

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

TADEJ KALUŽA

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Kondicijsko treniranje

**SPREMLJANJE IN ANALIZA TEKAŠKE
VZDRŽLJIVOSTNE VADBE**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

red. prof. dr. Branko Škof

RECEZENT:

red. prof. dr. Milan Čoh

KONZULTANT:

red. prof. dr. Anton Ušaj

Avtor dela:

TADEJ KALUŽA

Ljubljana, 2016

Ključne besede: vzdržljivost, cone intenzivnost vadbe, vadbena obremenitev, spremljanje, analiza.

SPREMLJANJE IN ANALIZA TEKAŠKE VZDRŽLJIVOSTNE VADBE

Tadej Kaluža

IZVLEČEK

Namen diplomskega dela je bil prikazati spremljanja objektivnih parametrov kratkotrajne vzdržljivostne vadbe in tako oblikovati model natančne analize tako posamezne vadbene enote kot kratkotrajnih in dolgotrajnejših vadbenih procesov vzdržljivostnih športnikov. Ob tem smo želeli ugotoviti najpomembnejše dejavnike tekmovalne uspešnosti.

V spremljan in analiziran 8-tedenski vadbeni program je bilo vključenih devet rekreativnih tekačic, ki so opravile s tekaško vadbo, ki je vključevala dve vadbene enoti visoko intenzivne in dve vadbene enoti nizko intenzivne tekaške obremenitve. Pred začetkom vadbe in po njenem koncu so tekačice opravile funkcionalni testiranja z določitvijo obeh ventilacijskih pragov - laktatnega praga (LP) in praga pri respiratorni kompenzaciji (RC). Njihova tekaška pripravljenost je bila izmerjena s Cooperjevim testom, in sicer pred začetkom in po koncu vadbene programa ter trikrat med programom. Vadbeni parametri so bili pridobljeni s pomočjo merilnikov srčnega utripa, hitrosti teka in pretečene razdalje na vsaki vadbi.

Pri vadečih je bil ugotovljen opazen napredek v vseh spremljanih parametrih, tako vadbenih in tekmovalnih kot tudi fizioloških. Na tekmovalno uspešnost tekačic so ugotovljeno najbolj vplivali dejavniki skupne količine vadbe in vadbe v območjih pod LP ter znotraj območja med LP in RC. Za zelo dobre prediktorje ($r = 0,85-0,93$) rezultata na tekmovanju dolgotrajne obremenitve (10 in 21 km) so se pokazali parametri telesne pripravljenosti, izmerjeni na obremenilnem testu (čas testa, pretečena razdalja, hitrost pri LP in RC ter končna hitrost teka). Veliko povezanost s tekmovalno uspešnostjo so imeli tudi rezultati Cooperjevega testa.

Predstavljeni model je zagotovil ustrezne podatke, ki so omogočili spremljanje opravljene vadbe, njeno natančno analizo in ugotovitev učinkov vzdržljivostne vadbe.

Key words: endurance, exercise intensity zones, training load, monitoring, analysis.

ENDURANCE RUNNING TRAINING MONITORING AND ANALYSIS

Tadej Kaluža

ABSTRACT

The purpose of the thesis was to demonstrate the monitoring of objective parameters of short-term endurance training and by doing so develop a model for precisely analysing the individual training units as well as short-term and long-term training processes of endurance athletes. At the same time, the desire to identify the key factors of competitive performance was present.

Nine recreational female runners, all of whom executed running training that included two high intensity training sessions and two low intensity training sessions were included in the monitored and analysed 8-week training programme. Before and after the programme the runners performed functional tests where both ventilation thresholds – lactate threshold (LT) and respiratory compensation threshold (RCT) - were identified. Cooper test was used to measure their running condition, which was measured before and after the training programme as well as three times during the programme. The training parameters were acquired with the continuous heart rate, running pace, and the running distance registration.

A noticeable progress of the runners was found in all monitored parameters: training and competitive as well as physiological. The factors identified as the one that had the most impact on the competitive performance of the runners were: the total volume of training, the training within the limits below lactate threshold, and the training within the limits of lactate threshold and respiratory compensation threshold. Parameters of physical condition, measured on the load test (test time, the distance, LT pace, RCT pace, and end-running pace), were identified as very good predictors ($r = 0.85 - 0.93$) of the result of long-term running competition (10 and 21 km). There was also a high correlation found between the competitive performance and the results of Cooper test.

The presented model ensured suitable data that enabled monitoring of the executed training, its precise analysis as well as identification of the effects of endurance training.

1	UVOD	6
1.1	VZDRŽLJIVOST IN OMEJITVENI DEJAVNIKI	7
1.1.1	Učinkovitost sistemov energijske oskrbe	7
1.1.2	Nevtralizacija stranskih produktov	9
1.1.3	Morfološki dejavniki	11
1.1.4	Ekonomičnost gibanja in biomehanski vidiki vzdržljivosti	12
1.1.5	Psihološki dejavniki.....	13
1.1.6	Dejavniki okolja	13
1.2	METODIKA VADBE VZDRŽLJIVOSTI.....	14
1.2.1	Ciklizacija.....	14
1.2.2	Določanje con napora	17
1.2.3	Glavne metode razvoja dolgotrajne vzdržljivosti	21
1.2.4	Fiziološki učinki vadbe in značilnosti različnih območij intenzivnosti	23
1.3	SPREMLJANJE VZDRŽLJIVOSTNE VADBE	26
1.3.1	Obremenitev in napor	27
1.3.2	Metode ugotavljanja napora in obremenitve	27
1.4	ANALIZA VADBENEGA PROCESA.....	34
1.5	PROBLEM, CILJ IN HIPOTEZA.....	38
2	PRIKAZ ANALIZE VADBENEGA PROGRAMA	39
2.1	VZOREC PREISKOVANK	39
2.2	PROTOKOL VADBENEGA PROGRAMA	39
2.2.1	Vadbeni načrt.....	40
2.2.2	Spremljanje spremenljivk tekaške vadbe	42
2.2.3	Merjenje funkcionalnih sposobnosti.....	43
3	REZULTATI ANALIZE Z RAZLAGO	45
3.1	OSNOVNE ZNAČILNOSTI TEKAČIC	45
3.2	TEKMOVALNI NASTOP IN TEKAŠKA PRIPRAVLJENOST	46
3.3	OPRAVLJENA VADBA	49
3.4	POVEZANOST PARAMETROV VADBE IN TEKMOVALNE USPEŠNOSTI	
	55	
4	ZAKLJUČEK	60
5	VIRI	63

1 UVOD

Redna vzdržljivostna vadba ima številne koristne učinke na organizem človeka, saj pripomore k preprečevanju vrste zdravstvenih težav in bolezni. Pozitivno učinkuje na duševno zdravje, posameznikovo telesno samopodobo in samovrednotenje. Predstavlja pomembno komponento zdravega načina življenja (Haskell idr., 2007) in je pomemben dejavnik preprečevanja prezgodnje smrti (Sarna, Sahi, Koskenvuo in Kaprio, 1993). Obilica znanstvenih dokazov potrjuje, da vzdržljivostna vadba podaljšuje življenjsko dobo in pomaga preprečevati kronična obolenja. Warburton, Nicol in Bredin (2006) so izpostavili neizpodbiten dokaz učinka redne vadbe na preprečevanje srčno-žilnih bolezni, diabetesa, rakavih obolenj, hipertenzije, debelosti, depresije, osteoporoze in prezgodnjega umiranja. Podobno so ugotovili tudi številni drugi znanstveniki, ki so raziskovali vpliv redne vadbe na zdravje (Reimers, Knapp in Reimers, 2012; Macera, Hootman in Snieszek, 2003).

Trend naraščanja števila tekačev iz leta v leto kaže na vse večjo ozaveščenost ljudi o pomenu rednega športnega udejstvovanja. Glavni razlogi za ukvarjanje z vzdržljivostno aktivnostjo kot je tek so boljše počutje, zdravje in zelo pogosto tudi želja po napredku s preseganjem zgornjih meja lastnih sposobnosti in primerjanja z drugimi. Redna in ustrezno načrtovana vadba, ki za dosego tekmovalno-rezultatske uspešnosti zahteva optimalni raspored vadbe v različnih območjih fiziološkega napora in s tem doseganje ustreznih bioloških adaptacij, pa je tista, ki to omogoča.

Metodika vadbe vzdržljivosti temelji na kombiniranju različnih intenzivnosti vadbe oz. con vzdržljivostne vadbe. V preteklosti najpogosteje uporabljan model temelji na petih conah glede na maksimalno frekvenco srčnega utripa, relativno vrednost VO_{2max} ali pa glede na izmerjene »tipične« vrednosti laktata v krvi. Raziskave zadnjih let pa vedno bolj izpostavljajo model s tremi conami intenzivnosti, ki temeljijo na fiziološki določitvi prve in druge ventilacijske točke preloma - ventilacijski ekvivalent za O_2 -VT1 in CO_2 -VT2 (Seiler in Tønnessen, 2009).

Spremljanje in analiza vzdržljivostne vadbe sta zelo pomembni komponenti vsakega vadbenega procesa. Predstavljata neposredno pomoč vzdržljivostnim športnikom v tekmovalnem in tudi v rekreativnem športu, predvsem pri nadzoru in usmerjanju lastne vadbe. Hkrati pa lahko koristita tudi vsem, ki ugotavljajo učinke vzdržljivostnih vadbenih procesov.

Namen diplomskega dela je predstaviti primer spremljanja objektivnih parametrov vzdržljivostne vadbe in na osnovi pridobljenih podatkov oblikovati model natančne analize tako posamezne vadbene enote kot kratkotrajnih in dolgotrajnejših (celoletnih) vadbenih procesov vzdržljivostnih športnikov.

1.1 VZDRŽLJIVOST IN OMEJITVENI DEJAVNIKI

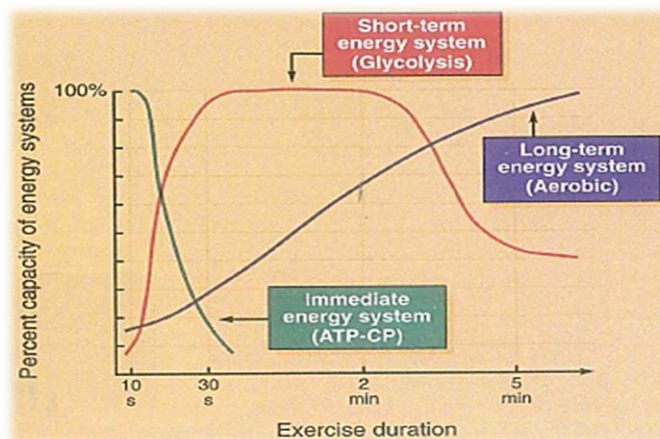
Vzdržljivost je sposobnost vztrajanja v določeni hitrosti oziroma pri neki obremenitvi najdaljši možen čas in je kot vsaka druga sposobnost posledica številnih dejavnikov (McArdle, Katch in Katch, 1996; Ušaj, 1990). Je kompleksna sposobnost, na katero v največji meri vplivajo funkcionalne sposobnosti organizma, ekonomičnost trošenja ustvarjene energije (učinkovitost tehnike gibanja), morfološki, psihološki dejavniki in dejavniki okolja (Škof, 2007).

1.1.1 Učinkovitost sistemov energijske oskrbe

Za svoje kompleksno delovanje potrebuje človeško telo stalen vir energije. Ta se ustvarja z oksidacijo zaužite hrane in se nato počasi in v majhnih količinah sprošča iz vezi ogljikovih hidratov (OH), maščob in beljakovin. Glavni vir energije za gibanje predstavlja razgradnja OH, predvsem pri visoko-intenzivnih obremenitvah. Podobno je tudi pri zmerno-intenzivni obremenitvi, katere trajanje je močno odvisno od razpoložljivih zalog OH. Zelo pomemben energijski vir so tudi maščobe, saj se v njih nahaja največja kapaciteta kemične energije, potrebne za biološko delo, vključno z mišično kontrakcijo. Po drugi strani pa beljakovine ne predstavljajo glavnega energijskega vira med telesno aktivnostjo, saj do njihove razgradnje z namenom zagotavljanja energije pride šele med dalj časa trajajočo naporno obremenitvijo, ko se iz organizma izčrpa večina zalog OH (povzeto po Maughan, Gleeson in Greenhaf, 1997; McArdle idr., 1996).

Sproščanje energije se dogaja med encimsko kontroliranimi reakcijami znotraj celic (McArdle idr., 1996). Iz energijsko bogatih snovi se energija iz kemijske oblike pretvarja v mehansko in se nato uporabi za mišično kontrakcijo (Ušaj, 1990). Energija, ki jo za mehansko delo potrebujejo mišice, se v organizmu ustvarja z razcepitvijo visoko energijskih vezi v molekulah ATP (adenozin trifosfat). Zaloge ATP v telesu so zelo majhne, le od 80 do 100 g ATP (2,4 mmol ATP) na vsak kilogram mišične mase, kar zadošča zgolj za nekaj

sekund intenzivnega dela (Škof, 2007). ATP je edini vir, ki lahko sodeluje v energijskih procesih, zato se morajo njegove zaloge nenehno in v skladu s porabo sproti obnavljati. Resinteza ATP poteka preko različnih energijskih oz. presnovnih procesov, katerih relativni deleži so odvisni predvsem od trajanja, intenzivnosti in pripravljenosti posameznega športnika (McArdle idr., 1996) (Slika 1).



Slika 1. Značilnosti treh energijskih sistemov (McArdle idr., 1996).

Fosfagenski ali anaerobni alaktatni presnovni proces zagotavlja trenuten in najhitrejši vir energije (Škof, 2007). Poteka ob procesu fosforilacije in ni odvisen od prisotnosti kisika, zato zagotavlja takojšen vir energije za kratkotrajne intenzivne napore. V njem se energija ustvarja skoraj izključno iz visoko-energijskih fosfatov ali fosfagenov ATP in kretin fosfata (KP), ki so shranjeni v specifičnih z aktivnostjo aktiviranih mišicah. Njihove zaloge zadoščajo le za približno 5-6 s aktivnosti z najvišjo intenzivnostjo (McArdle idr., 1996).

Glikolitični ali anaerobni laktatni presnovni proces je najbolj dejaven, kadar mora telo premagovati visoko-intenziven napor dlje od nekaj sekund in poteka ob mlečno-kislinskem vrenju. To je proces, ki določa mišično oz. anaerobno vzdržljivost (Škof, 2007). V primerjavi s fosfagenskim energijskim procesom omogoča počasnejšo resintezo ATP, odvija pa se ob razgradnji mišičnega glikogena preko glikogenolize, katere produkt je mlečna kislina. Ta omogoča hitro ustvarjanje ATP ob pomanjkljivi oskrbi s kisikom in/ali takrat, kadar so energijske potrebe večje od mišične kapacitete aerobne resinteze ATP (McArdle idr., 1996; Ušaj, 1990). Zaloge mišičnega glikogena zadoščajo za približno 90 s visoko-intenzivne aktivnosti. Pri najbolj intenzivnih laktatnih obremenitvah (aktivnosti, ki trajajo do 90 s; npr.: podaljšani šprint od 400 do največ 800 m) glavno vlogo omejitvenega dejavnika prevzame acidoza v organizmu, katere izrazito povečevanje skrajšuje trajanje takšne obremenitve (Åstrand, 1986).

Oksidativni ali aerobni presnovni proces je za vztrajanje v dalj časa trajajočih intenzivnih naporih najpomembnejši. Odvija se ob celičnem dihanju v več fazah in s pomočjo različnih encimov, ki so potrebni za uravnavanje različnih kemičnih reakcij (Škof, 2007). Odvisno od energijskega vira v začetni fazi poteka na dva načina, in sicer v primeru uporabe glikogena preko glikogenolize, v primeru uporabe glukoze pa preko glikolize. Proces se nadaljuje v biokemijskih reakcijah Krebsovega ciklusa in se zaključi v procesih respiratorne verige (Ušaj, 1990). V primeru, ko se kot gorivo uporabljajo maščobe, pa se najprej odvije hidroliza maščob v maščobne kisline in glicerol, sledi ji Beta oksidacija in nato še nadaljnja razgradnja v Krebsovem ciklusu ter respiratorni verigi (Åstrand, 1986). Ta energijski vir določa ti. srčno-žilno oz. aerobno vzdržljivost (Škof, 2007).

1.1.2 Nevtralizacija stranskih produktov

Poleg energije je končni rezultat presnovnih procesov tudi ustvarjanje stranskih produktov v telesu. Ti se začnejo kopičiti tako pri aerobnih kot pri anaerobnih presnovnih procesih in rušijo notranje ravnovesje (homeostazo) organizma in s tem vzdržljivost človeka. Predvsem gre za oviranje nadaljnjega poteka energijskih procesov, zniževanja aktivnosti centralnega živčnega sistema in slabenja kontraktilnih sposobnosti skeletnih mišic. Govorimo o pojavu živčno-mišične utrujenosti, ki jo telo poskuša premagovati z odpravljanjem stranskih produktov, zlasti z odpravo toplote ter H^+ ionov, prostih radikalov in še nekaterih drugih.

Kislinsko bazično ravnovesje

V telesu stalno poteka izmenjava kemičnih snovi (hranila, stranski produkti in ioni) med celicami, izven celično tekočino in krvjo v kapilarah. Pri tem je ključnega pomena ohranjanje ustrezne kemične sestave krvi, posledično pa tudi vzdrževanje konstantne sestave izven celične tekočine, ter nazadnje tudi kemične sestave znotraj celice. Ta konstanta se v biologiji imenuje homeostaza. Za vzdrževanje homeostaze v krvi in izven celični tekočini ima telo razvite številne mehanizme, ki preko posebnih kemičnih snovi skrbijo za nevtralizacijo kislega stanja v organizmu (Casiday in Frey, 1999).

Med razgradnjo glukoze nastajajo CO_2 in vodikovi ioni (H^+), ki pa se preko krvi iz mišice kasneje tudi odstranijo. Nastanek in odstranjevanje teh snovi, skupaj s porabo in transportom O_2 , povzroča kemične spremembe v krvi, ki lahko privedejo do znižanja pH vrednosti krvi.

V primeru, da je ta prenizka (< 7.4), nastopi acidoza, ki lahko predstavlja resno težavo, saj je mnogo pomembnih kemičnih reakcij v telesu odvisno ravno od ustrezne pH vrednosti krvi (Casiday in Frey, 1999).

Uravnavanje pH vrednosti oz. kislinsko-bazičnega ravnovesja poteka s pomočjo kemičnih in bioloških pufrov. Najpomembnejši med kemičnimi pufri je bikarbonatni pufer, ki se skupaj s fosfatnim in beljakovinskim pufrom (hemoglobinom) prvi odzovejo na povečano koncentracijo H^+ . Sledita jim fiziološka pufera, in sicer ventilacijski in nato še ledvični. Prvi se na povečanje H^+ odzove z direktno stimulacijo dihalnega centra in poveča alveolarno ventilacijo, ki posledično pripelje do znižanja vrednosti H^+ , drugi pa predstavlja zadnji odziv telesa na povečano acidozo in poskrbi za izločanje H^+ preko delovanja ledvic (McArdle idr., 1996).

Laktat

Tradicionalno se razvoj acidoze med intenzivno obremenitvijo pojasnjuje s povečanim kopičenjem mlečne kisline, zaradi česar pride do sproščanja protonov oz. vodikovih ionov (H^+) in nastanka laktata, ki naj bi bil eden od povzročiteljev mišične utrujenosti (Robergs, Ghiasvand in Parker, 2004). Novejše raziskave pa so ugotovile ravno nasprotno. Tvorba laktata ne povzroča metabolične acidoze, ampak jo zavira in dejansko omogoča nadaljevanje resinteze ATP iz glikolize. Kopičenje laktata namreč dokazano deluje kot puferski sistem, ki porablja H^+ in opravlja zaščito celice pred metabolično acidozo. Nastanek acidoze je v mnogih raziskavah dokazano povezan z drugimi reakcijami in ne s kopičenjem laktata. V prid laktata govori tudi dejstvo, da bi brez njegovega nastanka hitreje prišlo do acidoze in mišične utrujenosti, kar bi močno vplivalo na sposobnost opravljanja takšne aktivnosti (Robergs, Ghiasvand in Parker, 2004).

Termoregulacija

Toplota v telesu je rezultat njenega pridobivanja in izgubljanja. Stopnja bazalnega metabolizma, mišična aktivnost, hormonsko delovanje, termični efekt zaužite hrane, okolje idr., lahko povzročijo dvig telesne temperature, medtem ko lahko telo toploto izgublja preko fizičnih mehanizmov sevanja, prevajanja, konvekcije in izhlapevanja vode s površine kože in iz respiratornih poti (McArdle idr., 1996). Pretvorba kemične energije iz ATP v

mehansko, ki poteka med neko aktivnostjo, je zelo neučinkovita, saj se 70 % energije uporabljene za mišično kontrakcijo sprošča kot toplota (Noakes, 2003).

Za nemoteno delovanje organizma je zato potrebno stalno uravnavanje sprememb in ohranjanje telesne temperature na vrednosti približno 37°C. Ravnovesje omogoča proces termoregulacije s svojimi mehanizmi (Škof, 2007). Glavni regulacijski center v možganih, ki uravnava termoregulacijo, je hipotalamus. Zadolžen je za sprožanje odzivov, potrebnih za zaščito organizma pred previsoko ali prenizko telesno temperaturo. Ti odzivi se sprožajo preko toplotnih receptorjev v koži in z direktno stimulacijo hipotalamusa (McArdle idr., 1996).

V primeru opravljanja nekega intenzivnega napora v toplem vremenu sta znojenje in razširitev površinskih žil glavna odziva, ki se sprožita z namenom hlajenja telesa oziroma ohranjanja ustrezne temperature. Davek, ki ga telo plača v obliki izgube telesnih tekočin, lahko hitro pripelje do pojava dehidracije, ki močno oslabi proces odvajanja odvečne toplote in srčno-žilne funkcije ter s tem nadaljnega opravljanja neke telesne aktivnosti. Nadomeščanje vode v telesu oziroma rehidracija v obliki zaužitja izotoničnega napitka z majhno vsebnostjo elektrolitov (soli) je zato ključnega pomena pri vsaki daljši telesni aktivnosti (McArdle idr., 1996).

1.1.3 Morfološki dejavniki

Različne telesne dimenzije imajo pomemben vpliv na vzdržljivost. Ker je moč mišic povezana z mišično maso in telesna masa z delovanjem gravitacije (silo težnosti), se masa telesa, telesna višina in somatotip, kot najpomembnejše, izražajo v različnih profilih vzdržljivostnih športnikov. Tako na primer tekač premaguje večjo silo težnosti kot veslač, plavalec ali kolesar, kjer se gravitacijski efekt telesne mase skoraj v celoti izniči. V disciplinah, kjer je gravitacija pomemben dejavnik, so športniki v povprečju najlažji, tam kjer se zahteva vzdržljivost v moči, pa so najtežji. Kadar je za uspešnost odločujoče trajanje napora velja, da daljša kot je obremenitev, nižja je teža športnika in obratno. Podobno velja tudi za telesno višino, ki vpliva na telesno maso, telesno površino, volumen telesa in ročice mišic. Višji športniki lahko na račun daljših ročic okončin izvajajo močnejše gibe in z večjo amplitudo (daljši tekaški koraki, posledično izvedeni z nižjo frekvenco). Večja telesna višina pa zaradi večje mase negativno vpliva na zmogljivost pri daljših naporih (Tittel in Wutscherk, 1992).

Vpliv telesnih dimenzij na vzdržljivost se odraža tudi v povezavi z energijskimi sistemi. Ugotovljeno je bilo, da so tudi relativne vrednosti VO₂max (ml/kg/min), glede na somatotip, v najbolj tesni povezavi z maso telesa, v manjši meri pa tudi s telesno višino in razmerjem med telesno višino in površino telesa. V vzdržljivostnih disciplinah, kot je na primer maratonski tek, se smatra, da so uspešnejših nižji oz. tekači srednje rasti, medtem ko imajo višji vzdržljivostni športniki prednost v daljših ročicah, ki jim omogočajo izvedbo večje amplitude gibov in večjo ekonomičnost (Tittel in Wutscherk, 1992).

1.1.4 Ekonomičnost gibanja in biomehanski vidiki vzdržljivosti

Vzdržljivostni športi ne veljajo za posebej tehnično zahtevne športe, a je ustrezen način gibanja med vadbo ali na tekmovanju kljub temu zelo pomemben dejavnik zmogljivosti in ohranjanja zdravja. Ker gre pri večini vzdržljivostnih disciplin za veliko število ponavljajočih in enakih gibov, je njihova usklajenost zelo pomembna. Govorimo o ustrezni tehniki gibanja, ki vpliva na racionalnost trošenja energije. Neustrezna lahko privede do hitrejšega pojava utrujenosti in celo do poškodb. Tehnika gibanja je v največji meri odvisna od delovanja mehanizmov kontrole gibanja v centralnem živčnem sistemu (CŽS), nanjo pa vplivajo še mišična moč, gibljivost in ravnotežje (Škof, 2007).

Pomemben pozitiven dejavnik zmogljivosti v vzdržljivostnih športih je tudi ekonomičnost gibanja. Pogosto se jo povezuje s količino porabljenega kisika med tekom z neko submaksimalno hitrostjo. Tako lahko za ekonomičnega tekača rečemo, da ne glede na hitrost teka porablja manj energije kot neekonomičen tekač. To pomeni, da z razpoložljivo količino energije premaga večjo razdaljo oziroma bo to opravil v krajšem času. Še pomembneje je, da pri tekaču z boljšo ekonomičnostjo pride do manj izrazitega kopičenja toplote v organizmu, ki pa, kot že rečeno, negativno vpliva na zmogljivost (Noakes, 2003).

Eden od pomembnejših dejavnikov ekonomičnosti je tudi lastnost mišic, tetiv in vezi, da shranjujejo elastično energijo in jo nato pretvorijo v mehansko. Ekscentrično-koncentrično delovanje mišic omogoča shranjevanje energije v fazi ekscentrične kontrakcije in njeno uporabo pri koncentrični kontrakciji (oporna faza teka). Na ekonomičnost vplivajo še nekateri drugi dejavniki, kot so: biomehanski dejavniki (dolžina okončin in telesna masa), tehnika in vrsta aktivnosti (npr. tek v klanec, tek navzdol, kolesarjenje, plavanje), splošna telesna pripravljenost in redna vadba, starost, utrujenost, spol, oblačila in obutev, pogoji okolja (površina, hitrost in smer vetra).

1.1.5 Psihološki dejavniki

Fiziološko-biokemični energijski procesi in blaženje vpliva njihovih stranskih produktov so povezani s psihološkimi dejavniki. Tisti, ki povečujejo motivacijo ali znižujejo zaznavanje napora, imajo na vzdržljivost pozitiven učinek, in obratno, tisti ki zmanjšujejo motivacijo ali zvišujejo zaznavanje napora, negativno vplivajo na vzdržljivost (Marcora, 2010).

McCormick, Meijen in Marcora (2015) so pri pregledu tega področja izpostavili tiste, ki najbolj vplivajo na vzdržljivost. Iz pregleda dotedanjih raziskav tega področja so ugotovili, da imata največji vpliv na izboljševanje vzdržljivost naslednja dejavnika: povečevanje motivacije in povečevanje moči volje¹ (zmanjševanje percepcije napora). Motivacijo (zunanjjo ali notranjo) lahko povečujemo z uporabo video posnetkov, samo-pogovorom in postavljanjem ciljev ali hipnozo, lahko pa tudi z verbalnim spodbujanjem in neposrednim soočenjem z nasprotniki na tekmi. Zmanjševanje percepcije oziroma zaznavanja napora omogoča daljši čas aktivnosti. Nanjo lahko vpliva psihološka priprava športnika na nek pričakovano velik napor (»priming«), zaviranje čustev pred naporom in nekateri drugi dejavniki. Na drugi strani mentalna utrujenost zvišuje zaznavanje napora in zaviralno deluje na neko vzdržljivostno aktivnost.

1.1.6 Dejavniki okolja

Okolje predstavlja pomemben dejavnik vzdržljivosti, na katerega najbolj vplivajo nadmorska lega, temperatura okolja in onesnaženost zraka. Pomembni so še nekateri drugi, kot so klimatske značilnosti in relativna vlažnost zraka (Åstrand, 1986; Costill, 1970; Ušaj, 1996). Naraščanje nadmorske lege posredno vpliva na zmanjšanje največje porabe kisika in dolgotrajne vzdržljivosti (Åstrand, 1986; Ušaj, 1996). Povišana ali znižana temperatura okolja v kombinaciji z relativno vlažnostjo zraka povzroča dodaten napor za organizem. Sprožiti se mora že omenjena termoregulacija, ki poskrbi za uravnavanje telesne temperature (McArdle idr., 1996). Redna in dolgotrajna vzdržljivostna vadba v onesnaženem zraku je lahko razlog za pojav različnih predvsem pljučnih bolezni in dolgoročno negativno učinkuje na vzdržljivost (Ušaj, 1996).

¹ Ang. Efficacy strength

1.2 METODIKA VADBE VZDRŽLJIVOSTI

Pri metodiki športne vadbe je potrebno ločiti različne pojavne oblike vzdržljivosti. Osnovna delitev vzdržljivosti na aerobno in anaerobno za potrebe načrtovanja športne vadbe ni ustrezna, saj se glede na športno zvrst pojavlja kot niz različnih kombinacij med njima. Tako iz vidika načrtovanja športne vadbe delimo vzdržljivost na splošno oz. osnovno, specialno in hitrostno vzdržljivost. Osnovna aerobna vzdržljivost je pomembna sposobnost v skoraj vseh športnih disciplinah in je tudi podlaga ostalim oblikam vzdržljivosti. Specifična oz. specialna vzdržljivost, pa kot že njeno ime pove, predstavlja sposobnost, ki je specifična za potrebe vsake športne discipline (Škof, 2007). Še natančnejšo delitev predstavlja koncept štirih nivojev vzdržljivostne vadbe: aerobna, aerobno-anaerobna (v območju anaerobnega praga), anaerobno-aerobna (v območju največje aerobne moči) in anaerobna laktatna (v stanju največje acidoze). Ta delitev je še posebej primerna za obravnavo tekaške vzdržljivostne vadbe za pripravo tekačev na srednje in dolge proge (Hirvonen, 1991; Škof, 2003).

Največji izziv procesa športne vadbe je poiskati pravo razmerje med vadbeno obremenitvijo in odmorom. Za izboljšanje zmogljivosti je potrebno prilagajati vadbeno obremenitev, še posebej povečevanje intenzivnosti (hitrosti), obsega in pogostosti (frekvence) vadbe. Pomembno je torej, da v metodiko vzdržljivostne vadbe vključimo različna sredstva in metode, ki so potrebne za razvoj celotnega spektra vzdržljivosti, s katerimi lahko razvijemo visoko raven specifične vzdržljivosti, ki športniku zagotavlja visoko tekmovalno uspešnost. Metoda razvrščanja vadbenih vsebin in metod vadbe v različnih najprimernejših obdobjih procesa športne vadbe je opisana v naslednjem podpoglavju.

1.2.1 Ciklizacija

Za uspešno izvedbo vadbenega procesa je potrebno upoštevati določena načela oz. zakonitosti. Eno od načel, ki govori o cikličnosti in spremenljivosti vadbe, se udejanja s ciklizacijo, kjer gre za načrtovanje oz. delitev športne vadbe na manjše, vsebinsko zaokrožene enote oziroma cikle. Dejansko se čas, namenjen vadbi, razdeli na vsebinsko zaokrožene cikle. To omogoča lažje upravljanje in nadzor procesa vadbe ter doseganje kar največjih učinkov vadbe, ki se kažejo v obliki povečane tekmovalne zmogljivosti športnika. Ciklizacija pomeni tudi kombinacijo intenzivnosti, obsega in pogostosti (frekvence) vadbe.

V sodobnem času se pojavljata predvsem dva modela ciklizacije. Zadnjih pet desetletij je bil najpogosteje uporabljan tradicionalni model ciklizacije s petimi stopnjami, ki je prikazan v Tabeli 1. Osnova tega modela je eno tekmovalno obdobje (letno, lahko tudi večletni vadbeni cikel – npr. olimpijski cikel), ki se nato razdeli na različno trajajoče cikle: makrocikle (MAC), mezocikle (MEC), mikrocikle (MIC) in nazadnje na posamezne vadbene enote (VE) (Bompa, 1999; Ušaj, 1996). Tekmovalni cikel (MAC) se razdeli na več faz, ki so odvisne od števila tekmovalnih vrhuncev sezone (glavne tekme). Govorimo o enojni ciklizaciji, ko je vrhunec eden, in o dvojni ciklizaciji z dvema ali tudi z več vrhunci. Najpogosteje se uporabljata enojna in dvojna ciklizacija. Neodvisno od tega se en tekmovalni cikel razdeli na mezocikle: pripravljalno obdobje, tekmovalno obdobje, fazo neposredne priprave (tapering ali zoževanje vadbene obremenitve) in na prehodno obdobje.

Tabela 1. Hierarhična struktura in vsebina vadbenih obdobj ciklizacije po tradicionalnem modelu (Issurin, 2010).

VADBENO OBDOBJE S TRAJANJEM	VSEBINA
Več-letna priprava (leta)	Dolgo trajajoče sistematično vadbeno obdobje, običajno sestavljeno iz dvoletnih ali štiriletnih ciklov (SP, OI).
MAKROCIKEL (meseči)	Najdaljši vadbeni cikel (najpogosteje letni cikel), ki vključuje pripravljalno, tekmovalna in prehodna obdobja.
MEZOCIKEL (tedni)	Vadbeni cikel srednjega trajanja, sestavljen iz številnih mikrociklov.
MIKROCIKEL (dnevi)	Najkrajši vadbeni cikel, sestavljen iz več- dnevnega obdobja (običajno je to teden dni).
VADBA (h/min)	Posamezna vadbena enota, izvedena posamezno ali v sklopu.

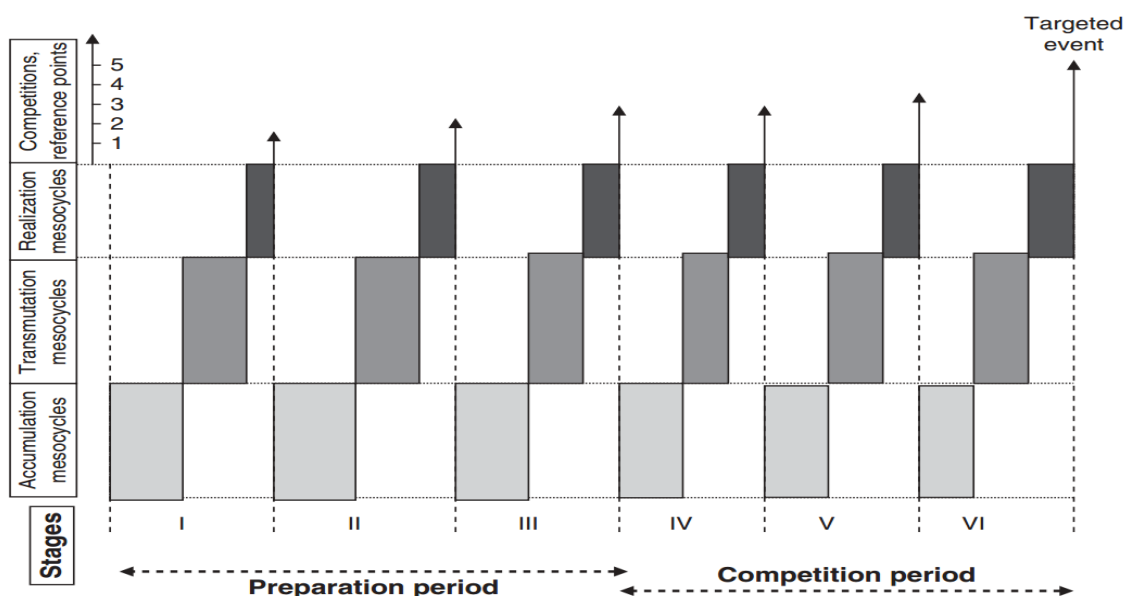
V zadnjih nekaj letih se je zaradi nekaterih slabosti tradicionalnega modela razvil nov model, imenovan blok ciklizacija. Po Issurinu (2010) je blok vadbeni cikel, ki vključuje zelo zgoščene vadbene obremenitve. Osnovni principi blok ciklizacije so:

- zelo velika koncentracija vadbenih obremenitev,
- upoštevanje dejstva, da učinki vadbe po njenem prenehanju še nekaj časa ne upadejo toliko, da bi to izraziteje vplivalo na zmogljivosti,
- zaporedje razvoja različnih sposobnosti (osnovne, nato specifične, za šport pomembne sposobnosti),
- mezocikli - bloki, razporejeni v tri stopnje (akumulacijski, transmutacijski, realizacijski) (Issurin, 2010) (Slika 2).

Akumulacijski MEC je namenjen razvoju osnovnih sposobnosti (splošna aerobna vzdržljivost, mišična moč, osnovna koordinacija). Njegova značilnost je velika količina in manjša intenzivnost vadbe. Običajno traja od 2 do 6 tednov.

Transmutacijski MEC se osredotoča na razvoj sposobnosti, specifičnih za konkreten šport, (kot npr. vzdržljivost v moči, ustrezna tehnika in taktika, specialna vzdržljivost). Ta MEC velja za najnapornejšega izmed treh in običajno traja od 2 do 4 tedne.

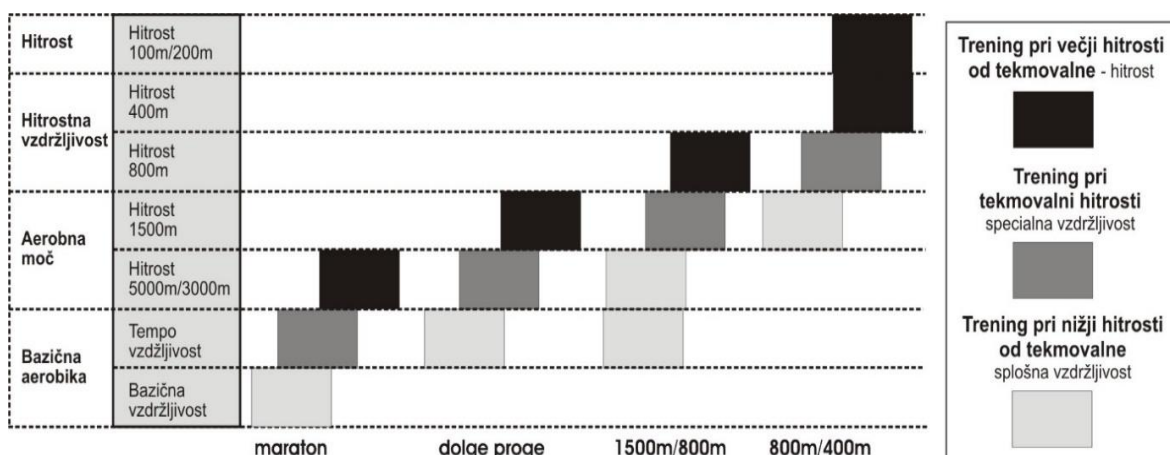
Realizacijski MEC je namenjen regeneraciji in ponovni pripravi na prihodnje obremenitve. V tem bloku se izvaja ti. »tapering« ali zoževanje vadbene obremenitve. Njegovo trajanje je običajno od 8 do 15 dni (Issurin, 2008, v Issurin, 2010).



Slika 2. Shematični prikaz letne blok ciklizacije (Issurin, 2010).

Glavna razlika med predstavljenima modeloma je v tem, da se tradicionalni model usmerja na hkratni razvoj več sposobnosti, medtem ko se novejši blok model usmerja v hkraten razvoj le nekaj natančno izbranih sposobnosti.

Osnovo vadbenih programov za razvoj vzdržljivosti predstavlja ti. »multi-pace« koncept vadbe (Slika 3) oziroma model več ravni intenzivnosti vadbe, ki so oblikovane skladno s specifikom tekmovalne obremenitve. Ta se lahko izraža pri treh različnih intenzivnostih: manjši od tekmovalne (splošna ali osnovna vzdržljivost), enaki tekmovalni (specialna vzdržljivost) in večji od tekmovalne intenzivnosti (hitrost in hitrostna vzdržljivost) (Martin in Coe, 1991; Mujika, Sabino, Pyne in Busso, 2004).

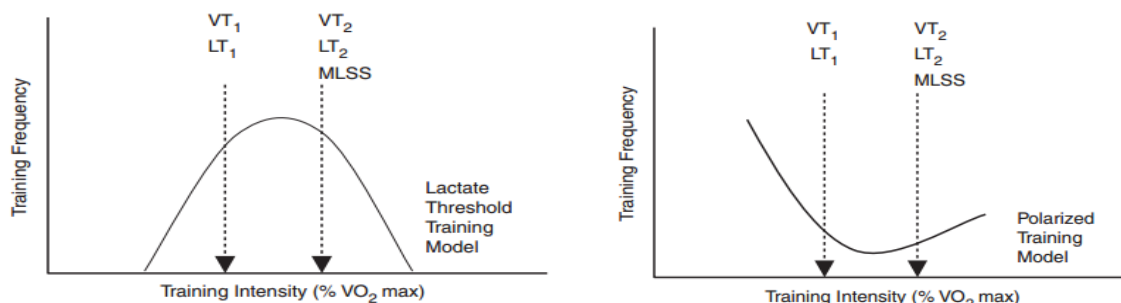


Slika 3. Nivo intenzivnosti vadbe v tekaških disciplinah (Martin in Coe, 1991; Mujika idr., 2004).

1.2.2 Določanje con napora

Glavni kriterij za določanje napora, ki ga je za razvoj vzdržljivosti potrebno premagovati, so energijski procesi, značilni za tekmovalno obremenitev v posamezni disciplini. Ti definirajo tip vadbe, ki je potreben za razvoj ustrezne ravni zmogljivosti. Optimalna vadba vključuje napore takšne intenzivnosti, ki v kar največji meri aktivirajo vse energijske procese, značilne za določeno športno disciplino (Janssen, 2001).

Kot je znano, je v procesu športne vadbe poleg kombinacije obsega in pogostosti, skoraj najpomembnejša kombinacija različnih intenzivnosti vadbe. Seiler in Kjerland (2006) na podlagi pregleda raziskav področja vadbene intenzivnosti izpostavljata dva osnovna principa (Slika 4). Govorita o ti. modelu vadbe na laktatnem pragu² in na drugi strani o polarizirani vadbi³.



Slika 4. Dva koncepta vadbe: levi graf) vadba v območju laktatnega praga, in desni graf) polarizirana vadba, (Seiler in Kjerland, 2006).

² Ang. Lactate treshold-training

³ Ang. Polarized-training

Pri prvem konceptu gre za poudarjen pomen vadbe z intenzivnostjo med aerobnim in anaerobnim pragom, drugi model pa se je razvil na podlagi ugotovitev, da vrhunski vzdržljivostni športniki večino (do 80 %) svoje vadbe opravijo z intenzivnostjo nižjo od laktatnega praga (pod VT1), zelo majhen del (okrog 5 %) v območju laktatnega praga (VT1 –VT2) in preostanek vadbe (do 20 %) nad nivojem VT2 (med 90 in 100 % VO₂max). Izhajajoč iz teh dejstev se je razvil koncept, ki govori o polariziranosti vadbe (K. S. Seiler in Kjerland, 2006).

Poznanih je kar nekaj klasifikacij con napora po prvem konceptu, za vse pa je značilna določitev več različnih con, ki poskušajo kar najbolj slediti fiziološko-biokemijskemu ozadju posamezne vzdržljivostne športne discipline.

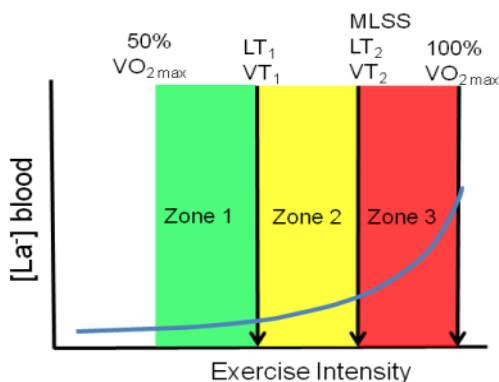
Seiler in Kjerland (2006) pravita, da številne klasifikacije con po tem konceptu nimajo trdnih fizioloških podlag. V preteklosti je bil to najpogosteje uporabljan model in običajno temelji na petih conah, določenih glede na največjo frekvenco srčnega utripa, relativno vrednost VO₂max ali pa glede na izmerjene »tipične« vrednosti laktata v krvi. Primer takšnega modela je podrobneje prikazan v Tabeli 2.

Tabela 2. Primer lestvice petih con intenzivnosti, ki se uporablja pri vadbi vzdržljivostnih športnikov, kot so jo oblikovali na Norveški olimpijski zvezi na podlagi rezultatov večletnih testiranj smučarjev tekačev, veslačev in biatloncev (Seiler in Tønnessen, 2009; Seiler, 2010).

Intensity zone	VO₂ (% max)	Heart rate (% max)	Lactate (mmol·L⁻¹)	Typical accumulated duration within zone
1	50–65	60–72	0.8–1.5	1–6 h
2	66–80	72–82	1.5–2.5	1–3 h
3	81–87	82–87	2.5–4	50–90 min
4	88–93	88–92	4.0–6.0	30–60 min
5	94–100	93–100	6.0–10.0	15–30 min

Modelu petih con se očita neupoštevanje individualnih razlik v razmerju med srčnim utripom in koncentracijo laktata. Možne so namreč velike variacije med različnimi vzdržljivostnimi aktivnostmi, v katerih je lahko koncentracija laktata v stanju ravnovesja večja pri aktivnostih, v katerih je aktivno manj mišic, in manjša pri aktivnostih z večjim deležem aktivnih mišic (Beneke, Leithauser in Hutler, 2001). Kljub vsemu je ta model praktično uporaben, saj športniki skozi celoten vadbeni proces uporabljajo enotno lestvico, ki jim omogoča kontroliran režim vadbene intenzivnosti (Sylta, Tønnessen in Seiler, 2014).

Različni raziskovalni pristopi v zadnjih letih vedno bolj izpostavljajo model s tremi conami intenzivnosti, kot ga lahko vidimo na Sliki 5. Ta temelji na določitvi že omenjenih dveh ventilacijskih pragov in z njima povezanimi vrednostmi srčnega utripa, ugotovljenimi med stopnjevalnim testom na tekoči preprogi. Intenzivnosti, določene na podlagi tega modela, niso neposredno primerljive s standardnim modelom, toda v praksi se je pokazalo, da lahko intenzivnost pri vrednostih laktata v krvi med 2 in 4 mmol/L v veliki meri enačimo z intenzivnostjo, ki jo določata prva in druga ventilacijska točka (Seiler, 2010).



Slika 5. Tri cone intenzivnosti, ki temeljijo na fiziološki določitvi prve in druge ventilacijske točke preloma – ventilacijski ekvivalent za O₂ – VT₁ in za CO₂ – VT₂ (S. Seiler in Tønnessen, 2009).

Iz tega koncepta so definirane tri cone intenzivnosti:

1. NIZKO INTENZIVNA VADBA poteka v coni 1 in sovпада z območjem intenzivnosti pod laktatnim pragom 1 (LT₁) oz. na približno 50 do 60 % VO_{2max}; definirana je s prvim ventilacijskim pragom (VT₁),
2. ZMERNO INTENZIVNA VADBA poteka v Coni 2, ki se nahaja znotraj območja med prvim in drugim laktatnim (LT₁ in LT₂) oziroma ventilacijskima pragovoma (VT₁ in VT₂); zgornja meja te cone je definirana kot maksimalno stacionarno stanje (MLSS), v katerem se laktat še ne kopiči prekomerno, in
3. ZELO INTENZIVNA VADBA, ki predstavlja cono 3 in se nahaja v območju nad drugim ventilacijskim oz. laktatnim pragom; predstavlja napor, ki sega v območje največje porabe kisika (100% VO_{2max}).

Sylta (2014) je s sodelavci modela petih in treh con postavil na skupni imenovalec in predstavil primerjavo med obema modeloma, kot je prikazana v Tabeli 3.

Tabela 3. Prikaz modela petih in treh con intenzivnosti skupaj s ti. binarnim modelom, ki predvideva le dve vrsti intenzivnosti (visoko in nizko) (Sylta idr., 2014).

Intensity zone	Lactate ^a (mmol/L)	Heart rate (% max)	3-zone model	Binary model
5	6.0–10.0	92–97	Zone 3	high-intensity training
4	4.0–6.0	87–92	Zone 3	high-intensity training
3	2.5–4.0	82–87	Zone 2	high-intensity training
2	1.5–2.5	72–82	Zone 1	low-intensity training
1	0.8–1.5	55–72	Zone 1	low-intensity training

Poznanih je še kar nekaj različnih klasifikacij con intenzivnosti. Eno bolj uporabljanih klasifikacij je definiral Janssen (2001), ki povzema splošna spoznanja o conah napora in izpostavlja model treh oz. šestih con intenzivnosti glede na delež AnP:

- aerobna cona (prva med 70 in 80 % AnP in druga med 80 in 90 % AnP),
- vzdržljivostna cona (prva med 90 in 100 % AnP in druga med 100 in 110 % AnP) ter
- anaerobna cona (conna anaerobne glikolize in ti. fosfatna cona).

Izraženo z deležem FS_{max} isti avtor navaja naslednjih pet con:

- zelo nizka intenzivnost oz. regeneracijska obremenitev (60-70 % FS_{max}),
- lahka aerobna (71-79 % FS_{max}),
- intenzivna aerobna (80-87 % FS_{max}),
- aerobno-anaerobna (87-93 % FS_{max}), in
- največji oz. tekmovalni napor (nad 93 % FS_{max}).

Hirvonen (1991) pri vadbi vzdržljivosti predvideva cone, ki potekajo na naslednjih ravneh:

- bazična vzdržljivost (na nivoju oksidacije maščob in aerobnega praga),
- tempo vzdržljivost (na nivoju oksidacije OH in anaerobnega praga (AnP)),
- največja aerobna moč (puferske kapacitete in VO₂max),
- hitrostna vzdržljivost (anaerobna kapaciteta in laktatna energija), ter
- vzdržljivost v največji hitrosti (anaerobna moč in anaerobna alaktatna energija).

Bompa (1999) govori o klasifikaciji šestih con:

- najnižja intenzivnost (čista aerobna cona; do 50 % VO₂max),
- nizko-zmerna intenzivnost (conna aerobnega praga; med 50 in 70 % VO₂max),
- zmerna intenzivnost (conna anaerobnega praga; med 80 in 85 % VO₂max),
- zmerno-visoka intenzivnost (anaerobna intenzivnost na nivoju VO₂max),

- visoka intenzivnost (toleranca na laktat), in
- cona največje intenzivnosti (fosfatni sistem).

Podobno klasifikacijo con napora navajata tudi Martin in Coe (1997), ki definirata štiri osnovne ravni vadbe vzdržljivosti:

- aerobna vadba (55-75 % VO₂max),
- anaerobna vadba (75-90 % VO₂max),
- vadba aerobne kapacitete (90-100 % VO₂max) in
- vadba anaerobne kapacitete (100-110 % VO₂max).

Iz vidika tekaške vzdržljivostne vadbe je zanimiva tudi delitev glede na VO₂max, ki jo navaja Daniels (1998):

- lahkoten tempo dolgih počasnih tekov (59-74 % VO₂max),
- tempo maratona (75-84 % VO₂max),
- tempo AnP (83-88 % VO₂max),
- intervalni tempo (95-100 % VO₂max) in
- tempo ponovitev ali tekmovalni tempo na krajših razdaljah (105-120 % VO₂max).

Vsem naštetim klasifikacijam je skupno to, da poskušajo vadbeno intenzivnost smiselno porazdeliti skozi celotno območje vadbenega napora. Podlaga večine je anaerobni prag, izstopa pa polarizirani model vadbe, ki temelji na dveh ventilacijskih pragovih. Glavni namen vseh skupaj je določiti takšno porazdelitev vadbene intenzivnosti, kot glavnega vadbenega parametra, s katero se dozira vadba, ki bo kar najbolj varna in učinkovita pri doseganju večje tekmovalne uspešnosti.

1.2.3 Glavne metode razvoja dolgotrajne vzdržljivosti

Kot je bilo delno že v predhodnem poglavju omenjeno, se kot sredstva razvoja dolgotrajne vzdržljivosti uporablja več različnih metod. Najbolj poznana je delitev na tri temeljne metode: neprekinjena metoda, intervalna metoda in fartlek (Škof, 2007).

Neprekinjena metoda

Je najpogosteje uporabljana metoda razvoja aerobne vzdržljivosti, njena glavna značilnost pa je velika količina dela, opravljena brez vmesnih prekinitev. Poleg tega je tudi učinkovito sredstvo za izboljševanje tehnike in posredno tudi za povečanje ekonomičnosti gibanja. Običajno vadbeni enota traja od ene pa tudi do več ur. Uporabna je skozi celotno ciklizacijo, prevladuje pa v začetni fazi pripravljalnega obdobja (Bompa, 1999). Pri razvoju tekaške aerobne vzdržljivosti se uporablja na treh nivojih intenzivnosti. Enakomeren dolgotrajni tek poteka v območju nizke intenzivnosti med 65 in 75 % FSU_{max}, stopnjevani neprekinjen tek v območju zmerne intenzivnosti med 75 in 85 % FSU_{max}, neprekinjen tempo tek pa v območju srednje intenzivnosti med 85 in 92 % FSU_{max} (Škof, 2007).

Intervalna metoda

Je zelo naporna oblika vadbe, za katero je značilno izmenjevanje krajših ali daljših odsekov (intervalov; npr. teka, plavanja), z odmorom v obliki pasivnega ali aktivnega počitka (manj intenzivnega dela). V primerjavi z neprekinjeno metodo poteka v območjih srednje, visoke in najvišje intenzivnosti. Z različno dolžino intervalov, hitrosti, odmora ter različnega števila ponovitev in značilnosti odmora (različne intenzivnosti) lahko zahtevnost vadbe prilagajamo potrebam vadbenega procesa (Škof, 2007).

Običajno ločimo ekstenzivni ali aerobni in intenzivni ali anaerobni intervalni trening. Pri aerobnem govorimo še o kratkotrajnem in dolgotrajnem aerobnem intervalnem treningu. Glavni značilnosti prvega sta ponavljanje kratkotrajnih naporov in poudarjena količina vadbe, za dolgotrajno obliko aerobne intervalne vadbe pa je značilna visoka intenzivnost na ravni zahtevnosti VO₂max. Anaerobna intervalna vadba služi razvoju specialne vzdržljivosti v cikličnih športnih disciplinah in jo uvrščamo v področje najvišje intenzivnosti (Škof, 2007).

Fartlek

Gre za izpeljanko intervalne metode, ki poteka v naravnem okolju in omogoča posamezniku, da si glede na zahteve vadbe in naravnih danosti okolja v katerem se giba, sam določa vsebino, intenzivnost in obseg vadbe. Poleg različnih vzdržljivostnih vsebin lahko vsebuje

tudi vsebine za razvoj drugih motoričnih sposobnosti (npr. različne oblike vadbe moči, šprinte, teke v klanec). Vsestranskost te metode omogoča, da lahko z njo vplivamo na razvoj vseh vrst vzdržljivosti, zato velja za zelo priljubljeno in splošno uporabno metodo razvoja med vsemi rangi vzdržljivostnih športnikov (Škof, 2007).

1.2.4 Fiziološki učinki vadbe in značilnosti različnih območij intenzivnosti

Klasifikacija napora, določena s conami (območji) intenzivnosti, omogoča ciljno usmerjanje vadbe v razvoj konkretnih, za posamezen šport pomembnih parametrov. Kot že rečeno, različne nivoje vzdržljivostne vadbe definirajo različni energijski viri, izbrane metode, intenzivnost in obseg vadbe. Cilj vsakega vadbene programa je izboljšati zmogljivosti športnika, zato tako zastavljena vadba povzroča različne adaptacije v telesu, ki bodo v nadaljevanju predstavljene skupaj s primeri sredstev in metod, ki se pri tem uporabljajo.

Organizem se na vadbo odzove s fiziološkimi, nevrološkimi in metaboličnimi spremembami. Ne glede na predstavljena modela klasifikacije intenzivnosti vadbe, se najpomembnejši fiziološki učinki vadbe kažejo tako preko centralnih sprememb (na nivoju srca), kot tudi perifernih sprememb (na nivoju skeletnih mišic). Če za izhodišče vzamemo klasifikacijo petih con, lahko govorimo o spodaj opisanih značilnostih in bioloških učinkih različno intenzivne aktivnosti oz. vadbe.

Cona 1 (nizka intenzivnost)

Zanjo je značilen počasen tek, katerega glavni energijski vir so aerobni procesi v počasnih mišičnih vlaknih (TIP I), ki kot gorivo večinoma uporabljajo glicerol, glukozo in proste maščobne kisline, medtem ko se endogeni gorivi, glikogen in maščobe v mišicah, uporabljata različno intenzivno. Intenzivnejšo porabo maščob in manj intenzivno porabo glikogena omogočajo velika razpoložljivost molekularnega kisika, zalog maščob v maščevju in glikogena v jetrih ter tudi hiter celični transport. Ustvarja se okolje, kjer so maščobe bolj ekonomično gorivo kot ogljikovi hidrati, na kar vpliva tudi primerna koncentracija kateholaminov in insulina. Za to območje je značilno ohranjanje stacionarnega stanja vseh fizioloških kazalcev. Koncentracija laktata v mišicah in krvi ostaja na ravni vrednosti v mirovanju, v primeru dolgotrajnejšega napora, pa se le-ta lahko tudi zniža. (Ušaj, 1990).

Cona 2 (nizka do srednja intenzivnost)

V tem območju že prihaja do izrazitejših sprememb v delovanju organizma, ki nastopijo z višjo hitrostjo teka. Zaradi zavestnega povečanja napora se živčni dražljaji iz motoričnih centrov proti mišicam prožijo bolj pogosto. Vedno več je aktiviranih počasnih vlaken, povečevati pa se začne tudi stopnja aktiviranja hitrih vlaken, najprej tistih z nižjim pragom aktivacije in nato še tistih z višjim pragom. Prihaja do povečane aktivnosti aerobnih energijskih procesov v počasnih vlaknih (PV), ki porabijo več molekularnega kisika, zato se tudi zmanjša njegova razpoložljivost v mišičnih celicah. Kot posledici se tvori mlečna kislina, spremeni pa se tudi prevladujoča vrsta goriva za energijske procese, ko endogeni OH (glikogen) prevlada proti eksogenima glukozi in maščobam. Povečana intenzivnost aerobnih procesov se pojavi tako v PV kot tudi v hitrih oksidacijskih vlaknih (TIP IIA), kar povečuje hitrost teh procesov, predvsem njihovega uvodnega dela ter tudi glikolize in glikogenolize. To sproži sproščanje anorganskega fosfata (Pa) v mišične celice in kateholaminov v kri, kar pospešuje glikogenolizo in posledično povečuje tvorbo mlečne kisline, ki disocira na laktatne (LA^-) in vodikove (H^+) ione. Prihaja do povečevanja njihovih koncentracij v krvi, kar vodi do sprememb v pH vrednosti krvi, povečanja ventilacije pljuč in minutnega volumna izdihanega zraka. Intenzivnost obremenitve, pri kateri prihaja do omenjenih sprememb, se nahaja v območju med 50 in 70 % Vo_{2max} (Ušaj, 1990).

Učinki vadbe pri omenjeni intenzivnosti so krepitev oz. povečevanje funkcij mišičnih vlaken tipa I, oksidativne sposobnosti počasnih mišičnih vlaken, gostote kapilarne mreže, vsebnosti aerobnih encimov, energijskih zalog v mišicah in nižje frekvence srca (FS) v mirovanju (Škof, 2007). Za obe ravni intenzivnosti (cono 1 in 2) je značilna uporaba neprekinjene metode razvoja vzdržljivosti poznane tudi kot LSD⁴ metode.

Cona 3 (srednja intenzivnost)

Z dodatnim povečevanjem hitrosti teka se postopno vključujejo tudi preostala hitra vlakna (TIP IIA). Zaradi večje aktivnosti teh vlaken kot tudi intenzivnejše glikolize v aktivnih vlaknih se povečuje prispevek anaerobnih energijskih procesov. Povečano kopičenje anorganskega fosfata (cepljenje vezi ATP) in povečana koncentracija kateholaminov v krvi močno vplivata na še izrazitejšo glikogenolizo v mišici. Razpoložljivost kisika je nizka,

⁴ Ang. Long Slow Distance

glikogena pa dobra, zato ta postaja prevladujoče gorivo, glukoza in maščobe pa se uporabljajo vse manj.

Značilnost obremenitve pri srednji intenzivnosti je stacionarno stanje vrednosti LA^- glede na trajanje napora. V začetku takšne aktivnosti je opazno pomanjkanje kisika, ki je posledica nezadostnega pretoka krvi skozi mišice in pomeni večjo aktivnost anaerobnih laktatnih energijskih procesov, ko se koncentracija LA^- v mišici in krvi začne kopičiti v večji meri. Skladno z intenzivnostjo napora se sčasoma vzpostavi ustrezen pretok krvi za zadovoljevanje potreb po kisiku v mišicah, kar pripelje tudi do ravnovesja v porabi in tvorbi LA^- (Ušaj, 1990).

Kot sredstvi razvoja na nivoju intenzivnosti cone 3 oziroma srednje intenzivnosti se poleg neprekinjene metode uporablja tudi aerobna intervalna metoda, zato govorimo o aerobno-anaerobnem tipu vadbe, ki povzroča krepitev oziroma povečanje funkcij mišičnih vlaken tipa I in IIa, povečanje utripnega volumna srca, krvne plazme in oksidativne funkcije mišic (Škof, 2007).

Prve tri cone se odvijajo okrog nivoja laktatnega pragu, ko je telo še sposobno vzdrževati stacionarno stanje. Dolgotrajna aktivnost še vedno lahko poteka, ko pa intenzivnost vadbe postane visoko in najbolj intenzivna, v coni 4 in 5, pa govorimo o vadbi na in nad anaerobnim pragom, ki se ne more več nadaljevati v enaki meri kot prej (Škof, 2007).

Cona 4 (srednja do visoka intenzivnost)

Predstavlja jo najvišja hitrost teka, pri kateri lahko že opazimo stacionarno stanje laktata v krvi, kot je že opisano v delu: Cona 3. Tudi tukaj gre podobno kot pri prehodu iz nizke v srednjo intenzivnost za postopne spremembe, ki so opazne predvsem v nezmožnosti ohranjanja tako stacionarnega stanja laktata v krvi, kot tudi acido-baznega ravnovesja. Po koncu aktivnosti s takšno intenzivnostjo je opazno izrazito povečanje koncentracije laktata v krvi in metabolične acidoze (Ušaj, 1990).

V tej coni govorimo o anaerobno-aerobnem tipu vadbe, kjer se kot glavni sredstvi razvoja uporabljata aerobna in anaerobna intervalna metoda, ki povzročata krepitev oz. povečevanje mišičnih vlaken tipa I, IIa in IIb, srčnega dela, uravnavanja krvnega obtoka in puferskih sposobnosti organizma (Škof, 2007).

Cona 5 (visoka intenzivnost)

Spodnja meja teka z visoko intenzivnostjo je najvišje stacionarno stanje laktata v krvi in še uspešno kompenziranje metabolične acidoze. V tem območju intenzivnosti prihaja do povečane aktivnosti anaerobnih laktatnih procesov v organizmu. To je območje, ki je zelo blizu največje porabe kisika. Kljub temu, da se hitrost teka ne spreminja, pa se s trajanjem teka povečujeta tako ventilacija pljuč, kot tudi metabolična acidoza v krvi. Obema se pripisuje velik vpliv na pojav utrujenosti (Ušaj, 1990). To območje definira anaerobni ali glikolitični tip vadbe vzdržljivosti, kjer se kot glavno sredstvo razvoja uporablja anaerobna intervalna metoda, ki vpliva na krepitev oz. povečevanje glikolitičnih procesov, mišične aktivacije in puferskih kapacitet organizma (Škof, 2007).

1.3 SPREMLJANJE VZDRŽLJIVOSTNE VADBE

Nadzor je nepogrešljiv del vsakega procesa vzdržljivostne vadbe. Za njegovo uspešno izvedbo je potrebno vseskozi spremljati vadbeni program in pogoje za njegovo izvajanje, kvantitativno in kvalitativno analizirati opravljeno delo, ugotoviti kakšne spremembe v stanju športnika je vadba povzročila in spoznanja o učinkovitosti vadbe uporabiti kot izhodišča za prihodnje delo (Škof, Ušaj in Ušeničnik, 1996).

Natančen nadzor celotnega vadbenega procesa omogoča ugotavljanje vadbenih učinkov, pomaga pri motivaciji športnikov in nudi povratne informacije tako športniku kot trenerju ter omogoča boljše samozavedanje športnikov o pomenu njihove vadbe. Potreben je tudi zaradi ugotavljanja ustreznega nivoja razvitih sposobnosti, primernih za udeležbo na tekmovanjih, ugotavljanja nivoja zmogljivosti med morebitno rehabilitacijo po poškodbah, lažjega načrtovanja prihodnje vadbe, odkrivanja morebitnih pomanjkljivosti v sposobnostih in ugotavljanja primernosti dolžine počitka po vadbi (Lin in Chang, 2008).

Nadzor vadbe največkrat poteka na treh glavnih ravneh. Prvo raven predstavlja nadzor vadbenega procesa, ki ga sestavljajo izdelava načrta vadbe, beleženje, urejanje in zapisovanje podatkov v model opravljene vadbe. Drugo raven predstavlja nadzor sprememb športnikovih sposobnosti in lastnosti, ki ga dosežemo z uporabo diagnostike oz. z različnimi testiranjem, tretjo, zadnjo raven nadzora, pa predstavlja nadzorovanje okolja, v katerem se proces vadbe odvija (Ušaj, 1996).

1.3.1 Obremenitev in napor

Tuja strokovna literatura opisuje vadbeni napor kot notranji ali zunanji. O notranjem vadbenem naporu govorimo, kadar izvira iz športnikovih notranjih značilnosti, kot je npr. FSU ali individualno zaznavanje napora (Halson, 2014a). Na drugi strani je zunanji napor, katerega termin lahko enačimo s terminom vadbena obremenitev. Natančno definirana, predstavlja opravljeno delo športnika in je neodvisna od športnikovih notranjih značilnosti (Wallace, Slattery in Coutts, 2009). V osnovi pojem obremenitev predstavlja športno dejavnost, ki je opredeljena z vadbenimi tipi ali s fizikalnimi enotami. Odvisna je od količine (pretečene ali prekolesarjene razdalje, trajanja aktivnosti, števila ponovitev idr.) in intenzivnosti vadbe (hitrost gibanja), od zunanjih pogojev okolja (teren, temperatura, smer in hitrost vetra, % vlažnosti zraka, ipd.) ter tudi od stopnje miselne zahtevnosti vadbe (Škof, 2007). Stalno prilagajanje vadbene obremenitve ali zunanjega napora (trajanja, količine in intenzivnosti) je zato ključnega pomena za nenehno izboljševanje športnikovih zmogljivosti. Vsaka obremenitev za telo športnika predstavlja določen napor, ki pomeni odziv posameznih funkcionalnih sistemov na vadbeni dražljaj. Za vadbeni proces je pomembno ugotavljanje stopnje napora, ki ga omogoča spremljanje objektivnih (odzivov nekaterih fizioloških in biokemičnih procesov) in subjektivnih (občutkov posameznika) kriterijev. Za vadbo vzdržljivosti je pomemben osebni pristop, zato je objektivno vrednotenje napora najpomembnejše (Škof, 2007).

Objektivni kriteriji so v primerjavi s subjektivnimi zanesljivejši, a so nekateri povezani z dragimi in zapletenimi postopki (npr. laboratorijski testi). Vadbeni napor ovrednotimo na podlagi spremljanja vadbe in s sistematičnim zbiranjem različnih parametrov. Tako se najpogosteje uporablja merjenje frekvence srčnega utripa (FSU), maksimalne porabe kisika (VO₂max), vsebnosti laktata v krvi, pH vrednosti, sečnine v krvi, amonijaka, hormonske slike idr. Na drugi strani stopnjo napora določamo tudi s subjektivnimi kriteriji, ki so zelo primerni pri začetnikih in med katere sodijo frekvenca dihanja, zmožnost pogovora med aktivnostjo, rdečica, mimika obraza (Škof, 2007).

1.3.2 Metode ugotavljanja napora in obremenitve

Ugotavljanje (ocena in zaznavanje) napora je možno izvajati z mnogimi različnimi metodami, zato so v nadaljevanju predstavljene glavne metode ugotavljanja vadbene

obremenitve in nato še notranjega napora, podrobneje pa izpostavljene tiste, ki so uporabne pri razvoju vzdržljivosti.

Merjenje izhodne moči (»power output«), hitrosti in pospeškov

Predvsem v kolesarstvu je to zelo pogosta metoda. Gre za zbiranje podatkov s pomočjo posebnih naprav, ki omogočajo neprekinjeno meritev opravljenega dela (izhodne moči). Analiza pridobljenih podatkov služi za pridobivanje informacij o parametrih, ki vključujejo povprečno moč, normalizirano moč, hitrost in pospeške. Kolesarsko moč lahko nato pretvorimo v nek skupen rezultat, ki nam omogoča vrednotenje vadbe na podlagi intenzivnosti, trajanja in pogostosti (Halson, 2014a).

Časovna analiza gibanja (»time-motion analysis«)

Uporabna je predvsem v moštvenih športnih disciplinah in vključuje uporabo globalnega pozicijskega sistema (GPS) in analize gibalnih vzorcev preko digitalne video tehnologije. Ta metoda običajno vključuje tudi določitev individualnih ti. hitrostnih pragov in nudi praktične in pomembne informacije o vadbenem naporu športnikov, predvsem na tekmi (Lovell in Abt, 2013).

Merjenje živčno-mišičnih struktur

Tudi ta metoda je značilna za moštvene športe, vključuje pa različne skakalne teste (skok z nasprotnim gibanjem, iz polčepa), šprinte ter izokinetično in izoinercijsko dinamometrijo (manj pogosta uporaba). Običajno gre za merjenje parametrov kot so pretečena razdalja, intenzivnost, povprečna moč, največja hitrost in sila, višina skoka, čas leta, kontaktni časi, idr. (Twist in Highton, 2013).

Kadar ugotavljamo napor na podlagi objektivnih kriterijev, pa strokovna literatura največkrat navaja metode, opisane v nadaljevanju.

Uporaba dnevnika vadbe in vprašalnikov

Predstavlja najcenejšo in najpreprostejšo obliko zbiranja podatkov. Gre za subjektivne informacije, zato obstaja možnost manipulacije podatkov, ko športnik preceni ali podceni vadbeni napor in vpiše nerealne podatke. Ne glede na obliko dnevnika pa je pomembno vanj redno vpisovati kar največ relevantnih podatkov. Le tako bo možna natančna kasnejša analiza. Najbolj znani vprašalniki, ki se v praksi uporabljajo, so POMS, REST-Q-sport, DALDA in TQR.

Merjenje srčnega utripa (FSU)

V primerjavi z ostalimi pokazatelji intenzivnosti vadbe je mogoče srčni utrip, ki je osnovni fiziološki kazalnik, zelo enostavno, poceni in kjerkoli izmeriti. Zapestni merilniki oz. monitorji srčnega utripa z EKG natančnostjo so v zadnjih treh desetletjih postali široko uporabljan in glavni vadbeni pripomoček v mnogo različnih športih, še posebej pa v vzdržljivostnih. Naprednejši omogočajo prenos podatkov vadbe, tekmovalnega nastopa ali opravljenega testa v računalniško aplikacijo oz. elektronski dnevnik in omogočajo še mnogo drugih funkcionalnosti.

Merjenje variabilnosti srčnega utripa (HRV⁵)

Z razvojem tehnologije so postali monitorji FSU več funkcijske, zelo izpopolnjene in zmogljive naprave, ki merijo mnoge različne parametre (trajanje, razdalja, hitrost, posredno tudi energijsko porabo, največjo izrabo kisika in druge), med katerimi se vse bolj uveljavlja variabilnost srčnega utripa (HRV). Pomeni variacijo časa med dvema utripoma (R-R) in kaže stanje avtonomnega živčnega sistema v povezavi z odzivi na vadbo. Merjenje HRV med mirovanjem ali po vadbi je pokazatelj negativnih in pozitivnih vadbenih adaptacij (Plews, Laursen, Stanley, Kilding in Bucheit, 2013).

⁵ Ang. Heart rate variability

Stopnja umirjanja FSU po naporu (HRR⁶)

Stopnja, s katero se FSU po prenehanju z aktivnostjo umiri na vrednosti v mirovanju, se v praksi uporablja kot dober pokazatelj vadbenega statusa športnika. Torej, hitreje kot se srčni utrip umirja, boljši je vadbeni status opazovanega športnika. Stopnja umirjanja FSU po naporu je odvisna od delovanja avtonomnega živčnega sistema (AŽS), saj je naraščanje FSU med vadbo kombinacija povečane aktivnosti simpatičnega dela in znižane aktivnosti parasimpatičnega dela AŽS. Pri umirjanju srčnega utripa po vadbi pa gre za ravno obratno aktivnost AŽS, torej večjo aktivnost parasimpatičnega dela in nižjo aktivnost simpatičnega dela. Vrednost HRR se običajno izračuna z od 30 do 120 s dolgimi intervali, najpogosteje pa kot razliko med FSU ob koncu vadbe in FSU 60 s po njenem koncu. Ena od novejših raziskav celo nakazuje možnost, da se ta vrednost izboljšuje z povečanim vadbenim statusom, ostaja nespremenjena pri konstantnem in se poslabša pri nižjem vadbenem statusu športnikov. Izsledki raziskave zato nakazujejo, da se lahko HRR uporablja za spremljanje stanja utrujenosti športnikov (Daanen, Lamberts, Kallen, Jin in Van Meeteren, 2012; Halson, 2014a).

Merjenje koncentracije laktata v krvi ([La⁻]b)

Kot vemo, spremembe vadbene intenzivnosti in njenega trajanja vplivajo na koncentracijo krvnega laktata. Kljub temu ima uporaba te metode v praksi določene omejitve v smislu razlik med športniki in znotraj posameznega športnika, saj je koncentracija krvnega laktata odvisna tudi od temperature okolja, stanja hidracije, diete, glikogenskih zalog, vpliva predhodnih vadb in deleža v aktivnost vključene mišične mase (Borresen in Lambert, 2008).

Indeks napora ali vadbeni impulz (TRIMP)

V osnovi gre pri TRIMP-u⁷ za metodo, s katero vadbeno količino in njeno intenzivnost izrazimo kot eno kvantificirano enoto vadbene obremenitve. Metod za določanje TRIMP-a je kar nekaj. Prvi izraz TRIMP omenja Banister (1991), ki je predstavil metodo, s katero je vadbeno obremenitev izračunal po enačbi: $TRIMP = \text{čas vadbe (min)} \times \Delta FSU \times y$. Pri tem je povprečno vrednost ΔFSU določil po metodi rezerve srčnega utripa, torej kot razliko med

⁶ Ang. Heart rate recovery

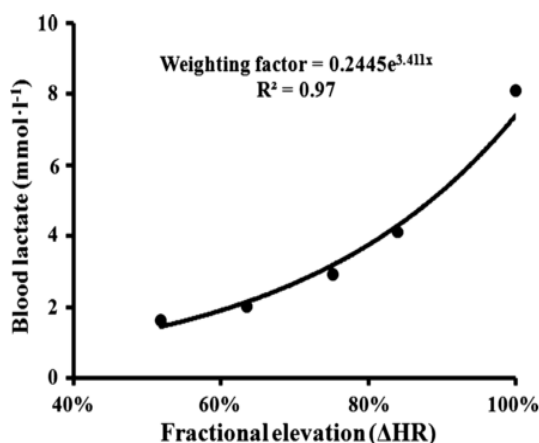
⁷ Ang. Training impulse

FSU_{max} in FSU v mirovanju. Faktor y predstavlja težnostni faktor, katerega podlaga so spremembe vrednosti laktata in srčnega utripa ter je izračunan po enačbi: $y = 0,64e^{1,92 \times \Delta\text{FSU}}$ (Roos, Taube, Brandt, Heyer in Wyss, 2013).

TRIMP po metodi Edwards (1993) predvideva uporabo akumuliranega časa v petih bolj ali manj poljubno določenih pred-definiranih conah intenzivnosti, in sicer glede na največji srčni utrip (50-100 % v korakih po 10 %), trajanje posamezne cone pa se pomnoži s težnostnim faktorjem od 1 do 5 (primer: čas v coni 1 \times 1 = obremenitev po TRIMP-u, izražena v točkah).

Lucía je s sodelavci (2003) predstavil model, ki upošteva novejši pristop s tremi conami srčnega utripa v območju med ugotovljenima ventilacijskima pragovoma (laktatni in prag respiratorne kompenzacije). Cona 1 tako predstavlja območje pod LP, cona 2 območje med obema pragovoma in cona 3 območje nad drugim pragom (RC). TRIMP po tej metodi se izračuna podobno kot po metodi Edwards, le da so težnostni faktorji, s katerimi se pomnoži trajanje posamezne cone, le trije (primer: čas v coni 1 \times 1 = št. točk – TRIMP-ov v coni 1).

Model ti. individualiziranega TRIMP-a (TRIMP_i), je predstavil Manzi s sodelavci (2009). Model, ki je bil razvit posebej za tekače na dolge proge, bazira na metodi Banister, le da upošteva individualne odzive na povečevanje vadbene intenzivnosti. V enačbi za izračun TRIMP-a, kot je že predstavljena v razdelku opisa metode Banister, upošteva individualni težnostni faktor (y_i), ki se ga določi vsakemu posamezniku z metodo najboljšega prileganja s pomočjo eksponentnih modelov (Slika 6).



Slika 6. Eksponentni model za določitev težnostnega faktorja (y_i), prikazan kot krivulja med koncentracijo laktata v krvi in delnimi dvigi FSU rekreativnih tekačev na dolge proge (Manzi et al., 2009).

Na tak način se ob vsakem dvigu vadbene intenzivnosti izražene s povprečno vrednostjo srčnega utripa ta individualni faktor poveča eksponentno. To omogoča, da lahko $TRIMP_1$ izračunamo za vsakega posameznika ob katerem koli času kot površino pod krivuljo, ki jo predstavlja psevdo integral vseh točk ΔFSU . Ta metoda odpravlja glavno pomanjkljivost vseh prejšnjih, to je neupoštevanje individualnih razlik v odzivih na povečano intenzivnost aktivnosti (Halson, 2014a; Manzi idr., 2009).

Zaznavanje napora (RPE⁸)

Poleg merjenja FSU je to najpogostejša metoda zaznavanja vadbene napora. Športnik s pomočjo Borgove lestvice (ocene napora od 1 do 10) ocenjuje napornost vadbe, ki jo je opravil, podobno pa lahko oceni tudi počutje po vadbi ali tekmovanju. Ta metoda se najbolje obnese v kombinaciji z ostalimi fiziološkimi parametri, kot sta FSU (metoda merjenja razmerja med FSU in RPE) in koncentracija laktata v krvi (metoda merjenja razmerja med laktatom in RPE) (Halson, 2014a; Roos, Taube, Brandt, Heyer in Wyss, 2013). Izpeljanka te metode je metoda, kjer športnikovo oceno percepcije napora pomnožimo s trajanjem vadbene enote ($TRIMP_{RPE}$) (Foster, 1998).

Spremljanje vzorcev in dolžine spanja

Pomanjkanje spanca ali njegove motnje lahko zelo vplivajo na zmogljivost, motivacijo, zaznavanje napora in ostale biološke funkcije vsakega športnika (Halson, 2014b), zato je njegovo spremljanje sestavni element vsakega dobrega vadbene dnevnika športnika. Vzorce spanja pa lahko beležimo tudi z uporabo aktigrafije, metode, ki uporablja zapestne merilnike, ki delujejo na principu merjenja časa in pospeškov (Halson, 2014a).

Merjenje psihomotorične hitrosti

Utrujeni športniki pogosto kažejo znake pomanjkanja koncentracije in nekatere druge kognitivne motnje (Nederhof, Lemmink, Visscher, Meeusen in Mulder, 2006). Psihomotorična hitrost je parameter, ki se ob povečanem kognitivnem naporu, povzročenem

⁸ Ang. Rating of Perceived Exertion

z vadbo, lahko poslabša. Nekatere raziskave nakazujejo, da bi lahko na njeni podlagi ugotavljali ne le stanje utrujenosti, temveč tudi vadbeni napor. Izmerimo jo z ugotavljanjem reakcijskega časa in izvajanjem hitrih nalog obdelave vizualnih informacij (Halson, 2014a).

Funkcionalna in biološka diagnostika

Že omenjena diagnostika je tudi pri tekaški vzdržljivostni vadbi ključen element nadzora. Diagnostika vzdržljivosti oz. energijskih kapacitet predstavlja niz postopkov, s katerimi ugotavljamo raven razvitih sposobnosti. Testiranja izvajamo v različnih obdobjih procesa vadbe in tako ugotavljamo začetno stanje, ki služi kot izhodišče za načrtovanje vadbe, vmesna stanja, potrebna za kontrolo procesa, in tudi končno stanje po opravljeni vadbi, ki je potrebno za oceno učinka vadbe. V praksi se uporablja veliko različnih testov, ki se izvajajo v kontroliranih pogojih v laboratorijih ali na terenu, oboji pa imajo svoje pomanjkljivosti in prednosti. Tako obstajajo standardizirani laboratorijski testi, ki so dražji a natančnejši, in ti. terenski testi, katerih prednost je večja dostopnost in lažja izvedba, njihova natančnost pa je lahko zelo različna, ker se ne izvajajo v standardiziranih pogojih. Za oceno funkcionalnih sposobnosti se tako ne glede na energijski vir in mesto izvajanja uporabljajo enakomerni, stopnjevani, neprekinjeni in prekinjeni testi. Vrsta uporabljenega testa je odvisna od značilnosti športne discipline (število testirancev, finančne zmožnosti, nivo sposobnosti, usposobljenost trenerskega kadra, idr.) (Vučetić, 2009).

Aerobne kapacitete ali aerobno vzdržljivost ocenjujemo s testi za oceno največje izrabe kisika (VO_{2max}), aerobnega in anaerobnega praga ter ekonomičnosti energijskih sistemov (npr. VO_2). Njihovo izvedbo omogoča uporaba sodobnih merilnih naprav (spirometer »breath by breath«, različni ergometri in monitorji srčne frekvence), ki merijo različne ventilacijske, metabolične in ergometrijske parametre ter frekvenco srca med aktivnostjo. Najpogostejši laboratorijski stopnjevani testi so spiro-ergo testi na tekoči preprogi ter spiro-ergo testi na veslaškem in kolesarskem ergometru. Na terenu se največkrat uporabljajo stopnjevani testi, kot sta Conconijev test in test na zvočni signal, najbolj znani neprekinjeni terenski testi pa so Cooperjev test, veslanje na 2 in 8 km, plavanje na 2 in 3 km, idr. Zanje je značilno, da si vsak testiranec sam določa tempo opravljanja testa, skladno s svojimi trenutnimi sposobnostmi. Pri prekinjenih terenskih testih se najpogosteje omenjajo razni plavalški (npr. 7×200 m) in tekaški testi (npr. 7×800 m), značilno zanje pa je, da nekateri omogočajo tudi uporabo prenosnih spiroergometrijskih sistemov za merjenje VO_2 , kot je Cosmed K4, ki se zelo pogosto uporabljajo v laboratorijskih testih (Vučetić, 2009).

Na drugi strani se anaerobne kapacitete ocenjujejo s testi, pri katerih gre za maksimalna naprezanja. Najbolj znani neprekinjeni laboratorijski testi so Wingate test-WANT, skoki na platformi (ERGO JUMP), vztrajanje v anaerobni coni v obremenilnem testu na tekoči preprogi, veslanje na veslaškem ergometru na 250 in 500 m, čas teka na tekoči preprogi pri VO₂max pri testu T-lim, idr. Anaerobne kapacitete pa se lahko ocenjujejo tudi s pomočjo terenskih testov. Najpogostejši so intervalni sprint test (RAST), veslaški ali kajakaški test na 250 in 500 m, tekaški testi na 300, 400 ali 800 m, plavalški test na 200 m, idr. (povzeto po Vučetić, 2009).

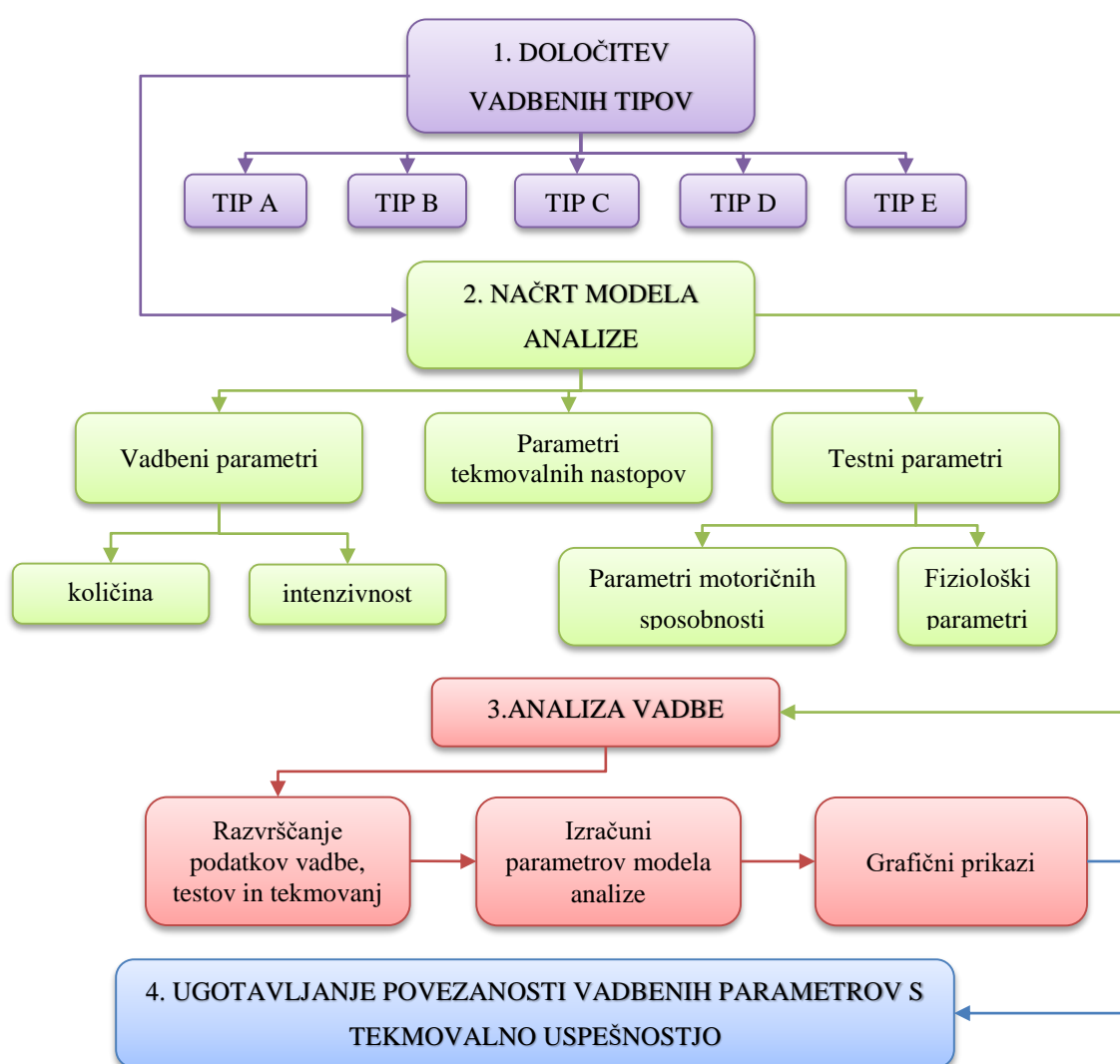
Poleg funkcionalne diagnostike so lahko v sistem vadbe vgrajeni tudi testi za spremljanje hormonskega stanja, ki zagotavljajo informacije o fizioloških učinkih vadbe in z njo povzročene stres. Tako npr. Lin in Chang (2008) omenjata vpliv hormonskega stanja, predvsem razmerja med testosteronom in kortizolom, na stanje ravnovesja v telesu. Testosteron je namreč pokazatelj anabolne faze, saj stimulira glikogenske zaloge in sintezo mišičnih beljakovin, kortizol na drugi strani pa je katabolni indikator, ki sodeluje pri glikogenolizi. Njuno razmerje po intenzivni in ekstenzivni vzdržljivostni vadbi se znižuje, kar lahko nakazuje nezadosten počitek in stanje pretreniranosti (Lin in Chang, 2008).

1.4 ANALIZA VADBENEGA PROCESA

Oceno uspešnosti vzdržljivostne vadbe se opravi po končanem vadbenem procesu, ko primerjamo zastavljene cilje z dejanskimi učinki vadbe ter vadbene količine iz načrta z dejansko opravljenimi. Predpogoj za analizo vsake vadbe so tako jasno določeni cilji, natančno izdelan načrt in dobro opravljen nadzor vadbe in športnikovih sposobnosti. Le tako bodo lahko pridobljene informacije služile kot dobra osnova za prihodnje delo (povzeto po Ušaj, 1996).

Kljub natančnemu načrtu vadbe se v vadbenem procesu vedno pojavijo kakšne pomanjkljivosti, ki so lahko rezultat napak v načrtovanju ali pa so splet okoliščin, v katerih se je vadbeni proces odvijal. Spremembe v poteku vadbe moramo zaznati in jih upoštevati. Rezultati analiz morajo tako omogočati natančen vpogled v učinke opravljene vadbe. Vedeti moramo, ali smo z uporabljenimi sredstvi in metodami uspešno pripeljali športnika do željenih ciljev.

Osnova vsake vzdržljivostne vadbe je razvoj aerobne vzdržljivosti, ki zaradi svoje kompleksnosti zahteva različna sredstva razvoja. Ta se razlikujejo po različnih učinkih na organizem, katere dosežemo z različno intenzivno vadbo v področju različnega fiziološkega napora. Vsak dober model analize vadbe zato vključuje določitev različnih vadbenih tipov, v katerih je jasno predviden cilj, vrsta napora, energijski vir in sredstvo, s katerim bomo ta cilj poskušali doseči. Vsebuje lahko tudi ostale parametre (npr. srčni utrip, vrednost laktata itd.), s katerimi definiramo lastnosti posamezne vrste (tipa) vadbe. Primer takšnega modela je prikazan na Sliki 7 in je rezultat praktičnih izkušenj pri delu s tekači na srednje proge (Škof idr., 1996)



Slika 7. Shema modela analize vadbe na primeru tekov na srednje proge (prirejeno po Škof idr., 1996).

Izvedba analize vadbe je odvisna od parametrov, ki jih med vadbo spremljamo. Najpogosteje sta pri vzdržljivostni vadbi to količina in intenzivnost vadbe. Poleg vadbenih spremenljivk

pa se v modelih analiz vadbe pogosto pojavljajo še nekateri drugi parametri, ki jih pridobimo z različnimi testi (, biokemični, fiziološki, motorične sposobnosti, idr.), odvisno pač od vrste športne discipline. Tako zbrane podatke je potrebno smiselno urediti, običajno v obliki zbirnih tabel, v katerih so zbrani vsi podatki o vadbi. Tabela je osnova različnih grafičnih prikazov, ki sledijo in služijo primerjavi med različnimi spreminjajočimi se vrednostmi. Na tak način lahko izluščimo povezave med vadbenimi parametri in dejavniki tekmovalne uspešnosti.

Ni nenavadno, da se je toliko raziskav v preteklosti ukvarjalo ravno z iskanjem povezanosti različnih con vadbe z uspehom ali drugih parametrov vadbe z uspešnostjo. Skupna vsem je temeljita analiza zbranih parametrov vadbe. V nadaljevanju je predstavljenih nekaj raziskav, ki so na podlagi temeljite analize ugotovljale učinke vadbe na različne parametre.

Ena takšnih je raziskava, ki so jo izvedli Esteve-Lanao, Foster, Seiler in Lucia, (2007). Ugotavljali so učinke distribucije različnih vadbenih intenzivnosti na zmogljivosti dobro pripravljenih tekačev na dolge proge. Primerjali so vpliv dveh, po intenzivnosti različnih vadbenih programov na tekaško zmogljivost dvanajstih zelo dobrih tekačev. Območja vadbene intenzivnosti so jim določili na podlagi laboratorijsko ugotovljenih ventilacijskega praga (VT 1) in praga respiratorne kompenzacije (RCT- VT2), ki sta omogočala spremljanje vadbe s pomočjo merjenja FSU. Tako so definirali cono 1 (nizka intenzivnost; < VT1), cono 2 (zmerna intenzivnost; med VT1 in RCT; MLSS⁹) in cono 3 (visoka intenzivnost; > RCT). Glavna ugotovitev analize opravljene vadbe je bila, da je pet mesecev trajajoči vadbeni program, ki je vključeval večinoma nizko intenzivno vadbo (cona 1), povzročil občutno večje izboljšanje tekaške zmogljivosti (čas teka), kot program, ki je vključeval v največji meri vadbo z zmerno intenzivnostjo (cona 2), medtem ko je bil delež cone 3 pri obeh enak.

Podobno je primerjal učinke dveh po intenzivnosti različnih vadbenih programov na aerobno moč in sestavo telesa tudi Hottenrott s sodelavci (2012). V raziskavi, ki so jo opravili, je ena skupina rekreativnih tekačev in tekačic med konci tedna izvedla dve neprekinjeni nizko intenzivni tekaški vadbi, ki sta skupaj trajali 2 h 30 min. Čas vadbe druge skupine je bil enak, a razdeljen med 4 visoko-intenzivne (HIT¹⁰) vadbe (30 min) in dodaten neprekinjen nizko-intenziven tek (30 min). Analiza zbranih podatkov, ki so vključevali laboratorijsko izmerjene vrednosti VO₂max, sestavo telesa in rezultat teka na 21 km, je med drugimi pokazala razlike

⁹ Ang. MLSS-Maximal Lactate Steady State

¹⁰ Ang. HIT-High Intensity Training

v vrednosti VO₂max, ki se je občutneje izboljšala pri skupini, ki je vadila z višjo intenzivnostjo.

Študija Seilerja in Kjerlanda (2006) se je ukvarjala z vrednotenjem dnevne porazdelitve vadbene intenzivnosti vrhunskih vzdržljivostnih športnikov. Primerjali so rezultate treh različnih metod vrednotenja vadbene intenzivnosti. Športnikom so laboratorijsko določili vrednosti FSU in VO₂, ki sovpadajo z ventilacijskima pragovoma (VT1 in VT2) ter z vrednostjo parametrov VO₂max in FSUmax. Na podlagi VT1 in VT2 so določili tri cone intenzivnosti vadbe, ki so jo spremljali s pomočjo beleženja FSU in zaznavanjem napora posamezne VE (RPE). Poleg tega so tekačem na 60-ih VE izmerili tudi vrednost krvnega laktata. Analiza rezultatov je pokazala, da je bila vadbena intenzivnost, ne glede na to, ali je bila uporabljena metoda na osnovi analize FSU, RPE ali laktata, pri vseh zelo podobna skozi celoten vadbeni proces. Ugotovili so vse bolj pogosto omenjeno polariziranost vadbene vzorca, saj so tekači 75 % vadbe opravili pod laktatnim pragom, od 15 do 20 % vadbe nad drugim ventilacijskim pragom, in le od 5 do 10 % vadbe v območju laktatnega praga.

Za zaključek velja omeniti še raziskavo, kjer so Enoksen, Tjelta in Tjelta (2011) analizirali vadbene količino in porazdelitev vadbene intenzivnosti treh najboljših maratonk in maratoncev Norveške oziroma ene tekačice in dveh tekačev na dolge proge. Analizirali so njihove dnevne vadbe in ocenili vadbene intenzivnosti na podlagi zabeleženih vadbene količin (km/teden). Rezultati raziskave so pokazali, da je kombinacija vadbe z visoko količino (intenzivnosti med 62 in 82 % FSUmax) in vadbe tik pod oz. na anaerobnem pragu, pozitivno vplivala na razvoj tekaške zmogljivosti šestih vrhunskih vzdržljivostnih športnikov.

Kot je razbrati iz predstavljenih izsledkov raziskav, so smiselni zaključki analiz kot končni rezultat podlaga, na kateri lahko ocenimo učinke nekega vadbene procesa in jih uporabimo za prihodnje delo. Povzamemo lahko, da je analiza vadbe zelo trden temelj tako športne teorije kot tudi prakse in je zato kot taka nepogrešljiv del slehernega vadbene procesa.

1.5 PROBLEM, CILJ IN HIPOTEZA

Za proces nadzora, analize in kasnejšega načrtovanja vadbe vzdržljivosti pri vzdržljivostnih športnikih je potreben natančen sistem zbiranja, obdelovanja in vrednotenja glavnih parametrov (obsega, intenzivnosti, zahtevnosti vadbe).

Cilj diplomskega dela je prikazati spremljanja objektivnih parametrov kratkotrajne vzdržljivostne vadbe in na osnovi pridobljenih podatkov vadbe (spremljanja količine in intenzivnosti vzdržljivostne vadbe) oblikovati model natančne analize tako posamezne vadbene enote kot kratkotrajnih in dolgotrajnejših (celoletnih) vadbenih procesov vzdržljivostnih športnikov. Na osnovi analize opravljene vadbe bi želeli ugotoviti tudi dejavnike, ki vplivajo na tekmovalno uspešnost.

Iz cilja sledi izpeljana naslednja ničelna hipoteza:

- H01: S prikazanim modelom spremljanja in analize je moč ugotoviti vpliv posameznih vadbenih parametrov na tekmovalno uspešnost in s tem pomembno izhodišče za učinkovitejše načrtovanje in izvajanje vadbenega procesa v vzdržljivostnih športih.

2 PRIKAZ ANALIZE VADBENEGA PROGRAMA

Študija vadbenega programa je bila izvedena v obdobju zadnjih dveh mesecev intenzivnih priprav za udeležbo na tekmovalni tekaški preizkušnji, ki je potekala v okviru 13. Ljubljanskega maratona v letu 2008 (10 in 21 km).

2.1 VZOREC PREISKOVANK

V vzorec je bilo vključenih devet rekreativnih tekačic z najmanj tremi leti tekaških izkušenj. V vzorec so bile vključene na osnovi predhodno opravljenega testa tekaške pripravljenosti – Cooperjevega testa (rezultat pod 11 minut) in opravljene štiri mesečne bazične tekaške vadbe (3 vadbene enote tedensko). Osnovne značilnosti preiskovank so zbrane v Tabeli 4.

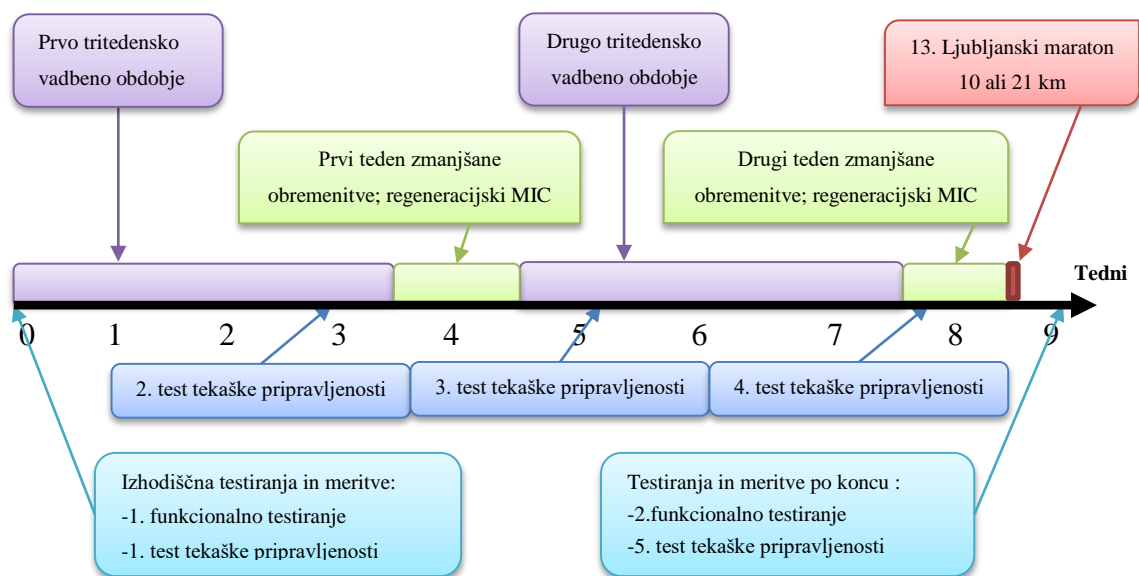
Tabela 4. Osnovne izhodiščne značilnosti preiskovank (povprečna vrednost \pm SD).

Preiskovanke	starost (let)	telesna teža (kg)	telesna višina (cm)	indeks telesne mase (BMI)	čas teka 2400 m (s)	VO2max (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)
A.I.	31	54,3	161,4	20,8	569	56,1
C.A.	34	56,6	175,1	18,5	619	49,9
D.M.	39	53,7	172	18,2	642	45,3
E.I.	37	54,2	165,2	19,9	595	49,8
E.J.	28	63,7	176	20,6	615	47,7
F.M.	25	73,6	174	24,3	625	42,0
P.N.	41	56,9	162	21,7	595	49,4
S.Š.	32	66,7	169	20,8	650	43,4
U.P.	37	62,6	177,7	19,8	642	40,1

2.2 PROTOKOL VADBENEGA PROGRAMA

Vadbeni program je potekal osem tednov (Tabela 5). V času vadbenega programa smo izvedli tudi pet testnih tekov (Cooperjev test na atletski stezi; 2400 m) za oceno tekaške pripravljenosti med vadbenim programom, ki so ga preiskovanke opravile prvič pred začetkom, nato na vsakih 14 dni med vadbenim programom in zadnjič teden dni po njegovem zaključku. Izvedli smo tudi dve funkcionalni testiranji, in sicer pred začetkom vadbenega programa in po njegovem koncu, preiskovanke pa so v 8. tednu nastopile tudi na Ljubljanskem maratonu (10 ali 21 km). Ker so nastopile na dveh različnih razdaljah, smo za potrebe analize njihove dosežene čase pretvorili v točke po točkovnih tablicah mednarodne atletske zveze (IAAF), ki so namenjene primerjavi rezultatov tekem, doseženih v različnih

atletskih disciplinah (Spiriev, 2014). Na tak način smo njihov rezultat postavili na isti imenovalec in tako omogočili primerjavo med rezultati na 10 in 21 km, s katero smo poskušali poiskati povezanost tekmovalnega nastopa z drugimi spremljanimi parametri. Protokol celotnega programa je prikazan v Sliki 8.



Slika 8. Časovnica poteka spremljanja vadbenega programa s testiranjem.

2.2.1 Vadbeni načrt

Pred pričetkom intenzivnega 8-tedenskega vadbenega programa so preiskovanke v pripravljalnem vadbenem obdobju (od aprila do avgusta istega leta) opravile splošno aerobno vadbo, ki je potekala trikrat tedensko v trajanju posamezne vadbe 40-70 min. Pred pričetkom eksperimentalnega programa so opravile še 14-dnevno nizko intenzivno tekaško vadbo, ki je služila kot uvajalno obdobje, v katerem smo preiskovanke seznanili z vsemi postopki in jih spočili za kasnejši intenzivnejši del.

Intenzivnost vadbenega programa smo prilagodili individualnim sposobnostim tekačic na osnovi njihove povprečne vrednosti največje frekvence srčnega utripa (FSU_{max}) in hitrosti teka, ki smo ju izmerili na izhodiščnih testih funkcionalnih in tekaških sposobnosti. Vsaka preiskovanka je prejela vadbeni program s predpisanimi vrednostmi hitrosti teka oziroma ciljnim vrednostmi frekvence srčnega utripa za posamezni vadbeni tip.

TIP A1:

- tekaško ogrevanje pred in iztek po glavnem delu,
- tek v coni 1; nizko intenziven tek (do 70 % FSUmax),
- fiziološka prilagoditev: ekonomičnost teka.

TIP A2:

- daljši neprekinjen tek (12-16 km),
- tek v coni 2; nizko do srednje intenziven tek (70-80 % FSUmax),
- fiziološka prilagoditev: ekonomičnost teka.

TIP A3:

- neprekinjen tek-kros (6-8 km),
- tek v coni 3; srednja intenzivnost (80-87 % FSUmax),
- fiziološka prilagoditev: tempo anaerobnega praga.

TIP B:

- ponavljalni teki dolgi od 1 do 2 km, med katerimi se izvajajo aktivni odmori v razmerju 1:1 (hitri tek : regeneracijski tek),
- tek v coni 4; srednja do visoka intenzivnost (87-93 % FSUmax); hitrost teka pri 85 % vVO₂max),
- fiziološka prilagoditev: tempo anaerobnega praga.

TIP C:

- kratki intervalni teki (30 s hiter tek : 30 s jogging),
- 2 seriji s 15 do 25 ponovitvami, ki se stopnjujejo do treh serij s 15 do 20 ponovitvami; serijski odmor 5 min,
- tek v coni 5; visoka intenzivnost (nad 93 % FSUmax); hitrost teka pri 95 % vVO₂max oz. cca. 95 % v_{2400m} (Billat idr., 2000),
- fiziološka prilagoditev: aerobna kapaciteta.

Vadbeni program, prikazan v Tabeli 5, se je izvajal v času intenzivnih priprav na tekmovalni nastop na 10 ali 21 kilometrov in je bil prilagojen boljše pripravljenim izkušenim tekačicam z večjo tekmovalno usmerjenostjo. Potekal je v dveh sklopih s tremi tedni stopnjevanje vadbene obremenitve (obremenilni) in tednom zmanjšane obremenitve (razbremenilni) z znižano intenzivnostjo in obsegom vadbe (Slika 8). V obremenilnih tednih so bile štiri

tekaške vadbe. Dve sta bili skupinsko vodeni in izvedeni v obliki visoko intenzivne intervalne vadbe (TIP B in C), dve pa v obliki nizko intenzivne neprekinjene obremenitve (TIP A1, A2, A3) in so ju tekačice opravile samostojno. Vmesnih tekmovalnih nastopov nismo načrtovali, a so jih lahko vadeče kljub temu izvedle namesto ene od vadbenih enot ob koncu tedna.

Tabela 5. Razpored vadbenih tipov in obremenitve (število ponovitev, serij, testov tekaške pripravljenosti).

	tip (cona)	1. teden	2. teden	3. teden	4. t.	5. teden	6. teden	7. teden	8. t.
PON	TIP C	KI; 2 S 15 tekov	KI; 2 S 20 tekov	KI, 2 S 25 tekov	R	KI; 3 S 15 tekov	KI; 3 S 18 tekov	Ki; 3 S 20 tekov	R + T
TOR		O				O			
SRE	TIP B	PT, 5x1 km	PT; 6x1 km	PT, 3x2 km		PT; 4x2 km	PT 4x2km	PT; 3x3 km	
ČET		O				O			
PET	TIP A3 ali T	6-8 km	6-8 km	T		T	6-8 km	6-8 km	
SOB	TIP A2	12-18 km	12-18 km	12-18 km		12-18 km	12-18 km	12-18 km	
NED		O				O			

LEGENDA: S - serije, KI - kratki intervali, PT - ponavljalni teki, T - test tekaške pripravljenosti, R - razbremenilni teden (2 × TIP A1 ali TIP A2, 8 do 10 km), ** - tekma, O - odmor

2.2.2 Spremljanje spremenljivk tekaške vadbe

Parametre tekaške vadbe smo spremljali z zapestnimi merilniki srčnega utripa (Polar, model RS800sd, Oulu, Finska) in elektronskim dnevnikom vadbe. Zbrane podatke smo beležili in analizirali s programsko opremo Polar Pro Trainer 5 (Polar electro, Oulu, Finska).

Preiskovankam smo skozi celoten vadbeni proces (na vsaki vadbeni enoti) beležili njihovo frekvenco srčnega utripa, čas vadbe, hitrost teka in pretečeno razdaljo. Merilnik vsake preiskovanke smo kalibrirali na izmerjene parametre izhodiščnega funkcionalnega testiranja (VO₂max, FSU_{max}), skupaj s podatki o njihovi starosti, telesni teži in višini. Po opravljeni vadbi smo zbrane podatke vsak teden prenesli v računalniški program, ki je služil kot dnevnik vadbe in je omogočal natančno obdelavo in analizo opravljene vadbe. Merjenje srčnega utripa smo uporabili za določitev vadbene obremenitve (TRIMP) po metodi Edwards (1993), katere podlaga so območja srčnega utripa, ki smo jih na podlagi vrednosti FSU_{max} določili za vsako preiskovanko posebej in nato čas teka v posamezni coni

pomnožili z ustreznim faktorjem (1-5). V nadaljevanju je prikazan izračun TRIMP točk po posameznih conah:

- Trimp C1 = faktor 1 × čas v CONI 1; ≤ 70 % FSUmax,
- Trimp C2 = faktor 2 × čas v CONI 2; 71-79 % FSUmax,
- Trimp C3 = faktor 3 × čas v CONI 3; 80-87 % FSUmax,
- Trimp C4 = faktor 4 × čas v CONI 4; 88-93 % FSUmax,
- Trimp C5 = faktor 5 × čas v CONI 5; ≥ 93 % FSUmax (Edwards, 1993; Janssen, 2001).

Seštevek točk posameznih con je določal vadbeno obremenitev. Primer takšnega izračuna je prikazan v Tabeli 6.

Tabela 6. Prikaz izračuna indeksa napora za eno izmed tekačic, po tednih za celotno 8-tedensko obdobje (tC-čas vadbe v conah, podan v minutah).

Teden	tC1	tC2	tC3	tC4	tC5	Trimp C1	Trimp C2	Trimp C3	Trimp C4	Trimp C5	Σ
1	26	36	78	70	14	26	72	234	280	70	682
2	6	32	101	85	3	6	64	303	340	15	728
3	21	38	59	117	45	21	76	177	468	225	967
4	6	27	17	33	19	6	54	51	132	95	338
5	23	18	35	158	46	23	36	105	632	230	1026
6	23	39	97	58	8	23	78	291	232	40	664
7	15	49	101	96	21	15	98	303	384	105	905
8	7	53	33	15	0	7	106	99	60	0	272

2.2.3 Merjenje funkcionalnih sposobnosti

Funkcionalne sposobnosti smo izmerili s stopnjevanim obremenilnim testom na tekoči preprogi, s katerim so vse preiskovanke že imele predhodne izkušnje. Meritve so bile opravljene v fiziološkem laboratoriju na Inštitutu za šport Fakultete za šport v Ljubljana, s pomočjo spiroergometrijskega sistema, ki omogoča kontinuirano («on line breath by breath») spremljanje izrabe kisika in plinov izdihanega zraka, ter pripadajoče programske opreme Cosmed K4b² (Rim, Italija), tekoče preproge Technogym (Velika Britanija) in merilnika srčnega utripa (model S810, Polar Electro, Oulu, Finska). Uporabili smo protokol, ki se je začel s spremljanjem ventilacijskih in metaboličnih spremenljivk v mirovanju (1 minuta). Preiskovanka je nato izvedla ogrevanje, ki je vključevalo 3 minute hoje s hitrostjo 5 km·h⁻¹ in nato še 3 minute s hitrostjo 6 km·h⁻¹ pri naklonu 0 %. Sledilo je povečanje naklona na 2 % in začetek teka s hitrostjo 6 km·h⁻¹. Hitrost teka se je nato vsaki 2 minuti povečala za 1 km·h⁻¹. Postopek se je ponavljal do zavestne izčrpanosti preiskovanke. *Končna*

hitrost teka (vKON) je bila določena z zadnjo stopnjo teka (pretečena vsaj polovica ali celotna stopnja – 1 ali 2 min). Za spremljanje regeneracije po naporu so preiskovanke po zaključku teka še 5 minut hodile s hitrostjo $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. *Trajanje testa (T)* in *pretečena razdalja (PR)* sta bili določeni s časom od začetka protokola do konca teka.

V analizi smo uporabili naslednje spremenljivke, ki so bile izmerjene na obeh funkcionalnih testiranjih z obremenilnim testom na tekoči preprogi in so služile oceni aerobnih in anaerobnih energijskih sposobnosti ter kot izhodišče vadbenega protokola:

- PR (m) - pretečena razdalja na funkcionalnem testiranju
- T (s) - trajanje teka na tekoči preprogi,
- vLP ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) - hitrost teka pri laktatnem pragu,
- vRC ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) - hitrost teka v točki respiratorne kompenzacije,
- vVO₂max ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) - hitrost teka pri največji porabi kisika,
- vKON ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) - končna hitrost teka,
- r VO₂max ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) - največja relativna poraba kisika,
- FSU_{LP} (utripov $\cdot\text{min}^{-1}$) - frekvenca srčnega utripa pri laktatnem pragu,
- FSU_{RC} (utripov $\cdot\text{min}^{-1}$) - frekvenca srčnega utripa v točki respiratorne kompenzacije, in
- FSU_{max} (utripov $\cdot\text{min}^{-1}$) - najvišja izmerjena frekvenca srčnega utripa na testu.

Za potrebe lažje predstavitve in analize vadbe smo vse izmerjene spremenljivke podajali v skrajšani obliki: izhodiščno, označeno s PRED ali s številko 1 in končno, označeno s PO ali s številko 2.

3 REZULTATI ANALIZE Z RAZLAGO

3.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI TEKAČIC

Tabela 7. Osnovne značilnosti skupine preiskovank pred začetkom in po koncu programa (povprečna vrednost \pm SD).

parameter	začetek vadbe (PRED)	konec vadbe (PO)	Razlika v % PRED : PO
telesna teža (kg)	60,3 (\pm 6,9)	60 (\pm 7,1); p=0,726	- 0,4 (\pm 3,0)
indeks telesne mase (BMI)	20,5 (\pm 1,8)	20,6 (\pm 2,0); p=0,656	+ 0,5 (\pm 3,2)
r VO ₂ max (mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹)	47,1 (\pm 4,9)	49,7 (\pm 5,7) **	+ 5,5 (\pm 2,4)

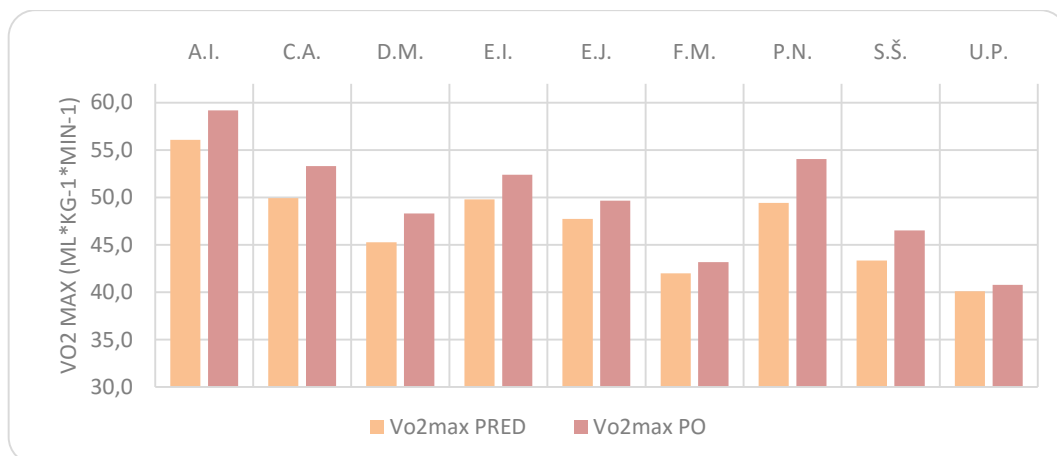
** Statistično značilna sprememba glede na začetno stanje ($p < 0,01$)

Iz Tabele 7 so razvidne spremembe osnovnih značilnosti preiskovank, telesne teže in BMI, ki nista statistično značilni, je pa zato po vadbi prišlo do statistično pomembnega povišanja relativne vrednosti največje porabe kisika ($p < 0,01$), kar je razvidno iz Grafa 1. Preiskovankam oz. vadečim sta se v 8 tednih intenzivne vzdržljivostne vadbe statistično neznačilno znižala tudi delež maščobnega tkiva za 2,3 % (od $18,3 \pm 2,8$ % na $17,8 \pm 2,6$ %) in pusta telesna masa za 0,5 % (od $50,3 \pm 4,8$ kg na $50 \pm 4,5$ kg). Do statistično pomembnih razlik v nekaterih ostalih izmerjenih parametrih, prikazanih v Tabeli 8, je prišlo le v času teka na tekoči preprogi in v frekvenci srčnega utripa pri pragu RC.

Tabela 8. Spremembe spremljanih parametrov med prvim (PRED) in drugim (PO) funkcionalnim testiranjem (povprečna vrednost \pm SD).

parameter	začetek vadbe (PRED)	konec vadbe (PO)	Razlika v % PRED : PO
T (s)	1405 (\pm 101)	1450 (\pm 115) *	+ 3,2 (\pm 4,4)
PR (m)	3417 (\pm 395)	3592 (\pm 454)	5,2 (\pm 7,4)
v LP (km/h)	9,4 (\pm 1,2)	9,9 (\pm 0,8)	5,8 (\pm 6,9)
v RC (km/h)	12,4 (\pm 0,8)	12,8 (\pm 0,8)	3,8 (\pm 0,3)
v KON (km/h)	14,5 (\pm 0,9)	14,7 (\pm 1,0)	1,3 (\pm 3,2)
FSULP (ut/min)	148 (\pm 8)	151 (\pm 7)	1,7 (\pm 3,5)
FSURC (ut/min)	171 (\pm 9)	169 (\pm 7) *	- 1,4 (\pm 1,6)
FSUmax (ut/min)	182 (\pm 7,5)	182 (\pm 7,7)	0,3 (\pm 1,7)

* Statistično značilna sprememba glede na začetno stanje ($p < 0,05$)



Graf 1. Napredek v aerobni moči posameznic pred začetkom (PRED) in po koncu vadbenega programa (PO).

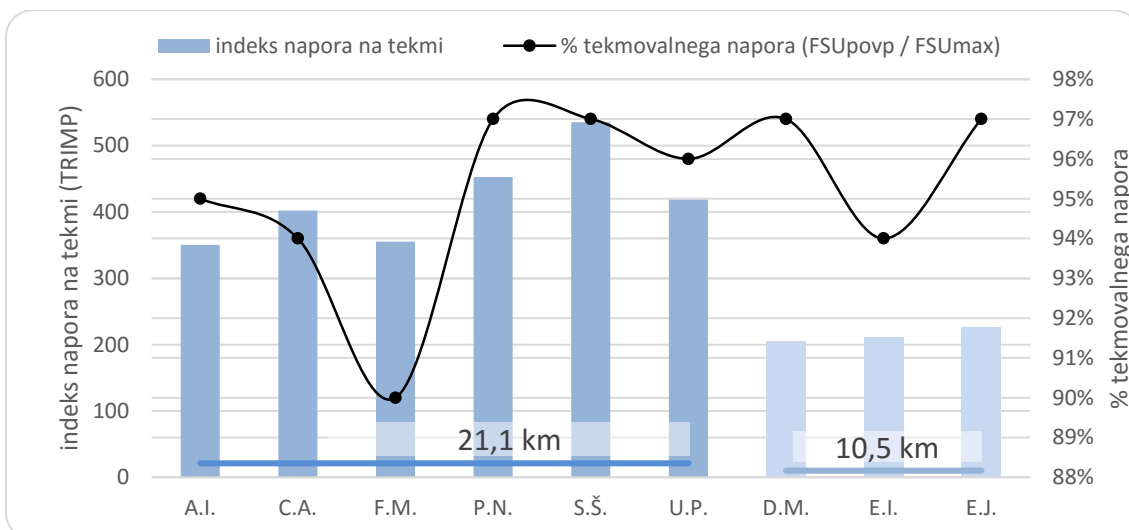
Napredek v aerobni moči, viden na Grafu 1, je bil skladen s cilji vadbenega programa kot tudi z ugotovitvami mnogih raziskav v preteklosti. Te dokazujejo pozitiven učinek visoko intenzivne in neprekinjene vzdržljivostne vadbe, kot tudi njune kombinacije, na parametre aerobnih sposobnosti. Do podobnih zaključkov je prišla tudi že v uvodu omenjena raziskava Hottenrotta s sodelavci (2012), ki nakazuje pozitiven vpliv visoko intenzivne vadbe na relativno vrednost VO2max. Tudi Škof in Milić (2010) sta ugotovila pozitiven vpliv daljše vzdržljivostne vadbe na parametre aerobne sposobnosti enajstih odraslih žensk z nizko telesno pripravljenostjo.

3.2 TEKMOVALNI NASTOP IN TEKAŠKA PRIPRAVLJENOST

Tabela 9. Rezultati tekmovalnega nastopa na 13. Ljubljanskem maratonu leta 2008.

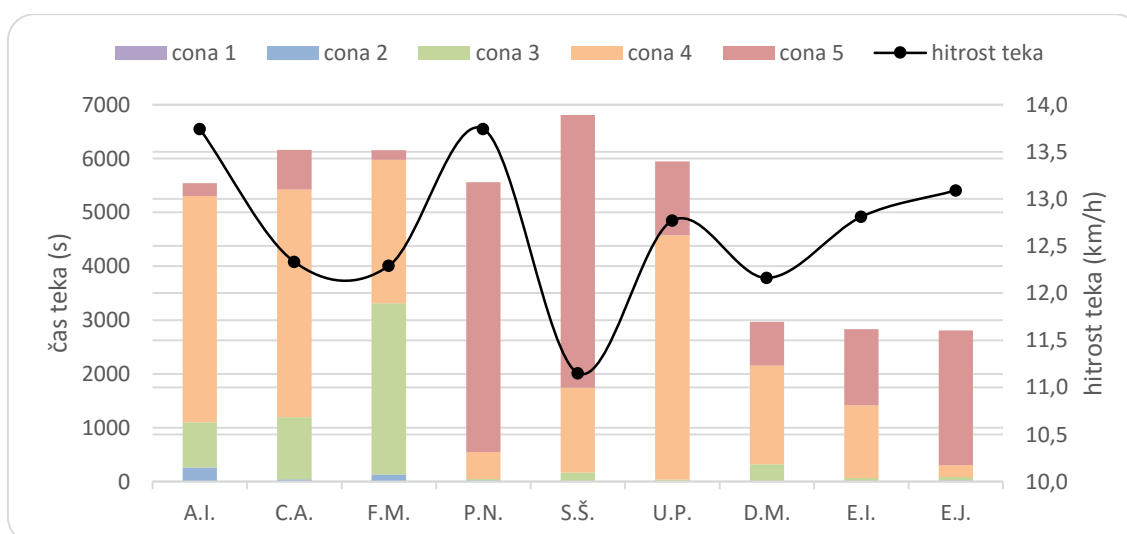
	Čas (hh:mm:ss)	IAAF točke	Tempo (min / km)	Hitrost (km/h)	FSU _{povp} (ut/min)	razdalja (km)
D.M.	00:49:24	411	4:55	12,2	187	10,5
E.I.	00:46:52	496	4:41	12,8	174	10,5
E.J.	00:45:45	536	4:34	13,1	193	10,5
A.I.	01:32:17	672	4:22	13,7	180	21,1
C.A.	01:42:41	493	4:52	12,3	190	21,1
F.M.	01:42:33	496	4:52	12,3	192	21,1
P.N.	01:32:17	672	4:22	13,7	170	21,1
S.Š.	01:53:26	335	5:21	11,2	182	21,1
U.P.	01:39:04	552	4:41	12,8	189	21,1

V Tabeli 9 so vidni rezultati tekmovalnega nastopa, na katerega so se vadeče pripravljale s spremljanim in analiziranim vadbenim programom. Pri tem velja omeniti, da so vse izboljšale svoj najboljši osebni čas na pretečeni razdalji.



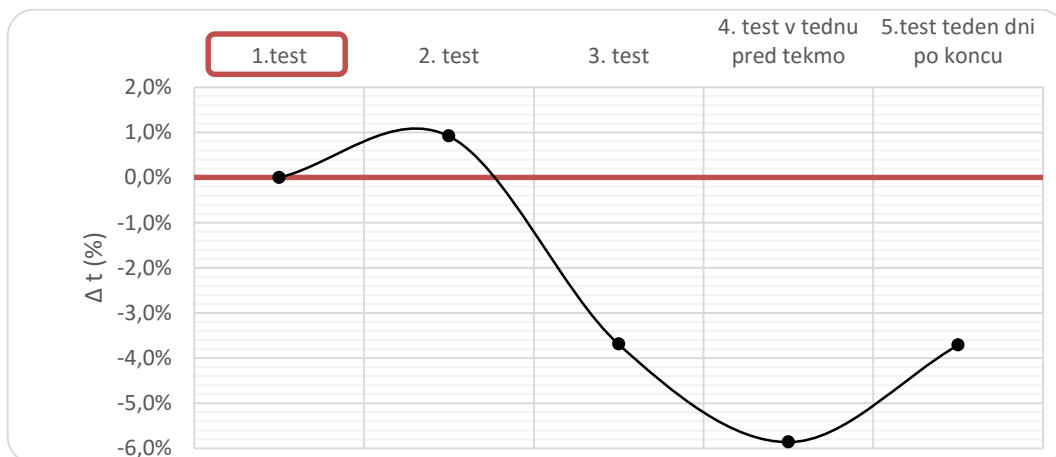
Graf 2. Indeks napora (Σ točk v 5 conah napora) na glavnem tekmovalnem nastopu, ki so ga preiskovanke odtele v dveh tekmovalnih razdaljah (21,1 in 10,5 km).

Napor na tekmi je na Grafu 2 prikazan kot vsota točk indeksa po TRIMP-u in kot krivulja deleža napora na tekmi, ki je rezultat razmerja med povprečnim srčnim utripom in njegovo najvišjo vrednostjo. Skupaj s prikazom na spodnjem Grafu 3 je opaziti, da je med tekačicami, ki so odtele mali maraton, največji napor premagovala tista vadeča, ki je med vsemi tekla najpočasneje, medtem ko je tekačica z najhitrejšim časom premagovala najmanjši napor. Pri pol krajši razdalji je opaziti ravno nasproten trend. Med tremi tekačicami, ki so opravile s to razdaljo, je bila najhitrejša tista, katere vrednost indeksa napora izkazuje najvišjo vrednost, in najpočasnejša tista z najnižjo vrednostjo indeksa. Gledano z vidika povprečnega napora na tekmi pa je rezultat veliko bolj enakomerno razporejen. Z izjemo ene tekačice, ki je odtekla tekmo na 90 %, so vse ostale tekmo odtele v območju med 94 in 97 %.

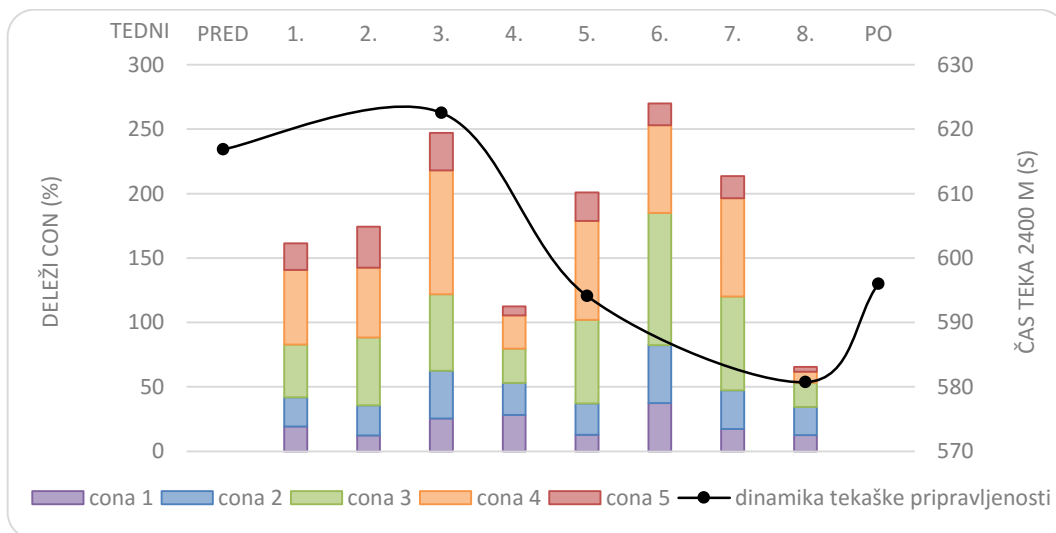


Graf 3. Intenzivnost tekmovalnega nastopa s povprečno hitrostjo teka v km/h.

Časovna razporeditev intenzivnosti tekmovalnega nastopa (Graf 3) kaže precej različno stanje. Pričakovano je intenzivnost pri vseh na visokem nivoju (cona 4 in cona 5), pri dveh tekačicah na 21 km in pri eni na krajši razdalji pa je vidna prevladujoča cona 5 skozi večji del teka. Razlogi za tako različne odzive posameznic na tekmovalno obremenitev izvirajo iz vseh že omenjenih dejavnikov, ki vplivajo na vzdržljivost, in potrjujejo, da je potrebno vsakega posameznika ali posameznico obravnavati individualno, kar lahko dosežemo tudi s postavitvijo con napora glede na intenzivnost teka pri LP in točki RC.



Graf 4. Dinamika tekaške pripravljenosti.



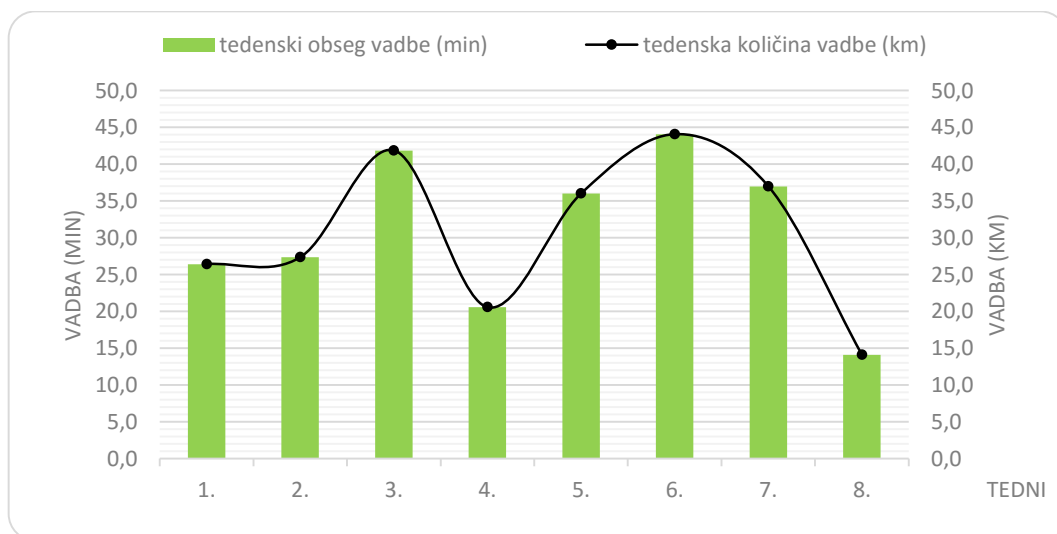
Graf 5. Dinamika obremenjevanja po tednih glede na 5-conski razpored intenzivnosti vadbe v povezavi z dinamiko rezultatov tekaške pripravljenosti. PRED - teden pred začetkom in PO - teden po zaključku programa.

Kot je razvidno iz Grafa 4 je bila najvišja tekaška pripravljenost ugotovljena na 4. testu oz. v 8. tednu (Graf 5), tik pred tekmovalno preizkušnjo, za katero so se vadeče pripravljale. Na drugem testu tekaške pripravljenosti so bili rezultati pričakovano slabši, saj so v tednu njegovega opravljanja preiskovanke ravno zaključevale obremenilni cikel in je zato na

rezultat testa zagotovo vplivala tudi nakopičena utrujenost. Že na naslednjem testu se je trend pripravljenosti pomaknil navzgor. Iz ugotovljenega je moč sklepati, da je razbremenilni MIC dosegel svoj namen, saj so tekačice ravno v obdobju tik za (v začetku 4. tedna) ali ravno med tednoma zmanjšane obremenitve dosegale najboljše čase oz. so bile takrat najboljše pripravljene. Raven pripravljenosti, ugotovljena po koncu programa, se je nato zaradi fizične kot verjetno tudi psihične utrujenosti in upadanja motivacije razumljivo začela ponovno zniževati, a je bila še vedno nad ravnjo pred začetkom programa.

3.3 OPRAVLJENA VADBA

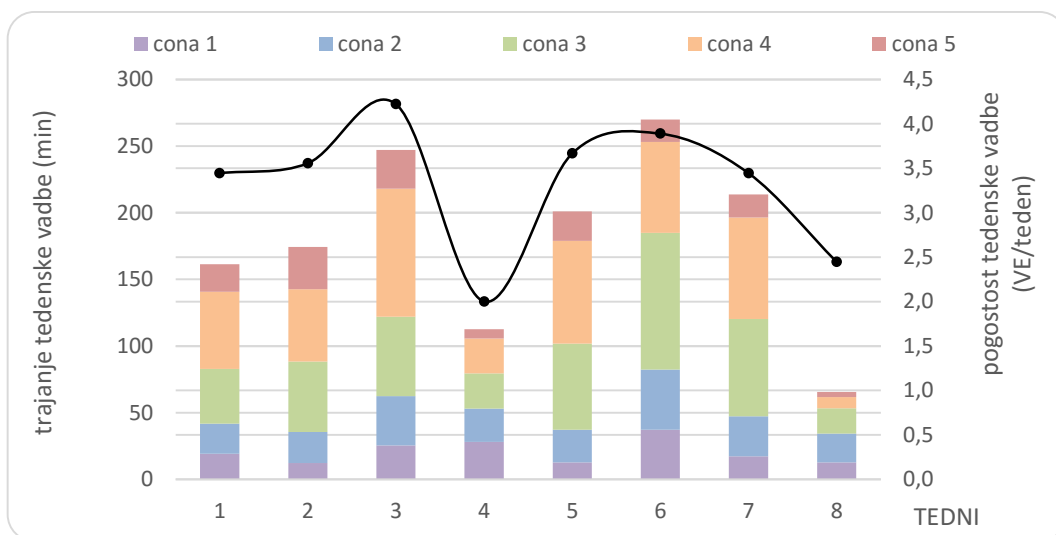
V osmih tednih so preiskovanke v povprečju opravile 26,6 tekaških vadb oz. 3,4 vadbe na teden. V povprečju je pretečena razdalja v celotnem obsegu znašala 247,4 km, medtem ko so vadeče tedensko pretekle po 30,9 km. Skupna realizacija vadbe skupine (število opravljenih treningov glede na načrtovane) je bila 91 %, vadeča skupina pa je v osmih tednih opravila povprečno 23 ur in 56 minut tekaške vadbe oziroma 3 ure na teden.



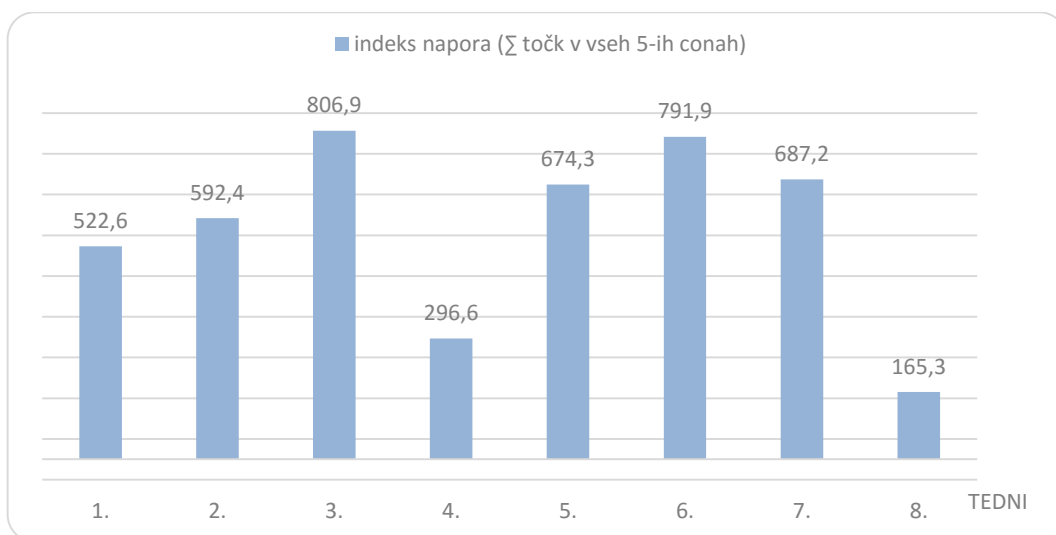
Graf 6. Dinamika obremenjevanja skupine, prikazana po tednih.

Tedenski obseg vadbe (pretečena razdalja in trajanje) je prikazan v Grafu 6, iz katerega je razvidna dinamika obremenjevanja v vzorcu 3:1 (3 MIC stopnjevanje obremenitve : 1 MIC občutno zmanjšanje obremenitve). V drugem tednu sta bila povprečno trajanje in količina vadbe na podobnem nivoju kot v prvem tednu, kar je bila posledica manjšega obsega in pogostosti vadbe dveh vadečih.

Na Grafih 7 in 8 je še nazorneje vidna dinamika opravljene vadbe. Stopnjevanju obremenitve v 1., 2. in 3. tednu je sledil razbremenilni mikrocikel, nato pa se je cikel stopnjevanja obremenitve in razbremenilnega MIC ponovil v tednih od 5 do 8. V 7. tednu je zaradi slabše realizacije vadbe vseh preiskovank vidno rahlo odstopanje od načrtovanega povečanja obremenitve. Namesto dviga je opazen rahel padec v obsegu vadbe, ko so skoraj vse preiskovanke, z izjemo dveh, opravile eno VE manj od načrtovanih štirih.



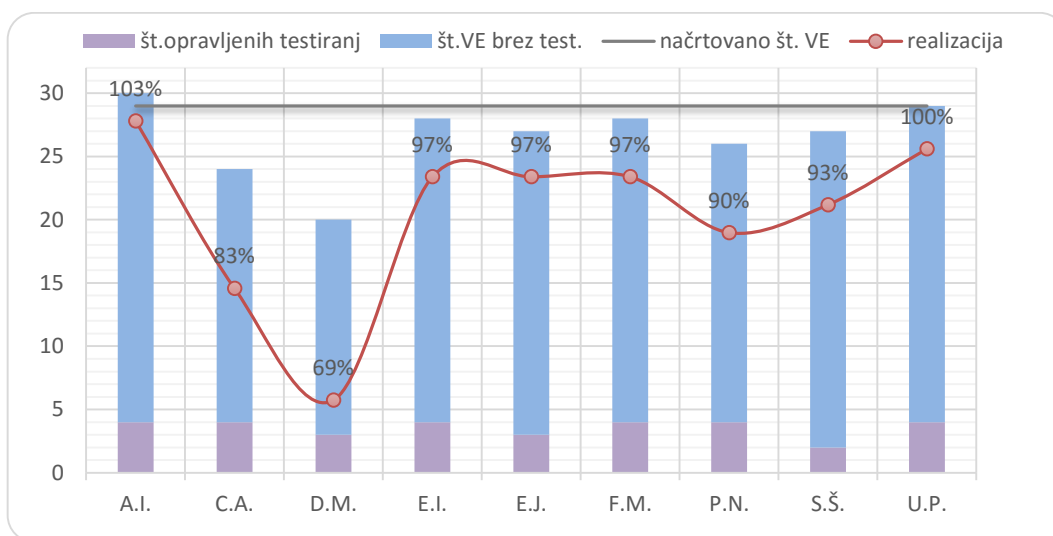
Graf 7. Čas vadbe po conah s številom opravljenih VE na teden (povprečna vrednost skupine).



Graf 8. Povprečni tedenski Indeks napora izračunan po metodi Edwards(1993). Tekmovalni nastop ob koncu programa ni upoštevan.

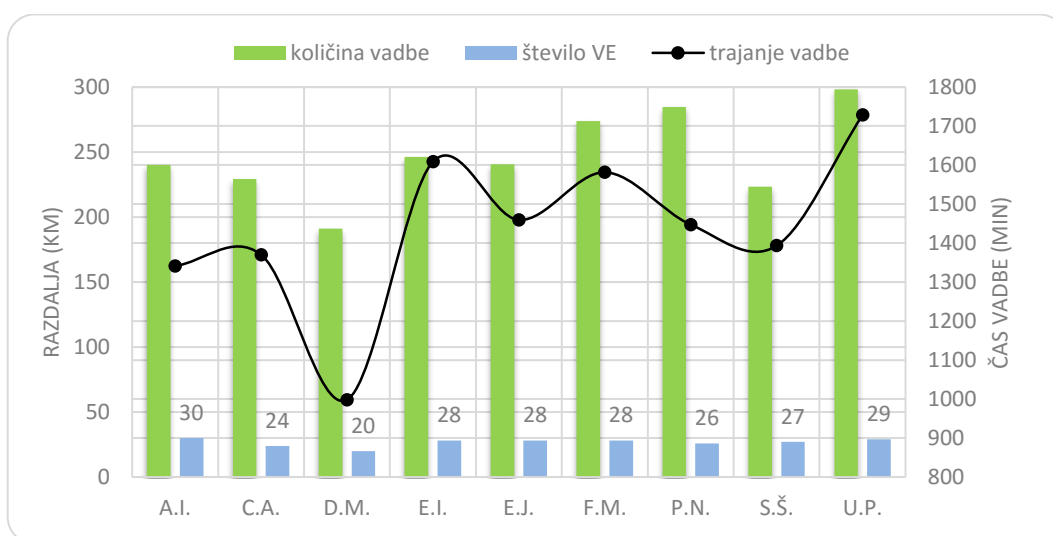
Opravljena vadba po posameznikah je prikazana v Grafih 9 in 10, iz katerih sta razvidna njihova realizacija načrtovane vadbe, kot tudi obseg (količina s trajanjem in številom VE).

Vidno izstopata dve preiskovanki, ki sta v primerjavi z ostalimi zaradi bolezni ali drugih obveznosti, opravili nekoliko manj vadbenih enot.



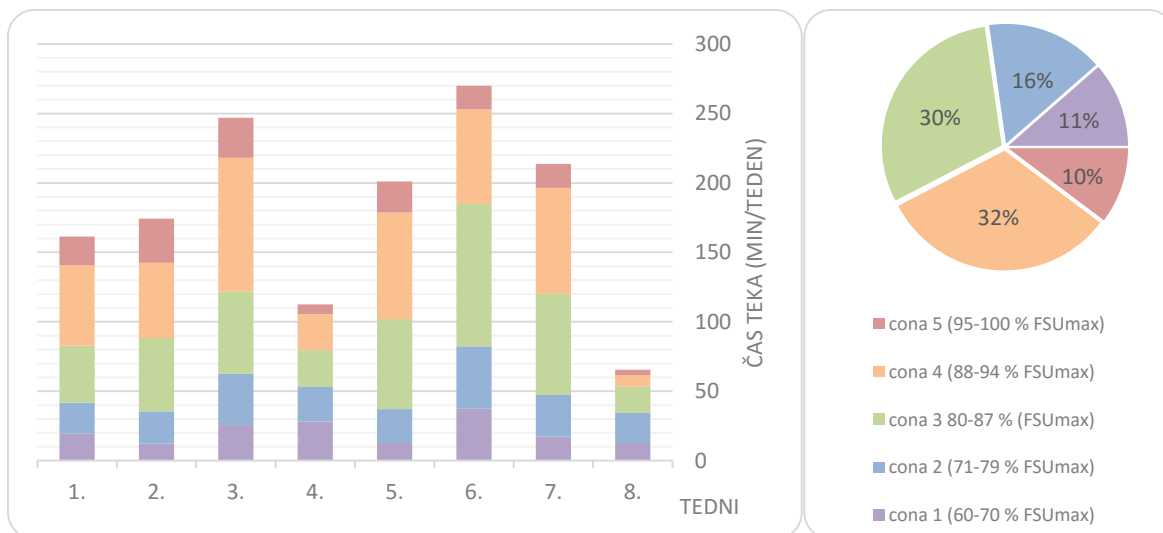
Graf 9. Realizacija vadbe po posameznikih. Tekmovalni nastop ob koncu programa ni upoštevan.

Gledano generalno na nivoju skupine, je bilo v času preverjanja tekaške pripravljenosti število tedensko opravljenih VE v veliki meri skladno z načrtovanim, saj je bilo v tednih stopnjevanja le malo pod nivojem načrtovanih štirih oz. treh VE, medtem ko se je v obeh tednih razbremenitve ohranilo na nivoju načrtovanih dveh VE. Izstopa le že omenjeni padec realizacije vadbe 7. tednu. V opravljeno vadbo smo kljub njihovi poglavitni vlogi vključili tudi preverjanja tekaške pripravljenosti, saj so kljub manjšemu obsegu glede na svojo intenzivnost ravno tako v določeni meri pripomogli k večjemu vadbenemu učinku.



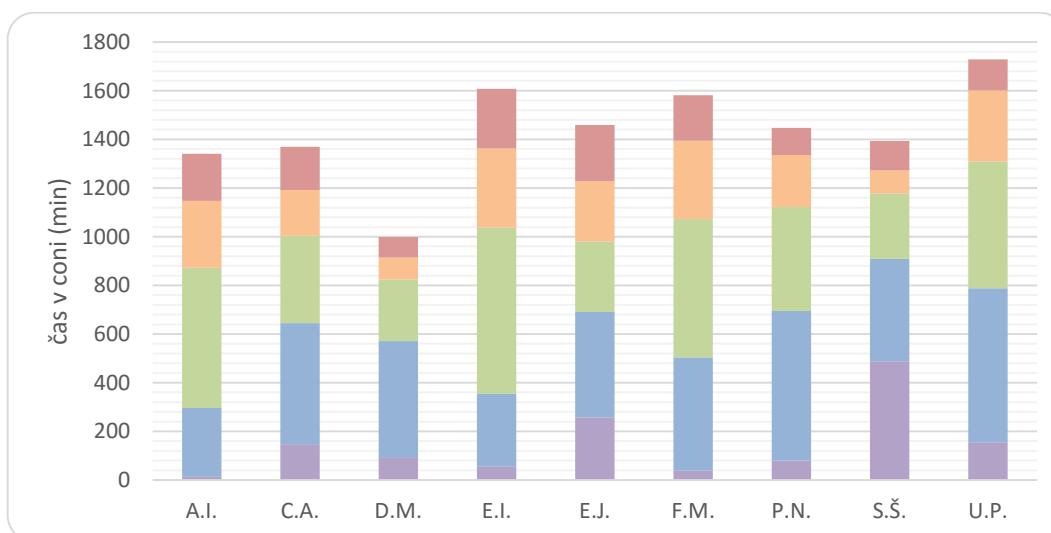
Graf 10. Skupna količina (pretečena razdalja v km), število vseh vadbenih enot po posameznikih brez tekmovalnega nastopa.

Iz Grafa 11 je razvidno, da je bilo gledano z vidika cele skupine največ tekaške vadbe opravljeno v conah 3 in 4, in sicer kar preko 60 %. Glede na število VE, ki so jih vadeče opravile na teden, in glede na to, da sta bili kar dve od štirih vadb visoko intenzivni, to ni presenetljivo.



Graf 11. Tedenska časovna razporeditev intenzivnosti (po modelu petih con) in povprečni deleži intenzivnosti vadbe celotne skupine (na desni).

Tudi na Grafu 12, kjer je razvidna skupna časovna razporeditev vadbene intenzivnosti glede na 5 con po posamezni vadeči, je kljub občutnim individualnim razlikam viden podoben trend intenzivnosti vadbe kot na nivoju povprečja skupine.



Graf 12. Razporeditev intenzivnosti vadbe po petih conah za posamezno preiskovanko.

Kot je bilo že v uvodu omenjeno je to znova potrditev, da model bolj ali manj poljubno izbranih petih con ne temelji na trdnih fizioloških kazalcih. To še dodatno govori v prid

kritikom tega modela, ki mu očitajo neupoštevanje individualnih razlik v razmerju med srčnim utripom in vrednostjo laktata v krvi, kot tudi tega, da se vrednosti laktata v maksimalnem stacionarnem stanju razlikujejo pri aktivnostih, kjer je vključeno več ali manj mišične mase (veslanje, plavanje, tek idr. vzdržljivostni športi) (Beneke idr., 2001; Beneke in Von Duvillard, 1996; S. Seiler, 2010).

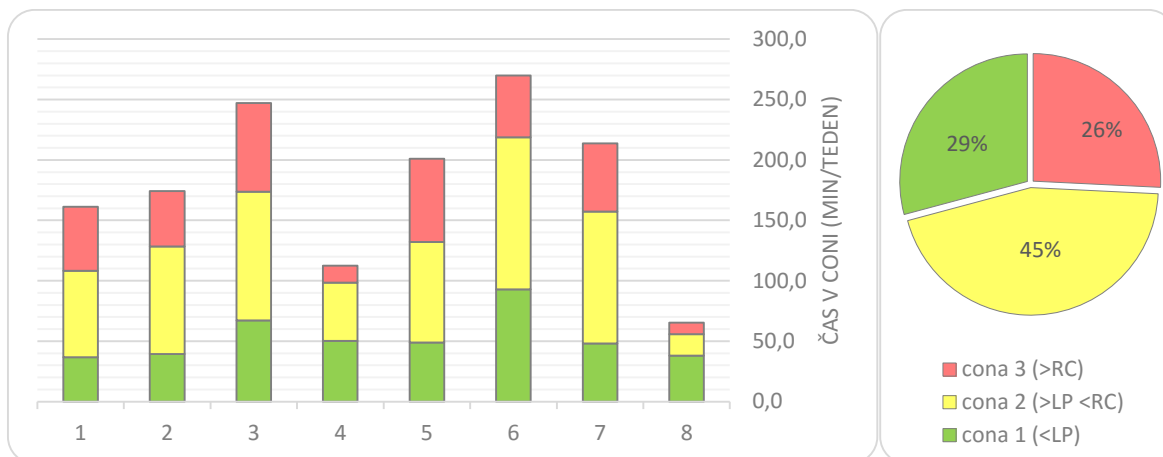
Mnoge novejšje raziskave porazdelitve intenzivnosti vzdržljivostne vadbe ugotavljajo, da se vadba vzdržljivostnih športnikov, predvsem vrhunskih, odvija v ti. polariziranem vzorcu. Njegova osnova sta fiziološka kazalca (ventilacijska pragova), izmerjena na obremenilnem testu na tekoči preprogi. Laktatni prag (LP) kot prvi ventilacijski prag in prag respiratorne kompenzacije (RC) kot drugi, sta meji, ki določata ti. 3-conski model porazdelitve vadbene intenzivnosti.

Esteve - Lanao idr. (2005) so v svoji raziskavi, kjer so analizirali intenzivnost, trajanje in pogostost vadbene obremenitve ugotovili, da so zelo dobro pripravljene tekači na dolge proge večino vadbe opravili z nizko intenzivnostjo v con 1 (okrog 70 %) in z visoko intenzivnostjo v con 3 (okrog 20 %) in le manjši del v con 2 (do 10 %).

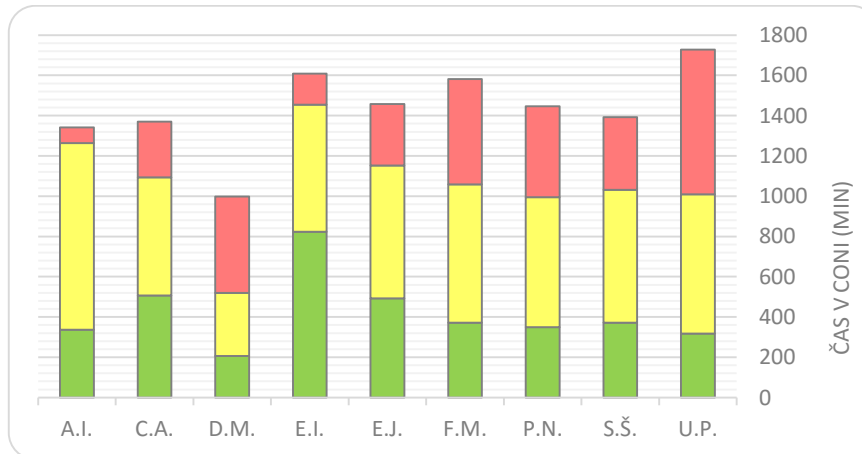
Muñoz idr. (2014) so podobno, le da na vzorcu rekreativcev, ugotavljali učinek različnih razporeditev vadbene intenzivnosti rekreativnih tekačev na njihovo tekmovalno uspešnost v teku na 10 km. 30 rekreativnih tekačev je bilo razdeljenih v dve skupini, ki sta šest mesecev vadili različno intenzivno – ena s poudarkom na nizko intenzivni vadbi po polariziranem vzorcu vadbe (kombinacija nizko in visoko intenzivne vadbe), druga pa s poudarkom na zmerni do visoki intenzivnosti (vadba med obema pragovoma LP in RC). Vadbo obeh skupin so ovrednotili s kumulativno časov, porabljenih v treh že omenjenih conah: cona 1 (< LP), cona 2 (LP - RC) in cona 3 (>RC). Učinek vadbe so ugotavljali z nastopom tekačev na tekmi dolgi 10 km in ugotovili, da so ne glede na vrsto vadbe, vsi izboljšali čas teka, a so tisti, ki so vadili po polariziranem vzorcu, napredovali v večji meri. Avtorji so zato raziskavo zaključili z ugotovitvijo, da polarizirana vadba tudi pri rekreativnih tekačih povzroča večje vadbene učinke kot vadba z zmerno do visoko intenzivnostjo.

V skladu s priporočili omenjene raziskave smo zato tudi vadbo spremljane skupine vadečih tekačic pretvorili iz modela petih con v model s tremi conami. Pri pretvorbi smo upoštevali na izhodiščnem funkcionalnem testiranju izmerjene vrednosti srčnega utripa pri LP in RC. Tako je bila na nivoju skupine ugotovljena povprečna vrednost FSU ob doseženem LP pri približno 83 % FSU_{max} in ob doseženem pragu RC pri približno 93 % FSU_{max}.

Časovni raspored vadbe, prikazan s tremi conami, lahko vidimo na Grafih 13 in 14, iz katerih je jasno vidna razporeditev, ki je izven priporočenih okvirov polariziranega vzorca vadbe. Izrazito velik delež zmerne do visoko intenzivne vadbe (cona 2 in cona 3) in precej manjši delež nizko intenzivne vadbe, ni presenetljiv



Graf 13. Tedenska časovna razporeditev intenzivnosti (po modelu treh con; na levi) in povprečni deleži intenzivnosti vadbe preračunane na tri cone (povprečje celotne skupine; na desni). Povprečne vrednosti intenzivnosti, izražene v % FSUmax: za cono 1 (LP) do 83 % FSUmax, za cono 2 (LP-RC) od 83 do 93 % FSUmax in za cono 3(RC) nad 93 % FSUmax.



Graf 14. Trajanje vadbe s skupno razporeditvijo intenzivnosti vadbe po treh conah za posamezno preiskovanko.

Ob upoštevanju načrta vadbe, ki je predpisoval povsem drugačen režim s precej intenzivnejšo vadbo, ki je vključevala intervalni metodi in majhno število tedensko opravljenih VE (3 do 4), tekačice niso mogle doseči priporočenega razmerja polarizirane vadbe.

3.4 POVEZANOST PARAMETROV VADBE IN TEKMOVALNE USPEŠNOSTI

Ker je cilj vsake analize opravljene vadbe tudi ugotavljanje vzrokov uspeha oziroma neuspeha – učinkov vadbe, smo poleg prikaza rezultatov opravljene vadbe želeli ugotoviti tudi medsebojno povezanost spremljanih oz. izmerjenih parametrov ter njihovo povezanost s stopnjo pripravljenosti in s tekmovalno uspešnostjo. V ta namen smo uporabili korelacijsko in regresijsko analizo modela vadbe. Mero povezanosti smo iskali z izračunom Pearsonovega koeficienta korelacije (r) z dvosmernim testiranjem statistične značilnosti koeficienta (p). Za pojasnitev kateri dejavniki (vadbeni parametri) so ključni za tekmovalno uspešnost na tekmi, je bila opravljena linearna regresijska analiza po metodi Enter. (Ambrožič in Leskošek, 2000).

REZULTATI KORELACIJSKE ANALIZE

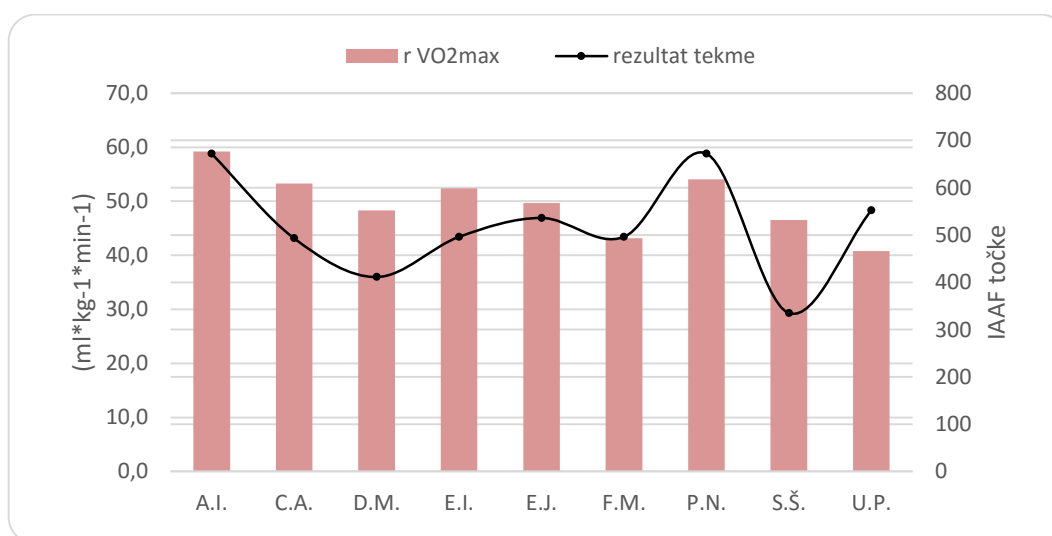
Korelacijska analiza glavnih dejavnikov je v nadaljevanju prikazana v obliki grafov in korelacijske matrike (Tabela 10), iz katerih so razvidni Pearsonovi koeficienti korelacij in faktorji statistične pomembnosti.

Pričakovali smo, da bo osem tednov trajajoča vzdržljivostna vadba devetih rekreativnih tekačic poleg jasno vidnega napredka v spremljanih parametrih povzročila statistično značilne spremembe ($p < 0,05$). Pri predstavitvi rezultatov smo se osredotočili le na povezave tekmovanja (rezultat v točkah) s pomembnejšimi parametri funkcionalnega testiranja (čas, razdalja teka, hitrosti pri LP, RC, končna hitrost in relativna VO₂max), z rezultati vseh tekaških preverjanj (čas teka) in glavnimi parametri vadbe (količina, časovna razporeditev intenzivnosti).

Tabela 10. Korelacijska matrika povezanosti nekaterih glavnih spremljanih parametrov ($n=8$, $n=9$).

** p < 0,01 * P < 0,05	tekma	T2	PR2	vLP2	vRC2	vKON2	VO2max2	tCooper1	tCooper2	tCooper3	tCooper4	tCooper5	Triimp5C1	Triimp5C2	Triimp5C3	Triimp5C4	Triimp5C5	t5C1	t5C2	t5C3	t5C4	t5C5	Triimp3C1	Triimp3C2	Triimp3C3	t3C1	t3C2	t3C3
tekma	1																											
T2	,893**	1																										
PR2	,896**	,999**	1																									
vLP2	,910**	,772*	,766*	1																								
vRC2	,925**	,838**	,849**	,853**	1																							
vKON2	,845**	,871**	,874**	,847**	,867**	1																						
Vo2max2	,510	,510	,532	,480	,706*	,628	1																					
tCooper1	-,791*	-,851**	-,868**	-,640	-,862**	-,802**	-,833**	1																				
tCooper2	-,798**	-,778*	-,792*	-0,639	-,724*	-,739*	-,474	,826**	1																			
tCooper3	-,800*	-,847**	-,837**	-0,598	-,706	-,648	-0,667	,873**	,829*	1																		
tCooper4	-,599	-,750*	-,746*	-,533	-,587	-,621	-0,698	,860**	,803*	,885**	1																	
tCooper5	-,763*	-,876**	-,874**	-,697*	-,737*	-,750*	-,603	,879**	,810**	,890**	,990**	1																
Triimp5C1	,198	,466	,462	,182	,187	,340	,302	-,528	-,551	-,448	-,749*	-,763*	1															
Triimp5C2	,554	,700*	,694*	,405	,437	,456	-,021	-,505	-,726*	-,364	-,450	-,720*	,665	1														
Triimp5C3	,470	,602	,615	,229	,497	,411	,120	-,563	-,691*	-,272	-,323	-,561	,490	,867**	1													
Triimp5C4	,040	-,240	-,265	,144	-,081	-,202	-,511	,521	,381	,405	,669	,430	-,701*	-,239	-,366	1												
Triimp5C5	-,634	-,779*	-,777*	-,486	-,706*	-,558	-,325	,608	,378	,160	,047	,596	-,223	-,593	-,653	,064	1											
t5C1	,214	,464	,461	,194	,195	,338	,298	-,533	-,576	-,471	-,765*	-,769*	,999**	,678*	,501	-,691*	-,208	1										
t5C2	,556	,695*	,689*	,407	,437	,453	-,017	-,507	-,735*	-,377	-,462	-,723*	,669*	1**	,866**	-,241	-,579	,682*	1									
t5C3	,472	,601	,615	,232	,498	,411	,120	-,564	-,697*	-,279	-,331	-,565	,495	,870**	1**	-,366	-,647	,506	,868**	1								
t5C4	,090	-,215	-,239	,187	-,049	-,185	-,508	,482	,291	,326	,586	,372	-,646	-,169	-,313	,991**	,082	-,630	-,168	-,312	1							
t5C5	-,626	-,773*	-,771*	-,480	-,699*	-,553	-,323	,600	,365	,138	,022	,586	-,213	-,581	-,643	,060	1**	-,198	-,567	-,637	,081	1						
Triimp3C1	-,039	,149	,148	-,072	,086	,174	,248	-,345	-,374	-,274	-,508	-,475	,776*	,450	,460	-,529	-,075	,777*	,455	,463	-,481	-,067	1					
Triimp3C2	,582	,511	,536	,460	,469	,438	,317	-,599	-,828**	-,662	-,711*	-,557	,412	,549	,531	-,443	-,122	,443	,562	,538	-,350	-,108	,068	1				
Triimp3C3	-,166	-,320	-,343	-,134	-,356	-,393	-,839**	,701*	,429	,584	,797*	,562	-,625	-,074	-,195	,867**	,103	-,619	-,079	-,197	,854**	,099	-,538	-,374	1			
t3C1	-,025	,154	,154	-,061	,093	,177	,247	-,352	-,393	-,292	-,524	-,485	,781*	,462	,468	-,528	-,069	,784*	,468	,472	-,476	-,061	,999**	,093	-,537	1		
t3C2	,573	,490	,514	,453	,455	,416	,299	-,586	-,836**	-,677	-,728*	-,564	,433	,564	,534	-,426	-,096	,467	,579	,542	-,326	-,081	,112	,997**	-,365	,139	1	
t3C3	-,162	-,318	-,342	-,130	-,354	-,392	-,840**	,699*	,421	,578	,790*	,558	-,621	-,068	-,191	,867**	,104	-,614	-,073	-,193	,855**	,101	-,534	-,366	1**	-,533	-,357	1
količina	,572	,393	,386	,433	,355	,246	-,291	-,169	-,583	-,286	-,093	-,311	,054	,678*	,545	,392	-,259	,090	,686*	,551	,486	-,247	,054	,678*	,545	,090	,686*	,551

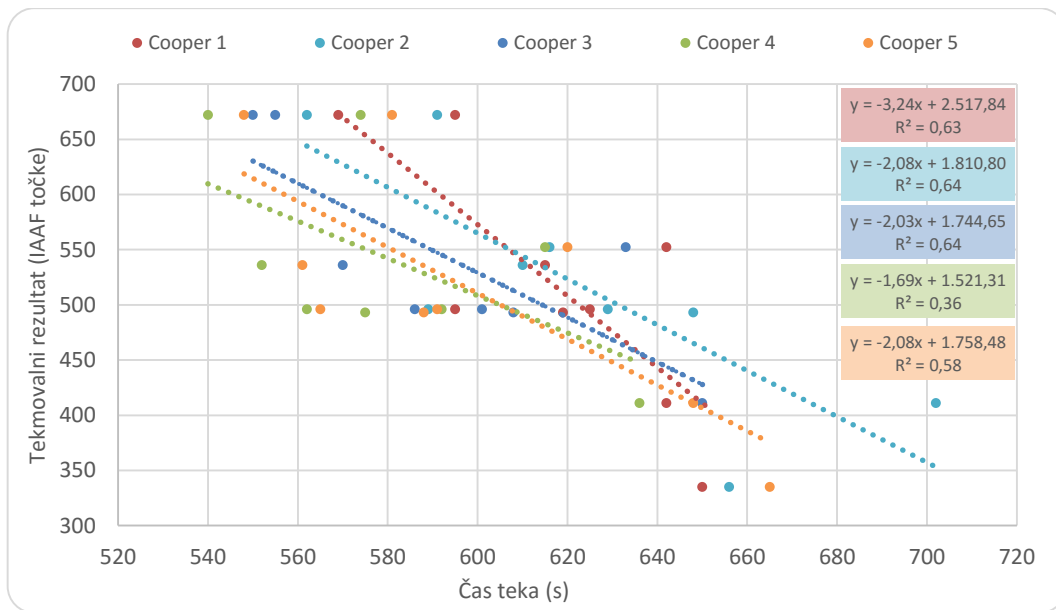
Iz rezultatov Tabele 10 lahko ugotovimo statistično značilne ($p < 0,01$) korelacije med tekmovalno uspešnostjo in parametri končnega funkcionalnega testiranja. Zelo visoka - zelo močna povezava je ugotovljena s hitrostmi pri obeh fizioloških kriterijih (hitrostjo pri laktatnem pragu - vLP in s hitrostjo pri pragu respiratorne kompenzacije - vRC2). Visoko - močno povezanost smo ugotovili s časom - T2, pretečeno razdaljo - PR2 in najvišjo hitrostjo na tekoči preprogi - vKON2. Ugotovljena srednja - zmerna povezanost relativne vrednosti VO₂max in tekmovalnega rezultata (Graf 15 in Tabela 10) je med funkcionalnimi parametri edina ostala statistično nepomembna.



Graf 15. Največja poraba kisika po posameznikah, izmerjena na končnem funkcionalnem testiranju, in tekmovalni dosežek, izražen v točkah, pridobljenih iz tablic za vrednotenje rezultatov (IAAF).

Pričakovali smo boljšo povezanost vrednosti VO₂max, ki velja za pomemben dejavnik tekmovalne uspešnosti, še posebej pri manj treniranih tekačih in tekačicah. Na drugi strani pa na stopnjo vzdržljivosti oz. uspešnosti vplivajo tudi drugi že omenjeni dejavniki (ekonomičnost, idr.), ki so v primeru spremljanih tekačic očitno odigrali večjo vlogo od glavnega parametra aerobnih sposobnosti (Vo₂max).

Rezultati preverjanj tekaških sposobnosti so statistično značilno negativno povezani s tekmovalno uspešnostjo, kar je razvidno iz Tabele 10 in Grafa 16. Razen rezultata preverjanja pred nastopom na tekmi, so rezultati drugih štirih testov visoko - močno povezani s tekmovalno uspešnostjo ($p < 0,05$ - test 1, 3 in 5; $p < 0,01$ - test 2). Najmanjša povezanost, srednja - zmerna je bila ugotovljena na 4. preverjanju, kjer pa so vse tekačice, razen ene, ki je bila poškodovana, dosegle najboljši rezultat.



Graf 16. Razsevni grafikoni z regresijskimi premicami linearne povezanosti in enačbami tekmovalnega rezultata s testi tekaške pripravljenosti. Na testih 1, 2 in 5 je bilo devet tekačic, na testih 3 in 4 pa osem tekačic.

Na Grafu 16 je prikazan primer grafične predstavitve rezultatov linearne regresije med tekmovanjem in tekaškimi testiranjmi s pomočjo premic linearne regresije. Tudi tukaj ugotavljamo, da je povezanost negativna (negativni naklon premic).

Korelacija vadbenih parametrov s tekmovanjem ni tako velika, niti ni statistično značilna. Predvsem vadba v coni 2 in 3 po modelu petih con in vadba v coni 2 po modelu treh con ter skupna količina (razdalja) pa kljub temu kažejo srednjo - zmerno povezanost s tekmovanjem.

Iz korelacijske matrike v Tabeli 10 so razvidne še nekatere druge povezanosti med parametri funkcionalnega in tekaškega testiranja, kot tudi vadbenimi parametri, ki pa so večinoma statistično značilne ($p < 0,01$ in $p < 0,05$).

REZULTATI REGRESIJSKE ANALIZE

Na podlagi opravljene regresijske analize za ugotavljanje vpliva neodvisnih parametrov vadbe na odvisno spremenljivko - tekmovalni rezultat po modelih treh in petih con, smo ugotovili, da:

- regresijski model med tekmovalno uspešnostjo in skupno zahtevnostjo vadbe (vsota točk TRIMP po modelu petih con) ter njeno količino, pojasni 77,4 % variance tekmovalnega rezultata ($R = 0,880$) in je statistično pomemben ($p < 0,05$),
- v modelu petih con intenzivnosti vadbe je skupna pojasnjena varianca tekmovalnega rezultata 49 % in ni statistično značilna ($p = 0,716$),
- regresijski model med tekmovalno uspešnostjo in skupino neodvisnih spremenljivk (časi v conih 1, 2 in 3) pa pojasni 33,9 % variance tekmovalnega rezultata, ponovno brez statistične značilnosti ($p = 0,521$).

Tekmovalni rezultat, gledano v skupnih vrednostih količin in zahtevnosti vadbe, zelo dobro statistično pomembno pojasnjujeta oba parametra: količina vadbe ($p < 0,01$) in TRIMP vadbe po petih conah ($p < 0,05$). Pomembnost prediktorjev v conah po modelu petih con je prikazana v Tabeli 11, iz katere je razvidno, da vadba v Coni 2 v območju med 70 in 79 % FSUmax v največji meri pojasnjuje rezultat na tekmi.

Tabela 11. Pomembnost časov v conah (glede na 5 con) za pojasnjevanje časa tekme pri regresiji.

Model	B	p
tekma_točke	522,438	,472
tC1	-,317	,902
tC2	,874	,713
tC3	-,254	,798
tC4	-,030	,974
tC5	-,362	,442

B – nestandardiziran koeficient, p - faktor pomembnosti, tCx – čas v posamezni coni

Po modelu treh con tekmovalni rezultat najbolj pomembno pojasnjuje čas vadbe v Coni 2 ($p = 0,195$), medtem ko Cona 1 ($p = 0,802$) in Cona 3 ($p = 0,976$) skorajda nimata vpliva na pojasnjevanje rezultata na tekmi.

4 ZAKLJUČEK

Najpomembnejše ugotovitve diplomskega dela:

- Model vzdržljivostne vadbe (z definiranjem različnih tipov oz. con vadbe) nam zagotavlja kvantificirane podatke, ki nam omogočajo poglobljeno spremljanje opravljene vadbe, natančno analizo in učinkovitejše ugotavljanje učinkov vadbe – ugotavljanje povezanosti in vplivov različnih tipov in parametrov športne vadbe s tekmovalno uspešnostjo.

Hipotezo H01, ki pravi, da je s prikazanim modelom spremljanja in analize moč ugotoviti vpliv posameznih vadbenih parametrov na tekmovalno uspešnost in s tem pomembno izhodišče za učinkovitejše načrtovanje in izvajanje vadbenega procesa v vzdržljivostnih športih, lahko potrdimo.

- Kot je razvidno iz predstavljenih rezultatov, so preiskovanke dosegle napredek v vseh spremljanih parametrih, tako vadbenih in tekmovalnih kot tudi fizioloških.
- Rezultati statičnih analiz, ki kvantificirajo spremljane parametre, kažejo, da so parametri telesne pripravljenosti (čas testa, pretečena razdalja, hitrost pri LP in RC ter končna hitrost teka na obremenilnem testu) zelo dober prediktor ($r = 0,85$ do $0,93$) tekmovalne uspešnosti rekreativnih tekačic.
- Cooperjev test kot test tekmovalne tekaške pripravljenosti med vadbenim procesom ima veliko povezanost z uspešnostjo na tekmovanju v dolgotrajni obremenitvi.
- Kljub temu, da smo spremljali le zadnjih osem tednov vadbenega procesa pred tekmo (faza intenzivne priprave), smo ugotovili, da je z uspešnostjo na tekmi najbolj povezan obseg nizko intenzivne vadbe (cona 2 in cona 3 v modelu petih con ter cona 2 v modelu treh con) in da je zelo intenzivna vadba (cona 5 v modelu petih con ter cona 3 v modelu treh con) pa negativno povezana z uspešnostjo.

Ugotovitve iz zadnjih dveh točk pojasnjujejo tudi regresijski podatki, ki kažejo, da sta najpomembnejša dejavnika napovedovanja tekmovalne uspešnosti količina vadbe in intenzivnost vadbe izražena kot indeks napora v coni 2 (po obeh modelih predstavljenih con intenzivnosti). Iz tega sledi še zadnja ugotovitev.

- Parametri količine in zahtevnosti vadbe po modelu treh in petih con pojasnijo med 85 in 87 % variance tekmovalne uspešnosti v spremljani vadbeni program vključenih preiskovank, žal pa zaradi majhnega števila preiskovank regresijski model ne dosega statistične značilnosti.

Postavlja se vprašanje, ali naj rekreativni tekači kljub pomanjkanju časa vadijo polarizirano, ali naj vadijo večino časa z visoko intenzivnostjo. Španski raziskovalci (Muñoz idr., 2014) so kljub manjšemu obsegu vadbe, ki je običajna za rekreativne tekače, dali prednost polarizirani vadbi pred običajno vadbo med pragovi. Na drugi strani pa se postavlja vprašanje, ali lahko pri rekreativnih tekačih sploh dosežemo takšno razmerje v intenzivnosti vadbe, ki bi bilo tako močno na strani nizko intenzivne vadbe (celo do 80 %), kot so jo ugotovili pri nekaterih vrhunskih tekačih (Seiler, 2010).

Kriterij, ki ga je potrebno upoštevati ob razmisleku o izbiri enega ali drugega modela intenzivnosti po conah, se nanaša predvsem na individualni pristop k analizi vadbe. Model napora po treh conah v večji meri upošteva vsakega človeka in njegove fiziološke značilnosti. Na podlagi individualno izmerjenih fizioloških kriterijev namreč omogoča bolj individualno obravnavo kot določitev napora (v petih conah) na podlagi »fiksni« con, izraženih glede na največji srčni utrip posameznika.

Izbira modela je lahko odvisna tudi od obdobja v katerem se vadbeni proces odvija. Ciklizacija vadbenega procesa namreč predvideva uporabo različnih metod s sredstvi razvoja, ki ravno tako definirajo tip vadbe in s tem območja napora. S tega vidika lahko prenesemo to razmišljanje tudi na spremljani vadbeni program, ki je potekal v času intenzivnih priprav oziroma v času faze neposredne priprave na tekmovalni nastop, ko je bilo potrebno raven vzdržljivostnih sposobnosti, razvitih v pripravljalnem - bazičnem obdobju, dvigniti na višjo raven. Intenzivnost se je zato morala zviševati, obseg pa zmanjševati, zato uporaba polariziranega vzorca vadbe, o katerem smo hipotetično govorili, v tej fazi vadbenega procesa, morda ne bi bila najprimernejša izbira. Ob tem velja omeniti še, da kljub vzorcju devetih relativno dobro pripravljenih rekreativnih tekačic, njihovi načrtovani in tudi izvedeni obsegi vadbe niso omogočali odzivov organizma oziroma prilagoditev, kot so bile ugotovljene pri osebah z velikim obsegom vzdržljivostne vadbe. Smatramo, da so zaradi nizke vrednosti LP zelo hitro presegle to področje intenzivnosti in večino vadbe opravile v coni 2 (po modelu treh con).

Predstavljen model spremljanja in analize vadbe ima svoje prednosti in slabosti. Zaradi majhnega vzorca in individualnih razlik med preiskovankami nismo ugotovili toliko statistično pomembnih sprememb, ki jih je vadba povzročila. Zagotovo tudi nismo mogli pojasniti vseh razmerij med parametri, kar izvira iz velikih individualnih razlik med preiskovankami. Morda bi z uporabo naprednejše metode določanja vadbene obremenitve s težnostnim faktorjem (TRIMP), kot smo jo predstavili, lahko dosegli bolj natančen odziv posameznih preiskovank in s tem boljšo povezanost različne vadbene intenzivnosti in tekmovalne uspešnosti. Metoda ti. individualiziranega TRIMP-a (TRIMPi) to omogoča, saj upošteva individualen odziv na vadbene obremenitve. Ta metoda se predlaga kot veljavno sredstvo za ugotavljanje vzdržljivostnih sposobnosti in je lahko tudi dober prediktor tekmovalne uspešnosti rekreativnih tekačev na dolge proge (Manzi idr., 2009).

Bistvena prednost predstavljenega modela spremljanja in analize je ta, da zagotavlja kvantificirano ovrednotene podatke, s pomočjo katerih lažje in učinkovitejše vrednotimo vadbeni proces in zaključke uporabimo pri načrtovanju prihodnjih vadb, vse v prid izboljševanju sposobnosti.

5 VIRI

- Ambrožič, F. in Leskošek, B. (2000). Uvod v SPSS. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Åstrand, P.-O. (1986). *Textbook of work physiology : physiological bases of exercise* (3rd edn.). New York: McGraw-Hill.
- Banister, E. (1991). Modeling elite athletic performance. In H. Green, J. McDougal in W. H. (Eds.), *Physiological Testing Of Elite Athletes* (pp. 40–4244). Champaign (IL): Human Kinetics.
- Beneke, R., Leithauser, R. in Hutler, M. (2001, June). Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. *British Journal of Sports Medicine*. <http://doi.org/10.1136/bjism.35.3.192>
- Beneke, R. in Von Duvillard, S. (1996). Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), 241–246. <http://doi.org/10.1097/00005768-199602000-00013>
- Billat, V. L., Slawinski, J., Bocquet, V., Demarle, a, Lafitte, L., Chassaing, P. in Koralsztein, J. P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *European Journal of Applied Physiology*, 81(3), 188–196. <http://doi.org/10.1007/s004210050029>
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: theory and methodology of training*.
- Borresen, J. in Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 16–30. Comparative Study, Journal Article, Research Support, Non-U.S. Gov't.
- Casiday, R. in Frey, R. (1999). Blood, Sweat, and Buffers: pH Regulation During Exercise Acid-Base Equilibria Experiment. Retrieved June 16, 2016, from <http://www.chemistry.wustl.edu/~edudev/LabTutorials/Buffer/Buffer.html>
- Costill, D. L. (1970). Metabolic responses during distance running. *Journal of Applied Physiology*, 28(3), 251–5. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5414753> \n<http://jap.physiology.org/content/28/3/251.short>
- Daanen, H. A. M., Lamberts, R. P., Kallen, V. L., Jin, A. in Van Meeteren, N. L. U. (2012). A systematic review on heart rate recovery to monitor changes in training status in athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 251-260.
- Daniels, J. (1998). *Daniels' Running Formula*.
- Edwards, S. (1993). *The heart rate monitor book*. Sacramento (CA): Fleet Feet Press.

- Enoksen, E., Tjelta, A. R. in Tjelta, L. I. (2011). Distribution of Training Volume and Intensity of Elite Male and Female Track and Marathon Runners. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 6, 273–293. <http://doi.org/10.1260/1747-9541.6.2.273>
- Esteve-Lanao, J., Foster, C., Seiler, S. in Alejandro Lucia. (2007). Impact of Training Intensity Distribution on Performance in Endurance Athletes. *Training*, 21(3), 943-949. <http://doi.org/10.1519/R-19725.1>
- Esteve-Lanao, J., San Juan, A. F., Earnest, C. P., Foster, C. in Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 496-504. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000155393.78744.86>
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164–1168. Journal Article.
- Halson, S. L. (2014a). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*. <http://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Halson, S. L. (2014b). Sleep in Elite Athletes and Nutritional Interventions to Enhance Sleep. *Sports Medicine*, 44, 13–23. <http://doi.org/doi:10.1007/s40279-014-0147-0>
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1423-1434. <http://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616b27>
- Hirvonen, J. (1991). Background Factors in Endurance Running. In *Proceedings of the XVI European Athletics Coaching Association Congress* (pp. 5-10). Vierumaki.
- Hottenrott, K., Ludyga, S. in Schulze, S. (2012). Effects of high intensity training and continuous endurance training on aerobic capacity and body composition in recreationally active runners. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11(3), 483–488.
- Issurin, V. B. (2010). New Horizons for the Methodology and Physiology of Training Periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189-206.
- Janssen, P. (2001). *Lactate Treshold Training*. Human Kinetics.
- Lin, Y.-T. in Chang, C.-K. (2008). Monitoring the training effect in different periods in elite athletes. *International Journal of Sport and Exercise Science*, 1(1), 15-21.
- Lovell, R. in Abt, G. (2013). Individualization of time-motion analysis: a case-cohort example. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(4), 456-458. Journal Article.

- Lucía, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C. in Chicharro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: Which is harder? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(5), 872–878. <http://doi.org/10.1249/01.MSS.0000064999.82036.B4>
- Macera, C. A., Hootman, J. M. in Sniezek, J. E. (2003). Major public health benefits of physical activity. *Arthritis in Rheumatism*, 49(1), 122-128. <http://doi.org/10.1002/art.10907>
- Manzi, V., Iellamo, F., Impellizzeri, F., D'Ottavio, S. in Castagna, C. (2009). Relation between individualized training impulses and performance in distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(11), 2090-2096. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a6a959>
- Marcora, S. (2010). Last Word on Point:Counterpoint: Afferent feedback from fatigued locomotor muscles is not an important determinant of endurance exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, 108(2), 470-470. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.01393.2009>
- Martin, D. E. in Coe, P. N. (1991). *Training distance runners*. Champaign: IL: Human Kinetics.
- Martin, D. E. in Coe, P. N. (1997). *Better Training for Distance Runners*. Human Kinetics.
- Maughan, R. J., Gleeson, M. in Greenhaf, P. L. (1997). *Biochemistry of exercise and training*. Oxford University Press.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. in Katch, V. L. (1996). *Exercise physiology : energy, nutrition, and human performance* (Fourth edn). Baltimore: Williams in Wilkins.
- McCormick, A., Meijen, C. in Marcora, S. (2015). Psychological Determinants of Whole-Body Endurance Performance. *Sports Medicine*. <http://doi.org/10.1007/s40279-015-0319-6>
- Mujika, I., Sabino, P., Pyne, D. in Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Medicine*, 34(13), 891-927.
- Muñoz, I., Seiler, S., Bautista, J., España, J., Larumbe, E. in Esteve-Lanao, J. (2014). Does polarized training improve performance in recreational runners? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 265-272. <http://doi.org/10.1123/IJSPP.2012-0350>
- Nederhof, E., Lemmink, A. P. M. K., Visscher, C., Meeusen, R. in Mulder, T. (2006). Psychomotor speed: possibly a new marker for overtraining syndrome. *Sports Medicine*, 36(10), 817-828.
- Noakes, T. (2003). *Lore of running* (Fourth edi). Human Kinetics.

- Plews, D. J., Laursen, P. B., Stanley, J., Kilding, A. E. in Bucheit, M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: opening the door to effective monitorin. *Sports Medicine*, 43(9), 773–781. <http://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Reimers, C. D., Knapp, G. in Reimers, A. K. (2012). Does physical activity increase life expectancy? A review of the literature. *Journal of Aging Research*. <http://doi.org/10.1155/2012/243958>
- Robergs, R. a, Ghiasvand, F. in Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502-R516. <http://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
- Roos, L., Taube, W., Brandt, M., Heyer, L. in Wyss, T. (2013). Monitoring of daily training load and training load responses in endurance sports: What do coaches want? *Schweizerische Zeitschrift Fur Sportmedizin Und Sporttraumatologie*, 61(4), 30-36.
- Sarna, S., Sahi, T., Koskenvuo, M. in Kaprio, J. (1993). Increased life expectancy of world class male-athletes. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 25(2), 237-244.
- Seiler, K. S. in Kjerland, G. Ø. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 49–56. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2004.00418.x>
- Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 276–291. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01117.x>
- Seiler, S. in Tønnessen, E. (2009). Intervals , Thresholds , and Long Slow Distance : the Role of Intensity and Duration in Endurance Training. *Training*, 13(13), 32-53. Retrieved from <http://sportssci.org/2009/ss.htm>
- Spiriev, B. (2014). *Iaaf scoring tables of athletics*. (A. Spiriev, Ed.) (REVISED). Monaco: IAAF.
- Sylta, Ø., Tønnessen, E. in Seiler, S. (2014). From heart rate data to training quantification: A comparison of 3 methods of training-intensity analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(1), 100-107. <http://doi.org/10.1123/IJSPP.2013-0298>
- Škof, B. (2003). Metodika Treninga Izdržljivosti: aplikacija na trening trčanja na srednje i duge staze. In D. Milanović in I. Jukić (Eds.), *Međunarodni znanstveno-stručni skup Kondicijska priprema sportaša, Zagreb, 21. - 22. veljače 2003* (pp. 246-255). Zagreb: Kineziološki fakultet: Zagrebaški sportski savez.

- Škof, B. (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov : pedagoško-psihološki in biološki vidiki kondicijske vadbe mladih*. Ljubljana: Ljubljana : Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Škof, B. in Milić, R. (2010). Vpliv 6-Mesečnega Vadbenega Programa Na Vzdržljivost in Parametre Aerobne Sposobnosti Odraslih Žensk. *Slovenian Journal of Public Health*, 49(3), 124–131. <http://doi.org/10.2478/v10152-010-0013-x>
- Škof, B., Ušaj, A. in Ušeničnik, M. (1996). Monitoring training process in middle distance runners. *Kineziologija*, 28(2), 46–51.
- Tittel, K. in Wutscherk, H. (1992). Anatomical And Anthropometric Fundamentals of Endurance. In R. J. Shepard in P.-O. Åstrand (Eds.), *Endurance in sport* (pp. 35-46). Oxford: Blackwell scientific.
- Twist, C. in Highton, J. (2013). Monitoring fatigue and recovery in rugby league players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(5), 467-474. Journal Article, Review.
- Ušaj, A. (1990). *Poskus uskladitve dveh konceptov anaerobnega praga pri testiranju vzdržljivosti tekačev*. Doktorska disertacija, Ljubljana: Fakulteta za telesno kulturo.
- Ušaj, A. (1996). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Vučetić, V. (2009). Dijagnostički postopci za procjenu energetske kapacitete sportaša. In 7. *godišnja međunarodna konferencija-KONDIJSKA PRIPREMA SPORTAŠA* (pp. 20-30). Zagreb:Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
- Wallace, L. K., Slattery, K. M. in Coutts, A. J. (2009). The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength in Conditioning Association*, 23(1), 33–8. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181874512>
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W. in Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *Cmaj*. <http://doi.org/10.1503/cmaj.051351>