

**PREDSTAVITEV IN VPLIV IZBRANIH FIZIOLOŠKIH
KAZALCEV DOLGOTRAJNEGA POHODA PO
SLOVENSKI PLANINSKI POTI TELESNO ZELO
DEJAVNEGA ODRASLEGA MOŠKEGA: ŠTUDIJA
PRIMERA**

**PRESENTATION AND IMPACT OF SELECTED
PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF A LONG-TERM
HIKE ON THE SLOVENIAN MOUNTAIN TRAIL OF A
VERY PHYSICALLY ACTIVE ADULT MALE: A CASE
STUDY**

IZVLEČEK

Večtedenski dolgotrajni pohod po Slovenski planinski poti (SPP), kjer pohodnik prehodi pot v celoti vezno od začetka do konca, predstavlja ekstremen vzdržljivostni izziv, ki vključuje dolgotrajno hojo z dodatnim bremenom po razgibanem terenu z občutno količino višinskih metrov vzpona/sestopa. Kljub pogostosti takšnih podvigov v športnorekreativnem okvirju ostajajo vplivi na telo relativno neraziskani. Namen te študije primera je predstaviti in analizirati izbrane fiziološke kazalce telesno zelo dejavnega odraslega moškega med pohodom po SPP. Raziskava temelji na podrobnem spremljanju posameznika med večtedenskim pohodom po SPP. Zbrane so bile podatkovne meritve z nosljivo tehnologijo (Polar M-430), vključno s srčnim utripom, energijsko porabo, opravljenimi višinskimi metri, urami hoje, obremenitvijo in priporočenim okrevanjem. Analiza je temeljila na opisni statistiki in primerjavi s predhodnimi raziskavami s področja dolgotrajnih vzdržljivostnih naporov. Preiskovanec je v povprečju dnevno prehodil $21,03 \pm 7,97$ km, pri čemer je hodil 8 ur in 42 min ± 1 ura in 57 min na dan. Povprečna dnevna skupna višinska razlika vzpona in sestopa je znašala 2576 ± 645 m. Povprečni srčni utrip med hojo je bil $98 \pm 7,8$ utripov na minuto ($51,8 \pm 4,1\%$ najvišjega), najvišji zabeležen 176 utripov na minuto. Povprečna energijska poraba v času hoje je znašala 2992 ± 609 kcal. V povprečju naj bi $59,97 \pm 4,2\%$ energije prišlo iz naslova uporabe maščob. Frekvenca

stopnje telesne obremenitve je bila 7x zahtevna, 16x zelo zahtevna in 8x ekstremna, kar je vplivalo na priporočen čas okrevanja po vsaki etapi, ki je v povprečju znašal $37,5 \pm 15,3$ ur. Dolgotrajni pohod po SPP predstavlja resen telesni izziv, ki združuje visoke energijske zahteve, velike obremenitve mišično-skeletnega sistema, pomanjkljiv proces okrevanja in postopno kopičenje utrujenosti. Kljub metodološkim omejitvam, kot so majhen vzorec (študija primera) in subjektivnost meritev, odsotnost laboratorijskih meritev in možnost merilnih napak, študija prispeva k boljšemu razumevanju fizioloških značilnosti dolgotrajnega pohodništva oz. pohoda po SPP. Nadaljnje raziskave bi morale vključevati večje število preiskovancev, poglobljene meritve fizioloških kazalcev, tudi v povezavi s psihološko / sociološkimi kazalci, za razvoj celovitih smernic dolgotrajnega pohodništva.

Ključne besede: dolgotrajno pohodništvo, fiziološki odziv, vzdržljivostni napor, Slovenska planinska pot, športna rekreacija

ABSTRACT

A multi-week long-term thru-hike along the Slovenian Mountain Trail (SPP), where the hiker completes the entire trail from start to finish, represents an extreme endurance challenge that involves prolonged walking with additional load over rugged terrain with a significant amount of

vertical meters of ascent/descent. Despite the frequency of such feats in the sports and recreational context, the effects on the body remain relatively unexplored. The purpose of this case study is to present and analyze selected physiological indicators of a physically very active adult male during a hike along the SPP. The research is based on detailed monitoring of the individual during a multi-week hike along the SPP. Data measurements were collected with wearable technology (Polar M-430), including heart rate, energy expenditure, vertical meters traveled, hours of walking, load, and recommended recovery. The analysis was based on descriptive statistics and comparison with previous research in the field of long-term endurance efforts. The subject walked an average of 21.03 ± 7.97 km per day, walking for 8 hours and 42 minutes \pm 1 hour and 57 minutes per day. The average daily total elevation gain of ascent and descent was 2576 ± 645 m. The average heart rate during walking was 98 ± 7.8 beats per minute ($51.8 \pm 4.1\%$ of the maximum), the highest recorded was 176 beats per minute. The average energy expenditure during walking was 2992 ± 609 kcal. On average, $59.97 \pm 4.2\%$ of the energy was

expected to come from fat use. The frequency of the physical load level was 7x demanding, 16x very demanding and 8x extreme, which affected the recommended recovery time after each stage, which was 37.5 ± 15.3 hours on average. Long-term hiking/trekking on the SPP represents a serious physical challenge, combining high energy demands, high loads on the musculoskeletal system, a deficient recovery process and a gradual accumulation of fatigue. Despite methodological limitations, such as a small sample (case study) and subjectivity of measurements, the absence of laboratory measurements and the possibility of measurement errors, the study contributes to a better understanding of the physiological characteristics of long-term hiking/trekking or hiking on the SPP. Further research should include a larger number of subjects, in-depth measurements of physiological indicators, also in connection with psychological / sociological indicators, to develop comprehensive guidelines for long-term hiking.

Key words: thru-hiking, physiological response, endurance effort, slovenian mountain trail, sports recreation

UVOD

Poznamo hodilne športne zvrsti, ki so izletništvo, pohodništvo, gornišтво in hitra hoja/športna hoja. Pohodništvo je športnorekreacijska dejavnost zahtevnejša od sprehajanja in izletništva. Osrednji cilj gornišťva je gora, osrednji cilj pohodništva pešpot (Kristan, 2012). Temeljna prvina pohodništva je hoja, počasi, s trdom po gorniško se premikati naprej, potovati peš po gorskem svetu, organizirano se preseljevati po gorskem svetu iz kraja v kraj. Tujki »trekking« ustreza slovenski izraz (dolgotrajni) pohod (Kristan, 2021). Pohod je hoja, navadno na večjo razdaljo. Pogosto dolgotrajnejši, zahtevnejši in telesno napornejši pohod (Kristan, 2012). Lahko enodnevni, večdnevni ali tudi, kot v konkretnem primeru, večtedenski dolgotrajni pohod po Slovenski planinski poti (SPP), kjer pohodnik prehodi pot od začetka do konca vezno v celoti (Švajncer, 2021).

SPP je najdaljša in najbolj priljubljena vezna pot v Sloveniji ter najstarejša pot pri nas in v Evropi (PZS, 2024). Vodi od severovzhoda do jugozahoda Slovenije po večini gorskega sveta, od Maribora do Debelega rtiča ob Jadranskem morju (Gorišek, 2018). Poteka čez Pohorje (1100-1500m), Smrekovec (1500m), Kamniško-Savinjske Alpe (2000-2500m), Karavanke (1800-2200m), Julijske Alpe (2000-2800m), Cerkljansko, Škofjeloško in Idrijsko hribovje (1000-1500m), Nanos (1300m) in Slovensko Istro (1000m)(Drab, 2000). Ima 80 kontrolnih točk, povezuje 55 planinskih koč in en bivak, vsaj 35 vrhov, 5 večjih mest in 5 večjih krajev ter številne vasi in zaselke (Gorišek, 2018). Če se jo povprečen hodec loti v enem zamahu, v slogu dolgotrajnega pohoda vezno od začetka do konca poti, potrebuje okoli 250 ur hoje oziroma med 28 in 37 dni neprekinjene hoje. Okvirna dolžina poti znaša 617 km (od tega 13,4 km po zahtevnih in 11,2 km po zelo zahtevnih planinskih poteh). Višinska razlika znaša okvirno 37000 m vzpona in spusta (Rotovnik, 2019).

Ekstremno (super) dolgotrajna vzdržljivost (EDV) je sposobnost telesa, da vzdržuje telesno dejavnost zmerne do visoke intenzivnosti skozi zelo dolga časovna obdobja več ur oz. dni (Ušaj, 2003, 2014). Termin se običajno uporablja v kontekstu športnih dejavnosti, kot so dvojni, trojni maratoni, triatloni, dolgotrajni pohodi, plavanje in kolesarjenje na dolge oz. zelo dolge razdalje. Ključne značilnosti EDV so (Hutchinson Alex, 2018; Noakes, 2003; Ušaj, 2003) dolžina trajanja (dejavnosti trajajo veliko dlje kot običajni vzdržljivostni dogodki, pogosto več ur ali dni), dobra telesna pripravljenost/zmogljivost (zahteva izjemno visoko stopnjo telesne pripravljenosti in posebno/specializirano pripravo), močna duševna vzdržljivost (psihološka pripravljenost in sposobnost premagovanja utrujenosti ter bolečine sta ključni sestavini), visoka energijska poraba (povečana potreba po energiji in hranilih za ohranjanje delovanja telesa skozi celotno dejavnost) in daljše okrevanje (dolgotrajno okrevanje po takih dejavnostih zaradi velike obremenitve telesa).

Samooskrbno dolgotrajno »gorsko« pohodništvo je tudi t.i. ekstremna/ultra/super vzdržljivostna športna/gibalna dejavnost. Značilnosti takšnega pohodništva občutno povečujejo telesni stres in okrevanje. Vpliv na posameznika je bolj kompleksen kot pri npr. enodnevnem dolgotrajnem pohodu (DP)(Fasczewski et al., 2020). Na to vpliva več dejavnikov, ki so večdnevni celodnevni zaporedni DP, prenašanje težkega bremena (nahrbtnika) z vso potrebno opremo, hrano in pijačo z maso običajno 10% telesne mase in več (Švajncer, 2021), poleg aerobne presnove tudi občasna anaerobna presnova (Knight & Caldwell, 2000), dalj časa trajajoča »osiromašena« prehrana, s pomanjkljivim vnosom kalorij ob dodatno povečanih energijskih potrebah (Saenz et al., 2024), višinski metri vzpona in sestopa, ki jih je potrebno opraviti vsak dan znova in s tem večja količina koncentričnih in ekscentričnih kontrakcij (Rotovnik, 2019) ter spreminjajoče se okoljske razmere (nadmorska višina, pot/teren,

temperatura, vremenske razmere, sevanje, higiena itd.)(Heinbockel & Craighead, 2021; Švajncer, 2021).

Bistveni omejitveni dejavniki dolgotrajnega gorskega pohoda (DGP) so (DeVoe et al., 1997; Hutchinson Alex, 2018; Noakes, 2003; Ušaj, 2003) zaloge goriva in energetskega sistema (ki jih telo uporablja za proizvodnjo ATP kot prilagoditev presnove za učinkovito uporabo zaloga energije skozi dolgotrajno obdobje pohoda; ključna je dobra presnova maščob kot goriva, kateri se doda tudi hitrost/varčevanje črpanja zaloga glikogena iz mišic in jeter), duševna pripravljenost (in z njo sposobnost obvladovanja stresa, bolečine in utrujenosti s ciljem vzdrževanja motivacije in osredotočenosti), srčno-žilna zmogljivost (ki omogoča vzdrževanje pohoda skozi daljše obdobje brez hitre utrujenosti; pri takšnem dolgotrajnem naporu največji privzem kisika ni omejitveni dejavnik, pri tem ne pride do izraženega kopičenja laktata v krvi, ki ostaja v območju vrednosti v mirovanju oz. je nekoliko povišan), mišična vzdržljivost (in z njo sposobnost mišic, da vzdržujejo dolgotrajne ponavljajoče se kontrakcije/gibe, brez/v odsotnosti mišične utrujenosti in poškodb), prilagoditev telesa na nadmorsko višino (in s tem na nižje ravni kisika v zraku, katerega nižji delež vpliva na sposobnost privzema kisika, kljub temu da nadmorska višina ni ekstremna), prilagoditev telesa na zunanjo temperaturo (in s tem sposobnost uravnavanja notranje temperature ter preprečevanja pregrevanja/podhladitve za zagotavljanje delovanja telesnih funkcij na ustrezni ravni), tekočinsko in elektrolitsko ravnovesje v telesu (za preprečevanje pomanjkanja tekočine, elektrolitov in s tem mišičnih krčev ter utrujenosti), ustrezna prehrana (za zagotavljanje zadostnega vnosa makro in mikrohranil z vplivom na dolgotrajno telesno vzdržljivost, okrevanje in splošno zdravje), okrevanje telesa (in učinkovit, zadosten počitek za preprečevanje utrujenosti, izčrpanosti in zmanjšanje tveganja za nastanek poškodb).

S fiziološkega vidika predstavljata telesna dejavnost in zadrževanje na višji nadmorski višini povečan stres za organizem/telo. Stres se s povišano nadmorsko višino povečuje. Enaka obremenitev na nadmorski višini npr. 100m ali 2500m predstavlja za telo različen napor, z nadmorsko višino se napor povečuje. Pri dolgotrajnih obremenitvah se telesna zmogljivost zniža. Na višini 1981m se npr. alveolarni P_{O_2} zmanjša iz 100 mm Hg (morska gladina) na 78 mm Hg, vendar hemoglobin ostaja 90% nasičen s kisikom. Razmeroma majhna arterijska desaturacija ima majhen učinek na osebo med počitkom ali izvajanjem blage telesne dejavnosti in velik učinek na zmogljivost pri bolj živahni aerobni dejavnosti. Zaradi znižanega P_{O_2} se kot takojšnji odziv ob prihodu na 2000-2300m in več sprožijo fiziološke prilagoditve. Pospešeno dihanje, bitje srca, sprememba porazdelitve tekočin v telesu in bolj alkalen pH telesa. Nad 1500m se največji privzem kisika zmanjša za 2% na vsakih 300 višinskih metrov (McArdle William, Katch Frank, 2015). Prvi znaki višinske bolezni, bolezenskih znakov na telo, se lahko pojavijo tudi že na nadmorski višini 2400m. Bolj dovzetni so ljudje z manjšo pljučno in srčno funkcijo (Burnik, 2003). Nadmorsko višino lahko z vidika gorniške »športne« dejavnosti razdelimo v razrede nizka do 1500m, srednja od 1500 do 2500m, visoka od 2500 do 4000m in ekstremna nad 4000m (Bobovnik, 2016; Stojilković & Polšak, 2021). Z vidika planinske dejavnosti v Sloveniji pa v gričevje (do 500m), hribovje (500-1000m), sredogorje (1000-1500m) in visokogorje (nad 1500m).

Utrujenost je sprememba fizioloških in duševnih sposobnosti, ki privedejo do slabše energetske učinkovitosti in večje duševne zahtevnosti oz. do zmanjšane telesne zmogljivosti. Lahko se kaže na več načinov, npr. z zmanjšano mišično močjo, vzdržljivostjo, koncentracijo, hitrostjo odzivanja in splošnim občutkom izčrpanosti ne glede na to ali tarčno nalogo (želeno raven) še lahko dosežemo (G. Millet, 2016). Utrujenost je naraven odziv telesa na obremenitev in je pomemben signal, da potrebuje telo počitek in čas za okrevanje. Ločimo kratkoročno (akutno)

utrujenost, ki se pojavi med ali takoj po vadbi in običajno izgine po kratkem počitku ter dolgotrajno (kronično) utrujenost, ki se razvije kot posledica stalne preobremenitve in nezadostnega počitka ter lahko vodi do poškodb. Nadalje ločimo centralno utrujenost, ki izhaja iz osrednjega živčnega sistema (gibalni centri, zaznavni centri, čustvena vzburjenost) in periferno utrujenost, ki se pojavi na ravni mišic in vključuje zmanjšano sposobnost mišičnih vlaken za krčenje (Edwards, 1981; G. Millet, 2016; Ušaj, 2003). Dejavniki, ki vplivajo na utrujenost so prehranski status, vključena mišična masa, trajanje, tip naprežanja, nadmorska višina, intenzivnost, temperatura, prekinjanje, spol, starost, mišična vlakna in treniranost. Utrujenost zmanjša sposobnost premagovanja ekstremno dolgotrajnega napora, ki se izrazi kot znižanje največje sile mišic nog in prizadene predvsem iztegovalke kolena ter mečne mišice (G. Millet, 2016). Pri ekstremno dolgotrajnem naporu je posebej poudarjena centralna utrujenost (varovalni mehanizem), ki se stopnjuje z daljšim trajanjem in manjšo intenzivnostjo. Pojavi se tudi periferna utrujenost, ki pa ostane dlje časa po naporu (lahko tudi do 16 dni). Centralna utrujenost izzveni hitreje, čeprav je vnetje v telesu še prisotno (G. Y. Millet et al., 2011).

Med DGP prihaja do številnih udarcev ob podlago kar privede do mišičnih mikro poškodb, ki se še posebej izrazito pojavijo pri sestopih, ko prihaja do velikega števila ekscentričnih kontrakcij z dodatnim bremenom na hrbtu. Glavni pokazatelj poškodbe mišic je povišana vrednost kreatin kinaze (CK), ki naraste takoj po pohodu in ostane povišana tudi še 72 ur po obremenitvi (Maeo et al., 2017). Na dolgotrajno povečano obremenitev se odzove tudi imunski sistem. Stresni odziv telesa vodi do akutnega systemskega vnetja. Blažji in krajši stresni odziv telo okrepi, nasprotno lahko dolgotrajno in močno vnetje poveča dovzetnost za okužbe in bolezni. Z merjenjem koncentracije stresnega hormona kortizola, ki rešuje stresni dogodek in s tem zavira imunski sistem, lahko izmerimo splošno stopnjo vnetja v telesu. Količina kortizola

je lahko posledica trajanja obremenitve/napora, pomanjkanja spanja/počitka, energijskega primanjkljaja, ekscentričnih kontrakcij in opravljene višinske razlike (Friedl et al., 2000).

Med 24 urnim vzdržljivostnim tekom po ravnini so Gimenez in sodelavci (Gimenez et al., 2013) izmerili povprečno vrednost srčnega utripa (SU) v višini 68% od največje vrednosti SU. Nižja intenzivnost v območju aerobnega napora (AN) omogoča boljše koriščenje maščob, varčevanje z zalogami ogljikovih hidratov, upočasni se uporaba glikogena in koncentracija glukoze v krvi se ohranja v ustreznem območju (McArdle William, Katch Frank, 2015). Pohodnik na DGP večino časa ostaja v območju AN in kot vir energije večinoma uporablja proste maščobne kisline. Ob povečanih naklonih se občasno poviša tudi intenzivnost in takrat svoj delež energije prispevajo tudi anaerobni procesi (McArdle William, Katch Frank, 2015).

S športno dejavnostjo se ukvarja vedno večje število Slovencev. Primerjava udeležbe med letoma 1996 in 2008 se je bistveno spremenila. Delež ne-dejavnih se je bistveno zmanjšal. Glede na splošne trende in v skladu s tem, da vse večji delež prebivalstva povezuje športno dejavnost z višjo ravniyo zdravstvenega stanja je to pričakovano (Sila, 2010). Hoja in pohodništvo sta v Sloveniji zelo oz. najbolj priljubljeni telesni dejavnosti. Podatki 17. študije o športnorekreativni dejavnosti Slovencev kažejo, da je hoja najbolj priljubljena oblika gibalne dejavnosti s katero se ukvarja kar 58%. Na petem mestu se nahaja planinstvo oz. gorništvo s 14,6% deležem. Skupaj zavzemata kar 72,6% delež. Izhajajoč iz študije so za ukvarjanje zanimive športne dejavnosti s katerimi se lahko ukvarjamo v neposrednem bivalnem okolju, ki imajo značaj aerobnih dejavnosti, so cenovno dostopne in se z njimi lahko ukvarjamo vse leto ter tudi do pozne starosti (Dolenc & Sila, 2010).

Dolgotrajni pohodi (DP) se del človeštva že od nekdaj. V preteklosti so bili stalnica dnevnega življenja s ciljem preživetja, danes, v zahodnih kulturah, je motivacija bolj povezana z duševnim, fizičnim in/ali duhovnim zdravjem (Lieberman, 2021). DP pri katerih pohodnik prehodi pot od začetka do konca »vezno v celoti« so v zadnjih letih vedno bolj priljubljena dejavnost. Uveljavljene pohodne poti beležijo vse več pohodnikov. Na eni od bolj poznanih takšnih poti Jakobovi poti se je število pohodnikov v desetih letih potrojilo in v letu 2016 doseglo 280.000 pohodnikov (Horvath & Szakolczai, 2017). Pri »popolnem« DP, kot mu pogosto pogovorno pravijo v zahodni družbi, ki traja daljše časovno obdobje, je pohodnik običajno tudi popolnoma samooskrben (Fasczewski et al., 2020).

Čeprav sta hoja in pohodništvo v Sloveniji zelo oz. najbolj priljubljeni telesni dejavnosti (Dolenc & Sila, 2010) in postaja dolgotrajno pohodništvo vedno bolj priljubljena dejavnost (Horvath & Szakolczai, 2017) obstaja zelo malo podatkov in raziskav o telesnih (fizioloških, psiholoških) zahtevah/značilnostih takšne hoje. Še več, fizioloških/psiholoških podatkov/raziskav, ki bi se navezovali na eno od prvih takšnih poti na svetu, večinoma »gorsko« in najdaljšo v Sloveniji, SPP, nismo našli. Samooskrbni DGP po SPP je zelo zahteven telesni podvig/izziv. Zelo zahtevna je že faza načrtovanja (odsotnost z dela/sluzbe, prehrana, postanki, spanje, rezervacije, navigacija, pomanjkanje signala, izbira opreme, finance itd.). Ob vsem tem pa ustrezna telesna priprava oz. športni trening za optimalno telesno pripravljenost ni nujno na vrhu seznama priprav vsakega pohodnika. Posledično je obremenitev/napor lahko prevelik in predčasno končanje pohoda neizogibno (Švajncer, 2021). Dokaj pogosto je, da se pohodniki na podobne DP podajo zaradi iskanja duševnega, duhovnega, s ciljem osvoboditve, očiščenja, ozdravljenja itd., in o vidiku ustrezne telesne pripravljenosti niti ne razmišljajo (Fasczewski et al., 2020). Morda pohodnike zavede tudi zelo pogosta pogovorna primerjava z močno promovirano romarsko Jakobovo potjo v Španiji, ki pa je po značilnostih lažje oblike, drugačna

in le delno primerljiva (Follow Camino, 2024; Rotovnik, 2019). Mogoče zavede primerjava z enodnevnimi DP ali pa celo podcenjevanje takšnega podviga z vidika telesne pripravljenosti, z mislijo, da gre samo za hojo. Morda se na takšno pot niti ni možno do popolnosti pripraviti, ker je, ne glede na vrhunsko telesno pripravljenost, skupen vpliv vseh dejavnikov prevelik oz. nepredvidljiv.

S predstavitvijo fizioloških in fizikalnih kazalcev DGP po SPP bomo odgovorili na raziskovalna vprašanja: 1. kolikšen je čas trajanja pohoda, 2. kakšna je skupna dolžina prehojene poti/pohoda, 3. kakšna je povprečna in največja hitrost pohoda, 4. kakšna je višinska razlika (vzpon, sestop) pohoda, 5. kakšen je povprečni in največji srčni utrip med pohodom, 6. koliko kalorij/energije porabi pohodnik med pohodom, 7. kakšen je delež energije pridobljen iz maščob kot goriva za TD, 8. kakšen je status obremenitve posamezne etape, 9. kakšen je priporočen čas odmora med etapami glede na izmerjene fiziološko/fizikalne kazalce/količine.

S študijo primera želimo predstaviti in analizirati osnovne fiziološke ter fizikalne kazalce DGP po SPP telesno zelo dejavnega odraslega moškega. Podobnih podatkov dolgotrajnih veznih pohodov je na voljo zelo malo, še manj oz. nobenih nismo našli za SPP. Primer je zanimiv za širšo populacijo, ki bo dobila drugačen vpogled v planinsko/gorniško telesno dejavnost. Zanimiv je za raziskovalce, upravitelje in odločevalce kot eno izmed izhodišč za obravnavo odprtih vprašanj, ki so se/se bodo pojavila. Predvsem pa je zanimiv za vedno bolj številčno pohodno občinstvo, ki se spogleduje z DP, ki bo s podatki dobilo podroben vpogled v zahtevnost, obremenitev in napor posameznika na takšni poti ter s tem osnovo za načrtovanje ustrezne vadbe/pohoda itd. Predstavljeni podatki in analiza bodo znanstveni, strokovni in splošni javnosti omogočili boljše razumevanje značilnosti in zahtevnosti DGP po SPP.

METODE

Preiskovanec je tudi avtor prispevka in je podpisal izjavo, da gre za osebno študijo primera. Preiskovanec je sam pokrtil vse stroške vezane na preiskavo, izvedel priprave, pohod in izmeril kazalce/količine.

Preiskovanec

Preiskovanec je moškega spola in je bil v času preiskave star 31 let. Preiskovanec je pred preiskavo udejanjal telesno zelo dejaven življenjski slog. Je bil vsejdec, a se je v prehrani izogibal mesnim jedem. Njegova telesna masa (TM) v času preiskave je bila 75kg, telesna višina (TV) 179cm in indeks telesne mase (ITM) 23,41 kg/m². Pred preizkusom je več let treniral in tekmovalno igral nogomet oz. dvoranski nogomet, izvajal večinoma enodnevne DP, visoko intenzivno intervalno telovadbo, kolesaril in tekel. V zadnjem letu pred preizkusom se je telesno, poleg nogometne vadbe in tekem, večinoma pripravljaval z dolgotrajnimi pohodi in turnimi pohodi (Bohinjska planinska pot), visoko intenzivno intervalno telovadbo, dodatno z gorskimi in cestnim kolesarjenjem ter tekom. Pred, med in po raziskavi pohoda po SPP podrobnih meritev telesne sestave in/ali drugih laboratorijskih meritev preiskovanec ni opravil. Za grobi občutek dodajamo kasnejše meritve. Preiskovanec je imel pet let kasneje (31. 5. 2023, 36 let), ob količinsko polovičnem športnem udejstvovanju glede na leto 2018 (subjektivna ocena), telesno maso 74kg, delež telesne maščobe 12% (8,9kg) in mišične mase 37kg (50%)(merjeno z InBody720; Fakulteta za šport)(slika 8). Ostale značilnosti preiskovanca v času DGP po SPP (leta 2018 pri 31 letih) so bile: zaposlen v lastnem podjetju za gostinstvo, turizem in šport, samski, uni. dipl. prof. športne vzgoje, družbeno dejavno vpet v lokalno okolje, nekadilec, 7-8 ur spanca / noč.

Potek raziskave

Raziskava je bila opravljena na dolgotrajnem veznem gorskem pohodu (DVGP) po SPP. Začetek raziskave je bil 3. julija 2018 in konec 8. avgusta 2018. Skupno trajanje raziskave je bilo 37 dni. Preiskovanec je celotno pot prehodil samooskrbno brez dodatne zunanje pomoči od začetka v Mariboru do konca na Debelem rtiču v skupni dolžini 655km. Z opremo s katero je začel pot je tudi končal pot. Celotno pot je na hrbtu nosil nahrbtnik mase 10-13kg, odvisno od zalog tekočine in hrane na poti. Preiskovanec je izbrane fiziološke in druge kazalce meril redno vsakodnevno z uporabo zapestne ure POLAR M-430 (Polar, Kempele, Finska)(Polar, 2024). Zajem podatkov z zapestno uro je bil izbran zaradi enostavnosti in preprostosti rokovanja merilne ter podporne tehnike. Glavni cilj je bil zajem podatkov vseh ur pohoda na celotni poti. Meritve je preiskovanec izvajal v času hoje. V času pred začetkom in po koncu vsake dnevne etape meritev ni izvajal. Pogosto se je zaradi dolžine etap zgodilo, da je moral tudi med hojo napolniti baterijo na uri za kar je uporabil prenosno polnilno baterijo. V času polnjenja med samim pohodom je naredil odmor, snel uro iz zapestja in jo napolnil. Delovanje in polnjenje celotne merilne tehnike med pohodom je preiskovancu predstavljalo zajeten izziv. Več dejavnikov je vplivalo na to, da merjenje na DVGP ni bilo primerljivo s podobnimi merjenji v dolini. Vremenske razmere (dež, veter, sonce, mraz), trajanje/dolžina etap, omejene možnosti polnjenja baterij (ura, polnilna baterija, telefon) na poti oz. v kočah, upad pozornosti/zbranosti ob povečani utrujenosti oz. izzivih, ki so se pojavili na poti (slabo označena pot, spremenjena pot, tema, zapiranje koč, plezanje itd.). Preiskovanec je v 37 dneh opravil 31 pohodnih dni, 5 dni, ko ni hodil (počitek) in 1 dan, ko se je zaradi slabih vremenskih razmer bil primoran vrniti na izhodišče dneva v kočo (13 dan). Od petih dni odmora so bili štirje dnevi skupno zaporedoma že dokaj hitro po začetku poti, ki niso bili načrtovani, ampak posledica vnetja (koleno in Ahilova tetiva).

Merilna tehnika

Meritve so bile opravljene s pametno zapestno uro Polar M-430, ki je robustna in lahka zapestna ura z dihačima silikonskima trakovima, z velikim zaslonom z osvetlitvijo. Z vgrajenim GPS (globalni sistem za določanje položaja) sistemom in GPS pomočnikom za hitrejše odzivanje in bolj natančno merjenje. Branje srčnega utripa s 6-LED optičnim senzorjem. CPU (centralna procesna enota) hitrost delovanja: 168 MHz, spomin 1 MB, shramba 64 MB, Bluetooth® povezava. Vgrajen merilnik pospeška. Baterija 240 mAh, Li-Pol. Delovna temperatura -10 °C do +50 °C (Polar, 2024).

Merjeni kazalci/količine v času trajanja pohoda/hoje so trajanje (ur), razdalja (km), srčni utrip v udarcih na minuto (povprečen, najnižji, najvišji), poraba kalorij (kcal), delež porabe maščob kot goriva v odstotkih, hitrost hoje (km/h)(povprečna, največja), višinska razlika (m)(vzpon, sestop), obremenitev in okrevanje/priporočen odmor.

Trajanje, razdalja, hitrost, višinska razlika

Zapestna ura Polar M-430 izračuna trajanje telesne dejavnosti in opravljeno razdaljo na podlagi podatkov, ki jih zbere s pomočjo senzorjev (3D pospeškometer, ki spremlja zapestno premikanje in 6-LED senzor za branje srčnega utripa), podatkov GPS (uporaba GPS za lokacijo, višino in pot), intenzivnosti TD (povezava podatkov o hitrosti gibanja in srčnem utripu) in pametnem algoritmu (uporaba naprednega algoritma).

Natančnost GPS znaša $\pm 2\%$ razdalje. To so vrednosti, ki so v osnovi dosežene v satelitskih razmerah na odprtem območju, kjer ni stanovanjskih zgradb ali dreves, ki bi ovirale satelitski pogled. V mestnih, gozdnih ali hribovitih območjih so te vrednosti dosegljive, vendar se lahko včasih razlikujejo. Višinska ločljivost znaša 1m. Ločljivost pri vzponu/sestopu znaša 5m. GPS zagotavlja natančno merjenje hitrosti, razdalje in nadmorske višine ter omogoča ogled poti v aplikaciji Polar Flow (slika 3, 4 in 6). M430 uporablja GPS pomočnika, ki je označeno kot A-

GPS za pridobitev »hitrega satelita«. Podatki A-GPS sporočajo napravi M430 predvidene položaje satelitov GPS. Na ta način M430 predhodno predvideva, kje naj išče satelite, in tako lahko v nekaj sekundah pridobi njihove signale, tudi v težkih pogojih signala. Izvoz podatkov GPS sledi je na voljo v .xlsx, .gpx ali .tcx obliki.

Srčni utrip

Zapestna ura Polar M-430 izračuna srčni utrip telesne dejavnosti z uporabo 6-LED optičnega senzorja, ki je vgrajen na spodnji strani ure. Optični senzor oddaja živo zeleno svetlobo skozi kožo na zapestju. Ta svetloba se odbija od krvnih žil in vrača nazaj v senzor. Ura analizira spremembe v refleksiji svetlobe, ki so posledica pretoka krvi skozi krvne žile. Na podlagi teh sprememb ura izračuna srčni utrip v realnem času.

Obremenitev/okrevanje

Funkcija »stanje okrevanja« zapestne ure Polar M-430 izračuna/oceni skupno obremenitev (intenzivnost, količino, pogostost pohoda in čas potreben za okrevanje). Obremenitev med pohodom je povratna informacija o težavnosti posamezne pohodne enote vezano na posameznika. Po vsakem pohodu je v povzetku opis obremenitve pohoda z dodano oceno potrebnega okrevanja. Stanje okrevanja temelji na skupni obremenitvi med pohodom, dnevni dejavnosti in počitku v zadnjih 8 dneh ter oceni čas, ki ga posameznik potrebuje, da v celoti okreva po pohodu. Je orodje, ki pomaga preprečiti pre-obremenitev. Zadnji pohodi imajo večjo težo kot starejši in imajo večji učinek na status okrevanja (slika 1 in 2).

Stopnje na lestvici obremenitve/okrevanja (besedna; 4. stopnje)(slika 1 in 2) so »premalo« (prva stopnja; manj in nižja obremenitev kot običajno), »uravnoteženo« (druga stopnja; nedavni pohod (obremenitev) in čas potreben za okrevanje sta uravnotežena. Ob ustreznem okrevanju

bo učinek največji), »naporno in pomanjkljivo« (tretja stopnja; pove, da se je obremenitev nakopičila in je visoka. Lahko pomeni, da okrevanje po pretekli dejavnosti ni bilo zadostno in »zelo naporno in zelo pomanjkljivo« (četrta stopnja; pomeni zelo visoko skupno obremenitev. Pred nadaljevanjem si je potrebno vzeti več časa za ustrezno okrevanje).

Stopnje na lestvici ocenjene potrebe po okrevanju/počitku/odmoru (ur) po dnevnem pohodu so blaga > 0-6 ur, razumna > 7-12 ur, zahtevna > 13-24 ur, zelo zahtevna > 25-48 ur in ekstremna > več kot 48 ur (Polar, 2024)(slika 6).

Statistična analiza

Ker je študija primera predstavitev oz. poročilo o izbranih fizioloških in fizikalnih kazalcih DGP po SPP telesno zelo dejavnega odraslega moškega smo rezultate predstavili le z opisno statistiko. Kompleksnih statističnih parametrov zaradi velikosti vzorca ($n = 1$) ni mogoče/ni smiselno računati.

REZULTATI

Tabela 1. Prikazuje opisno statistiko fizikalnih količin/kazalcev dolgotrajnega pohoda po Slovenski planinski poti.

Dan	Datum	Začetek - Konec	Etapa	Trajanje (ur)	Trajanje (min)	Razdalja (km)	Povp. hitr. (km/h)	Maks. hitr. (km/h)	Vzpon (m)	Sestop (m)	Vzpon + sestop (m)
1	3.7.18	Maribor - Mariborska koča	1	2uri 32min	152	8,75	3,4	7	845	45	890
1	3.7.18	Mariborska koča - Ruška koča	2	*0ur 44min	*44	*4,88	6,6	13,1	*200	*30	*230
2	4.7.18	Ruška koča - Koča na Klopnem vrhu	1	3ure 37min	217	12,86	3,5	8,3	460	480	940
2	4.7.18	Koča na Klopnem vrhu - Koča na Pesku	2	*3ure 12min	*192	*7,5	2,3	6,7	*305	*160	*465
3	5.7.18	Koča na Pesku - Ribniška koča	1	3ure 28min	208	10,98	3,1	6,4	530	375	905
3	5.7.18	Ribniška koča - Kremžarjeva koča	2	*4ure 7min	*247	*13,98	3,4	9	*470	*870	*1340
4	6.7.18	Kremžarjeva koča - Uršlja gora	1	8ur 59min	539	23,78	2,6	9,5	1635	1050	2685
5	7.7.18	Uršlja gora - Dom na Smrekovcu	1	6ur 11min	371	18,5	2,9	6,4	755	1065	1820
5	7.7.18	Dom na Smrekovcu - Koča na Travniku	2	*4ure 7min	*247	*10,92	2,6	10,9	*565	*395	*960
6	8.7.18	Koča na Travniku - Solčava	1	9ur 29min	569	20,12	2,1	7,8	1055	1970	3025
7	9.7.18	Solčava (odmor)									
8	10.7.18	Solčava (odmor)									

9	11.7.18	Solčava (odmor)										
10	12.7.18	Solčava (odmor)										
11	13.7.18	Solčava - Koča na Kamniškem sedlu	1	10ur 44min	644	16,48	1,5	8	2255	1040	3295	
12	14.7.18	Koča na Kamniškem sedlu - Koča na Ledinah	1	4ure 29min	269	7,24	1,6	5,4	725	925	1650	
13	15.7.18	Koča na Ledinah - sedlo - Koča na Ledinah (nevihte; "odmor")	1	**2uri 53min	**173	**3,3	1,1	9,5	**480	**515	**995	
14	16.7.18	Koča na Ledinah - Cojzova kočica na Kokrskem sedlu	1	6ur 56min	416	8,08	1,1	5,5	1325	1215	2540	
15	17.7.18	Cojzova kočica na Kokrskem sedlu - Jezersko	1	9ur 54min	594	14,89	1,5	11,1	1225	2125	3350	
16	18.7.18	Jezersko - Dom pod Storžičem	1	8ur 46min	526	18,41	2,1	7,4	1620	1240	2860	
17	19.7.18	Dom pod Storžičem - Koča na Dobrči	1	9ur 29min	569	17,38	1,8	7	1725	1370	3095	
18	20.7.18	Koča na Dobrči - Dom na Zelenici	1	8ur 29min	509	13,22	1,5	10,7	1405	1360	2765	
19	21.7.18	Dom na Zelenici - Koča na Golici	1	7ur 42min	462	20,16	2,6	7,2	1130	1060	2190	
20	22.7.18	Koča na Golici - Mojstrana	1	5 ur 57min	357	14,49	2,4	5,6	610	1505	2115	
21	23.7.18	Mojstrana (odmor)										
22	24.7.18	Mojstrana - Triglavski dom na Kredarici	1	7ur 52min	472	16,23	2	6,8	2200	245	2445	
23	25.7.18	Triglavski dom na Kredarici - Pogačnikov dom na Kriških podih	1	9ur 8min	548	14,52	1,5	5,8	1475	1915	3390	
24	26.7.18	Pogačnikov dom na Kriških podih - Vršič	1	7ur 27min	447	12,85	1,7	7,7	1595	1970	3565	
25	27.7.18	Vršič - Jalovec - Zavetišče pod Špičkom	1	7ur 21min	441	12,53	1,7	6,9	1415	1045	2460	

26	28.7.18	Zavetišče pod Špičkom - Koča na Prehodavcih	1	10ur 46min	646	21,87	2	6,6	1735	1730	3465
27	29.7.18	Koča na Prehodavcih - Dom na Komni	1	5ur 21min	321	13,94	2,6	24,2	325	885	1210
27	29.7.18	Dom na Komni - Dom pri Krnskih jezerih	2	*3ure 9min	*189	*9,78	3	10,8	*400	*565	*965
28	30.7.18	Dom pri Krnskih jezerih - Koča na Planini pri Jezeru	1	10ur 22min	622	25,92	2,5	5,6	1350	1415	2765
29	31.7.18	Koča na Planini pri Jezeru - Dom Zorka Jelinčiča na Črni prsti	1	7ur 6min	426	14,38	2	5,1	1295	760	2055
30	1.8.18	Dom Zorka Jelinčiča na Črni prsti - Partizanska bolnica Franja	1	11ur 55min	715	27,34	2,2	9,5	1180	2650	3830
31	2.8.18	Partizanska bolnica Franja - Idrija	1	10ur 26min	626	39,8	3,8	16,2	1515	1615	3130
32	3.8.18	Idrija - Iztokova koča pod Golaki	1	9ur 23min	563	26,16	2,7	6,4	1695	745	2440
33	4.8.18	Iztokova koča pod Golaki - Col	1	10ur 57min	657	29,74	2,7	11,2	950	1670	2620
34	5.8.18	Col - Vojkova koča na Nanosu	1	10ur 47min	647	35,68	3,3	14,7	1465	840	2305
35	6.8.18	Vojkova koča na Nanosu - Škocjanske jame	1	10ur 10min	610	27,76	2,7	12,4	740	1544	2284
36	7.8.18	Škocjanske jame - Tumova koča na Slavniku	1	9ur 36min	576	32,01	3,3	9,8	1035	980	2015
37	8.8.18	Tumova koča na Slavniku - Debeli Rtič	1	9ur 11min	551	28,81	3,1	6,7	660	1145	1805
			Skupaj	272ur 42min	16362	655,24			40350	40514	80864
			Povprečje*/**	8ur 42min	522	21,03			1286	1290	2576
			±*/**	±1ura 57min	±117	±7,97			±419	±540	±645

*druga etapa v istem dnevu; pri povprečju in odklonu obravnavano kot skupni pohodni dan.

**prekinjen pohodni dan (nevihte); pri izračunu povprečja in odklona izvzeto.

Tabela 2. Prikazuje opisno statistiko fizioloških kazalcev/količin dolgotrajnega pohoda po Slovenski planinski poti.

Dan	Datum	Začetek - Konec	Povp. utrip (min)	Min. utrip (min)	Maks. utrip (min)	Poraba (kcal)	Mašč. (%)	Obremenitev	Prip. odmor (ur)
1	3.7.18	Maribor - Mariborska koča	110	60	137	1200	52	zahtevna	15
1	3.7.18	Mariborska koča - Ruška koča	117	85	149	*391	44	*blaga	*5
2	4.7.18	Ruška koča - Koča na Klopnem vrhu	93	57	145	1318	60	zahtevna	14
2	4.7.18	Koča na Klopnem vrhu - Koča na Pesku	100	52	165	*861	63	*razumna	*7
3	5.7.18	Koča na Pesku - Ribniška koča	97	68	121	1128	63	razumna	10
3	5.7.18	Ribniška koča - Kremžarjeva koča	102	56	145	*1656	56	*zahtevna	*19
4	6.7.18	Kremžarjeva koča - Uršlja gora	97	45	138	2940	60	zelo. zaht.	31
5	7.7.18	Uršlja gora - Dom na Smrekovcu	88	50	124	1982	64	zahtevna	19
5	7.7.18	Dom na Smrekovcu - Koča na Travniku	108	57	147	*1400	54	*zahtevna	*16
6	8.7.18	Koča na Travniku - Solčava	97	56	142	2962	61	zelo. zaht.	29
7	9.7.18	Solčava (odmor)							
8	10.7.18	Solčava (odmor)							
9	11.7.18	Solčava (odmor)							
10	12.7.18	Solčava (odmor)							

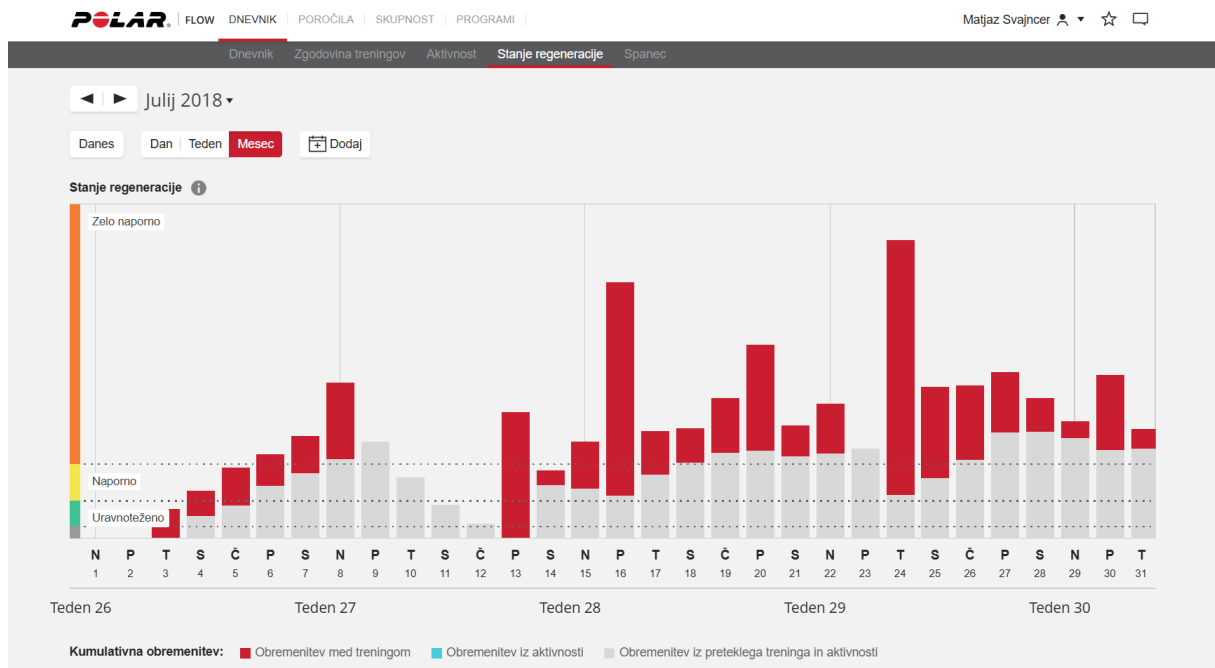
11	13.7.18	Solčava - Koča na Kamniškem sedlu	107	47	146	4320	60	ekstremna	79
12	14.7.18	Koča na Kamniškem sedlu - Koča na Ledinah	91	54	137	1425	62	zahtevna	13
13	15.7.18	Koča na Ledinah - sedlo - Koča na Ledinah (nevihte; "odmor")	100	56	139	**1063	**54	**razumna	**12
14	16.7.18	Koča na Ledinah - Cojzova koča na Kokrskem sedlu	109	60	149	2912	56	ekstremna	55
15	17.7.18	Cojzova koča na Kokrskem sedlu - Jezersko	100	52	149	3381	61	ekstremna	50
16	18.7.18	Jezersko - Dom pod Storžičem	98	52	144	3197	59	zelo. zaht.	46
17	19.7.18	Dom pod Storžičem - Koča na Dobrči	95	50	137	3023	60	zelo. zaht.	35
18	20.7.18	Koča na Dobrči - Dom na Zelenici	102	55	158	2787	57	zelo. zaht.	35
19	21.7.18	Dom na Zelenici - Koča na Golici	105	60	145	2827	59	zelo. zaht.	39
20	22.7.18	Koča na Golici - Mojstrana	92	40	133	2061	61	zahtevna	24
21	23.7.18	Mojstrana (odmor)							
22	24.7.18	Mojstrana - Triglavski dom na Kredarici	106	53	151	3147	55	ekstremna	58
23	25.7.18	Triglavski dom na Kredarici - Pogačnikov dom na Kriških podih	102	60	147	3320	59	ekstremna	50
24	26.7.18	Pogačnikov dom na Kriških podih - Vršič	113	64	162	3351	56	ekstremna	72
25	27.7.18	Vršič - Jalovec - Zavetišče pod Špičkom	103	58	152	2952	57	ekstremna	49
26	28.7.18	Zavetišče pod Špičkom - Koča na Prehodavcih	95	59	134	3201	62	zelo. zaht.	33
27	29.7.18	Koča na Prehodavcih - Dom na Komni	85	42	123	1507	64	zahtevna	14

27	29.7.18	Dom na Komni - Dom pri Krnskih jezerih	90	58	116	*994	62	*razumna	*9
28	30.7.18	Dom pri Krnskih jezerih - Koča na Planini pri Jezeru	98	60	134	3580	63	zelo. zaht.	41
29	31.7.18	Koča na Planini pri Jezeru - Dom Zorka Jelinčiča na Črni prsti	97	55	134	2387	62	zahtevna	24
30	1.8.18	Dom Zorka Jelinčiča na Črni prsti - Partizanska bolnica Franja	92	47	138	3385	63	zelo. zaht.	29
31	2.8.18	Partizanska bolnica Franja - Idrija	100	56	176	3921	62	ekstremna	56
32	3.8.18	Idrija - Iztokova koča pod Golaki	98	56	139	3393	62	zelo. zaht.	41
33	4.8.18	Iztokova koča pod Golaki - Col	88	44	143	3408	65	zelo. zaht.	32
34	5.8.18	Col - Vojkova koča na Nanosu	99	52	174	3532	63	zelo. zaht.	36
35	6.8.18	Vojkova koča na Nanosu - Škocjanske jame	86	47	129	3032	65	zelo. zaht.	26
36	7.8.18	Škocjanske jame - Tumova koča na Slavniku	92	51	140	3099	63	zelo. zaht.	29
37	8.8.18	Tumova koča na Slavniku - Debeli Rtič	87	48	161	2768	64	zahtevna	24
								7x zaht., 16x	
Skupaj						93811		zelo.zaht., 8x	1176
								ekstrem.*/**	
Povprečje*/**						2992	59,97		37,5
±*/**						±609	±4,2		±15,3

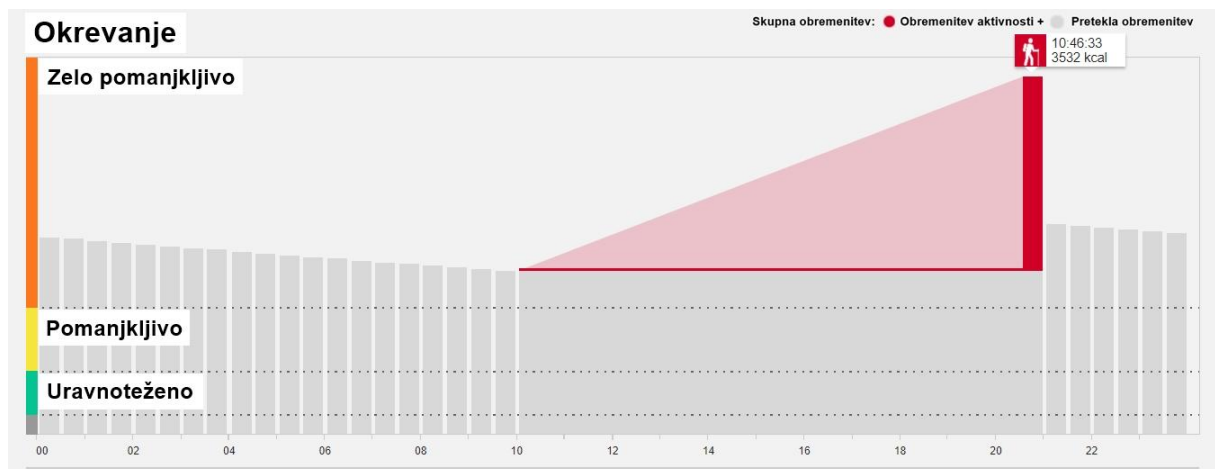
*druga etapa v istem dnevu; pri povprečju, odklonu in frekvenci obravnavano kot skupni pohodni dan.

**prekinjen pohodni dan; pri izračunu povprečja, odklona in frekvence izvzeto.

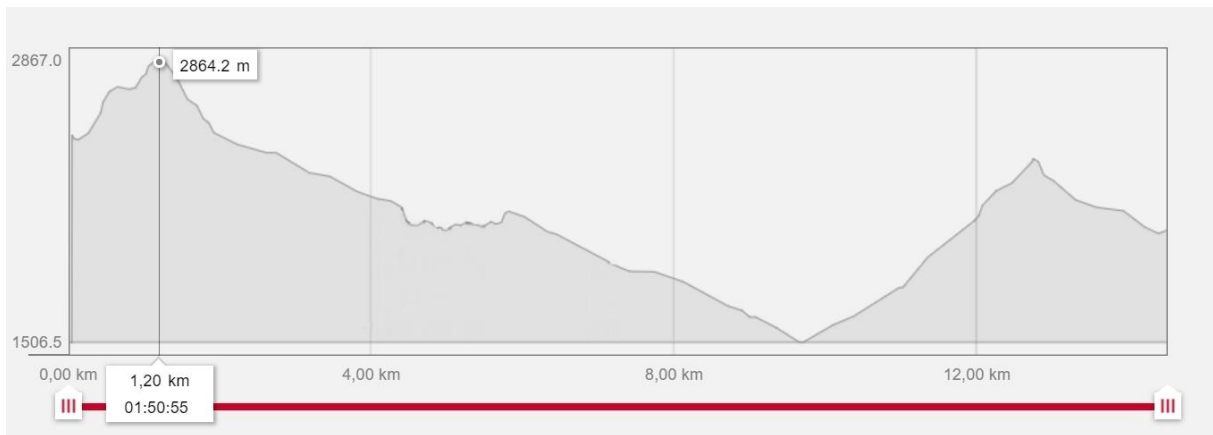
Slika 1. Prikazuje posnetek zaslona julijske obremenitve na SPP v Polar Flow aplikaciji.



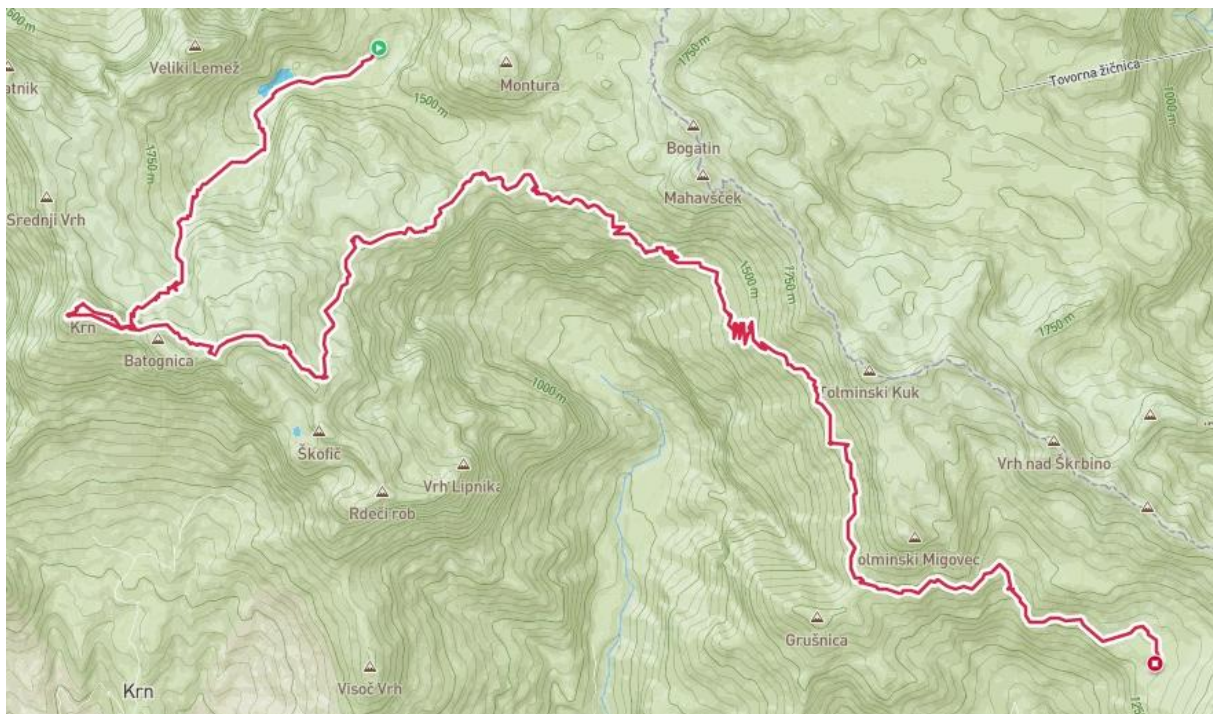
Slika 2. Prikazuje obremenitev/okrevanje 34. dne na SPP od Cola preko Javornika do Nanosa.



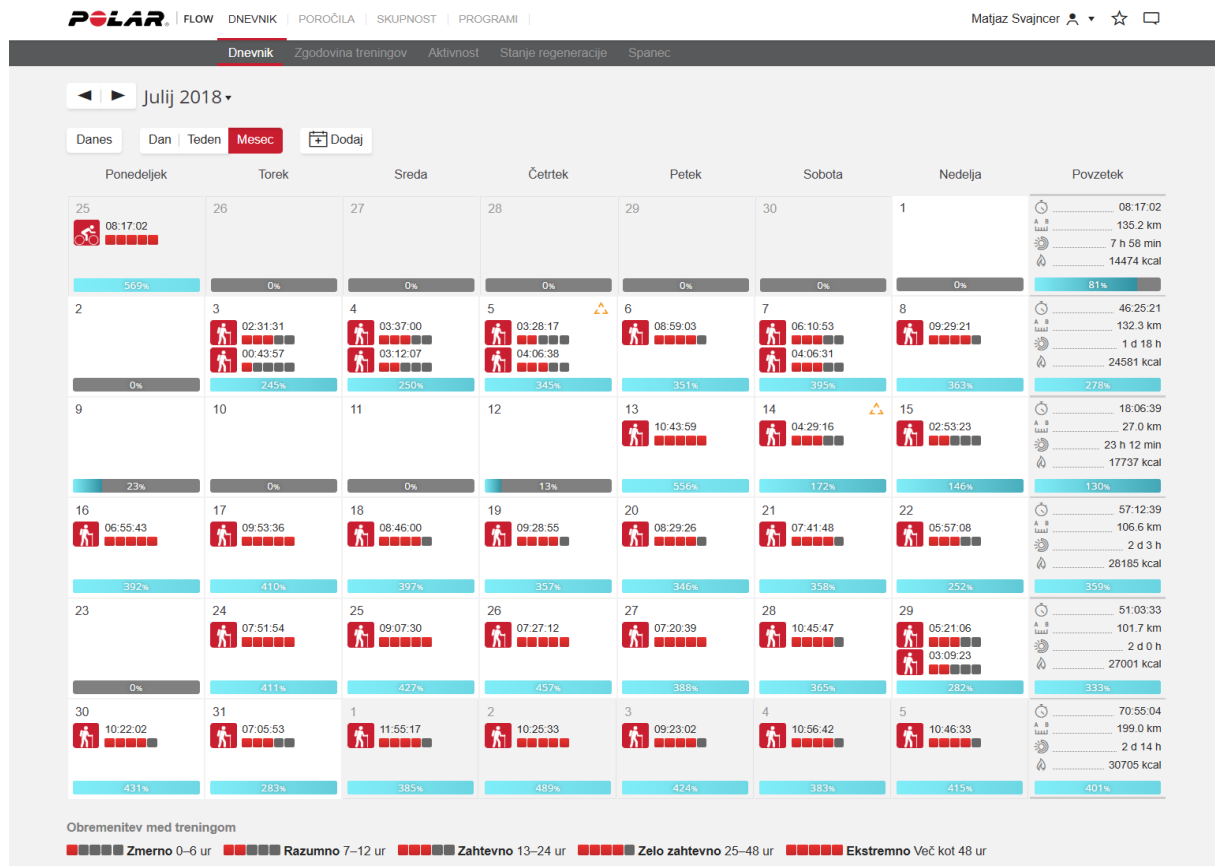
Slika 3. Prikazuje višinski profil 23. dne na SPP od Triglavskega doma na Kredarici, preko Triglava do Pogačnikovega doma na Kriških podih.



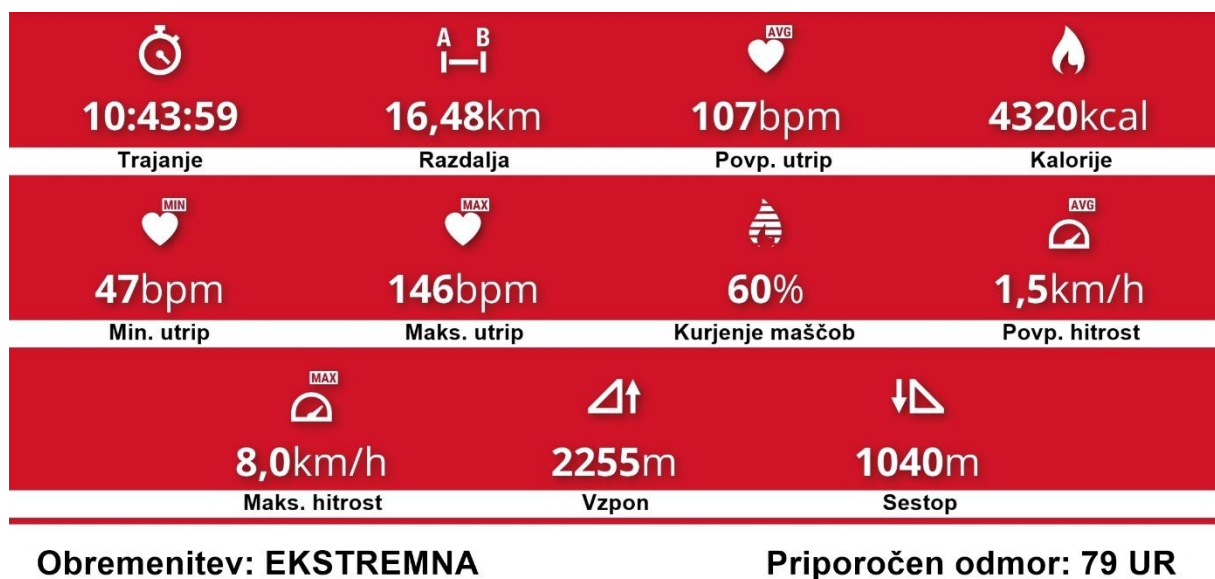
Slika 4. Prikazuje GPS sled 28. dne na SPP od Doma pri Krnskih jezerih do Koče na Planini pri Jezeru.



Slika 5. Prikazuje posnetek zaslona julijskega dnevnika dejavnosti na SPP v Polar Flow aplikaciji.



Slika 6. Prikazuje posnetek zaslona meritev 11. dne na SPP od Rogovilca (Solčava) do Kamniškega sedla; s priporočenim odmorom za okrevanje.



RAZPRAVA

Elektronske naprave, ki temeljijo na svetlobnih LED senzorjih, so na trgu prisotne že mnogo let. Zapestne ure so postale zaradi svoje preprostosti in uporabnosti v zadnjih letih vseprisotne za spremljanje oz. samonadzor lastne telesne dejavnosti. Čeprav je bil srčni utrip najprej prepoznan kot indeks presnovne stopnje, je danes ocena srčnega utripa dragocen pokazatelj fiziološke prilagoditve in intenzivnosti obremenitve/napora (Martín-Escudero et al., 2023). V kliničnih okoljih se srčni utrip pogosto spremlja z elektrokardiogramom (EKG), ki uporablja elektrode na prsnem košu in velja za zlati standard meritev srčnega utripa (Nunan et al., 2009). Čeprav je natančnost merjenja srčnega utripa sprejemljiva pri merilnikih s prsnim trakom, je natančnost zapestnih ur bolj negotova. A v zadnjih letih je razvoj novih metod in sistemov ter tehnologije izboljšal meritve srčnega utripa z zapestno uro med vadbo. Zapestne ure so se kljub splošnemu dvomu in kritikam izkazale za dokaj natančne pri merjenju srčnega utripa z optičnim senzorjem. Medtem, ko je pri neenakomerni vadbi (dviganje uteži, visoko intenzivna intervalna telovadba, visoko intenzivna intervalna vadba), še posebej pri višjem srčnem utripu (>150), natančnost ogrožena, so se zapestne ure izkazale za dokaj natančne pri aerobni vadbi (hoja, tek) v območju nižjega oz. zmernega srčnega utripa (Dooley et al., 2017; Horton et al., 2017; Stahl et al., 2016).

Natančnost sistema za določanje položaja (GPS) v zapestni uri Polar M-430 znaša $\pm 2\%$ razdalje. Ura ima vgrajen GPS sistem z dvojno frekvenco in podprtim t.i. A-GPS (predvidevanje položaja satelitov "v naprej"), kar omogoča natančne meritve hitrosti, razdalje in nadmorske višine. Natančnost določanja položaja je običajno zelo visoka. Višinska ločljivost znaša 1m. Ločljivost pri vzponu/sestopu znaša 5m navaja spletna stran proizvajalca (Polar, 2024). Makar in sodelavci (Makar et al., 2023) so v raziskavi preverjali veljavnost in zanesljivost GPS sistema za določanje pretečene razdalje zapestne ure Polar M-400. Glavne

ugotovitve so bila, da je ura natančno izmerila skupno pretečeno razdaljo in da je zanesljivost med različnimi urami ter merjenji dobra. Za primerjavo z uro so uporabili zlati standard - izmerjeno dolžino z metrom. Bistvenih razlik niso ugotovili, kljub temu, da je poligon vseboval različne hitrosti gibanja, od hoje do šprinta, z dodanimi spremembami smeri gibanja. Avtorji študije so povzeli ugotovitve in zapisali, da so njihovi rezultati potrdili, da je ura Polar M-400 veljavno orodje za merjenje razdalj na odprtih območjih. V drugi študiji so Gilgen-Ammann in sodelavci (Gilgen-Ammann et al., 2020) raziskali natančnost zabeleženih razdalj z osmimi zapestnimi športnimi urami na različnih območjih in pri različnih hitrostih merjenja. Povzeli so, da so bile razdalje na splošno podcenjene in manj natančne v mestnih ter gozdnih območjih, rahlo precenjene pa na stezi in igrišču/stadionu. Dodatno so ugotovili, da so podatki pridobljeni med tekom pokazali višje stopnje napak pri večini naprav v primerjavi s hojo in kolesarjenjem. Zanimivost te študije je, da so samo zapestne ure Polar (tri ure), ki smo jo uporabljali tudi v naši raziskavi, pokazale skupno napako manjšo od 5%. Model ure Polar V800 pa je bil v tej študiji najbolj natančen od vseh preizkušanih ur na vseh terenih. Medtem, ko bi lahko na podlagi zapsanega trdili, da so Polar zapestne ure pri merjenju razdalje zanesljive, je kljub vsemu potrebno biti previden pri dobljenih podatkih in ugotovitve navajati s pridržkom oz. zavedanjem tudi večjih odstopanj. Vzrok teh odstopanj v sklopu naših meritev na SPP, kot že izpostavljen, bi lahko bile spreminjajoče se razmere na poti. Za izračun 2D položaja (geografske širine in dolžine) mora zapestna ura dostopati do signala vsaj treh satelitov (še bolje pet). Večpotje signala, postavitev satelitov in geometrija satelita vplivata na oddani signal. Signal je lahko tudi »blokiran«, kar pomeni pomanjkanje podatkov in napačno določanje položaja. Blokada signala se lahko zgodi, ko signal ne prodre skozi trdne konstrukcije (npr. gore). Signal se lahko zmanjša tudi zaradi goste vegetacije, oblačnega vremena ali v bližini predmetov/zgradb (Gilgen-Ammann et al., 2020). Na SPP se razmere, ki lahko vplivajo na zajem signala spreminjajo iz minute v minuto, to pa lahko vpliva na točnost podatkov. A kljub vsemu lahko ob pogledu na

konkretne podatke opazimo, da so številke točne. Pri pregledu višinskih profilov etap je razvidno, da se nadmorska višina hribov/gora ujema z uradno navedeno višino (slika 3) kar nakazuje na ustrezen zajem signala; z opombo, da je pričakovano, da vrhovi niso problematični, ker je zajem na vrhu običajno dober. Vrhovi so običajno odprti proti nebu na vse strani in neporaščeni, s tem je zajem satelitov dober. Za natančno oceno je dobro, da so na voljo vsaj trije sateliti, še bolje je, če jih je na voljo pet. Večji problem je zajem podatkov v npr. gorskih dolinah, plezalnih stenah, ko se lahko zgodi, da zadostnega števila satelitov ni na voljo.

Zapestna ura Polar M-430 se je kljub pomislekom izkazala za ustrežno rešitev merjenja pohoda. Kot zapisano so se zapestne ure izkazale za dokaj natančne pri aerobni vadbi v območju nižjega/zmerne srčnega utripa (pohod) in glede na izmerjeno ter podatke je mogoče sklepati, da prevelikih odstopanj ni. Sklepamo, da so meritve ustrezne in primerne za obravnavo, preslikavo ter razpravo. Podobnih meritev fizioloških in fizikalnih kazalcev samooskrbnega dolgotrajnega pohoda na svetovnem spletu oz. raziskovalnih bazah nismo zasledili. Pričujoča študija se osredotoča na sistematično vsakodnevno merjenje prehojene poti in fizioloških ter fizikalnih kazalcev, ki so ključni pri odgovoru na vprašanje »kakšna sta telesna obremenitev in napor pohodnika na DGP po SPP«. Tudi če zajem podatkov ni bil do metra in utripa natančen, se ob dolgem trajanju meritev nenadna odstopanja potopijo v povprečju. V kolikor bi izvajali meritve profesionalnega športnika v teku na 100m uporabljena zapestna ura ne bi bila primerna oz. celo slaba izbira. Potrebno se je zavedati oz. izhajati iz konteksta raziskave, cilja in relativne oz. absolutne napake. Ena sekunda ali en meter razlike pri teku na 100m je ogromno, pri DGP po SPP pa zanemarljivo. Študija je bila zasnovana na podlagi, z idejo in ciljem čim boljše zunanje veljavnosti.

Preiskovanec je pohod začel 3. julija 2018 in ga končal 8. avgusta 2018. Skupno trajanje pohoda je bilo 37 dni z vključenimi odmori. Prvi odmor (7.-10. dan) ni bil načrtovan v obliki kot se je odvila. Bil je posledica vnetja/poškodbe in slabe vremenske napovedi ter zaradi tega daljši od načrtovanega. Drugi odmor ni bil pravi odmor, bil je posledica slabega vremena (nevihte, strele), saj je bila hoja tudi ta dan na sporedu. V bistvu ga ne moremo šteti kot odmor, ampak kot normalen dan (13. dan) le z manj hoje kot v povprečju. Po začetku hoje se je preiskovanec, po čakanju pod previsom, obrnil pred vstopom v steno (izpostavljena zavarovana plezalna pot) Koroške Rinke in se vrnil na izhodišče dneva v Kočo na Ledinah kjer je nato prespal še eno noč. Kljub temu je z vzponom na sedlo in nazaj opravil nekaj manj kot 3 ure hoje in približno 500 m vzpona ter sestopa. Tretji odmor (21. dan) je bil na sporedu v Mojstrani v dolžini enega dne, pred vstopom v Julijske Alpe. Nato vse do morja ni bilo več odmora.

Nepričakovan dolg prvi premor je bil posledica bolečin/vnetja obeh kolen in obeh ahilovih tetiv ter izjemno slabe vremenske napovedi (dež, nevihte, strele) pred vstopom v Kamniško-Savinjske Alpe (KSA). Pri oceni bolečine je preiskovanec podal subjektivno oceno stopnje bolečine na podlagi enodimenzionalne številske ocenjevalne lestvice (Salaffi et al., 2012), zdravniške pomoči ni potreboval. Proces bolečine je kompleksen pojav, njeno doživljanje je odvisno od moči dražljaja, osebne občutljivosti in osebne odpornosti na bolečino (Świeboda et al., 2013). Preiskovanec je bolečino na lestvici od 1 do 10 ocenil s številko 7. Občutek bolečine se je začel od tretjega dne dalje in rasel do vključno šestega dne. Na moč bolečine so vplivali predvsem strmi odseki sestopa (sestop Pohorje, Plešivec (Uršlja gora), Raduha). Šesti dan, ko se je nakopičilo vnetja preteklih dni in zelo strm sestop s slabo uhojeno potjo iz Raduhe proti Solčavi, je bila hoja zelo otežena in počasna. Po štiri dnevem odmoru je bolečina izginila, kot da vnetja nikoli ni bilo. Preiskovanec je brez bolečine nadaljeval pohod s prečenjem KSA in dalje.

Skupna dolžina hoje po SPP v okviru preiskave oz. meritev je bila 655 km. V povprečju (brez šestih dni odmora) $21,03 \pm 7,97$ km vsak dan. Pri povprečnih rezultatih (tabela 1) je potrebno biti pazljiv na dneve, ki imajo dve etapi. Dve etapi na isti dan pomeni, da sta bili v enem dnevu narejeni dve meritvi. Večinoma gre za etape na začetku poti. Dolžina dveh etap v enem dnevu se seštevata kot skupna dolžina tistega dneva. Kasneje na poti je preiskovanec namesto dveh merjenj (začetek-konec + začetek-konec) za premor(e) uporabljal gumb odmor na uri (začetek-odmor(i)-konec). Po dolžini (km) najkrajši dan je bil 12. dan s prehojeno razdaljo 7,24 km. Po trajanju najkrajši dan pa je bil 1. dan, ko je preiskovanec načrtno začel s pohodom v popoldanskem času in je hodil 3 ure in 16 minut. Kljub krajšem trajanju je na ta dan prehodil daljšo pot kot na 12. dan (7,24 km; 4 ure 29 min) in sicer 13,63 km ob prav tako več opravljenih višinskih metrih vzpona. Posledično je imel prvi dan (v primerjavi z 12. dnem) višjo povprečno in največjo hitrost hoje, kar je posledica »lepše, lažje« planinske poti, spočitosti in dejstva, da je bila prva koča na poti, v kateri naj bi spal, zaprta in je moral do druge kočice hoditi mnogo hitreje, če je želel večerjo in spati v postelji. Najdaljšo pot je prehodil 31. dan in sicer 40 km za kar je potreboval 10 ur in 26 minut hoje ter se vzel za 1515 in sestopil za 1615 višinskih metrov. Največ višinskih metrov vzpona je opravil 11. dan, ko se je iz Solčave preko Ojstrice in Planjave povzpel na Kamniško sedlo (skupni vzpon 2255 m). Po tem dnevu mu je pametna zapestna ura sporočila, da je imel ekstremno obremenitev in mu priporočila 79 ur odmora, kar je bil tudi najvišji priporočeni odmor na celotnem pohodu. Pri sestopu je največ skupnih sestopnih metrov opravil 30. dan in sicer 2650 m, kar je seštevek sestopa iz Črne prsti, vzpona na Porezen in sestopa proti Bolnici Franji. Ta dan je zabeležil tudi najvišji seštevek vzpona in sestopa in sicer 3830 m (tabela 1).

Preiskovanec je na dneve, ko je hodil (31. dni), povprečno hodil 8 ur 42 min \pm 1 ura 57 min. V planinstvu (gorništvu, pohodništvu) so ure (hoje) osnovna enota za pot. Razdalje na rdečih usmerjevalnih tablah s katerimi se označuje planinske poti v Sloveniji so navedene v urah (običajna hoja brez postankov; 4 km/h). Na usmerjevalnih tablah je poleg ur hoje navedena tudi oznaka zahtevnosti poti. Z vidika telesne dejavnosti, obremenitve in napora, ključna podatka. Dodatno so podani tudi drugi podatki, med njimi nadmorska višina, ki, kot v uvodu, lahko vpliva na telo. Ločimo tri stopnje poti in sicer »lahka planinska pot« na kateri si pri hoji ni treba pomagati z rokami, »zahtevna planinska pot« na kateri si na posameznih težjih mestih pomagamo z rokami in »zelo zahtevna planinska pot« na kateri je uporaba rok nujna (klini, jeklenice)(PZS, 2024). Če dodamo še težo (maso) nahrbtnika, spremenljive vremenske razmere in osiromašeno (količina, vsebina) prehrano je skupni seštevek celotne obremenitve (stres) na telo velik.

Preiskovanec je v 8 urah in 42 min \pm 1 ura 57 min povprečne hoje na dan porabil povprečno 2992 \pm 609 kcal (metoda srčnega utripa). To pomeni 5,73 kcal/min oz. 344 kcal/uro merjeno z zapestno uro med hojo. Natančna poraba posameznih dni je razvidna iz tabele 2. Poraba energije se pogosto izraža v obliki MET (presnovni ekvivalent/ustreznik). MET ustreza energiji porabljeni med obremenitvijo, v primerjavi z energijo, porabljeno v mirovanju. 1 MET je količina privzetega kisika med sedenjem v mirovanju in je enaka 3,5 ml O₂ na kg telesne mase (teže) na minuto (1,2 kcal/min za 70kg težko osebo)(Jetté et al., 1990). Med okrevanjem (nizko intenzivna dejavnost) naj bi bila poraba 1-2 MET. Za potrebe preračuna porabe v 24 urah uporabimo formulo: MET \times telesna masa (kg) \times 0.0175 = poraba kalorij na minuto. Predpostavimo, da je v našem primeru, ob dolgotrajni povišani obremenitvi, MET preiskovanca v času okrevanja 2 in dobimo: 2 \times 75 \times 0.0175 = 2,625 kcal/min. To pomnožimo s preostankom 24-urnega časa (1440 – 522 = 918 min) in dobimo 2,625 \times 918 = 2410 kcal. Skupna poraba

med pohodom in okrevanjem v roku 24 ur znaša 2992 (merjeno) + 2410 (računano) = 5402 kcal. Poraba kalorij v času pohoda se ujema s študijo Hill in sodelavcev (Hill et al., 2008), ki so pri merjenju treh pohodnikov v sklopu 5 dnevnega pohoda izmerili 24-urno porabo 4928 ± 1050 kcal. V eni izmed študij obravnave porabe energije med pohodom je DeVoe (DeVoe, 2001) izmeril porabo med $6,8$ in $11,7$ kcal/min 76 kg težkega moškega v času hoje na pohodu. V študiji Hill in sodelavcev (Hill et al., 2008) je bila ta poraba med $3,1$ in $16,8$ kcal/min za osebe težke 59 , 69 in 64 kg v času hoje na pohodu. DeVoe in sodelavci (DeVoe et al., 1997) navajajo, da je povprečna poraba med vzponom pri pohodu $9,85$ kcal/min, povprečna poraba med sestopom pri pohodu pa $5,64$ kcal/min. Za občutek naj dodamo, da Jette, M. in sodelavci (Jetté et al., 1990) navajajo tri MET stopnje za pohodništvo, lahka 3 MET (53 W), zmerna 6 MET (105 W) in težka 8 MET (140 W). Preračunana poraba energije med zmerno pohodno stopnjo 6 MET torej pomeni $6 \times 75 \times 0.0175 = 7,875$ kcal/min. Če navedene študije primerjamo z meritvami preiskovanca v naši raziskavi pri katerem smo izmerili porabo $5,73$ kcal/min (344 kcal/uro) v času hoje med pohodom, je poraba rahlo podcenjena. Izhajajoč iz tega lahko predpostavljamo, da poraba našega preiskovanca, v času dolgotrajnega gorskega pohoda po SPP, v skupni vrednosti 5402 kcal v dnevu, ni precenjena.

Ob povečani energijski porabi in potrebah telesa je za optimalno okrevanje pomembna ustrezna prehrana za zagotavljanje zadostnega vnosa makro in mikrohranil. Kot navedeno v uvodu gre za enega od bistvenih omejitvenih dejavnikov DGP. Marsikdo bi trdil, da celo za ključnega. Za pokritje porabe 5402 kcal je potreben visok vnos hranil, ki ni običajen in ni priporočen v vsakodnevem življenju. Za grobi občutek kaj pomeni tolikšen vnos kalorij smo umetni inteligenci (Microsoft, 2025) zastavili vprašanje »kaj in koliko moram pojesti posamezen dan na DGP, da bom v telo vnesel 5500 kcal?« Odgovor je bil sledeč, citirano:

»Na dolgotrajnem gorskem pohodu je pomembno, da zaužijete dovolj kalorij in hranil, da ohranite energijo in telesno pripravljenost. Tukaj je primer dnevnega jedilnika, ki vam bo pomagal vnesti približno 5500 kalorij: zajtrk (ovsena kaša z oreščki in suhim sadjem: 800 kcal + 2 veliki jajci na oko s slanino: 400 kcal + banana: 100 kcal + velik kozarec pomarančnega soka: 120 kcal). Malica med pohodom (energetske ploščice (2 kosa): 500 kcal + peščica orešchkov in suhega sadja: 300 kcal + čokoladni prigrizek: 200 kcal). Kosilo (velik sendvič z mesom, sirom, zelenjavo in omako: 800 kcal + jabolko: 80 kcal + športni napitek: 150 kcal). Popoldanska malica med pohodom (arašidovo maslo na kruhu (2 kosa): 500 kcal + energetske ploščice (2 kosa): 500 kcal). Večerja (velik krožnik testenin z mesom in omako: 1000 kcal + zelenjavna solata z olivnim oljem: 200 kcal + kos torte ali sladice: 400 kcal). Pozna večerja (skleda jogurta s svežim sadjem in medom: 300 kcal). Skupno kalorij: približno 5500 kcal. Za dolgotrajne pohode je priporočljivo jesti živila, ki so enostavna za pripravo, visoko energijska in bogata s hranili. Prav tako je pomembno, da ostanete hidrirani in pijete dovolj tekočine.«

Kot je razvidno iz predloga je količina in vsebina hranil, ki bi jih morali, zaužiti težko dosegljiva. Količinsko bi nam lahko uspelo, vsebinsko zagotovo ne. Predlagan jedilnik je dostopen doma v dolini ali npr. v hotelih, v planinskih kočah zagotovo ne. Običajno prehranjevanje na pohodu po SPP je sestavljeno iz obrokov v planinskih kočah in iz nahrbtnika. Planinske kočice so bolj ali manj gosto razporejene tekom celotne poti. Na delih so dokaj pogoste, na delih jih sploh ni oz. so, ampak so zaprte/omejeno odprte. Hrana iz nahrbtnika je na voljo v omejenih količinah, na eni strani zaradi dodatne teže kjer se pozna vsak gram v nahrbtniku, na drugi zaradi omejenih možnosti polnjenja zalog. Nakupi so možni v planinskih kočah in redko na celotni poti, ko se pot spusti v mesto/vas v dolini. Omejitve prehrane v količini 5500 kcal vsak dan lahko dodatno predstavlja tudi sposobnost telesa sprejeti takšno količino hrane, omejen čas na voljo za prehranjevanje in omejene razmere za zaužitje. Dodatno pa je posebej

potrebno izpostaviti vprašanje raznolikosti in pestrosti (makro in mikrohranila) prehrane v planinskih kočah. Ko vse navedeno pohodnik združi v celoto, naleti na velik izziv.

Vsakodnevna prehrana našega preiskovanca pred pohodom je temeljila na klasični zahodni dieti z omejevanjem uživanja mesnih proizvodov. Omejitve se je preiskovanec poskušal držati tudi na poti, a je bil pogosto zaradi spleta okoliščin primoran uživati več mesa kot v vsakodnevnem življenju. Na podlagi osebne ocene preiskovanca je bil večino časa na poti lačen. Bolj in hitreje lačen je bil, ko je pred tem zaužil brezmesno jed in obratno. V kategorijo mesnih jedi na poti je preiskovanec dodal tudi jajca (na oko ali vmešana) po katerih je bil nasiten daljši čas. Nasprotno je bil hitro ponovno lačen, če je npr. za zajtrk zaužil kruh z marmelado, ne glede na število kosov. Izhajajoč iz tega in pomanjkanja hrane na poti je bil primoran uživati presnovno bolj »nasitne«, »težke« obroke.

Primer dnevnega jedilnika preiskovanca na poti SPP, ko je imel na poti na voljo tri planinske kočice: zajtrk (dve jajci na oko s tremi kosi kruha: 400 kcal + turška kava z mlekom: 10 kcal). Malica med pohodom (energetska ploščica (1 kos): 250 kcal + čokoladni prigrizek: 200 kcal + športni napitek: 150 kcal). Kosilo (jota s polovico klobase z dvema kosoma kruha: 600 kcal + jabolčni zavitek: 200 kcal + turška kava z mlekom: 10 kcal). Popoldanska malica med pohodom (energetska ploščica (1 kos): 250 kcal + čokoladni prigrizek: 200 kcal + športni napitek: 150 kcal). Večerja (golaž s poletno in kosom kruha: 500 kcal + jabolčni zavitek: 200 kcal + brezalkoholno pivo: 100 kcal). Skupno kalorij okvirno 3220 kcal (OPKP, 2024).

V študiji Hill in sodelavcev (Hill et al., 2008) v kateri so merili energijsko bilanco med pet dnevni pohodom (skupno 161,5 km) so pri treh izkušenih pohodnikih v prvih štirih dneh (povprečno 11 ur hoje na dan) zabeležili povprečen energijski vnos 2134 ± 625 kcal. Nižji

energijski vnos, v primerjavi z našim preiskovancem, bi predvidoma lahko bil posledica prehranjevanja izključno iz nahrbtnika brez prehrane v planinskih kočah in s tem manj hrane na voljo. V študiji pohoda po Pacifiški gorski poti (PGP)(4265 km) v 112 dneh Heinbockel (Heinbockel & Craighead, 2021) navaja, da je preiskovanec zaužil okvirno 5500 kcal/dan. Za dosego takšne količine vnosa je bil primoran spremeniti pred-pohodniški način prehranjevanja (riž, zelenjava, piščanec) in uživati bolj »zgoščeno« kalorično hrano kot so sladkarije, pecivo, oreščki, sušeno meso, suho sadje, »ramen« rezance, instant pire krompir, beljakovinske ploščice in arašidovo maslo. V študiji Saenz in sodelavci (Saenz et al., 2024) navajajo, da je preiskovanka (62 let, višina 157cm, masa 54kg, telesna maščoba 26%) na Pacifiški gorski poti opravila s skupno potjo v dolžini 1506 km ($26,1 \pm 3,2$ km/dan) in porabila 2334 ± 351 kcal/dan. Na poti je dnevno zaužila $1285,3 \pm 103$ kcal (ogljikovih hidratov $169,5 \pm 19,5$ g, maščob $49,7 \pm 5,8$ g, beljakovin $41,9 \pm 4,8$ g, vlaknin $11,8 \pm 2,1$ g in natrija $1642,4 \pm 298,6$ mg). Vnos hranil je bil polovico manjši od porabe. Po 70 dneh je bila primorana pohod zaradi utrujenosti in izrazitih antropometričnih sprememb prekiniti.

Preiskovanec v naši študiji je zaužil okvirno 2000 kcal/dan premalo, kar je najverjetnejši razlog za povečano utrujenost na poti o kateri je poročal. Stanje lahko povežemo s pohodnico v študiji Saenz in sodelavci (Saenz et al., 2024), ki je zaradi prenizkega vnosa predčasno končala s potjo. Hodila je 70 dni, naš preiskovanec je bil na poti 37 dni, ko je sicer uspešno končal s potjo. Trditi, da bi v primeru daljše poti tudi naš preiskovanec predčasno končal s potjo, ne moremo, lahko pa razmišljamo v smeri, da pomanjkanje zadostnega vnosa kalorij lahko pomeni predčasen konec poti, da se pomanjkanje vnosa količine hrane izrazi v blagi obliki že od začetka pohoda, v hujši »bolezenski« obliki pa šele po daljšem času. Pomanjkanje vnosa kalorij lahko vpliva na povečano utrujenost, lahko pa je tudi osnovni vzrok/izhodišče za druge bolezni in/ali poškodbe kot je npr. stresni zlom stegenice, ki je dokaj pogost pri dolgotrajnih pohodih (Kavin

& Chrusch, 2021). V primeru Heinbockel (Heinbockel & Craighead, 2021) je preiskovanec celotno PGP končal v izredno hitrem času. Na poti je povprečno užival 5500 kcal/dan, kolikor je predvidoma tudi porabil. O težavah pri pohodu ni poročila. Zaznana pa je bila sprememba v razporeditvi telesne maščobe, ki se je iz rok in nog preselila na trebuh. Sklepali bi lahko, da je bil za hitro dokončanje brez poročenih težav ključen zadosten kaloričen vnos, kljub »slabši« kakovosti hrane, ki pa je povzročila nalaganje maščobe v trebušnem predelu, kljub dolgotrajni ekstremni telesni dejavnosti.

Na podlagi podatkov in pametnega izračuna zapestne ure je vir energije našega preiskovanca na pohodu SPP v povprečju in v deležu $59,97 \pm 4,2\%$ izhajal iz naslova oksidacije maščob. Kljub temu, da gre za ekstremno telesno obremenitev, predvsem na račun trajanja, gre z vidika intenzivnosti za nizko do zmerno intenzivno aerobno telesno dejavnost. Večinski delež uporabe maščob za gorivo je pričakovan. Podatek o deležu maščob za gorivo, ki ga navaja zapestna ura navajamo s pridržkom in prvenstveno bolj za občutek. Medtem ko so zapestne ure pri merjenju prehojene razdalje bolj natančne (večja veljavnost) in zanesljive, je veljavnost pri porabi energije slabša (Henriksen et al., 2019; Makar et al., 2023). Pri mešanici uporabe goriva izhajamo iz splošno znanih in že potrjenih dejstev. Pri telesni dejavnosti višje intenzivnosti, ki bi trajala daljše časovno obdobje, bi glikogena/glukoze v dejavnih mišicah zmanjkalo že po približno dveh urah (McArdle William, Katch Frank, 2015), naš preiskovanec pa je bil na poti vsak dan povprečno 8 ur in 42 minut. Ob predpostavljeno kronično praznih zalogah glikogena na celotni poti bi najverjetneje glikogena zmanjkalo že prej kot v dveh urah. Glavni vir tako ostanejo maščobe, ki jih je tudi v telesu vitke osebe na voljo kar nekaj. V primerjavi z glikogenom (okvirno 500g) mnogo več. Ob, predpostavimo, npr. 10% telesni maščobi in skupni masi posameznika 75kg je zaloga maščobne mase 7500g. Kar teoretično pomeni 67500 kcal maščobnega goriva.

A situacija vseeno ni tako preprosta, kljub relativno visoki številki je potrebno biti pri takšni (nižji) izhodiščni telesni maščobi posebej pozoren na zadosten vnos kalorij. Namreč, vsa maščoba (nujna/esencialna) načeloma ni na voljo za gorivo. Telo za gorivo uporabi shranjeno maščobo (podkožno, znotraj trebušno), medtem ko nujne ne (maščoba okoli organov in tkiv). Meja oz. plato pri zdravih moških se giblje pri 4-6% telesne maščobe posameznika (Friedl et al., 1994). Torej je v našem primeru za gorivo na voljo »le« še približno 5% telesne maščobe (3750g oz. 33750 kcal) preden dosežemo plato. Na tej točki (delno tudi že prej) bo telo za gorivo začelo občutneje uporabljati beljakovine (aminokisljine), ki jih bo pretvorilo v glukozo. Ta pa pomeni razgrajevanje mišičnih beljakovin/mišic, kar vodi do izgube mišične mase, oslabljenih mišic, zmanjšane telesne zmogljivosti in poškodb.

Teoretično bi posamezniki, z običajno ali »povečano« zalogo telesne maščobe, na SPP, ob kalorijskem primanjkljaju/deficitu, kot v primeru našega preiskovanca (minus okvirno 1500-2000 kcal/dan), za gorivo v večini lepo počasi uporabljali in s tem »topili« svojo maščobno zalogo (Friedl et al., 1994). Do izrednega stanja načeloma ne bi prišli, ker bi bila količina zadostna. Majhen delež glukoneogeneze (beljakovine), ki bi se ob povečani obremenitvi in izpraznjenih zalogah glikogena vseeno izvajala, na tem mestu zanemarimo (McArdle William, Katch Frank, 2015). V primeru našega preiskovanca, ki je SPP začel s predpostavimo 10% telesne maščobe in ob kalorijskem primanjkljaju minus okvirno 1500-2000 kcal/dan, bi situacija lahko bila kritična. V 37-dneh kolikor je bil na poti očitno še ne, a če bi nadaljeval, je vprašanje kako bi se pohod odvijal.

Oslabele mišice so načete, kopnijo, nimajo hranil, niti časa za okrevanje. Ob pomanjkanju hranil je dodatno povečana splošna utrujenost. Obstaja velika verjetnost poškodbe in/ali celo

nesreče. SPP je gorska vezna pot, ki je speljana po gorskem svetu. Gorski svet ima svoje značilnosti, gorske poti pogosto vključujejo strme vzpone in sestope, ki zahtevajo ustrezno tehniko hoje. Posebna tehnika hoje je posebej pomembna na zahtevnih in zelo zahtevnih planinskih poteh, na katerih je pogosto potrebna tudi uporaba rok in s tem pravilo treh opornih točk. Običajni hoji se pridoda plezanje ob pomoči klinov, skob in jeklenic. Breme na hrbtu, ki pogosto presega 10kg, je pri plezanju dodatna masa, ki zahteva spočite/močne mišice in ovira, ki spreminja razmerje delovanja sil na človeško telo in vrtilni moment. Vrtilni moment lahko utrujenega, omotičnega in nepozornega pohodnika hitro prevaga v prepad.

Obremenitev našega preiskovanca na SPP, izhajajoč iz podatkov zapestne ure (tabela 2), je bila glede na besedno lestvico 7x »zahtevna«, 16x »zelo zahtevna« in 8x »ekstremna«. Vezano na to obremenitev je zapestna ura preiskovancu priporočala ustrezen odmor (tabela 2, slika 6). Najnižji priporočen odmor je znašal 13 ur in najvišji 79 ur. Povprečje znaša $37,5 \pm 15,3$ ur (vrednosti dni z dvema etapama so seštete in 13. dan je izločen). Če bi se preiskovanec oziral na uro, bi povprečno gledano hodil vsak drugi dan. V primeru priporočila 79 ur pa bi skupno počival kar tri dni in s hojo nadaljeval šele četrti dan. Pri DGP tak slog hoje ni običajen. Pohodniki običajno hodijo dan za dnem.

Gorski pohodi vključujejo hojo po ravnem, navzgor in navzdol, po neravnem in razgibanem terenu. Utrujajoča naj bi bila predvsem hoja navzgor, a ko smo na vrhu, je pred nami še vsaj polovica poti. Najpogostejši opis gorskih nesreč se glasi: »zdrs na poti ob sestopu v zgodnjem popoldanskem času« (Peršolja, 2001). Med hojo navzdol mišice nog, zlasti iztegovalke kolena, izvajajo pretežno ekscentrične kontrakcije v katerih se proizvaja sila, medtem ko se mišično-tetivni kompleks podaljšuje, nadzoruje hitrost in izvaja blaženje hoje. Do poškodb mišic najverjetneje pride zaradi velikih obremenitev šibkih sarkomer in/ali zunajceličnega matriksa,

ki obdaja mišična vlakna, kar povzroči mikro poškodbe kontraktilnih proteinov (Z-linija, A-linija). Poškodba običajno pomeni zmanjšano mišično funkcijo. Študije so pokazale, da hoja navzdol oz. gorski pohodi povzročajo poškodbe mišic, ki zahtevajo več dni za okrevanje (Maeo et al., 2017).

Naš preiskovanec je na poti dnevno povprečno opravil 1286 ± 419 m vzpona, 1290 ± 540 m sestopa oz. 2576 ± 645 m vzpona+sestopa. Raziskava Maeo in sodelavcev (Maeo et al., 2017) je pokazala, da 40 minut hoje navzdol, pri naklonu 28% s hitrostjo 5 km/h in obremenitvijo 10% telesne mase, povzroči simptome poškodbe mišic. Navor največje prostovoljne izometrične kontrakcije (MVC) iztegovalk kolena se je zmanjšal za 19% 24 ur po preizkusu in ostal znižan od izhodiščne vrednosti tudi 72 ur po preizkusu. Dejavnost kreatin kinaze (CK) v plazmi se je znatno povečala (CK kaže na poškodbo skeletnih mišic) in se ni obnovila 72 ur po preizkusu. Podobno poročajo Howatson in sodelavci (Howatson et al., 2011), zmanjšanje MVC, povišanje CK in največje mišične bolečine, po gorskem pohodu z vzponom/sestopom 756 m v trajanju 4,5 ur. Torej, kot vidimo je obremenitev med hojo navzdol/sestopom sestavni del pohoda, je neločljivi del hoje/TD in je ne smemo zanemariti ter podcenjevati (poškodbe, nesreče). Ekscentrične sile v mišicah so pri vsakem koraku velike, sestopnih višinskih metrov je na SPP vsak dan mnogo in dolge etape si sledijo ena za drugo. Skladno s tem je ključna dobra telesna pripravljenost kot posledica ustreznega vadbenega programa, telesne priprave pred začetkom pohoda. V primeru odziva/vnetja mišic na sestope lahko na to relativno enostavno vplivamo z ustreznim situacijskim vadbenim programom (Maeo et al., 2017).

Čeprav ima ta študija primera določene prednosti, ima tudi svoje omejitve in možnosti za napake. Rezultati te raziskave so posebni za preučevani primer/pohodnika in so v svoji uporabnosti s prenosom ugotovitev na populacijo omejeni. Raziskovalec je v tej konkretni

študiji tudi preučevani primer/pohodnik in obstaja povečana verjetnost, da raziskovalčeva pristranskost vpliva na izbiro navedenih podatkov, predstavitev podatkov in razlago. Dodatna omejitev te raziskave je nadzor nad večjim številom vseh spremenljivk, ki je omejen, kar otežuje oz. je otežilo ugotavljanje/iskanje vzročno-posledične zveze. Izhajajoč iz tega je omejitev odsotnost laboratorijskih/terenskih meritev telesnega stanja in pripravljenosti/zmogljivosti preiskovanca pred, med in po koncu opravljenega pohoda. Omejitev študije je odsotnost podrobnega prehranskega zapisa preiskovanca in meritve dnevnika dejavnosti izven časa pohoda ter med spanjem. Omejitev študije je tudi statistična obdelava, ki ni smiselna/mogoča, zato so rezultati predstavljeni le z opisno statistiko. Z izbiro zapestne ure za izvedbo meritev obstaja možnost napak pri zbranih podatkih (npr. srčni utrip itd.) in s tem zanesljivost rezultatov. Kljub navedenim omejitvam in možnostim za napake konkretna študija primera, predstavitev izbranih fizioloških kazalcev dolgotrajnega pohoda po Slovenski planinski poti telesno zelo dejavnega odraslega moškega, omogoča splošen in delno poglobljen vpogled v kompleksnost specifičnega fenomena.

Prihodnje raziskave bi morale razmisliti o uporabi prsnega traku/senzorja pri zbiranju podatkov, o uporabi dodatnega senzorja in/ali pospeškometra, o podrobnem beleženju prehranskega dnevnika pred in med pohodom, o laboratorijskih ali terenskih meritvah telesnega stanja in/ali pripravljenosti/zmogljivosti pred, med in po pohodu. Potrebno in koristno bi bilo razširiti to raziskavo na večje število preiskovancev in/ali raziskati več posameznikov v eni pohodniški sezoni in/ali v eni skupini, ki bi družno hodila po poti.

ZA KONEC

S študijo primera smo predstavili osnovne fiziološke kazalce DP po SPP telesno zelo dejavnega odraslega moškega. Predstavljeni rezultati študije potrjujejo, da DP po SPP predstavlja resen telesni izziv, ki združuje visoke energijske zahteve, velike obremenitve mišično-skeletnega sistema, pomanjkljiv proces okrevanja in postopno kopičenje utrujenosti. Dnevne dolžinske in višinske obremenitve povzročajo postopno kopičenje utrujenosti, kar zmanjšuje mišično zmogljivost in podaljšuje čas okrevanja. Visoka energijska poraba poudarja pomen zadostnega vnosa hranil za preprečevanje energijskega primanjkljaja in ohranjanje telesne zmogljivosti. Rezultati tudi potrjujejo, da je primerna telesna pripravljenost ključna za učinkovito obvladovanje takšnih naporov in da sta prehranska podpora in ustrezno odmerjeno okrevanje bistvena dejavnika za ohranjanje zmogljivosti in preprečevanje poškodb/okužb. Poudariti je potrebno, da dolgotrajni vzdržljivostni naporji zahtevajo postopno prilagajanje organizma, kjer ima pomembno vlogo sistematična telesna vadba pred dolgotrajnim pohodom.

Pomen teh ugotovitev sega tako v praktično pripravo pohodnikov kot v širše razumevanje fizioloških prilagoditev na dolgotrajne vzdržljivostne obremenitve. Predstavljeni rezultati lahko služijo kot izhodišče oz. smernice za pohodnike in prispevajo k razvoju strategij optimizacije večtedenskih pohodov ter odpirajo prostor za nadaljnje raziskave (tudi meddisciplinarne), ki bi omogočile še natančnejše razumevanje vplivov podobnih dolgotrajnih pohodov/naporov na človeški organizem in potreb pohodnikov.

LITERATURA

- Bobovnik, J. (2016). *Vodniški učbenik*. Planinska zveza Slovenije.
- Burnik, S. (2003). *Turno smučanje, plezanje v snegu in ledu*. Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- DeVoe, D. E. (2001). Caloric expenditure during backpacking. *J Hum Mov Studies*, 20.

- DeVoe, D. E., Gotshall, R. W., & Subudhi, A. W. (1997). Energy expenditure during recreational backpacking: A case study. *Journal of Human Movement Studies*, 33(4), 155–169.
- Dolenc, M., & Sila, B. (2010). S katerimi športnorekreativnimi dejavnostmi se Slovenci najraje ukvarjamo? *Revija Šport*, 58(1–2).
- Dooley, E. E., Golaszewski, N. M., & Bartholomew, J. B. (2017). Estimating Accuracy at Exercise Intensities: A Comparative Study of Self-Monitoring Heart Rate and Physical Activity Wearable Devices. *JMIR MHealth and UHealth*, 5(3), e34. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7043>
- Drab, J. (2000). *Gorniški priročnik : z veseljem in znanjem varno v gore*. Planinsko društvo Ljubljana-Matica.
- Edwards, R. H. (1981). Human muscle function and fatigue. *Ciba Foundation Symposium*, 82, 1–18. <https://doi.org/10.1002/9780470715420.ch1>
- Fasczewski, K., Luck, J., McGrath, A., & Elslager, T. (2020). “It’s Not All Sunshine and Rainbows”: A Thru-Hike on the Pacific Crest Trail. *Journal of Outdoor Recreation, Education, and Leadership*, 12(3), 291–305. <https://doi.org/10.18666/jorel-2020-v12-i3-10123>
- Follow Camino. (2024). *Full Camino Frances*. https://followthecamino.com/en/camino-tours/full-camino-trips/the-whole-camino-frances/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=undefined
- Friedl, K. E., Moore, R. J., Hoyt, R. W., Marchitelli, L. J., Martinez-Lopez, L. E., & Askew, E. W. (2000). Endocrine markers of semistarvation in healthy lean men in a multistressor environment. *Journal of Applied Physiology*, 88(5), 1820–1830. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.5.1820>
- Friedl, K. E., Moore, R. J., Martinez-Lopez, L. E., Vogel, J. A., Askew, E. W., Marchitelli, L. J., Hoyt, R. W., & Gordon, C. C. (1994). Lower limit of body fat in healthy active men. *Journal of Applied Physiology*, 77(2), 933–940. <https://doi.org/10.1152/jappl.1994.77.2.933>
- Gilgen-Ammann, R., Schweizer, T., & Wyss, T. (2020). Accuracy of distance recordings in eight positioning-enabled sport watches: Instrument validation study. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(6), 1–11. <https://doi.org/10.2196/17118>
- Gimenez, P., Kerhervé, H., Messonnier, L. A., Féasson, L., & Millet, G. Y. (2013). Changes in the Energy Cost of Running during a 24-h Treadmill Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(9), 1807–1813. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318292c0ec>
- Gorišek, G. (2018). *Slovenska planinska pot. Del 1, Od Maribora do Mojstrane*. Planinska zveza Slovenije.
- Heinbockel, T. C., & Craighead, D. H. (2021). Case studies in physiology: Impact of a long-distance hike on the Pacific Crest Trail on arterial function and body composition in a highly fit young male. *Physiological Reports*, 9(5), 1–7. <https://doi.org/10.14814/phy2.14767>

- Henriksen, A., Grimsgaard, S., Horsch, A., Hartvigsen, G., & Hopstock, L. (2019). Validity of the polar M430 activity monitor in free-living conditions: Validation study. *JMIR Formative Research*, 3(3), 1–15. <https://doi.org/10.2196/14438>
- Hill, L. C., Swain, D. P., & Hill, E. L. (2008). Energy balance during backpacking. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 883–887. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038492>
- Horton, J. F., Stergiou, P., Fung, T. S., & Katz, L. (2017). Comparison of Polar M600 Optical Heart Rate and ECG Heart Rate during Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(12), 2600–2607. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001388>
- Horvath, A., & Szokolczai, A. (2017). *Walking into the Void*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315445922>
- Howatson, G., Hough, P., Pattison, J., Hill, J. A., Blagrove, R., Glaister, M., & Thompson, K. G. (2011). Trekking poles reduce exercise-induced muscle injury during mountain walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(1), 140–145. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e4b649>
- Hutchinson Alex. (2018). *Endure : Mind, Body, and teh Curiously Elastic Limits of Human Performance*. NY : William Morrow.
- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical Cardiology*, 13(8), 555–565. <https://doi.org/10.1002/clc.4960130809>
- Kavin, M., & Chrusch, A. (2021). Grade 4 Distal Femur Stress Fracture in a Long-Distance Hiker on the Appalachian Trail. *Wilderness and Environmental Medicine*, 32(1), 59–62. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2020.08.005>
- Knight, C. A., & Caldwell, G. E. (2000). Muscular and metabolic costs of uphill backpacking: Are hiking poles beneficial? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(12), 2093–2101. <https://doi.org/10.1097/00005768-200012000-00020>
- Kristan, S. (2012). *Športni terminološki slovar : delovni izvod za širšo strokovno razpravo*. Ljubljana : Fakulteta za šport.
- Kristan, S. (2021). *Pogledi na šport. 3, Terminološki utrinki*. Ljubljana : Fakulteta za šport.
- Lieberman, D. E. (2021). *Naravno gibanje : evolucijski in antropološki vidiki telesne aktivnosti, počitka in zdravja*. UMco.
- Maeo, S., Yamamoto, M., Kanehisa, H., & Nosaka, K. (2017). Prevention of downhill walking-induced muscle damage by non-damaging downhill walking. *PLoS ONE*, 12(3), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173909>
- Makar, P., Kawczyński, A., Silva, R. M., Yildiz, M., Silva, A. F., & Akyildiz, Z. (2023). Validity and reliability of Polar M400 GPS watches for measuring distances covered by team sports players. *Heliyon*, 9(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20920>
- Martín-Escudero, P., Cabanas, A. M., Dotor-Castilla, M. L., Galindo-Canales, M., Miguel-

- Tobal, F., Fernández-Pérez, C., Fuentes-Ferrer, M., & Giannetti, R. (2023). Are Activity Wrist-Worn Devices Accurate for Determining Heart Rate during Intense Exercise? *Bioengineering*, 10(2), 254. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10020254>
- McArdle William, Katch Frank, K. V. (2015). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance, 8th Ed.* Wolters Kluwer Health. <https://doi.org/10.1097/00005768-200205000-00028>
- Microsoft. (2025). *Copilot*. <https://copilot.microsoft.com/>
- Millet, G. (2016). *Our brains and fatigue*. University of Calgary's National Awareness Program Webinar. <https://www.youtube.com/watch?v=vo7YmQnWIwo>
- Millet, G. Y., Tomazin, K., Verges, S., Vincent, C., Bonnefoy, R., Boisson, R. C., Gergelé, L., Féasson, L., & Martin, V. (2011). Neuromuscular consequences of an extreme mountain ultra-marathon. *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0017059>
- Noakes, T. (2003). *Lore of running*. Human Kinetics.
- Nunan, D., Gay, D., Jakovljevic, D. G., Hodges, L. D., Sandercock, G. R. H., & Brodie, D. A. (2009). Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 243–250. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318184a4b1>
- OPKP. (2024). *Odprta platforma za klinično prehrano*. https://opkp.si/sl_SI/lexicon/search
- Peršolja, B. (2001). *Zdravi v gore*. <https://www.pzs.si/vsebina.php?pid=37>
- Polar. (2024). *Polar*. https://support.polar.com/e_manuals/M430/Polar_M430_user_manual_Slovensko/Content/Introduction.htm
- PZS. (2024). *Slovenska planinska pot (SPP)*. <https://www.pzs.si/vsebina.php?pid=58>
- Rotovnik, B. (2019). *Slovenska planinska pot SPP*. PZS. https://www.pzs.si/javno/Poti/SPP/spp_pzs-zgibanka-2019.pdf
- Saenz, C., Jordan, A., Loriz, L., Schill, K., Colletto, M., & Rodriguez, J. (2024). Low Energy Intake Leads to Body Composition and Performance Decrements in a Highly-Trained, Female Athlete: The WANDER (Woman’s Activity and Nutrition during an Extensive Hiking Route) Case Study. *Journal of the American Nutrition Association*, 43(3), 296–303. <https://doi.org/10.1080/27697061.2023.2282614>
- Salaffi, F., Ciapetti, A., & Carotti, M. (2012). Pain assessment strategies in patients with musculoskeletal conditions. *Reumatismo*, 64(4), 216–229. <https://doi.org/10.4081/reumatismo.2012.216>
- Sila, B. (2010). Delež športno dejavnih Slovencev in pogostost njihove športne dejavnosti. *Revija Šport*, 58(1–2).
- Stahl, S. E., An, H. S., Dinkel, D. M., Noble, J. M., & Lee, J. M. (2016). How accurate are the wrist-based heart rate monitors during walking and running activities? Are they accurate

enough? *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 2(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000106>

Stojilković, B., & Polšak, A. (2021). Kjer se konča dolina in začne gora. *Geografija v Šoli*, 29(2). <https://doi.org/10.59132/geo/2021/2/42-53>

Švajncer, M. (2021). *Seks v gorah : popotovanje po Slovenski planinski poti : prigode aktivnega turista*. M Genom d.o.o.

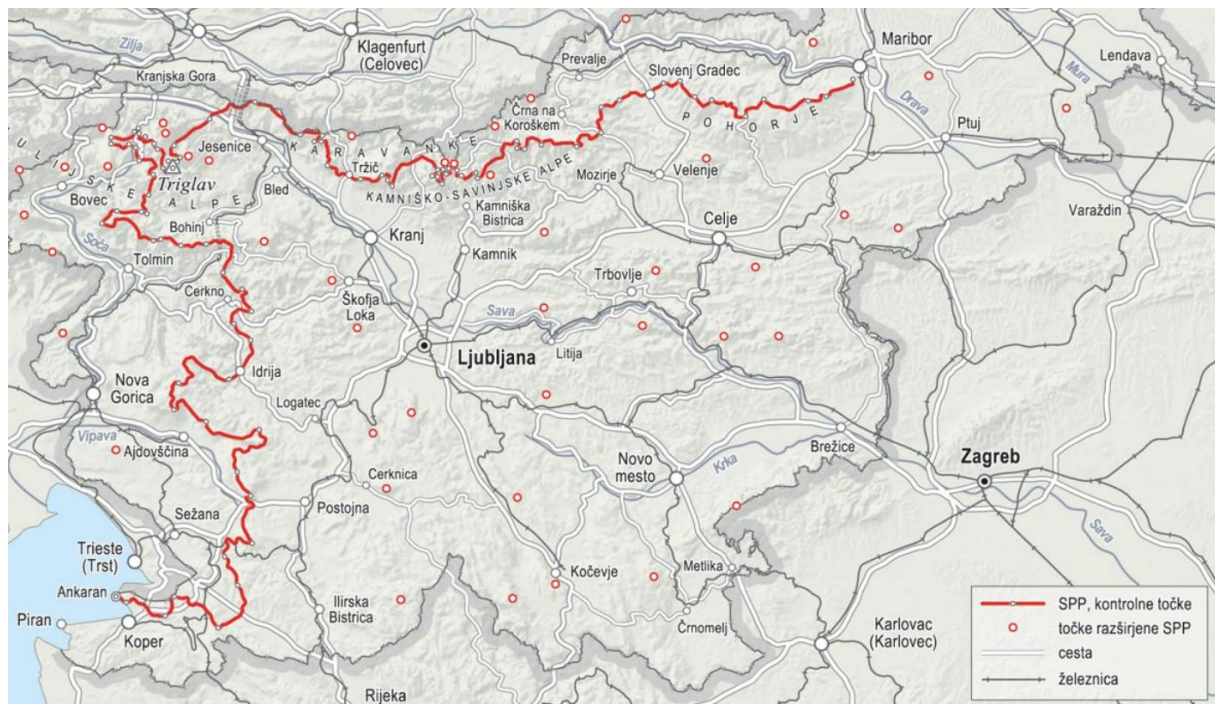
Świeboda, P., Filip, R., Prystupa, A., & Drozd, M. (2013). Assessment of pain, types, mechanism.pdf. *Ann Agric Environ Med*, 20(1), 2–7. <https://www.aem.pl/Assessment-of-pain-types-mechanism-and-treatment,106177,0,2.html>

Ušaj, A. (2003). *Osnove športnega treniranja*. Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Ušaj, A. (2014). Vzdržljivost pri teku. *Revija Šport*, 62(3–4).

PRILOGE

Slika 7. Prikazuje sled SPP od Maribora do morja (Rotovnik, 2019).



Slika 8. Prikazuje meritve preiskovanca na dan 31. 5. 2023 (InBody720; Fakulteta za šport).

