje od priporočil večje, in sicer od 32,1 % do kar 41,2 %. Čeprav je vitamin E topen v maščobah ocenjujemo, da v našem primeru prekoračene dnevne količine ne predstavljajo tveganja za zdravje vojakov. Literatura namreč navaja, da je zgornja dopustna meja, ki še ne ogroža našega zdravja, dnevni vnos v višini 800 mg (Lukaski, 2007). Poleg tega pa ustrezne količine vitamina E ščitijo nenasičene maščobe, predvsem večkrat nenasičene maščobne kisline pred peroksidacijo.

Predvidevamo, da je eden od možnih vzrokov za povečane količine vitaminov C in E v celodnevni vojaški obroki dejstvo, da so zaradi narave vojaškega delovanja priporočila za dnevni vnos energije nekoliko višja. Večji vnosi energije običajno pomenijo tudi vnose večjih količin hrane oziroma zaužitih hranil, kar je lahko v neposredni povezavi z določenimi višjimi vsebnostmi vitaminov C in E v analiziranih vojaških obrokih. Na osnovi dobljenih rezultatov, lahko potrdimo hipotezo H4, v kateri smo predvidevali, da bodo vsebnosti obeh vitaminov v vojaških obrokih nekoliko višje od priporočenih.

Poleg ocene skladnosti vojaške prehrane s priporočili, je bil eden od osnovnih ciljev naše raziskave vrednotenje uporabnosti računalniškega programa Prodi 5,7 Expert Plus za oceno vnosa hranil in načrtovanje prehrane vojakov. Zanimalo nas je, v kolikšni meri se lahko

računalniška obdelava vnosa hranil, ki temelji na uporabi prehranskih baz, približa rezultatom kemijske analize.

Vsebnost hranil v vojaških jedilnikih je navadno ocenjena iz prehranskih tabel, direktne kemijske analize obrokov so redke (Klicka in sod., 1996, Pograjc in sod., 2010). Bedogni in sod. (1999) so pri primerjavi analiziranih in računalniško ocenjenih rezultatov ugotovili, da je uporaba računalniških sistemov, ki temeljijo na različnih bazah podatkov o sestavi hranil, primerna za oceno energijske vrednosti ter količine zaužitih ogljikovih hidratov in beljakovin, ne pa za oceno vlaknin.

V novejšem času razvoj kakovostnih računalniških programov z obsežnimi in zanesljivimi podatkovnimi bazami o sestavi živil omogoča lažje načrtovanje in vrednotenje prehrane specifičnih skupin populacije, med katere sodijo tudi vojaki (Koroušić Seljak in sod., 2013).

Pri pregledu literaturnih podatkov (Horvat, 2009; Koroušić Seljak in sod., 2013; Presečnik, 2013; Puš, 2013) smo ocenili, da je uporaba parametričnega Studentovega t-testa v parih primerno statistično orodje za primerjavo skladnosti obeh metod in oceno uporabnosti programa Prodi 5.7 Expert Plus v prehranskih raziskavah testiranih populacij.

Zanimalo nas je, ali lahko delovno hipotezo H1, v kateri predvidevamo, da je računalniški program Prodi Expert 5.7 primerna metoda za načrtovanje in vrednotenje energijske vrednosti in vsebnosti makrohranil v vojaški prehrani, potrdimo ali ovržemo. Nadalje smo s hipotezo H2 predvideli, da obstajajo statistično značilne razlike med rezultati kemijske in računalniške analize glede vsebnosti mikrohranil, torej v našem primeru vitaminov C in E.

Pri primerjavi energijskih vrednosti (EV) je statistična analiza potrdila, da med metodama obstajajo značilne razlike pri določanju EV celodnevni obrokov in skupnih maščob, zato lahko hipotezo H1 sprejmemo le delno. Pri določanju vsebnosti ogljikovih hidratov, beljakovin, skupne prehranske vlaknine ter topne in netopne vlaknine statistično značilnih razlik med metodama nismo potrdili.

Podobno je statistična primerjava rezultatov pokazala v primeru hipoteze H2. Pri določanju vsebnosti vitamina E smo potrdili statistično značilne razlike, medtem ko statistično značilnih razlik pri določanju vitamina C med metodama ni bilo.

Nasprotno pa je Horvat (2009) pri oceni uporabnosti programa Prodi 5.7 Expert Plus na istih vzorcih vojaške prehrane ugotovil, da med metodama KA in RA v primeru obeh vitaminov obstajajo statistično značilne razlike. Domnevamo, da je možen vzrok za različne dobljene rezultate dejstvo, da je bilo v omenjenem poskusu testiranih le prvih deset celodnevni vojaških obrokov, ter da smo pri izbiri živil iz prehranske baze programa v nekaterih primerih izbrali različne podatke. Kot smo že omenili pri poglavju Materiali in metode, ima Prodi 5.7 Expert Plus v svoji bazi za posamezno živilo lahko več različic, npr. konzervirano, sveže, kuhano, zamrznjeno, sušeno sadje in zelenjavo kot glavna vira vitamina C. Prav tako je na razpolago ogromno različnih podatkov za izbiro vrste rastlinskega olja in margarine, ki se uporabljata pri pripravi jedi in sta pomemben vir vitamina E. V vojaških normativih in recepturah, s katerimi smo pri vnosu podatkov in sestavi receptov za dnevne jedilnike razpolagali, vrsta maščobnega živila ni bila posebej določena.

Smatramo, da je za uspešno uporabo programa Prodi 5.7 Expert Plus nujno, da pri vnosu osnovnih podatkov in sestavljanju receptur sodeluje strokovno usposobljen kader. Prav tako je potrebno, da so v vojaških normativih zapisani natančnejši podatki o vrsti živil, ki se dejansko uporabljajo pri pripravi jedi. V primeru spremembe živila ali njegove sestave je potrebno vse spremembe redno posodablјati.

Med izbranimi metodama smo preverili tudi možne povezave glede vsebnosti skupnih maščob, posameznih skupin maščobnih kislin ter dobljenih vrednosti nekaterih prehransko pomembnih indeksov, ki jih lahko uporabimo kot posredne kazalce kakovosti uporabljenih maščob prehrani testirane populacije. Rezultati so pokazali, da je Prodi 5.7 Expert Plus primerno orodje za dolgoročno oceno vnosa nasičenih maščobnih kislin, *n*-3 maščobnih kislin, vsebnosti EPA in DHA, razmerij med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami (VNMK) in nasičenimi maščobnimi kislinami (NMK), (P/S) ter med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami (*n*-6/*n*-3).

V povprečju so celodnevni vojaški obroki vsebovali 10,8 % E v obliki NMK, 10,1 % E v obliki ENMK ter 7,7 % E v obliki VNMK, kar v celoti ustreza vrednostim obeh referenčnih priporočil. Razmerje med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami je bilo nekoliko nižje od priporočenega 1 : 2 (Prehranska priporočila..., 2004) in je znašalo 1 : 1,65. S povečanim vnosom živil, ki vsebujejo več nenasičenih maščobnih kislin, predvsem *n*-3 VNMK, kot so ribe in različni izdelki iz rib ter z uporabo olja iz pšeničnih kalčkov, repičnega ali sojinega olja pri pripravi jedi, bi lahko razmerje dodatno izboljšali in se približali idealni vrednosti priporočila.

S hipotezo H5, ki se nanaša na izbiro primernega orodja za vrednotenje kakovosti maščob, smo predvidevali, da so prehranski indeksi, ki jih izračunamo s pomočjo maščobnokislinske sestave (indeks aterogenosti, vsebnost *trans* maščobnih kislin in razmerje med *n*-6 in *n*-3 maščobnimi kislinami), primerno orodje za oceno prehranske kakovosti uporabljenih maščob v celodnevni prehrani testirane populacije.

Ob pregledu literaturnih podatkov in upoštevanju dejstva, da se priporočila za vnose posameznih skupin maščobnih kislin in referenčne vrednosti prehransko pomembnih indeksov z leti spreminjajo in dopolnjujejo, hipotezo H5 sprejmemo le delno. Za kvalitativno oceno prehranske kakovosti maščob je pomembno poznati tudi vsebnosti in razmerja med nekaterimi drugimi skupinami maščobnih kislin. Za kakovostno interpretacijo dobljenih rezultatov je poleg samega razmerja *n*-6/*n*-3 potrebno upoštevati še absolutne energijske deleže *n*-3 in *n*-6 maščobnih kislin (ED*n*-3, ED*n*-6), vsebnosti eikozapentaenojske kisline (EPA) in dokozaheksaenojske kisline (DHA) ter razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami (VNMK) in nasičenimi maščobnimi kislinami (NMK) (P/S). Slednje je med drugim tudi dober posredni pokazatelj količine zaužitih *n*-3 maščobnih kislin, ki so zaradi vplivov na človekovo zdravje, psihofizično aktivnost, delovanje imunskega sistema in kognitivne sposobnosti v prehrani izrednega pomena (Elmadfa in Kornsteiner, 2009; USDA, 2015).

Poudarjamo, da je za objektivno evalvacijo maščob v prehrani testirane populacije nujno potrebno slediti tudi najnovejšim spremembam ustreznih priporočil. Dejstvo je, da je zaradi spreminjanja in dopolnjevanja le-teh, lahko ocena prehranske kakovosti uporabljenih maščob v različnih časovnih obdobjih za iste analize rezultate različna. Med seboj se razlikujejo tudi nekatera veljavna priporočila, ki jih za določene MK ali skupine MK predpišejo znanstvene inštitucije v posameznih državah, kot je to v primeru *n*-3 VNMK in priporočenih dnevnih vnosov EPA in DHA. Evropska agencija za varnost hrane (EFSA) in ostale svetovne referenčne znanstvene inštitucije kot so npr. Institute of Medicine (IOM), Organizacija Združenih narodov

za prehrano in kmetijstvo (FAO) in Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) do sedaj še niso vzpostavile enotnih priporočil za dnevni vnos $n-3$ VNMK ampak le za določene $n-3$ MK z znanstveno dokazanimi učinki na človekovo zdravje (Baum in sod., 2012) kot so npr. ALA, EPA, DHA ter v nekaterih primerih dokozapentaenojska MK (DPA) (Aranceta in Pérez-Rodrigo, 2012). Različna trenutno veljavna priporočila za dnevne vnose $n-3$ MK, izražena v obliki ALA, se tako gibljejo v območju od 0,5 % E (EFSA, 2010) do 2 % E (Elmadfa in Kornsteiner, 2009; FAO, 2010).

Povprečni energijski delež $n-3$ VNMK v analiziranih vojaških obrokih je znašal 0,8 %, kar ustreza 2,8 g $n-3$ VNMK in je za 62 % več od priporočene vrednosti 0,5 % E (Prehranska priporočila..., 2004, Referenčne vrednosti za energijski vnos..., 2015) oz. 1,6 g/dan (USDA, 2015). Višji delež $n-3$ VNMK v vojaški prehrani je ugoden z vidika ohranjanja zdravja in preventive pred nekaterimi civilizacijskimi boleznimi. Hkrati pa je tudi odraz skrbno sestavljenih jedilnikov in upoštevanja priporočil glede pogostosti uživanja rib in druge morske hrane, ker so vsaj 2 x tedensko na dnevnih jedilnikih ponujene morske ali sladkovodne ribe in izdelki iz njih.

EPA in DHA veljata za semiesencialni spojini, ker se lahko v organizmu v manjši meri sintetizirata iz esencialne α -linolenske kisline (ALA). Pri tem je potrebno upoštevati, da je učinkovitost pretvorbe odvisna od mnogih dejavnikov, med drugim tudi od absolutnih količin linolne in α -linolenske maščobne kisline v prehrani in ne samo njunega razmerja (Goyens in sod., 2006). Pretvorba ALA v EPA je pri ljudeh učinkovitejša od pretvorbe ALA v DHA in variira v območju med 0,2 % do 8 % skupne zaužite količine ALA. Stopnja pretvorbe v DHA je precej nižja, in sicer med 0,13 % do 4 % skupno zaužite količine ALA. Različni avtorji ugotavljajo, da je učinkovitost konverzije odvisna še od številnih drugih dejavnikov, kot so spol, način prehranjevanja, nekateri zunanji okoljski dejavniki ter razmerje $n-6/n-3$ (Field, 2003; Goyens in sod., 2006).

Svetovna organizacija za raziskave s področja omenjenih maščobnih kislin GOED (Global Organization for EPA and DHA Omega 3-s) je leta 2015 zbrala in primerjala priporočene vrednosti različnih znanstvenih organizacij za različne ciljne skupine populacije v posameznih državah. Raziskava je pokazala, da se priporočeni dnevni vnosi EPA+DHA za povprečno zdravo odraslo populacijo gibljejo v območju od 200-500 mg/dan v Evropi (Aranceta in Perez-Rodrigo, 2012), do 1000 mg na Japonskem. V Evropi imajo najvišja priporočila za dnevne vnose skupnih $n-3$ maščobnih kislin ter s tem tudi vnosov EPA+DHA skandinavske države, in sicer 1 % E. Sledi jim Francija s 500 mg dnevnega priporočenega vnosa EPA+DHA. V večini držav so omenjena priporočila za ranljive skupine populacije kot so npr. bolniki s kroničnimi srčnožilnimi obolenji, hiperholestrolemljo, noseče in doječe matere ter nekateri kancerogeni bolniki višja in dodatno predpisana s strani ustreznih znanstvenih ustanov (GOED, 2015).

Povprečna vsebnost EPA+DHA v celodnevni vojaški obrokih je znašala 721,1 mg, kar je skoraj trikrat več, kot znašajo trenutna evropska priporočila (EFSA, 2010) in v skladu s priporočili skandinavskih dežel in Japonske. Višje vsebnosti EPA in DHA v prehrani vojakov so ugodne z vidika preventive pred srčnožilnimi obolenji, hiperholesterolemljo, vzdrževanja učinkovitega imunskega sistema in dobrih kognitivnih funkcij (Elmadfa in Kornsteiner, 2009; EFSA, 2010, 2012).

Dober primer spreminjanja in dopolnjevanja priporočenih vrednosti je tudi razmerje med $n-6$ in $n-3$ maščobnimi kislinami. Zaradi znanstvenih dokazov o škodljivosti pretiranega uživanja

nasičenih maščob na človekovo zdravje je v šestdesetih letih 20. stoletja začela močno naraščati uporaba rastlinskih olj v prehrani zahodnjakov, ki je posledično vsebovala večje deleže *n*-6 VNMK. Višji vnosi *n*-6 VNMK so se odrazili na povprečnih vrednostih razmerja *n*-6/*n*-3, ki je dosegalo vrednosti od 15 : 1 do celo 16 : 1. Evolucijsko gledano so naši geni še iz obdobja lovtva in nabiralništva prilagojeni na razmerje okoli 1 : 1. Zato je z vidika ohranjanja in varovanja zdravja ugodno, da so vnosi *n*-6 VNMK nižji. Previsoke vsebnosti *n*-6 VNMK v prehrani namreč pospešujejo nastanek nekaterih civilizacijskih bolezni, kot so srčnožilna obolenja, vnetne in avtoimune bolezni ter nekatere oblike raka (EFSA, 2010; Simopoulos, 2002; WHO, 1994).

Leta 1994 je Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) pripravila priporočila o oskrbi z esencialnimi *n*-6 in *n*-3 VNMK in priporočenem razmerju *n*-6/*n*-3, ki naj bo med 5 : 1 do 10 : 1. Nadalje se je z leti na podlagi več intervencijskih študij, ki so dokazale zaščitni učinek dolgotrajnih *n*-3 VNMK glede smrtnih izidov zaradi srčnih infarktov, priporočilo še dodatno znižalo na vrednosti med 4:1 do 5:1 (Baum in sod., 2012; Referenčne vrednosti..., 2004; Simopoulos, 2002). Z vidka preventive pred različnimi oblikami vnetij, srčnožilnimi obolenji in nekaterimi oblikami raka, so trenutno veljavna priporočila še nižja in znašajo med 2 : 1 do 3 : 1. Na osnovi zaključkov Simopoulusa (2002) lahko tako povzamemo, da optimalno razmerje *n*-6/*n*-3 v prehrani variira med 1:1 do 4:1. Pri tem se vrednosti priporočil spreminjajo tudi glede na ciljno skupino populacije, ki so ji priporočila namenjena (Aranceta in Pérez-Rodrigo, 2012; Marin, 2005).

Razmerje *n*-6/*n*-3 v testirani prehrani vojakov je znašalo 10,8, kar okvirno ustreza priporočilom WHO iz leta 1994, je pa mnogo previsoko glede na priporočila iz leta 2004 (Referenčne vrednosti..., 2004). Priporočamo, da se skuša z izbiro primerih živil razmerje znižati predvsem v smislu manjšega vnosa *n*-6 MK (ED_{*n*-6} je znašal 6,7 %), deloma pa tudi s povečanjem vnosa *n*-3 maščobnih kislin. Manjše vnose *n*-6 MK se lahko doseže predvsem z zmanjšanjem količine rastlinskih olj, ki se uporabljajo pri pripravi jedi. Vnos *n*-3 MK pa se lahko poveča z uživanjem večjih količin zelene listnate zelenjave, nekaterih oreščkov in semen, stročnic, rib, izdelkov iz rib ter druge hrane iz morja.

Povprečno razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami (VNMK) in nasičenimi maščobnimi kislinami (NMK) (P/S) v vojaških obrokih je znašalo 0,8, indeks aterogenosti IA pa 0,7. Wood in sod. (2003) kot priporočeno razmerje P/S navajajo vrednosti nad 0,4 saj se pri nižjih vrednostih poveča tveganje za razvoj srčnožilnih obolenj.

Salobir (1997) navaja, da so s prehranskega stališča ugodne maščobe, ki imajo indeks IA manjši od 0,5. Nizek povprečni energijski delež *trans* MK (ED_{*trans*}) v višini 0,2 % kaže na uporabo kakovostnih živil in surovin ter nizke deleže industrijsko pripravljenih in pol-pripravljenih jedi v vojaški prehrani.

Na osnovi analize maščobnokislinske sestave celodnevni vojaških obrokov ugotavljamo, da je glede na trenutno veljavna priporočila, prehranska kakovost maščob ustrezna tako z vidika energijskih deležev glavnih skupin maščobnih kislin (NMK, ENMK, VNMK), kot tudi z vidika vsebnosti *trans* maščobnih kislin ter izračunanih vrednosti razmerja P/S. Indeks aterogenosti (IA) pa je z vrednostjo 0,7 za približno 40 % presegel priporočeno vrednost 0,5 kot jo navaja Salobir (1997). Ker smo ocenjevali celodnevno prehrano in ne samo posameznih živil oz. obrokov in ker je večina ostalih parametrov v okvirih priporočenih vrednosti, kljub temu smatramo, da vrednosti niso niso zaskrbljujoče. Pri podrobnejšem pregledu rezultatov in

sestave jedilnikov ugotavljamo, da je imelo kar 10 celodnevni obrokovi IA v okviru dovoljenega priporočila, ter da je bila najnižja izračunana vrednost 0,27. Prav tako kot primerjavo navajamo rezultate Ulbrichta in Southgatea (1991), ki sta pri analizi danske in angleške prehrane dobila povprečne vrednosti IA 1,29 oziroma 0,93.

Nasprotno pa predlagamo, da bi bilo potrebno več pozornosti posvetiti znižanju razmerja $n-6/n-3$, ki je z vrednostjo 10,8 za več kot 200 % preseglo priporočila (Referenčne vrednosti..., 2004) in to predvsem na račun visokih vnosov $n-6$ MK, ki so s povprečnim ED $n-6$ v višini 6,7 % dosegle skoraj trikratno dnevno priporočeno količino.

Zaradi znanstveno dokazanega varovalnega delovanja pri številnih obolenjih so priporočljivi tudi nekoliko povečani vnosi $n-3$ MK, čeprav že zdaj presegajo spodnjo mejo priporočila v višini 0,5 % E, vendar največ do 2 % E, kar je z zdravstvenega vidika dokazana zgornja meja varnega vnosa (EFSA, 2010; FAO, 2010; USDA, 2010).

4.5 SKLEPI

Glede na dobljene rezultate raziskave povzemamo naslednje sklepe:

- Računalniški program Prodi 5.7 Expert Plus ni dovolj natančna in zanesljiva metoda za vrednotenje ter dolgoročno načrtovanje energijskih vrednosti in vsebnosti vseh makrohranil v vojaški prehrani, zato hipotezo H1 na osnovi dobljenih rezultatov sprejmemo delno.
 - o Med metodama kemijske analize (KA) in računalniške analize (RA) pri določanju energijske vrednosti in vsebnosti skupnih maščob obstajajo statistično značilne razlike;
 - o Pri analizi vsebnosti beljakovin, ogljikovih hidratov, skupne prehranske vlaknine, nasičenih maščobnih kislin, *n*-3 maščobnih kislin ter vsebnosti vitamina C, statistično značilnih razlik med metodama nismo potrdili;
 - o Ob pravilnem in točnem vnašanju podatkov je Prodi 5.7 Expert Plus primeren za hitro, cenovno ugodno in razmeroma točno kratkoročno oceno vsebnosti beljakovin, ogljikovih hidratov, skupne prehranske vlaknine, nasičenih maščobnih kislin, *n*-3 maščobnih kislin ter vsebnosti vitamina C.
- Zaradi nekaterih sistemskih pomanjkljivosti programa je pri vrednotenju kakovosti prehrane testirane populacije za objektivno oceno in večjo točnost dobljenih rezultatov nujno, da analizo in vnos podatkov izvaja strokovno usposobljen kader.
- Med metodama obstajajo statistično značilne razlike pri določanju vsebnosti vitamina E. Pri določanju vsebnosti vitamina C razlik med metodama nismo potrdili. Hipotezo H2 sprejmemo delno:
 - o Povprečna vsebnost vitamina C v celodnevni vojaški obroki, določena z RA, je znašala $232,5 \pm 52,9$ mg, s KA pa $216,1 \pm 80,8$ mg;
 - o Vsebnost vitamina E v vojaški obroki znaša $17,4 \pm 5,1$ mg (KA), oziroma $22,1 \pm 6,7$ mg (RA).
- Energijska vrednost (EV) in vsebnosti makrohranil v vojaških obrokih so ustrezale obema referenčnima priporočiloma. Rezultati potrjujejo delovno hipotezo H3, v kateri smo predvidevali, da so energijske vrednosti in vsebnosti makrohranil v vojaških obrokih zadovoljive in v skladu s priporočili:
 - o Povprečna EV vojaškega obroka je znašala $12,9 \pm 0,9$ MJ (KA) oz. $14,4 \pm 2,1$ MJ (RA);
 - o Pri obrokih, kjer je bila EV nekoliko pod priporočili, je za izravnavo razlike na voljo dodatek kruha. Zato ocenjujemo, da je bil energijski vnos zadosten in ustrezen.
- Dnevni vojaški obroki vsebujejo višje vsebnosti vitaminov C in E od priporočenih dnevnih vnosov obeh referenčnih priporočil, kar potrjuje hipotezo H4.

- Zaradi specifičnih pogojev v katerih delujejo vojaki, se potrebe organizma po esencialnih vitaminih povečajo, zato višji dnevni vnosi vitaminov C in E ne predstavljajo tveganja za njihovo zdravje.
- Energijski deleži makrohranil so ustrezali predpisanim priporočilom ne glede na uporabljeno metodo za oceno vnosa hranil:
 - o EDm je znašal $28,6 \pm 4,7 \%$ (KA) oz. $33,5 \pm 4,9 \%$ (RA), EDoh $55,4 \pm 4,2 \%$ (KA) oz. $52,7 \pm 5,7 \%$ (RA) ter EDb $15,8 \pm 1,7 \%$ (KA) oz. $15,5 \pm 2,5 \%$ (RA).
- Pri KA vzorcev kompleksnih matriksov obstajajo omejitve, ki so za vsak poskus specifične. Ker je določanje vitaminov zaradi njihove nestabilnosti še posebej zahtevno, lahko pri nadaljnjih vrednotenjih jedilnikov s KA in RA pričakujemo večja odstopanja v primerjavi z dejanskimi vrednostmi.
- Na dinamiko nastajanja dehidroaskorbinske kisline in s tem posredno tudi na analize rezultate, vplivajo čas trajanja homogenizacije vzorcev, stopnja mehanske poškodbe, temperatura in pH kompleksnega matriksa, kar smo dokazali z modelnim predposkusom.
- Maščobnokislinska sestava vojaških obrokov je glede glavnih skupin maščobnih kislin v skladu s priporočili, saj se po energijski deležih celo približajo idealnim vrednostim:
 - o EDnmk je znašal $10,8 \pm 2,7 \%$, EDenmk $10,1 \pm 2,8 \%$ in EDvnmk $7,7 \pm 1,9 \%$;
 - o EDtrans je bil izredno nizek, in sicer $0,2 \pm 0,2 \%$, kar kaže na visoko kakovost uporabljenih surovin pri pripravi jedi in majhno uporabo različnih industrijsko pripravljenih jedi in slaščičarskih izdelkov;
 - o Povprečno razmerje P/S v celodnevni obrokih je bilo 0,8, kar je z vidika ohranjanja in varovanja zdravja zelo ugodno;
 - o Indeks aterogenosti (IA) testirane vojaške prehrane je z vrednostjo 0,7 presegel priporočila po Salobirju (1997), ki znašajo 0,5.
- Med metodama KA in RA ni bilo statistično značilnih razlik pri določanju vsebnosti NMK, *n*-3 MK, vsebnosti EPA in DHA ter vrednosti razmerij *n*-6/*n*-3 in IA.
- Za objektivno in zanesljivo oceno prehranske vrednosti maščob podatki o vrednostih indeksa aterogenosti, razmerja *n*-6/*n*-3 ter vsebnosti *trans* maščobnih kislin niso dovolj. Predstavljajo le del celostne analize maščob v prehrani testirane populacije zato Hipotezo H5 sprejmemo delno:
 - o Za kakovostno interpretacijo dobljenih rezultatov je potrebno poznati še deleže *n*-6 in *n*-3 MK ter vsebnosti EPA in DHA.

5 POVZETEK (SUMMARY)

5.1 POVZETEK

Uravnotežena vojaška prehrana je z vidika zagotavljanja ustrezne količine makro in mikrohranil ter esencialnih elementov izjemno pomembna zaradi povečanih fizioloških potreb vojakov, ki sodijo med posebne skupine populacije. Po energijskih in hranilnih potrebah so primerljivi z atleti. Zaradi posebnih pogojev delovanja, ki vključujejo obdobja intenzivnega psihičnega in fizičnega napora so pogosto izpostavljeni številnim stresnim dejavnikom, kar ima lahko za posledico slabše delovanje imunskega sistema ter poveča tveganje za nastanek različnih poškodb in infekcij. Vse naštetu vpliva na kognitivne funkcije, sposobnosti hitrega odločanja in reagiranja ter samo bojno pripravljenost in učinkovitost.

Ustrezna prehrana je za vojaka eden izmed najpomembnejših pogojev za vzdrževanje primerne telesne zmogljivosti in bojne pripravljenosti. Večina ocen vojaške prehrane sloni na uporabi prehranskih tabel in računalniških programov. Kemijske analize dejansko zaužitih obrokov so redke, zato so za oceno skladnosti s priporočili in vojaškimi normativi potrebne vsaj občasne kemijske analize.

Namen našega dela je bil ugotoviti, ali je energijski vnos ter vnos makrohranil in izbranih vitaminov zadosten in skladen s predpisanimi Prehranskimi priporočili za Slovensko vojsko (2004) ter Referenčnimi vrednostmi za energijski vnos... (2016) in Referenčnimi vrednostmi za vnos hranil (2004). Zato smo analizirali vzorce celodnevni vojaških obrokov, ki so jih pripravili v kuhinji izbrane reprezentativne vojašnice.

Skladnost vojaške prehrane s predpisanimi normativi smo ocenili z uporabo direktnih kemijskih analiz in z uporabo računalniškega programa za vrednotenje prehrane Prodi 5.7 Expert Plus. Pri vzorčenju smo uporabili metodo dvojne košarice (double basket method), kar pomeni, da smo za kemijsko analizo in računalniško obdelavo vnosa hranil zajeli dvojnike obrokov, ki so jih vojaki v posameznem dnevu dejansko zaužili. Kot metodo za oceno vnosa hranil za nadaljno obdelavo na računalniškem programu Prodi 5.7 Expert smo uporabili metodo tehtanja, ki med neposrednimi metodami za oceno vnosa hranil velja za najbolj natančno in zanesljivo.

Vzorci so bili celodnevni vojaški obroki, pri čemer je vsak celodnevni obrok predstavljal kompozit treh delnih obrokov, in sicer zajtrka, kosila in večerje. Vzorčenje obrokov je potekalo naključno in neposredno na delilni liniji v izbrani vojašnici v treh paralelkah. Vzorčili smo 15 celodnevni vojaških obrokov, ki so bili pripravljeni v skladu s predpisanimi vojaškimi normativi.

Z metodami kemijske analize smo določili energijsko vrednost, vsebnosti in energijske deleže makrohranil, vsebnost prehranske vlaknine ter dnevne vnose vitaminov C in E. Z metodo plinske kromatografije smo določili tudi maščobnokislinsko sestavo posameznih obrokov, deleže nasičenih, enkrat nenasičenih in večkrat nenasičenih maščobnih kislin, dnevni vnos *trans* maščobnih kislin in izračunali nekatere prehransko pomembne indekse, ki so dobri kazalci kakovosti maščob v prehrani.

Povprečna energijska vrednost vojaškega obroka je znašala 12,9 MJ, kar je malce pod spodnjo mejo Prehranskih priporočil za Slovensko vojsko (2004), vendar še vedno v skladu s priporočili (Referenčne vrednosti..., 2004) za zmerno telesno aktivnost. Povprečni energijski deleži

makrohranil v obrokih so ustrezali priporočenim vrednostim. Povprečni energijski delež ogljikovih hidratov je znašal 55,4 %, maščob 28,6 % in beljakovin 15,8 %. Povprečni celodnevni vnos vitamina C je znašal 216,1 mg, kar je močno nad priporočili, vendar glede na specifične potrebe vojakov po antioksidantih ustrezno in priporočljivo. Tudi povprečni dnevni vnos vitamina E je bil malo nad priporočeno vrednostjo 13-15 mg/dan (Referenčne vrednosti za energijski vnos in vnos..., 2016) in je znašal 17,4 mg/dan. Zaradi pogojev, v katerih delujejo vojaki, se potrebe organizma po esencialnih vitaminih povečajo, zato višji dnevni vnosi vitaminov C in E ne predstavljajo tveganja za zdravje vojakov.

Za oceno prehranske kakovosti uporabljenih maščob smo izračunali energijske deleže posameznih maščobnih kislin, razmerja med $n-6$ in $n-3$ ($n-6/n-3$), večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S), indeks aterogenosti, vsebnosti eikozapentaenojske (EPA) in dokozaheksaenojske (DHA) maščobne kisline ter energijske deleže *trans* maščobnih kislin.

Rezultati so pokazali, da se vsebnosti oziroma energijski deleži glavnih skupin maščobnih kislin približajo idealnim vrednostim iz priporočil. Tudi večina ostalih testiranih parametrov kaže, da je prehranska kakovost maščob v vojaški prehrani ugodna z vidika varovanja in ohranjanja zdravja, predvsem glede višjih vsebnosti EPA in DHA maščobnih kislin, ki dosegajo skoraj trikratno vrednost evropskih priporočil, $n-3$ maščobnih kislin, ki skoraj za 60 % presegajo referenčna priporočila ($ED_{n-3} = 0,8$ %) in ugodnega razmerja P/S z vrednostjo 0,8. Prav tako so celodnevni vojaški obroki v povprečju vsebovali zelo nizke deleže *trans* maščobnih kislin ($ED_{trans} = 0,2$), kar kaže na uporabo kakovostnih surovin pri pripravi jedi. Priporočila je močno preseglo le izračunano razmerje $n-6/n-3$, ki je znašalo 10,8, kar je dvakratna vrednost veljavnih priporočil za splošno populacijo (med 4 : 1 do 5 : 1), in kaže predvsem na prevelike količine zaužitih $n-6$ maščobnih kislin ($ED_{n-6} = 6,7$ %) (Aranceta in Pérez-Rodrigo, 2012; Marin in sod., 2010; Simopolous 2002). Neugodno razmerje bi lahko izboljšali z omejevanjem vnosa $n-6$ maščobnih kislin predvsem na račun varčnejše uporabe rastlinskih olj pri pripravi jedi ter delno tudi z višjimi vnosi $n-3$ maščobnih kislin, ki jih vsebujejo ribe in izdelki iz rib, zelena lisnata zelenjava, nekateri oreščki, stročnice in repično olje.

5.2 SUMMARY

A balanced military diet with sufficient intakes of macro-and micro-nutrients and essential elements enable efficient support for maintaining adequate physical capacity due to increased physiological needs of the organism, which arise as a result of stress induced by specific military operations. Balanced military diet has to provide sufficient energy and nutrients for optimal physical endurance and battlefield performance.

Physiological needs of military personnel can be increased due to specific and stressful military activities. In order to evaluate the nutritional status and assess nutritional intake of military population at least occasional computer based analyses on the content of selected macro-and micronutrients are conducted. Most estimates are based on calculated values by using different computer systems for evaluation of nutrient intake.

The aim of the study was to determine whether energy, macronutrient and selected vitamins intakes are sufficient and in compliance with prescribed dietary recommendations for the Slovenian Army (2004) and Reference values for energy intake and nutrient intake (2016). Furthermore we want to assess the adequateness of computer based program Prodi 5.7 Expert Plus for nutritional planning and evaluation of analysed military nutrition.

Therefore, we analyzed 15 daily military meals which were prepared in the kitchen of the selected representative barrack according to prescribed military menus. Compliance with prescribed military recommendations was assessed by using direct chemical analysis. Furthermore, adequateness of computer based program for nutritional planning Prodi 5.7 Expert Plus was evaluate by comparison of the results of chemical and computer analysis. At work we have tried as objectively assess the compliance of the military diet with dietary recommendations mentioned above.

15 daily military meals were prepared according to prescribed military menus. Each daily meal was represented as a composite of three partial meals: breakfast, lunch and dinner. They were sampled in three replicates by the double basket method and analysed on total energy, total fat, protein, dietary fiber, antioxidant vitamins C and E and fatty acid composition. As a method to estimate nutrient intake for further processing with computer based program Prodi Expert 5.7, we used the method of weighting, wich is considered as the most accurate and reliable direct method for evaluation of nutrient intake.

Results of chemical analysis indicate, that average energy values meet the recommended values of both recommendations. Average energy value of military ration was 12,9 MJ, which is slightly under the lower limit of dietary recommendations for the Slovenian army, but still in accordance with the recommendations (Reference values for energy intake and nutrient intake, 2016) for moderate physical activity. In general, average energy proportions of macronutrients in daily military menus are in compliance with tested nutritional standards. The average energy shares of carbohydrates was 55,4 %, fat 28,6 % and protein 15,8 %. Average daily intake of vitamin C was 216,1 mg, which is significantly above recommendations, but according to the specific needs of military personnel, appropriate and advisable. Average daily intake of vitamin E was slightly above the recommended value of 13 to 15 mg/day (Reference values ... , 2016) and amounted to 17,4 mg/day.

The content of fatty acids profile of daily military menus was determined by *in-situ* transesterification and capillary column gas-liquid chromatography. We determined the fatty

acid composition of each military meal, the portions of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and average amounts of eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) fatty acids. In order to assess nutritional quality of used fat, ratios between the *n*-6 and *n*-3 fatty acids (*n*-6/*n*-3), ratios between polyunsaturated and saturated fatty acids (P/S), indices of atherogenicity (IA) and energy shares of *trans* fatty acids in daily military menus were calculated.

The results showed that average energy shares of the main groups of fatty acids are close to the ideal values of the both recommendations. Other tested parameters indicate that the nutritional quality of fat used in the military diet is very advantageous in terms of protecting and maintaining health. Average amounts of EPA and DHA fatty acids reaching almost three times the value of European recommendations (EFSA. 2010), average energy share of *n*-3 fatty acids is almost 60 % above the reference value ($ED_{n-3} = 0,8 \%$), average ratio between PUFA and SFA (P/S) is 0,8. An index of atherogenicity (IA) with an average value of 0,7 indicates good nutritional quality of analysed fats. Average concentrations of *trans* fatty acids in daily military menus were 0,2 % of total amount of fatty acids, which is in compliance with general quality parameters and indicates the use of quality raw materials in the preparation of dishes. The content of *trans* fatty acids in human diet should be as low as possible, they should supply less than 1 % dietary energy.

The ratio between *n*-6/*n*-3 was 10,8 which was twice the value of current recommendations applicable to the general population (from 4 : 1 to 5 : 1), and shows in particular, the excessive intake of *n*-6 fatty acids ($ED_{n-6} = 6,7 \%$) (Aranceta in Pérez-Rodrigo, 2012; Marin in sod., 2010; Simopolous 2002). Unfavorable ratio could be improved by limiting the intake of *n*-6 fatty acids, mainly with more economical use of vegetable oils in food preparation and partly with higher intakes of *n*-3 fatty acids, which can be found in freshwater and saltwater fish, sea food, green foliate vegetable, some nuts, legumes and rapeseed oil.

6 VIRI

- Abdalla D.S.P. 2003. Antioxidant status. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 1. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Elsevier, Academic Press: 1654-1661
- Anderson M.L., Lauridsen R.K., Skibsten L. 2005. Power of phenolic compounds. V: Phytochemical functional foods. Johnson I., Williams G. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Ltd.: 315-346
- AOAC Official Method 920.153. Ash of meat. 1999. V: Official Methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). 16th ed. 5th rev. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC Official Method 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. 1999. V: Official Methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). 16th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 39: 2-2
- AOAC Official Method 950.46. Moisture in meat. 1999. V: Official Methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). 16th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 32: 7-9
- AOAC Official Method 991.43. Total, soluble and insoluble dietary fibre in foods. 1995. V: Official Methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). 15th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 39: 7-9
- AOAC Official Method 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1999. V: Official Methods of analysis of AOAC International. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). 16th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 39: 5-6
- Aranceta J., Perez-Rodrigo C. 2012. Recommended dietary reference intakes, nutritional goals and dietary guidelines for fat and fatty acids: a systematic review. British Journal of Nutrition, 107, Suppl: 8S-22S
- Arnao M.B., Cano A., Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. Food Chemistry, 73: 239-244
- Basu T.K., Dickerson J.W.T. 1996. Vitamins in human health and disease. Wallingford, CAB International: 125-146
- Baum S.J., Kris-Etherton P.M., Willett C.W., Lichtenstein A.H., Rudel L.L., Maki K.C., Whelan J., Ramsden C.E., Block R.C. 2012. Fatty acids in cardiovascular health and disease: a comprehensive update. Journal of Clinical Lipidology, 6: 216-234
- Batič M. 2001. Polisaharidi-prebiotiki. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi. 8. in 9. november 2001, Portorož. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 38-48
- Beaton G.H. 1994. Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology. American Journal of Clinical Nutrition, 59, Suppl: 253S-261S
- Bedogni G., Bernini Carri E., Gatti G., Severi S., Poli M., Ferrari F., Battistini N. 1999. Comparison of food composition tables and direct chemical analysis for the assessment of macronutrient intake in a military community. International Journal of Food Science and Nutrition, 50, 1: 73-79
- Bender A.D. 1997. Introduction to human nutrition and metabolism. 2nd ed. London, Taylor & Francis: 1-32, 1779-1796
- Bingham S.A., Nelson M. 1991. Assessment of food consumption and nutrient intake. V: Design concepts in nutritional epidemiology. Margetts B.M., Nelson M. (eds.). Oxford, University Press: 153-191

- Block G., Hartman A.M., Dresser C.M., Carroll M.D., Gannon J., Gardner L. 1986. A data based approach to diet questionnaire design and testing. *American Journal of Epidemiology*, 124: 453-469
- Block G. 1989. Human dietary assessment: methods and issues. *Preventive Medicine*, 18: 653-660
- Block G. 1992. Dietary assessment issues related to cancer for NHANES III. V: Vital and health statistics. Dietary methodology workshop for the third national health and nutrition examination survey. Briefel R.B., Sempos C.T. (eds.). Hyattsville, National Center for Health Statistics: 24-31
- Bourassa M.G., Tardif J.C. 2006. Antioxidants and cardiovascular disease. 2nd ed. New York, Springer Science+Business Media: 494 str.
- Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 634 str.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie/Food Science and Technology*, 28: 25-30
- Brown J.E. 2008. Nutrition through the life cycle. 3rd ed. Belmont, Wadsworth Thomson Learning: 517 str.
- Burke L. M. 2012. Sports nutrition. V: Present knowledge in nutrition. 10th ed. Erdmann J.W., Macdonald I. A., Zeisel S.H. (eds.). Ames, International Life Science Institute, Willey-Blackwell: 669-687
- Buzzard I.M., Price K.S., Warren R.A. 1991. Considerations for selecting nutrient calculation software: evaluation of the nutrient database. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54: 7-9
- Byrd-Bredbenner C. 1988. Computer nutrient analysis software packages: considerations for selection. *Nutrition Today*, 23, 5: 13-21
- Cade J., Thompson R., Burley V., Warm D. 2002. Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires. *Public Health Nutrition*, 5, 4: 567-587
- Calder P.C., Yaqoob P. 2012. Nutrient regulation of the immune response. V: Present knowledge in nutrition. 10th ed. Erdmann J.W., Macdonald I. A., Zeisel S.H. (eds.). Ames, International Life Science Institute, Willey-Blackwell: 688-707
- Casey A, Messer P., Owen G. 2005. Recruits' guide to nutrition. Farnborough, Cody Technology Park, Quinetiq: 56 str.
- Ciapellano S., Roggi C., Baggio C., Lanza M. P., Erba D., Maccarini L., Brighenti F., Testolin G. 1998. Study design of a total reference diet for a population in Northern Italy. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 42: 127-137
- Cline A.D., Tharion W.J., Tulley R.T., Hotson N., Liebermann H.R. 2000. Influence of carbohydrate drink on nutritional status, body composition and mood during desert training. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 71, 1: 37-44
- Daries H. 2012. Nutrition for sport and exercise: a practical guide. Chichester, Willey-Blackwell: 270 str.
- DeBolt J.E., Singh A., Day B.D., Deuster P.A. 1988. Nutritional survey of the UA navy SEAL trainees. *American Journal of Clinical Nutrition*, 48, 5: 1316-1323
- EFSA. 2009. Guidance of EFSA: general principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey. *EFSA Journal*, 7,12: 1435, doi:10.2903/j.efsa.2009.1435: 51 str.
- EFSA. 2010. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, *trans* fatty acids and cholesterol. *EFSA Journal*, 8, 3: 1461, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461: 107 str.

- EFSA. 2012. Scientific opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). EFSA Journal, 10,7: 2815, doi:10.2903/j.efsa.2012.2815: 48 str.
- Elmadfa I., Kornsteiner M. 2009. Fats and fatty acid requirements for adults. Annals of Nutrition & Metabolism, 55, 1-3: 56-75
- Ettinger S. 2000. Macronutrients: carbohydrates, proteins, and lipids. V: Krause's food, nutrition and diet therapy. 10th ed. Mahan L.K., Escott-Stump S. (eds.). Philadelphia, W.B. Saunders Company: 31-66
- FAO. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition: report of an expert consultation. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 166 str.
- Feskanich D., Willett W.C. 1993. The use and validity of food frequency questionnaires in epidemiologic research and clinical practice. Medicine, Exercise, Nutrition, and Health, 2: 143-154
- Field Manual. 1994. Leaders' manual for combat stress control. No. 22-51. Washington, Department of the Army: 173 str.
- Flakoll P.J., Judy T., Flinn K., Carr C., Flinn S. 2004. Postexercise protein supplementation improves health and muscle soreness during basic military training in marine recruits. Journal of Applied Physiology, 96, 3: 951-956
- Frank G.C., Pelican S. 1986. Guidelines for selecting a dietary analysis system. Journal of American Dietetic Association, 86: 72-75
- Gibney M. J., Vorster H. H., Kok F. J. 2002. Introduction to human nutrition. Oxford, Blackwell Science Ltd: 225-248
- GOED. 2015. Global Organization for EPA and DHA Omega 3-s. Global Recommendations for EPA and DHA Intake. Salt Lake City: 17 str
<http://www.iffco.net/system/files/A%20Summary%20GOED%20For%20IADSA%20only%20english.pdf>
- Goyens P., Spilker M. E., Zock P. L., M. B. Katan., Mensink R. P. 2006. Conversion of α -linolenic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α -linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. American Journal of Clinical Nutrition, 84: 44-53
- Graaf de C., Kramer F.M., Meiselman H.L., Leshner L.L., Baker-Fulco C., Hirsch E.S., Warber J. 2005. Food acceptability in field studies with US army men and women: relationship with food intake and food choice after repeated exposures. Appetite, 44, 1: 23-31
- Gray J. 2006. Dietary fibre - definition, analysis, physiology and health. Brussels, ILSI Europe a.i.s.b.l.: 36 str.
http://www.ilsio.org.ar/biblioteca/ILSI_Europa_Monografias/DietaryFibre%5B1%5D.pdf (februar 2014)
- Gregoire M.B., Nettles M.F. 1994. Is it time for computer-assisted decision making to improve the quality of food and nutrition services? Journal of American Dietetic Association, 94: 1371-1374
- Gökmen V., Kahraman N., Demir N., Acar J. 2000. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. Journal of Chromatography A, 881: 309-316
- Guarnieri G., Situlin R., Toigo G. 2001. Dietetica e nutrizione clinica. Milano, Masson S.p.A.: 463 str.
- Food components to enhance performance: an evaluation of potential performance-enhancing food components for operational rations. Committee on Military Nutrition Research. 1994. Washington, D. C., National Academy Press: 159-160 in 223-238
- Hark L., Deen D. 2005. Nutrition for life. London, Dorling Kindersley: 336-336

- Horvat P. 2009. Antioksidativni potencial vojaških obrokov. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 30-34
- Jaeger S.R., Cardello A.V. 2007. A construct analysis of meal convenience applied to military foods. *Appetite*, 49: 231-239
- Jahns L., Carriquiry A., Arabi L., Mroz T. A., Popkin B.M. 2004. Within- and between-person variation in nutrient intakes of Russian and U.S. children differs by sex and age. *Journal of Nutrition*, 134: 3114-3120
- Jeejeebhoy K.N., Detsky A.S., Baker J.P. 1990. Assessment of nutritional status. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 14, Suppl. 5: 193S-196S
- Johnston C. S. 2012. Vitamin C. V: Present knowledge in nutrition. 10th ed. Erdmann J.W., Macdonald I. A., Zeisel S.H. (eds.). Ames, International Life Science Institute, Wiley-Blackwell: 249-260
- Kamaleldin A., Appelqvist L.A. 1996. The chemistry and antioxidants properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, 31, 7: 671-701
- Kaur C., Kapoor H.C. 2001. Antioxidants in fruits and vegetables – the millenium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 703-725
- Klicka M.V., King N., Lavin P.T., Askew E.W. 1996. Assessment of dietary intake of cadets at the US Military Academy at West Point. *Journal of the American College of Nutrition*, 15, 3: 273-82
- Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 11-16
- Kluthe B. 2010. Software für Ernährungs- und Diätberatung: Prodi 5.7 Expert Plus. Stuttgart, Nutri- Science: software
- Koch V., Pavčič M., Salobir K. 1993. Vlaknine v prehrani. V: Ogljikovi hidrati. 15. Bitenčevi živilski dnevi, 10. in 11. junij 1993, Ljubljana. Plestenjak A., Žlender B., Hribar J., Zelenik-Blatnik M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 39-58
- Koroušić Seljak B., Stibilj V., Pograjc L., Fidler Mis N., Benedik E. 2013. Food composition databases for effective quality nutritional care. *Food Chemistry*, 130, 3: 495-499
- Koshiishi I., Imanari T. 1997. Measurement of ascorbate and dehydroascorbate contents in biological fluids. *Analytical Chemistry*, 69: 216-220
- Košmelj K., Kastelec D. 2002. Osnove statistične analize za urejenostne spremenljivke. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, 79, 1: 71-87
- Košmelj K., Kastelec D. 2003. Uporabna biostatistika. Načrtovanje in analiza poskusov, delovno gradivo 2003/2004 za podiplomski študij. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 187 str.
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 239 str.
- Lee Han H., McGuire V., Boyd N.F. 1989. A review of the methods used by studies of dietary measurement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 42: 269-279
- Lee S.C., Prosky L. 1994. Perspectives on new dietary fiber definition. *Cereal Foods World*, 39, 10: 757-768
- Lee R.D., Nieman D.C. 1996. Nutritional assessment. 2nd ed. St. Louis, Mosby: 689 str.
- Lieberman, H.R., Falco C.M., Slade, S.S. 2002. Carbohydrate administration during a day of sustained aerobic activity improves vigilance, as assessed by a novel ambulatory monitoring device, and mood. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 1: 120-127
- Lieberman H.R. 2003. Nutrition, brain function and cognitive performance. *Appetite*, 40, 3: 245-254

- Lieberman H.R., Bathalon G.P., Falco C.M., Morgan C.A., Niro P. J., Tharion W.J. 2005. The fog of war: Decrements in cognitive performance and mood associated with combat-like stress. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 76, Suppl. 1: C7-C14
- Lobb K., Chow C.K. 2007. Fatty acid classification and nomenclature. V: *Fatty acids in foods and their health implications*. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1-15
- Lykkesfeldt J. 2000. Determination of ascorbic acid and dehydroascorbic acid in biological samples using subtraction methods: reliable reduction with Tris(2-carboxyethyl)phosphine hydrochloride. *Analytical Biochemistry*, 282: 89-93
- Mann J., Truswell S. 2007. *Essentials of human nutrition*. Oxford, Oxford University Press: 472-478.
- Marin M., 2005. Vpliv sezone na lipidno sestavo in senzorično kakovost jadranske sardele (*Sardina Pilchardus*). Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 46, 52
- Maughan R.J. 1999. Role of micronutrients in sport and physical activity. *British Medical Bulletin*, 55, 3: 683-690
- Messer P., Owen G., Casey A. 2005. *Commanders' guide: nutrition for health and performance: A reference guide for commanders*. Farnborough, Quinetiq, Cody Technology Park: 53 str.
- Mongeau R., Brooks S.P.J. 2003. Dietary fibre - properties and sources. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. Vol. 3. 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 1813-1823
- Montain S.J., Young, A.J. 2003. Diet and physical performance. *Appetite*, 40, 3: 255-267
- National Research Council. 1989. *Recommended dietary allowances*. 10th ed. Washington, National Academy Press: 302 str.
- Nindl B.C., Leone C.D., Tharion W.J., Johnson R.F., Castellani J.W., Patton J.F., Montain S.J. 2002. Physical performance responses during 72 h of military operational stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 11: 1814-1822
- Nutrient composition of rations for short-term, high-intensity combat operations. 2005. Committee on Optimisation of Nutrient Composition of Military Rations for Short-term, High-stress Situations, Committee on Military Nutrition Research (eds.). Washington, The National Academies Press: 462 str.
www.nap.edu/catalog/11325.html (februar 2014)
- Oruña-Concha M.J., Gonzalez-Castro M.J., Lopez-Hernandez J., Simal-Lozano J. 1998. Monitoring of the vitamin C content of frozen green beans and padron peppers by HPLC. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76: 477-480.
- Park P. W., Goins R.E. 1994. *In situ* preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *Journal of Food Science*, 59: 1262-1266
- Patterson R.E., Pietinen P. 2004. Assessment of nutritional status in individuals and populations. V: *Public health nutrition*. Gibney J.M. (ed.). Oxford, Blackwell Science: 66-82
- Pefloff B.P. 1989. Analysis of dietary data. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50: 1128-1132
- Plestenjak A., Golob T. 2000. Analiza kakovosti živil. Ponatis 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 91-99
- Pograjc L., 2001a. Jedilniki za prehrano v vojašnicah slovenske vojske v miru. Ljubljana, Ministrstvo za obrambo: 151 str.
- Pograjc L., 2001b. Normativi jedi z navodili za pripravo in z energetske in hranilne vrednosti. Ljubljana, Ministrstvo za obrambo: 129 str.
- Pograjc L., Stibilj Z., Ščančar J., Jamnik M. 2010. Determination of macronutrients and some essential elements in the Slovene military diet. *Food Chemistry*, 122: 1235-1240

- Pograjc L. 2011. Vplivi prehrane in fizičnega stresa na status selena pri vojaki. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 7-7
- Pokorn D. 1991. Prehrana športnika in rekreativca. Ljubljana, Forma 7 d.o.o.: 91-95
- Pokorn D. 2001. Oris zdrave prehrane. Priporočena prehrana. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije: 68 str.
- Pokorn D. 2005. Prehrana. V: Interna medicina. Kocjančič A., Mravlje F., Štajer D. (ur.). 3. izd. Ljubljana, Littera picta: 646-680
- Prehranska priporočila za Slovensko vojsko. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za obrambo: 7 str.
- Prosky L., DeVries J. 1991. Controlling dietary fiber in food products. New York, Van Nostrand Reinhold: 161 str.
- Požrl T., Kopjar M., Kurent I., Hribar J., Janeš A., Simčič M. 2009. Phytate degradation during breadmaking: the influence of flour type and breadmaking procedures. Czech Journal of Food Sciences, 27: 29-38
- Puš T. 2013. Primerjava metod za določanje prehranskega statusa posameznika. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 117 str.
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. 1. izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.
- Referenčne vrednosti za energijski vnos ter vnos hranil. 2016. Ljubljana, Nacionalni inštitut za javno zdravje: 8 str.
http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/referencne_vrednosti_za_energijski_vnos_ter_vnos_hranil_obl.pdf
http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/referencne_vrednosti_za_energijski_vnos_ter_vnos_hranil_obl.pdf (maj 2016)
- Rimm E.D., Ascherio A., Giovannucci E., Spiegelman D., Stampfer M.S., Willett W. C. 1996. Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. The Journal of the American Medical Association, 275, 6: 447-451
- Rolfes R.S., Pinna K., Whitney E. 2006. Understanding normal and clinical nutrition. 7th ed. Belmont, Thomson's Wadsworth: 903 str.
- Rusthauser I. H. E., Black A. E. 2002. Measuring food intake. V: Introduction to human nutrition. Gibney M. J., Vorster H. H., Kok F. J. (eds.). Oxford, Blackwell Science: 225-248
- Salobir K. 1997. Prehransko fiziološki pomen mesa v uravnoteženi prehrani. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. Obletnici Biotehniške fakultete. Radenci, 20. in 21. novembra 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 161-170
- Salobir J., Salobir B. 2001. Funkcionalnost prehranske vlaknine. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 51-65
- Schlieper C., Gregori E., Lindner G. 1997. Pravilna prehrana. Dietetika. 1. natis. Celovec, Ljubljana, Dunaj, Mohorjeva založba: 72 str.
- Sempos C.T., Briefel R.R., Johnson C., Woteki C.E. 1992. Process and rationale for selecting dietary methods for NHANES III. Vital and Health Statistics, 4, 27: 85-90
- Shenkin A. 2005. The key role of micronutrients. Clinical Nutrition, 25: 1-10
- Simčič M. 2005. Sledljivost in ocena vnosa hranil. V: Sledljivost živil. 23. Bitenčevi živilski dnevi. Ljubljana, 31. marec in 1. april 2005. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 159-165
- Simopoulos A.P. 2002. The importance of the ratio omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine & Pharmacotherapy, 56: 365-379
- Slimani N., Deharveng G., Charrondiere R.U., Van Kappel A.L., Ocke M.C., Welch A., Lagiou A., Van Liere M., Agudo A., Pala V., Brandstetter B., Andren C., Stripp C., Van Staveren W.A., Riboli E. 1999. Structure of the standardized computerized 24-hour diet recall

- interview used as reference method in the 22 centres participating in the EPIC project. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 8: 251-256
- Smolin A.L., Grosvenor B.M. 2008. *Nutrition: science and applications*. 1st ed. Hoboken, Wiley & Sons: 745 str.
- Sobotka L. 2004. *Basics in clinical nutrition*. 3rd ed. Prague, Galen: 500 str.
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. 2000. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen*. 6. Aufl. Stuttgart, Medpharm: 1182 str.
- Speich M., Pineau A., Ballereau F. 2001. Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity. *Clinica Chimica Acta*, 312, 1-2: 1-11
- Suwa Stanojević M., Kodele M. 2003. *Prehrana: Učbenik za predmet prehrana v 2. in 4. in 1.-2. letnik programov gostinski tehnik in gostinsko-turistični tehnik*. Ljubljana, DZS: 294 str.
- Swan G.E., Bush M., Farron-Wilson M., Stather M., Tedstone A., Bates B.J., Teucher B., Stephan A.M. 2009. *The UK national diet and nutrition survey: challenges in moving to a rolling program*. London, Food Standards Agency, National Centre for Social Research, MRC Human Nutrition Research: 79 str.
- Tharion W.J., Baker-Fulco C. J., Bovill B.E., Montain S.J., DeLany J.P., Champagne C.M., Reed W., Hoyt R.W., Lieberman H.R. 2004. Adequacy of garrison feeding for special forces soldiers during training. *Military Medicine*, 169, 6: 483-490
- Tharion W.J., Lieberman, H R., Montain, S.J., Young, A.J., Baker-Fulco, C.J., DeLany, J.P., Hoyt, R.W. 2005. Energy requirements of military personnel. *Appetite*, 44, 1: 47-65
- Thompson F.E., Larkin F.A., Brown M.B. 1986. Weekend-weekday differences in reported dietary intake: The nationwide food consumption survey, 1977-78. *Nutrition Research*, 6, 6: 647-662
- Thompson F.E. 1994. Dietary assessment resource manual. *Journal of Nutrition*, 124, Suppl.: 2245S-2317S
- Thompson F.E., Subar A.F., Loria C.M., Reedy J.L., Baranowski T. 2010. Need for technological innovation in dietary assessment. *Journal of American Dietetic Association*, 110, 1: 48-51
- Traber M. G. 2012. Vitamin E. V: Present knowledge in nutrition. 10th ed. Erdmann J.W., Macdonald I. A., Zeisel S.H. (eds.). Ames, International Life Science Institute, Wiley-Blackwell: 249-260
- Ulbricht T., Southgate D. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338, 8773: 985-992
- USDA. 2010. Report of the dietary guidelines Advisory Committee on the Dietary Guidelines for Americans. Beltsville, U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service: 453 str.
- <http://www.cnpp.usda.gov/Publications/DietaryGuidelines/2010/DGAC/Report/2010DGACReport-camera-ready-Jan11-11.pdf> (februar 2012)
- USDA. 2015. *Dietary guidelines for Americans: 2015-2020*. 8th ed. Washington, U.S. Department of Health nad Human Services and U. S. Department of Agriculture: [loč. pag.] <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines> (maj 2016)
- van Staveren W.A., Ocke M.C. 2006. Estimation of dietary intake. V: Present knowledge in nutrition. 9th ed. Bowman B.A., Russell R.M. (eds.). Washington, D.C., ILSI Press: 1012-1026
- Wanden-Berghe C., Sanz-Valero J., Escriba-Aguir V., Castello-Botia I., Guardiola Wanden-Berghe R. 2009. Red de Malnutricion en Iberoamerica-Ciencia y Tecnologia para Desarrollo (Red MeI-CYTED). Evaluation of quality of life related to nutritional status: systematic review. *British Journal of Nutrition*, 101: 950-960

- Wechtersbach L. 2005. Stabilnost polarnih in nepolarnih antioksidantov v kompleksnem matriksu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 74 str.
- Wechtersbach L., Cigić B. 2007. Reduction of dehydroascorbic acid at low pH. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 70: 767-772
- WHO. 1994. Preparation and use of food-based dietary guidelines. Report of a joint FAO/WHO consultation. Geneva, World Health Organization: 108 str.
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a WHO Study Group. Geneva, World Health Organization: 160 str.
- WHO. 2004. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. Geneva, World Health Organization: 194-216
- Whiting S.J., Barabash W.A. 2006. Dietary reference intakes for the micronutrients: considerations for physical activity. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31, 1: 80-85
- Willett W. 1998. *Nutritional epidemiology*. 2nd ed. Oxford, Oxford University Press: 74 – 94
- Wood J. D., Enser M., Richardson R.I., Whittington F.M. 2003. Fatty acids in meat and meat products. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 87-107

ZAHVALA

Ob tej priložnosti bi se rada zahvalila dolgoletnemu prijatelju in mentorju prof. dr. Marjanu Simčiču, ki se je od nas poslovil veliko prezgodaj. Vedno si je znal vzeti čas in me preprosto poslušal ne glede na temo najinega pogovora, kar je v današnjih časih še posebej dragoceno.

Življenje je nepredvidljivo in zdaj svojo dolgotrajno doktorsko odisejdo zaključujem pod okriljem novega mentorja doc. dr. Tomaža Polaka, s katerim sva pred leti sedela v istih predavalnicah in se potila nad istimi izpitnimi polami.

Zahvaljujem se osebju Katedre za tehnologije, prehrano in vino, bivšim sodelavcem in prijateljem, še posebej Marinki Jan in Tomažu Požrlu za vse spodbudne besede v dnevih, ko mi je zmanjkovalo volje in idej.

Hvala tudi Kseniji Podgrajšek za koristne in praktične nasvete v zvezi z delom na računalniku ter za pomoč pri izbiri literature in statistični obdelavi podatkov.

Za pomoč pri iskanju literature in prvi pregled se zahvaljujem Lini Burkan Makivić. Za reševanje zapletov z navajanjem nekaterih virov ter veliko mero potrpežljivosti in razumevanja ob končnem pregledu naloge iskrena hvala Barbari Slemenik.

Posebna zahvala gre prijateljem, ki so me tako kot ob vseh priložnostih podpirali tudi ob koncu nastajanja te naloge in še posebej spodbujali v dnevih, ko sta bila moje zdravje in moč na preizkušnji. Vaše besede so krepile mojo samozavest in vero vase: Miran, Ana, Darinka, Sandra in Tanja: ne vem, kako bi zmogla brez vas. A zdaj sem zmagala in vi vsi veste, kaj vse je bilo za to potrebno.

In najpomembnejše, s posebno hvaležnostjo se zahvaljujem svoji družini: mami, ki me je vedno spodbujala in mi neomajano stala ob strani ob vseh življenjskih preizkušnjah ter prevzela skrb za našo prehrano, da sem imela več časa za delo. Očetu, ki ga žal ni več med nami, in ki je vedno navijal zame, četudi tega ni vedno povedal na glas. Vem, da bi bil ob tej priložnosti neskončno srečen in ponosen, da mi je končno uspelo. In nenazadnje moji ljubi Maji, ki je še posebej te zadnje tedne in dneve potrpežljivo prenašala prezaposleno mamo in navijala zame kljub temu, da sem imela zelo malo časa zanjo.

Rada vas imam!

PRILOGE

Priloga A: Sestava celodnevni vojaških obrokov

Appendix A: Composition of daily military meals

OBROK	Zajtrk	Kosilo	Večerja
1	Bela kava	Cvetačna juha	Rižota s suhim svinjskim mesom
	Med	Mesne kroglice	Paradižnikova solata
	Maslo	Paradižnikova omaka	Kruh
	Šunka, prešana, pusta	Pire krompir	Sadna pijača
	Kruh	Sestavljena solata	
	Sadje (jabolko)	Kruh	
		Sadje (banana)	
2		Sadna pijača 0,5 l	
	Čaj	Paradižnikova juha z rižem	Golaževa juha
	Sirni namaz	Dunajski zrezek	Kruh
	Mortadela	Pečen krompir	Krof
	Rolada	Sestavljena solata	Ledeni čaj, 0,5 l
	Jabolko	Kruh	
	Kruh	Sadje (pomaranča)	
3		Sadna pijača, 0,5 l	
	Čaj	Gobova juha, instant	Bograč
	Pariška salama	Puranov zrezek v smetanovi omaki	Kruh
	Maslo	Kruhovi cmoki, ind.	Sadje (banana)
	Jogurt, navadni, tekoči	Sestavljena solata	
	Bombeta	Kruh	
	Sadje (hruške)	Sadje (pomaranča)	
4	Kruh	Sadna pijača, 0,5 l	
	Čaj	Zdrobova juha	Piščančja obara z zelenjavo
	Ribe z zelenjavo	Goveji zrezek v kranjski omaki	Vanilijeva rezina
	Topljeni sir	Peteršiljev krompir	Gosti sok, breskov, 0,25 l
	Štrukelj	Sestavljena solata	Sadje (hruške)
	Jabolko	Sadna pijača 0,5 l	Kruh
	Kruh	Sadje (pomaranča)	
5		Kruh	
	Bela kava	Krompirjeva enolončnica	Makaronovo meso
	Sirni namaz	Hrenovke	Zelena solata
	Mortadela 50 g	Sladica (napolitanke)	Sadje (jabolko)
	Sadje (hruške)	Sadje (banana)	Kruh
	Kruh	Kruh	
6		Sadna pijača 0,5 l	
	Muesli z mlekom	Prežganka	Ričet s suhim mesom
	Sirni namaz, 50 g	Zelenjavni riž	Kruh
	Kruh	Ocvrto piščančje bedro	Kompot
	Sadje (jabolko)	Zelena solata z radičem	
	Ledeni čaj, 0,5 l	Kruh	
		Mini rolada, 50 g	
		Sadje (pomaranča)	
		Ledeni čaj	

Se nadaljuje ...

Nadaljevanje - Priloga A: Sestava celodnevni vojaških obrokov

Continued - Appendix A: Composition of daily military meals

OBROK	Zajtrk	Kosilo	Večerja
7	Čaj, zeliščni	Grahova juha, kremna	Oslič po dunajsko
	Zimska salama, 70 g	Čebulna bržola	Krompirjeva solata
	Čokoladni namaz 40 g	Krompirjevi svaljki	Kruh
	Kruh	Radič v solati s krompirjem	Ledeni čaj, 0,5 l
		Kruh	
8		Sadna pijača, 0,5 l	
	Mleko	Gobova juha	Ravioli, sirovi
	Čokoladni namaz	Postrv po tržaško	Paradižnikova omaka
	Kruh	Peteršiljev krompir	Zeljna solata s fižolom
	Sendvič, ind.	Brokoli z margarino	Sadje (hruške)
	Sadje (banana)	Radič v solati s krompirjem	Kruh
9		Kruh	
		Rolada	
	Bela kava	Zelenjavna juha	Goveji golaž
	Maslo, 20 g	Svinjska pečenka	Polenta
	Marmelada, 25 g	Zelenjavni riž	Zelena solata
	Jetrna pasteta, 50 g	Rdeča pesa v solati	Rolada
10	Kruh	Kompot, mešani	Kruh
	Jabolko	Kruh	Sadna pijača, 0,5 l
		Sadna pijača, 0,5 l	
	Čaj, zeliščni	Paradižnikova juha z rižem	Krompirjeva musaka
	Kranjska klobasa	Ocvrte sardele	Konzervirana solata, mešana
11	Gorčica	Krompirjeva solata	Jogurt, sadni, tekoči
	Kolač s koščki čokolade	Kruh	Kruh
	Sadje (hruške)	Sok, gosti	Sadje (jabolko)
	Bela kava	Cvetačna juha	Rižota s svinjskim mesom
	Med	Mesne kroglice	Radič s krompirjem
	Maslo	Paradižnikova omaka	Sadje (banana)
	Šunka	Krompirjev pire	Ledeni čaj, 0,5 l
	Kruh	Fižolova solata	Kruh
	Jabolko	Kruh	
		Sok	

Se nadaljuje ...

Nadaljevanje - Priloga A: Sestava celodnevni vojaških obrokov
Continued - Appendix A: Composition of daily military meals

Vzorec	Zajtrk	Kosilo	Večerja
12	Čaj	Kostna juha z zakuho	Brokolijeva juha
	Sir, lahki	Puranov zrezek v smetanovi omaki	Sirovi štruklji
	Šunka, prešana, 70 g	Krompirjevi ocvrtki	Kompot, hruškov
	Žemlja, velika	Zelenjavna obloga	Kruh
	Kruh	Radič s krompirjem	
	Sadje (jabolko)	Kruh	
		Sadje (jabolko)	
13	Čaj, zeliščni	Pasulj s suhim mesom	Carski praženec
	Topljeni sir, 1 kos	Paprika, vložena	Jabolčni pire
	Ribe z zelenjavo	Gorčica	
	Kruh	Kruh	
	Sirova štručka	Vanilijeva rezina	
	Čokoladno mleko	Ledeni čaj, 0,5 l	
	Sadje (hruške)		
14	Bela kava	Kostna juha z zakuho	Špageti z gobami
	Trdo kuhano jajce	Sesekljana pečenka	Zelena solata
	Pašteta iz zelenjave in morskih rib	Kremna špinača	Banana
	Kruh	Krompirjev pire	Ledeni čaj
	Francoski rogljič	Kruh	Kruh
	Jabolko	Pomarančni nektar, 0,2 l	
15	Čaj, sadni	Goveja juha z zakuho	Kuhana govedina
	Piščanje prsi	Pečen piščanec, bedra	Kremna špinača
	Maslo 2x15 g	Ohrovtova prikuha s krompirjem	Peteršiljev krompir
	Kruh	Konzervirana solata, mešana	Kruh
	Štrukelj	Kruh	Jabolčni zavitek
	Sadje (hruške)	Zdrobov narastek	
		Jabolčni nektar, 0,2 l	

Priloga B: Maščobnokislinski profil analiziranih vojaških obrokov (ut. % MK od skupnih MK), 1-5 celodnevni vojaški obrok

Appendix B: Fatty acids profile of analysed military meals weight % FA of total FA), 1-5 daily military meal

Maščobna kislina	OBROK											
	1	2			3	4			5			
	pov.	±	SD	pov.	±	SD	pov.	±	SD	pov.	±	SD
C 8:0	1,8	±	0	1,77	±	0,01	1,7	±	0,01	1,28	±	0,01
C 10:0	3,68	±	0,01	4,1	±	0,01	3,88	±	0,01	1,6	±	0,01
C 11:0	0,51	±	0,02	0,43	±	0	0,42	±	0,02	0,15	±	0,01
C 12:0	4,43	±	0,07	4,61	±	0,01	4,32	±	0,07	2,77	±	0,01
C 12:1, <i>cis</i> -7	0,15	±	0,01	0,13	±	0	0,13	±	0,01	0,05	±	0
C 13:0	0,09	±	0,01	0,1	±	0,01	0,1	±	0,01	0,03	±	0
C 14:0	8,49	±	0,12	8,46	±	0,01	8,81	±	0,11	3,51	±	0,01
C 14:1, <i>trans</i> -9	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 14:1, <i>cis</i> -9	0,97	±	0,04	0,96	±	0,01	0,97	±	0,02	0,28	±	0,01
C 15:0	0,64	±	0	0,67	±	0,01	0,65	±	0,02	0,25	±	0,01
C 15:1, <i>cis</i> -10	<0,01			0,13	±	0,02	0,14	±	0,01	<0,01		
C 16:0	23,99	±	0,21	24,48	±	0,08	27,01	±	0,12	21,36	±	0,06
C 16:1, <i>trans</i> -9	<0,01			0,29	±	0,01	0,36	±	0,01	<0,01		
C 16:1, <i>cis</i> -9	1,33	±	0,01	1,34	±	0,01	1,96	±	0,02	1,07	±	0,02
C 17:0	0,25	±	0,02	0,29	±	0,02	0,29	±	0,01	0,24	±	0,01
C 17:1, <i>trans</i> -10	<0,01			0,06	±	0	0,06	±	0	0,06	±	0
C 17:1, <i>cis</i> -10	2,14	±	0,04	0,18	±	0,01	0,24	±	0	0,15	±	0,01
C 18:0	4,82	±	0,05	5,86	±	0,01	6,18	±	0,03	5,49	±	0,01
C 18:1, <i>trans</i> -9	0,46	±	0,02	0,23	±	0	0,16	±	0	<0,01		
C 18:1, <i>cis</i> -7	0,2	±	0,01	0,64	±	0,02	0,44	±	0,01	2,21	±	0,02
C 18:1, <i>cis</i> -9	19,9	±	0,2	23,77	±	0,07	21,2	±	0,09	22,32	±	0,05
C 18:1, <i>cis</i> -11	0,95	±	0,01	1,08	±	0,01	1,19	±	0,02	1,27	±	0,01
C 18:2, <i>t</i> -9, <i>t</i> -12	2,5	±	0,08	<0,01			<0,01			0,15	±	0
C 18:2, <i>t</i> -9, <i>c</i> -12	1,3	±	0,04	0,1	±	0,02	0,12	±	0,01	0,1	±	0,01
C 18:2, <i>c</i> -9, <i>t</i> -12	1,2	±	0,04	<0,01			<0,01			<0,01		
C 18:2, <i>c</i> -9, <i>c</i> 12	18,11	±	0,21	18,37	±	0,09	17,99	±	0,08	29,25	±	0,04
C 18:3, <i>c</i> -6, <i>c</i> -9, <i>c</i> 12	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 20:0	0,16	±	0,01	0,17	±	0,01	0,12	±	0,01	0,28	±	0
C 18:3, <i>c</i> -9, <i>c</i> 12, <i>c</i> -15	1,1	±	0,05	1,04	±	0,04	0,85	±	0,02	1,56	±	0,01
C 20:1, <i>cis</i> -5	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 20:1, <i>cis</i> -8	0,29	±	0,01	0,35	±	0,01	0,33	±	0,01	0,08	±	0
C 20:1, <i>cis</i> -11	<0,01			<0,01			<0,01			0,85	±	0,01
C 18:4, <i>n</i> -3	<0,01			<0,01			<0,01			0,41	±	0,01
C 21:0	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 20:2, <i>n</i> -9	<0,01			<0,01			0,11	±	0,01	0,12	±	0,01
C 22:0	0,12	±	0,02	<0,01			<0,01			<0,01		
C 20:3, <i>n</i> -6	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 20:4, <i>n</i> -6	0,23	±	0,04	0,2	±	0,01	0,26	±	0,01	0,29	±	0,01

Se nadaljuje ...

Nadaljevanje - Priloga B: Maščobnokislinski profil analiziranih vojaških obrokov (ut. skupnih MK), 1-5 celodnevni vojaški obrok

Continued - Appendix B: Fatty acids profile of analysed military meals (w. % FA of total FA), 1-5 daily military meal

Maščobna kislina	OBROK														
	1			2			3			4			5		
	pov.	±	SD	pov.	±	SD	pov.	±	SD	pov.	±	SD	pov.	±	SD
C 22:1, cis-13	0,06	±	0,01	<0,01			<0,01			1,02	±	0,01	<0,01		
C 23:0	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 20:5, n-3	<0,01			<0,01			<0,01			0,43	±	0,01	<0,01		
C 22:2, n-6	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 24:0	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 22:3, n-6	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 22:4, n-6	<0,01			<0,01			<0,01			<0,01			<0,01		
C 24:1, cis-9	<0,01			<0,01			<0,01			0,06	±	0	<0,01		
C 22:5, n-3	<0,01			<0,01			<0,01			0,15	±	0	<0,01		
C 22:6, n-3	<0,01			0,05	±	0	<0,01			0,93	±	0	0,06	±	0,01
NMK	48,99	±	0,02	50,93	±	0,01	53,48	±	0,02	36,96	±	0,01	44,12	±	0,01
ENMK	26,45	±	0,01	29,18	±	0	27,19	±	0	29,43	±	0	37,66	±	0,01
VNMK	24,56	±	0	19,89	±	0,01	19,33	±	0,02	33,61	±	0	18,22	±	0,01
trans	2,95	±	0,02	0,59	±	0,1	0,59	±	0,01	0,2	±	0,08	0,87	±	0,05
n-6	18,34	±	0,02	18,57	±	0,01	18,24	±	0,02	29,54	±	0,01	15,51	±	0,02
n-3	1,1	±	0,05	1,09	±	0,02	0,85	±	0,02	3,07	±	0	0,86	±	0,01
PS	0,5	±	0,02	0,39	±	0,02	0,36	±	0,04	0,91	±	0,01	0,41	±	0,01
IA	1,36	±	0,04	1,31	±	0,01	1,46	±	0,04	0,61	±	0,01	0,82	±	0,02
n-6/n-3	16,65	±	0,07	17,1	±	0,02	21,46	±	0	9,61	±	0,01	17,98	±	0,01