

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKO DELO

NIK BURJEK

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Kolesarstvo

**NEKATERI FIZIOLOŠKI PARAMETRI TELESNE
PRIPRAVLJENOSTI CESTNIH KOLESARJEV V RAZLIČNIH
OBDOBJIH TEKMOVALNE SEZONE**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

prof. dr. Branko Škof

SOMENTOR

Radoje Milić, dr. med.

Avtor dela

NIK BURJEK

RECENZENT

prof. dr. Damir Karpljuk

KONZULTANT

asist. dr. Samo Rauter

Ljubljana, 2013

ZAHVALA

Hvala staršema, da sta mi omogočila študij in me ves čas podpirala pri usklajevanju študija in vrhunskega športa.

Hvala mentorju prof. dr Branku Škofu za strokovno pomoč in nasvete.

Hvala dr. med. Radoju Miliću in dr. Samu Rauterju za potrpežljivost in strokovne nasvete.

Hvala vodstvu, osebju in predvsem sotekmovalcem Kolesarskega kluba Sava Kranj za podporo.

Hvala vsem prijateljem, ki ste mi v času študija stali ob strani.

Ključne besede: kolesarstvo, vadbeno obdobje, točka respiratorne kompenzacije, poraba kisika, ekonomičnost.

NEKATERI FIZIOLOŠKI PARAMETRI TELESNE PRIPRAVLJENOSTI CESTNIH KOLESARJEV V RAZLIČNIH OBDOBJIH TEKMOVALNE SEZONE

Nik Burjek

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2013

Univerzitetni študijski program Športna vzgoja

Športno treniranje – kolesarstvo

Število strani: 72, število tabel: 30, število slik: 26, število virov: 40, število prilog: 1.

IZVLEČEK

Glavni namen diplomskega dela je bil na osnovi analize vadbenega procesa cestnih kolesarjev Kolesarskega kluba Sava Kranj ugotoviti dinamiko spreminjanja posameznih fizioloških, biokemijskih in biomehanskih kazalcev skozi različna obdobja priprave na tekmovanja.

Preizkušanci (13 kolesarjev, starih 18–25 let) so v treh različnih obdobjih v sezoni v Laboratoriju za fiziologijo športa na Fakulteti za šport opravljali modificiran kolesarski test (MKT), ki je v osnovi Conconi test in se uporablja za oceno telesne pripravljenosti cestnih kolesarjev. Ob stopenjskem povečevanju obremenitve (20 vatov na minuto) smo spremljali nekatere fiziološke reakcije. V raziskavi smo spremljali antropometrijske in morfološke značilnosti preizkušancev in izbrane fiziološke parametre, merjene med testom.

Diplomsko delo je pokazatelj smiselnosti izvajanja testiranja in analiza le-teh. Ugotovili smo, da se pri večini izbranih spremenljivkah pojavljajo spremembe skozi sezono. Spreminjanje količine in intenzivnosti vadbe znotraj vadbenega procesa je imelo statistično značilen vpliv na relativno maksimalno doseženo moč, moč na laktatnem pragu, moč na točki respiratorne kompenzacije in na dinamiko porabe kisika pri submaksimalnih obremenitvah (ekonomičnost), opazne so tudi spremembe v telesni sestavi. Dokazane so bile številne povezave med določenimi fiziološkimi parametri.

Key words: cycling, training period, respiratory compensation point, oxygen consumption, cycling economy.

CHANGES IN PHYSIOLOGICAL PARAMETERS THROUGHOUT THE SEASON OF ELITE ROAD CYCLISTS

Nik Burjek

University of Ljubljana, the Faculty of sport, 2013

Sports education – university degree course

Sports training – cycling

Number of pages: 72, number of tables: 30, number of pictures: 26, number of sources: 40, number of appendixes: 1.

ABSTRACT

The main purpose of this degree was to analyse the training process of road cyclists of Continental cycling team Sava Kranj and to establish the changes in physiological, biochemical and biomechanical parameters throughout the season.

Subjects (13 cyclists, age 18–25) completed three testing sessions in different training periods throughout the season. The testing sessions took place in the Laboratory for physiology at the Faculty of sport in Ljubljana. The protocol was incremental test - modified cycling test (MKT), which is fundamentally a standard Conconi test and is used as a diagnostic tool to assess physiological conditioning of road cyclists. The workload was constantly increased by 20 Watts per minute until volitional exhaustion. We measured antropometrical and morphological characteristics and several physiological reactions during the modified cycling test.

The degree shows us the logic of testing sessions and the analysis of these tests. We found out that there are seasonal changes in many parameters. The variability of training volume and training intensity throughout the season influenced the relative maximal peak power output, power output at ventilatory treshold, power output at respiratory compensation point and oxygen consumption at submaximal workloads (cycling economy). Significant correlations were found between many physiological parameters.

KAZALO

1 UVOD	7
2 PREDMET IN PROBLEM	8
2.1 FIZIOLOŠKI IN BIOKEMIJSKI DEJAVNIKI V CESTNEM KOLESARSTVU	8
2.2 ZNAČILNOSTI IN PRILAGODITVE MIŠIČNEGA SISTEMA V CESTNEM KOLESARSTVU	14
2.3 MORFOLOŠKI IN PSIHOLOŠKI DEJAVNIKI TER DEJAVNIKI OKOLJA V CESTNEM KOLESARSTVU	16
2.4 OBMOČJA FIZIOLOŠKEGA NAPORA IN METODE VADBE V CESTNEM KOLESARSTVU	17
2.4.1 METODE ZA RAZVOJ VZDRŽLJIVOSTI	19
2.4.2 METODE ZA RAZVOJ HITROSTI IN HITROSTNE VZDRŽLJIVOSTI	21
2.4.3 METODE ZA RAZVOJ SPECIALNE MOČI NA KOLESU	23
2.4.4 METODE ZA RAZVOJ SPLOŠNE MOČI	23
2.5 CIKLIZACIJA IN NAČRTOVANJE TRENINGA V CESTNEM KOLESARSTVU ..	25
2.6 NAMEN DELA	31
2.7 CILJI	33
2.8 HIPOTEZE	33
3 METODE DELA	34
3.1 PREIZKUŠANCI	34
3.2 VZOREC SPREMENLJIVK	34
3.3 POSTOPEK IN PRIPOMOČKI	36
3.4 METODE OBDELAVE PODATKOV	39
4 REZULTATI	40
4.1 ANALIZA VADBE	40
4.2 ANALIZA VADBE PO POSAMEZNIH OBDOBJIH	43
4.2.1 Splošno pripravljalno obdobje	43
4.2.2 Specialno pripravljalno obdobje	44
4.2.3 Predtekmovalno obdobje	45
4.2.4 Prvo tekmovalno obdobje	46
4.3 REZULTATI TESTIRANJ	48
4.3.1 Antropometrične in morfološke spremenljivke	48
4.3.2 Modificiran kolesarski test – funkcionalne in gibalne spremenljivke	50
4.4 POVEZAVE MED KOLIČINAMI VADBE IN REZULTATI NA TESTIH	63
5 SKLEP	65
6 VIRI	67
7 PRILOGA: STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV V SPSS 21.0	70

1 UVOD

Že od samega otroštva dalje ima šport v naši družini pomembno vlogo. Odraščal sem v stanovanjskem bloku, v katerem je stanovalo še vsaj deset prijateljev podobne starosti. Prosti čas smo preživljali, kar se da aktivno: igrali smo se skrivalnice, »Ravbarje in žandarje«, med dvema ognjema, podili s kolesi in rolkami, poleti na bližnjem travniku igrali nogomet, pozimi na bližnjem griču smučali in prirejali smučarske skoke na skakalnici, katero smo sami »zgradili« in še in še. Na tak način smo gradili pozitiven odnos do športa in skoraj vsak izmed nas se je vključil tudi v kakšno izven šolsko športno dejavnost, ki jo je organizirala šola ali domači športni klubi. Na Osnovni šoli Žiri je že od nekdaj največji poudarek na košarki, ki sem jo tekom osnovnošolskih let pridno treniral. V šolski košarkarski ligi smo dvakrat osvojili 3. mesto, po prestopu v kategorijo kadetov pa se je v meni prebudila strast do kolesarjenja, s katerim sem se resneje začel ukvarjati dokaj pozno, in sicer pri 17. letih. Eno leto sem nastopal v kategoriji starejših mladincev, uspešni nastopi in dobri rezultati pa so botrovali temu, da sem se uvrstil v člansko ekipo Kolesarskega kluba Sava Kranj.

Kolesarstvo v svetu sodi med najpopularnejše športne panoge in oblike preživljanja prostega časa. Njegov razvoj sega v začetek 19. stoletja in se je nato začel hitro širiti po vsem svetu. Je slovenska nacionalna športna panoga, ki je skupaj s telovadbo, planinstvom, smučanjem in še nekaterimi drugimi športnimi panogami ustvarila slovensko telesno kulturo, v Sloveniji pa se prvič pojavi v Ljubljani, in sicer proti koncu 19. stoletja, ko je bil ustanovljen Klub slovenskih biciklistov Ljubljana (Stepišnik, 1979).

Po klasifikacijskih kriterijih kineziološke znanosti uvrščamo kolesarstvo v skupino monostrukturiranih športov, za katere je značilna standardna struktura cikličnega in acikličnega gibanja. Kanadski strokovnjak Balyi razdeli športe tudi na tiste z zgodnjo specializacijo (npr. gimnastika, umetnostno drsanje) in tiste s pozno. Med slednje uvršča tudi kolesarstvo (Škof, 2007).

V vrhunskem športu je vsem znano, da je sistematičnost nuja in pogoj za uspešnost v določeni športni disciplini. To pravi tudi klasična definicija Dietricha Haareja, ki dobro povzame značilnosti sistema športne vadbe: »Športna vadba je po znanstvenih, zlasti pedagoških načelih zgrajen proces športnega izpopolnjevanja, ki z načrtnim in sistematičnim delovanjem učinkuje na takšno tekmovalno zmogljivost, ki omogoča športniku najvišje tekmovalne dosežke v izbrani športni disciplini« (Ušaj, 2003).

Uspešnost vrhunškega kolesarja je odvisna predvsem od njegovih telesnih in psiholoških sposobnosti. V teoriji športnega treniranja pomeni kondicijska ali telesna priprava športnika tisti del vadbe, ki je usmerjen v razvoj zanj pomembnih gibalnih oz. motoričnih sposobnosti (aerobno in anaerobno vzdržljivost, mišično silo in moč, hitrost, gibljivost, koordinacijo in ravnotežje) (Škof, 2007).

Ker vrhunskost mnogokrat pomeni hojo po tankem ledu, mora trener nenehno upoštevati določena načela in zakonitosti vadbene procesa, anamnezo športnika in značilnosti športne panoge. Poznati mora zakonitosti načrtovanja vadbe in proces športne vadbe stalno nadzirati in ocenjevati, saj bo le na ta način lahko proces sistematično zgrajen in ne nazadnje, kar je cilj vsakega športnika, uspešen.

2 PREDMET IN PROBLEM

Uspeh v kolesarstvu je odvisen od številnih notranjih in zunanjih dejavnikov. Fiziološki in biokemijski dejavniki, biomehanski dejavniki, morfološki dejavniki, psihološki in sociološki dejavniki, tehnološki dejavniki in dejavniki okolja so pomembne determinante rezultatske uspešnosti cestnega kolesarja.

2.1 FIZIOLOŠKI IN BIOKEMIJSKI DEJAVNIKI V CESTNEM KOLESARSTVU

Za svoje ohranjanje, delovanje in gibanje organizem neprestano potrebuje energijo, ki se sprošča iz energijsko bogatih snovi, kot so ogljikovi hidrati, maščobe in beljakovine. Energija teh hranilnih snovi se ne prenaša neposredno v celico, ampak se mora skozi različne presnovne procese preoblikovati v univerzalno energijsko gorivo v organizmu – adenzin trifosfat (ATP).

Učinkovitost presnovnih procesov

ATP je sestavljen iz adenzina in treh neorganskih fosfatnih skupin, ki so povezane s kemičnimi vezmi, v katerih je shranjena energija. Z odcepitvijo fosfatne skupine od ATP se sprosti energija, pri tem pa nastane adenzin difosfat (ADP) in prosta fosfatna skupina. To sproščeno energijo pa lahko celica nato porabi za biološko delo, mišična celica npr. za krčenje. Zaloge ATP v celici so zelo majhne, in sicer le od 80 do 100 gramov ATP ali 2,4 mmola ATP na vsak kilogram mišične mase (Škof, 2007). To zadostuje le za 1–2 sekundi intenzivne mišične dejavnosti (pri razgradnji 1 mol ATP nastane 7,3 kcal energije). Človek mora že za svoj sedeč način življenja dnevno generirati okrog 52,5 kg ATP (okrog 75 % svoje telesne mase), medtem ko kolesar pri povprečni moči 230 W porabi okrog 13 kcal v eni minuti.

To pomeni, da je za nemoteno nadaljevanje aktivnosti potrebna sprotna obnova zalog ATP v celici in to v istem tempu kot se porablja. ATP se ustvarja s presnovo hranilnih snovi po različnih poteh oz. sistemih. Kateri sistem bo prispeval največ k proizvodnji ATP, je odvisno od več dejavnikov, med najpomembnejše pa sodita intenzivnost in trajanje vadbe. Dobro trenirani kolesarji pri moči 230 W pribl. 70 % potreb po energiji pokrijejo iz maščob in 30 % iz glikogena (Kavaš, 2013).

Energijski sistemi oz. presnovni procesi, po katerih poteka resinteza ATP oz. vzpostavitev razmerja ATP : ADP, so naštetni in opisani v nadaljevanju.

- *Fosforizacija – fosfagenski ali anaerobni alaktatni proces*

Ti procesi omogočajo najhitrejšo obnovo ATP s pomočjo kreatinfosfata – CrP, ki je podobno kot ATP visoko energijska molekula v telesu. Količina slednjega v mišici je glede na zaloge ATP približno štirikrat višja. Izjemno intenzivna obremenitev zmanjša oziroma porabi zalogo CrP že v nekaj sekundah, se pa tudi hitro obnovi na začetno raven. Prednost fosfagenskega sistema je v tem, da ne potrebuje nobenih dodatnih goriv za približno 10–15 sekund visoko intenzivne vadbe in ima posledično najpomembnejšo vlogo pri zagotavljanju energije za anaerobne alaktatne dejavnosti (npr. kratke sprinte).

- *Mlečnokislinsko vrenje – glikolitični ali anaerobni laktatni proces*

Ko fosfagenški sistem ne more več zagotavljati dovolj ATP, mora proizvodnjo slednjega prevzeti glikolitični oz. anaerobni laktatni proces, ki je glavni energetski sistem za maksimalne napore, ki trajajo od 20 sekund do 2 minut. Energijski substrat za glikolizo je glukoza, ki je v mišicah in jetrih skladiščena v obliki glikogena (številne molekule glukoze povezane z glikozidno vezjo). Od njega se, kadar je to potrebno, postopno odcepljajo molekule glukoze. Ta proces imenujemo glikogenoliza. Končni produkt glikolize sta dve molekuli piruvične kisline ali na kratko piruvat. Kadar gre za napor, ki presega stopnjo najvišje porabe kisika, se ta piruvat spremeni v mlečno kislino, ki razpade na laktat in vodikove ione. Poveča se kislost organizma oz. zniža se pH.

- *Celično dihanje – oksidativni ali aerobni presnovni proces*

Oksidativni sistem je glavni sistem za proizvodnjo ATP v mirovanju in med nizko intenzivno, dolgotrajno vadbo. Aerobne energijske procese sestavljajo tri faze, in sicer: glikogenoliza (pretvorba glikogena v glukozo) in/ali glikoliza (pretvorba glukoze v piruvat), Krebsov cikel in dihalna veriga. Značilnost teh energijskih procesov je, da je pri razgradnji goriv prisoten kisik (O₂), ki je tudi glavni omejitveni dejavnik hitrosti kemijskih reakcij, ki so potrebne za obnovo ATP. Ker je število teh kemijskih reakcij bistveno večje kot pri anaerobnih energijskih procesih, je obnova ATP po tej poti najpočasnejša, vendar pa lahko vzdržuje proizvodnjo ATP skoraj neomejeno dolgo oz. tako dolgo, dokler je na voljo dovolj hranilnih snovi. Za razliko od anaerobnega laktatnega sistema lahko oksidativni sistem presnavlja tudi maščobe. Pri razgradnji maščob nastane bistveno več ATP, vendar je za to potrebno tudi precej več kisika.

V cestnem kolesarstvu so potrebni odlično razviti vsi trije energijski sistemi. V osnovi je cestno kolesarstvo aerobni šport, zato so zaradi dolgotrajne sprotne obnove porabljene energije najpomembnejši aerobni energijski procesi. Pri pospeševanjih, v hitrih zaključkih dirk in pri sprintih pa najpomembnejšo vlogo pri zagotavljanju energije predstavljata anaerobni alaktatni in anaerobni laktatni proces.

Hitrost odpravljanja stranskih produktov presnovnih procesov

Poleg resinteze ATP v vsakem energijskem sistemu nastajajo stranski produkti, ki rušijo homeostazo v organizmu in ovirajo nadaljnji potek presnovnih procesov. Ker povzročajo živčno-mišično utrujenost, jih je treba z organizma odstraniti ali vsaj omiliti njihov negativni vpliv. Najpomembnejše naloge našega organizma so ohranjanje stalne telesne temperature, ohranjanje acido-baznega ravnovesja in poraba laktata (Škof, 2007).

- *Ohranjanje stalne telesne temperature*

Organizem mora za svoje nemoteno delovanje vzdrževati stalno telesno temperaturo (okrog 37 °C). Toplota se pridobiva iz okolja in ustvarja v presnovnih procesih. Med kolesarjenjem se presnova poveča, del presnovne energije se spremeni v mehansko delo, večina pa v toploto. S povečanjem telesne temperature se sprožijo številni termoregulacijski mehanizmi za odvajanje odvečne toplote in ohranjanje stalne telesne temperature. Stimulirata se znojenje in razširitev površinskih žil, s čimer se pospeši transport metabolične toplote na periferijo in njeno oddajanje. Močno in dolgotrajno znojenje povzroči znatno izgubo telesnih tekočin –

dehidracijo. S stopnjo dehidracije zmogljivost kolesarja drastično pada. Dehidracija vpliva tudi na frekvenco srčnega utripa in pregrevanje, zato je nadomeščanje izgubljene tekočine med naporom zelo pomembno. Vendar je tudi sposobnost telesa za sprejem tekočine omejena.

Mitchel in Voss (1991) sta športnike razdelila v tri skupine. V prvi skupini so popili 0,8 l/h, v drugi skupini 1,2 l/h in v tretji skupini 1,6 l/h. V slednji je kar četrtnina športnikov imelo prebavne težave (Mitchel in Voss, 1991).

Ko smo dehidrirani, je potrebno kar nekaj časa, da telo sprejme dovolj tekočine in vzpostavi ravnovesje. Potreben čas je od 6 do 24 ur, popiti pa je treba liter in pol tekočine za en liter izgubljene (Kavaš, 2013).

- *Ohranjanje acido-baznega ravnovesja*

Z naraščajočo intenzivnostjo kolesarjenja, s povečevanjem sile na pedala, z večanjem navora na pedala in/ali zaradi utrujenosti se pri dolgotrajnem naporu postopno vključujejo tudi hitra mišična vlakna. Posledično se poveča produkcija mlečne kisline v mišici, ki disociira na vodikove ione in laktat. S tem, ko se zniža pH, se poveča kislost organizma. Za ublažitev padanja pH in odstranitev laktatnih ionov iz aktivne mišice ima organizem več mehanizmov: puferske sisteme v mišicah in krvi, porabo laktata (kot energijske spojine) v mišicah, porabo laktata v srcu in ledvicah in izločanje laktata z urinom in znojenjem (Škof, 2007).

Vloga puferskih sistemov je nevtralizacija kislega stanja v organizmu. Pufri so bazične spojine, ki se trošijo s sprejemom kislin. Najpomembnejši pufri v organizmu so bikarbonatni puffer (HCO_3), fosfatni puffer, hemoglobinski in proteinski puffer (hemoglobin v krvi), saj najhitreje reagirajo na acido-bazno neravnovesje. Bikarbonatni puffer deluje tako, da pri povečanju kislosti spremeni močno kislino (mlečna kislina) v šibko (ogljikova kislina – H_2CO_3) in nevtralno sol (laktat – sol mlečne kisline).

- *Poraba laktata*

Laktat je energijsko bogat in predstavlja pomembno gorivo tako v aktivnih mišicah, kjer nastaja, kot tudi v neaktivnih mišicah, katere ga izkoriščajo iz krvnega obtoka. Mlečna kislina prehaja iz mišic v kri in z njo do vseh celic organizma, kjer izginja po različnih poteh: lahko se po absorpciji iz krvi pretvori nazaj v piruvično kislino ter presnavlja v mitohondrijih, v jetrih se lahko transformira v glukozo (glukoneogeneza) ali pa se pretvori v aminokislino alanin (Lasan, 2005). Na ta način se tudi varčujejo omejene zaloge mišičnega in jetrnega glikogena.

Značilnosti in prilagoditve srčno-žilnega in dihalnega sistema

Zmogljivost kardiovaskularnega sistema, ki v veliki meri definira aerobne potenciale športnika, je ključna sposobnost za doseganje dobrih rezultatov v vzdržljivostnih športih. Najpogosteje aerobno zmogljivost kolesarja opredeljujemo s sledečima parametroma:

- maksimalna poraba kisika – $\text{VO}_{2\text{max}}$,
- anaerobni prag.

Maksimalna poraba kisika – VO₂max

Visoka maksimalna poraba kisika je eden izmed ključnih dejavnikov, ki pogojujejo uspeh v vzdržljivostnih športih, še posebej v kolesarskem športu. Maksimalna poraba kisika nam pove moč oziroma stopnjo aktivnosti energijskih procesov, ki se dogajajo v telesu, zaradi tega le-ta določa zgornjo mejo intenzivnosti vzdržljivostnega navora (Ušaj, 2003).

VO₂max predstavlja največjo količino kisika, ki jo je posameznik sposoben porabiti v eni minuti in predstavlja njegov energetski potencial (Lasan, 2004). Dejavnike, ki vplivajo na velikost VO₂max, razdelimo na notranje (morfološke značilnosti telesa) in zunanje.

Notranji dejavniki, ki vplivajo na velikost VO₂max:

- *transportni sistem za O₂*
 - ventilacija,
 - difuzija (alveole – pljučne kapilare),
 - minutni volumen srca,
 - volumen krožeče krvi,
 - koncentracija hemoglobina (oksiforna kapaciteta krvi),
 - disociacija oksihemoglobina (arterio-venska razlika O₂).

- *biokemične značilnosti mišic*
 - energijska kapaciteta in energijska intenzivnost mišičnih celic (število mitohondrijev, količina mioglobina, kapilarna mreža, vzorec in aktivnost encimov, oksidacijska fosforilacija).

Zunanji dejavniki, ki vplivajo na velikost VO₂max:

- *vrsta obremenitve* (kolesarjenje, tek, veslanje, plavanje),
- *parcialni tlak O₂ v atmosferi* (nadmorska višina, na kateri opravljamo meritev),
- *klimatski dejavniki* (temperatura, vlažnost in hitrost gibanja zraka).

Na VO₂max vplivajo tudi genetske predispozicije, treniranost, spol (ženske imajo običajno od 15 % do 30 % nižjo maksimalno aerobno sposobnost), telesna sestava in starost (pri netreniranih posameznikih po 25. letu pada v povprečju za 1 % letno).

VO₂max je lahko izražen absolutno v litrih (l/min) oz. v mililitrih sprejetega kisika na minuto (ml/min), če pa količino sprejetega kisika delimo s telesno maso posameznika, dobimo relativno maksimalno porabo kisika. Kazalec pove, kolikšno količino kisika je športnik sposoben porabiti na kilogram telesne mase.

Kolesarstvo je eden izmed športov, kjer je potrebno več ali manj premagovati silo težnosti, kar pa je seveda odvisno od trase proge. Relativna proizvodnja energije je v tem primeru glavni faktor. Relativna poraba kisika je dober pokazatelj trenutne pripravljenosti vzdržljivostnega športnika (Žele, 2003).

Vrednosti VO₂max pri vzdržljivostnih športnikih so visoko nad povprečjem populacije (tabela 1), vendar povezava med športnim dosežkom in VO₂max ni absolutna.

Tabela 1

Primerjava absolutnih in relativnih vrednosti $VO_2\max$ pri netrenirani in trenirani populaciji (Lasan, 2004)

	$VO_2\max$ (ml O_2 /min)	Rel. $VO_2\max$ (ml O_2 /min/kg)
Netrenirani moški	3000	45
Netrenirane ženske	2000	35
Trenirani moški	6000	70–90
Trenirane ženske	4000–4500	55–70

Pri vrhunskih športnikih so najvišje vrednosti izmerili pri smučarskih tekačih, kolesarjih in maratoncih. Smučarski tekač Bjorn Daehlie je blestel z relativno maksimalno porabo kisika 96,0 ml/min/kg, med kolesarji pa sta izstopala Greg LeMond (92,5 ml/min/kg) in Miguel Indurain (88,5 ml/min/kg). Lance Armstrong je pri starosti 21 let, potem ko je postal svetovni kolesarski prvak na cestni preizkušnji, na obremenitvenem testiranju dosegel $VO_2\max$ 6,1 l/min oz. 81,2 ml/min/kg. Za kakšne manipulacije dostave kisika in s tem povečanje $VO_2\max$ je šlo v tistih časih, je žal druga zgodba. Thomson v raziskavi, opravljeni leta 2007, poroča, da dvig hematokrita s 44,7 % na 49,5 % ob uporabi agresivne terapije z rekombinantnim eritropoetinom v štirih tednih pri netreniranih posameznikih brez dodatnega treninga povzroči dvig $VO_2\max$ za 12,6 %, merjeno med kolesarjenjem (Thomson, 2007 v Ferlež, 2010).

Nasprotno veseli dejstvo, da je štirinajst najboljših španskih kolesarjev, starih 20 let, v obdobju ene tekmovalne sezone (od novembra do junija) ob nespremenjeni krvni sliki uspelo dvigniti $VO_2\max$ za 8,2 % izraženo relativno s 73,1 na 80,5 ml O_2 /min/kg, maksimalna moč na obremenitvenem stopnjevalnem testu pa se je povečala za 4,4 % (Zapico idr., 2007).

Tudi Mujika in Padilla v svoji raziskavi navajata, da povprečne vrednosti maksimalne porabe kisika poklicnih kolesarjev znašajo kar 5400 ml/min oz. 78,8 ml/min/kg (Mujika in Padilla, 2001).

Dokazano je, da se največji napredek v maksimalni porabi kisika pri moških zgodi med 15. in 17. letom, to je v obdobju intenzivne rasti, vrh te sposobnosti pa se doseže med 21. in 23. letom starosti (Schumacher, 2006 v Ferlež, 2010). Po tem času se zdi, da se napredek pri odzivnih posameznikih iz sezone v sezono zmanjšuje oz. pri nekaterih kljub treningu že doživi vrh (Rusko, 1992). Nekatere ponavljajoče meritve elitne skupine kolesarjev v istih obdobjih tekom sezone so pokazale, da ta skupina v petih letih zahtevnega treninga in tekmovanj od starosti 22,6 let naprej ni doživela značilnega napredka v $VO_2\max$, je pa napredovala v ekonomičnosti. Večji napredek v ekonomičnosti so dosegli kolesarji z nižjim $VO_2\max$ (Santalla, Naranjo in Terrados, 2009).

Žele je v raziskavi v okviru diplomskega dela na modificiranem kolesarskem testu meril antropometrijske značilnosti, respiratorne vrednosti in pa značilnosti izbranih fizioloških parametrov, izmerjenih s pomočjo kontinuirane spirometrije in relativne vrednosti moči. V njegovi raziskavi je sodelovalo 43 aktivnih kolesarjev moškega spola. V povprečju je vrednost maksimalne porabe kisika znašala 4735 mililitrov kisika na minuto. Najvišja vrednost je znašala 5919 ml O_2 /min, najmanjša pa 3028 ml O_2 /min. Povprečje relativne maksimalne porabe kisika je znašalo 68,41 ml/min/kg, pri tem je najvišja izmerjena vrednost na merjenju bila kar 84,19 ml/min/kg (Žele, 2003).

Markovič (2008) je meril nekatere značilnosti telesne pripravljenosti v cestnem in gorskem kolesarstvu. Pri merjenju je sodelovalo 100 kolesarjev moškega spola, od tega 50 cestnih in 50 gorskih kolesarjev. Vsi preizkušanci so bili aktivni kolesarji, stari 18–23 let, ki so trenirali pet do sedemkrat tedensko 2–6 ur. Rezultati raziskave so pokazali, da med cestnimi in gorskimi kolesarji ni statistično značilnih razlik pri nekaterih fizioloških parametrih, izmerjenih v pripravljalnem obdobju (november, december, januar). Povprečna maksimalna poraba kisika pri cestnih kolesarjih je znašala 70,61 ml/min/kg, povprečje maksimalne porabe kisika pri gorskih kolesarjih pa 69,19 ml/min/kg (Markovič, 2008). Domneval je, da razlike nastanejo v tekmovalnem obdobju, ko se zaradi narave dirk bistveno spremeni način vadbe med cestnimi in gorskimi kolesarji.

Pliberšek je v diplomskem delu ugotavljal zveze med spremembami vadbenih količin in rezultatov testov v eni tekmovalni sezoni tekača na srednje proge. Iskal je povezave med količinami opravljene določene vrste vadbe in vplivu le-te na rezultate testov, ki kažejo spremembo določene sposobnosti. Tekom sezone sta se izboljševali dinamika maksimalne porabe kisika in dinamika hitrosti, pri kateri je le-ta dosežena. Vrednost VO_{2max} se je povišala za 11 ml/min/kg, hitrost pri VO_{2max} pa za 2 km/h. Znatnejša sprememba v maksimalni porabi kisika je bila izmerjena na testiranju v predtekmovalnem obdobju, ko je bilo za atletom tudi že precej vadbe za razvoj visoke aerobne moči. Nivo maksimalne porabe kisika je nato do konca sezone ostal relativno nespremenjen (Pliberšek, 2011).

Anaerobni prag

Številne študije govorijo, da je anaerobni prag (AnP) verjetno najboljši pokazatelj kolesarjeve aerobne zmogljivosti, saj je uspeh v dolgotrajnih cikličnih dejavnostih, ki trajajo več kot 60 minut, bolj kot z maksimalno porabo kisika, povezan z vrednostjo anaerobnega praga.

Anaerobni prag je točka, pri kateri pride do neravnovesja med proizvodnjo in porabo laktata (Škof, 2007). Vrhunski kolesarji imajo AnP pri cca. 85–90 % VO_{2max} , slabše trenirani kolesarji pa precej nižje (70–80 % VO_{2max}). Slednje je potrdila tudi že omenjena raziskava telesnih in funkcionalnih značilnosti poklicnih kolesarjev. Anaerobni prag so kolesarji v povprečju dosegli pri 86 % VO_{2max} in pri obremenitvi 386 W oz. 5,6 W/kg (Mujika in Padilla, 2001).

Moč na anaerobnem pragu lahko definiramo tudi kot maksimalno obremenitev, ki smo jo sposobni premagovati 60 minut. Kolesarji so dosegli podobno povprečno moč pri 60-minutnem kronometru, kot je bila izmerjena v laboratoriju (Hunter in Coggan, 2010).

Najboljši poklicni kolesarji so sposobni eno uro premagovati obremenitve tudi večje od 6 W/kg. Pri postavitvi svetovnega rekorda v vožnji na eno uro, je kolesar dosegel povprečno moč 509,53 W, kar predstavlja 6,29 W/kg (Padilla, Mujika in Angulo, 2000).

Za določitev anaerobnega praga na terenu se priporoča tudi test na 40 kilometrov dolgem kronometru (Friel, 2009). O izboljšanju športnega nastopa na 40 km kronometru je bilo opravljenih več raziskav. Stepto, Hawley, Dennis in Hopkins (1999) ugotovijo, da ima največji učinek na izboljšanje nastopa intervalna metoda, ki uporablja 8 ponovitev dolgih 4 minute pri intenzivnosti 85 % maksimalne dosežene moči na modificiranem kolesarskem testu (PPO) oz. približno 95 % FSU_{max} z vmesnim odmorom 90 sekund. Izjemno intenzivna vadbena metoda (12 ponovitev, dolgih 30 sekund pri intenzivnosti 175 % PPO z vmesnim

odmorom 4,5 minute) ravno tako izzove napredek v rezultatu na 40 km kronometru za 2,4 % (Stepito idr., 1999).

2.2 ZNAČILNOSTI IN PRILAGODITVE MIŠIČNEGA SISTEMA V CESTNEM KOLESARSTVU

Človeško telo gradi več kot 660 mišic, kar predstavlja 35–40 % celotne telesne mase. Skeletne mišice so vpete na najmanj dve različni kosti, ki sta gibljivi v sklepu. Mišica se lahko aktivno samo krči ali sprošča, hitrost krčenja pa je odvisna od tega, kateri tip mišičnega vlakna se bo krčil. Razlikujemo tri vrste mišičnih vlaken (Ušaj, 2003):

- tip I – počasno mišično vlakno, rdeče barve, vzdržljivo in počasi krčljivo, v katerem prevladujejo aerobni energijski procesi;
- tip IIa – »mešana vlakna«, ki vsebujejo značilnosti tako počasnih kot hitrih mišičnih vlaken;
- tip IIb – hitro krčljivo mišično vlakno in tudi hitro utrudljivo, v katerem prevladujejo anaerobni energijski procesi.

Vsak kolesar se je med vadbenim procesom zagotovo že srečal z občutkom trdih in pekočih mišic, zaradi česar ni bil več sposoben silovito in ritmično poganjati pedal, njegove mišice pa niso mogle več ustvariti takšne sile kot na začetku vadbene enote. To so le stranski znaki utrujenosti, saj so mišice tekom vadbene enote ali mogoče celo dirke opravile že veliko dela, poleg tega pa se je utrudil tudi živčni sistem, ki pošilja motorične ukaze iz možganov v mišice. Kljub temu se nekaterim znaki utrujenosti začno pojavljati prej, drugim kasneje. Zlasti ustrezen trening močno vpliva na funkcionalne in strukturne prilagoditve mišic, kar pripomore k temu, da se bodo znaki utrujenosti pokazali čim kasneje. Glavni dejavniki, ki vplivajo na vzdržljivost mišic, so (Kavaš, 2013):

- *število in velikost mitohondrijev*

Raziskave kažejo, da povečanje velikosti in gostote mitohondrijev v skeletnih mišicah pomembno vpliva na zmogljivost vzdržljivostnih športnikov. Slednji imajo kar 2,5-krat večjo količino mitohondrijev kot netrenirani ljudje. Značilnost vzdržljivostne vadbe je predvsem ogromno število ponovitev gibov in velika poraba energije. Zaradi motnje v preskrbi energije se telo odzove z razvojem novih mitohondrijev. Največ mitohondrijev vsebujejo počasna mišična vlakna tip I.

- *mišična struktura (visok delež počasnih mišičnih vlaken)*

Horowitz, Sidossis in Coyle (1994) objavijo zanimivo študijo, v kateri so potrdili povezavo med uspešnostjo na 40 kilometrov dolgem kronometru in deležem počasnih mišičnih vlaken tip I. Najprej so merjencem izmerili maksimalno porabo kisika in odstotek posameznih tipov mišičnih vlaken v stegenski mišici (m. vastus lateralis). Po opravljenem kronometru so primerjali posameznike z enako porabo kisika in ugotovili, da so tisti z večjim deležem mišičnih vlaken tip I odvozili kronometer hitreje, in sicer je razlika v moči znašala 9 %. Kolesarji z visokim deležem (72 %) mišičnih vlaken tip I so kolesarili s povprečno močjo 342 W, tisti z nizkim deležem mišičnih vlaken tip I pa s povprečno močjo 315 W ob enaki količini porabljenega kisika (Horowitz idr., 1994).

- *gostota kapilar v delujoči mišici*

Razgradnja maščob in ogljikovih hidratov poteka v mitohondrijih mišičnih celic, da pa je pretvorba učinkovita, je pomembna gosta mreža kapilar. Najboljši kolesarji imajo več kot 400, povprečni pa le nekaj čez 300 kapilar na mm² (Coyle, Coggan, Hopper in Walters, 1988). Merili so tudi vpliv kapilarizacije in višine anaerobnega praga na dosežen čas na obremenitvenem testu pri intenzivnosti 88 % VO₂max. Dlje časa so zdržali tisti kolesarji, ki so imeli večjo gostoto kapilar in visok anaerobni prag, glede na njihovo maksimalno porabo kisika (Coyle idr., 1988).

- *aktivnost oksidativnih encimov*

Oksidativna sposobnost mišic ima zelo pomembno vlogo v vzdržljivostnih športih, saj se zlasti v prvih mesecih vzdržljivostne vadbe aktivnost oksidativnih encimov hitro povečuje. Odličen stimulans za povečanje aktivnosti oksidativnih encimov je višinski trening (Burke, 2003).

- *ekonomičnost*

Poleg maksimalne porabe kisika in vrednosti anaerobnega praga je ekonomičnost ena izmed treh najpomembnejših determinant uspešnosti v cestnem kolesarstvu (Kavaš, 2013).

Ekonomičnost (gospodarnost oz. učinkovitost) kolesarjenja govori o tem, kako učinkovito mišice izrabljajo po krvi prispeli kisik med submaksimalnim naprežanjem oz. koliko kisika porabi organizem pri določeni obremenitvi. Čim bolj ekonomično delujejo mišice, tem manj kisika telo potrebuje za določeno obremenitev oz. hitrost kolesarjenja. To pomeni, da bo bolj ekonomičen kolesar pri isti obremenitvi trošil manj energije (kisika) kot manj ekonomičen. Ekonomičnost je povezana s kemično in biomehansko učinkovitostjo krčenja mišičnih vlaken (Penca, 2011).

$$\text{EKONOMIČNOST} = \frac{\text{DELO}}{\text{PORABLJENA ENERGIJA}}$$

Ekonomičnost pomeni, koliko moči (vatov) je kolesar sposoben proizvesti iz porabljenega 1 litra kisika oz. kolikšen odstotek energije je kolesar sposoben koristno uporabiti. Ostalo energijo namreč telo potrebuje za svoje delovanje in resintezo ATP, pri čemer se ustvarja tudi toplota (Faria, Parker in Faria, 2005b). Zlasti v vročih vremenskih pogojih se na račun ohranjanja stalne telesne temperature ekonomičnost drastično poslabšuje (Kavaš, 2013).

Matematični izračuni so pokazali, da bo dobro treniran kolesar z izboljšanjem ekonomičnosti za 1 % ob tem, da vsi ostali dejavniki ostanejo enaki, izboljšal svoj čas na 40 kilometrov dolgem kronometru za 63 sekund (Faria, Parker in Faria, 2005a).

Večina znanstvenikov je dolgo časa menila, da se ekonomičnost izboljšuje samo z vzdržljivostnim treningom. Leta 2005 so znanstveniki na Novi Zelandiji preučevali učinke treninga eksplozivne moči in zelo intenzivnih kolesarskih sprintov na vzdržljivostne in sprinterske dosežke. Raziskovalce je najbolj presenetilo dejstvo, da so kolesarji napredovali tudi v ekonomičnosti, in sicer se je le-ta povečala za 3 % (Penca, 2011).

Ekonomičnost poklicnih kolesarjev v povprečju znaša okrog 85 W/l/min. V raziskavi, v kateri je sodelovalo enajst poklicnih kolesarjev, je bila najvišja izmerjena vrednost malenkost nad 90 W/l/min, in sicer pri dvakratnem svetovnem prvaku. Glede na to, da so pri omenjenem kolesarju izmerili $VO_2\max$ pod 70 ml/min/kg, raziskovalci domnevajo, da večja ekonomičnost lahko kompenzira nižje vrednosti maksimalne porabe kisika (Lucia, Hoyos, Perez, Santalla in Chicharro, 2002).

Na ekonomičnost vplivajo stopnja treniranosti, (dolgoletna vadba, obseg in intenzivnost vadbe) kadenca pedaliranja, prehrana, genetske predispozicije in odstotek mišičnih vlaken tipa I (Faria idr., 2005b). Racionalnost trošenja energije je odvisna tudi od tehnike kolesarjenja, na katero imajo velik vpliv mišična moč, gibljivost in ravnotežje (Škof, 2007). Trenutno še ni najbolj raziskano, katera vadbena metoda lahko najhitreje izboljša ekonomičnost kolesarjenja, je pa jasno, da je napredek v ekonomičnosti majhen in počasen, vendar statistično zelo pomemben.

2.3 MORFOLOŠKI IN PSIHOLOŠKI DEJAVNIKI TER DEJAVNIKI OKOLJA V CESTNEM KOLESARSTVU

Morfološke značilnosti posameznika imajo velik vpliv na vzdržljivost. V kolesarstvu, kjer se nenehno borimo z vplivom težnosti, imata zlasti velik vpliv na uspešnost telesna masa in sestava telesa (maščobna masa predstavlja nefunkcionalno kategorijo in zato negativni dejavnik uspešnosti). Pri vožnji v klanec je predvsem pomembno razmerje med močjo in telesno maso, torej W/kg, medtem ko je pri vožnji kronometra najpomembnejše razmerje med močjo in čelno površino (W/dm^2).

Psihološki dejavniki, zlasti motivacija, sposobnost vztrajanja in premagovanja manj prijetnih občutkov in sposobnost premagovanja praga bolečine so močno povezani s fiziološko-biokemijskimi procesi ustvarjanja energije in blaženja vpliva stranskih produktov presnovnih procesov. Psihološka priprava, motivacija, velika volja, odločnost in psihična trdnost zelo pogosto določajo zmagovalca.

Okolje je zelo pomemben dejavnik pri vzdržljivostni vadbi, izpostavil bi predvsem nadmorsko višino, temperaturo okolja, vlažnost in onesnaženost zraka.

Kolesarske dirke se velikokrat odvijajo na zmerni nadmorski višini (1500–2500 m), nekatere dirke pa potekajo tudi v višje ležečih krajih (dirka po Koloradu, Tour of Qinghai Lake idr.). Z naraščanjem nadmorske višine se zmanjšuje delni tlak kisika v krvi (pO_2), kar vpliva na zmanjšanje količine kisika v krvi. S povečanjem nadmorske višine se zmanjša količina kisika, ki ga kri lahko pošlje do obremenjenih mišic, kar vpliva na zmanjšanje maksimalne porabe kisika in dolgotrajne vzdržljivosti (Ušaj, 2003). Z vsakim povečanjem nadmorske višine za 1000 m nad 1050 m, se $VO_2\max$ zniža za 8,7 % (Robergs in Roberts, 1997).

V nadaljevanju diplomskega dela se bomo osredotočili zgolj na fiziološke, biokemijske in biomehanske dejavnike, katere smo v različnih obdobjih tekmovalne sezone spremljali v Laboratoriju za fiziologijo športa na Fakulteti za šport.

2.4 OBMOČJA FIZIOLOŠKEGA NAPORA IN METODE VADBE V CESTNEM KOLESARSTVU

Pot do vrhunskega rezultata je v vseh športih dolgotrajen in zahteven proces, ki pa ni enovit, ampak je razdeljen v več razvojnih faz. Pogoj za doseganje vrhunskih rezultatov je večletno sistematično delo. Treningi za posamezne starostne kategorije, organizacija treninga in predvsem izbira metod vadbe si logično sledijo in pri tem upoštevajo razvojne posebnosti posameznih starostnih skupin. V nadaljevanju diplomskega dela se bomo osredotočili zgolj na trening kolesarjev v kategorijah pod 23 in člani.

Trening kolesarjev temelji na točno določenih območjih treninga. Vsako območje predstavlja določeno stopnjo napora in kot lahko vidimo v tabeli 2, so pri vsaki intenzivnosti pričakovani nekoliko drugačni učinki.

Tabela 2

Pričakovani odziv na vadbo pri različnih intenzivnostih (Hunter in Coggan, 2010)

		Oksidativni encimi	Anaerobni prag	Kapilarizacija	Volumen krvi	Zmogljivost srca	VO ₂ max	Anaerobna sposobnost	Nevro-muskularna moč
I	Regeneracija								
II	Aerobna kapaciteta	++	++	+	+	+	+		
III	Tempo	+++	+++	++	++	++	++		
IV	Anaerobni prag	++++	++++	+++	+++	+++	+++		
V	VO ₂ max	++	++	++++	++++	++++	++++		
VI	Anaerobna kapaciteta	+	+	+	+	+	+	+++	+
VII	Sprint							+	+++

Legenda: + znak predstavlja jakost učinka treninga pri različnih intenzivnostih. Več ++ znakov pomeni večjo adaptacijo.

Večina trenerjev in športnikov uporablja sedem območij treninga, njihovo poimenovanje pa se sicer razlikuje od države do države (Kavaš, 2013). Za določanje območij treninga obstaja vrsta terenskih in laboratorijskih testov, s katerimi merimo številne fiziološke parametre (maksimalno frekvenco srčnega utripa, vrednosti laktata, maksimalno doseženo moč na obremenitvenem testu, maksimalno porabo kisika, ventilacijski oz. laktatni prag, točko respiratorne kompenzacije, anaerobni prag itd.).

Namen testiranja je ugotavljanje trenutnih telesnih sposobnosti, spremljanje učinkov treninga oz. analiza vadbe, določanje območij vadbe in ostalih podatkov, ki jih potrebujemo za

načrtovanje treninga. Kateri test bomo izbrali, je odvisno tudi od naših finančnih zmožnosti, od starosti športnika, od nivoja treniranosti in od načina nadzora intenzivnosti. Slednjo lahko nadziramo z merilcem frekvence srčnega utripa, z merilcem moči ali pa z obema pripomočkoma hkrati. Kolesarji, ki med treningom uporabljajo tudi merilec moči, imajo na razpolago mnogo širši izbor testov, saj obstajajo številni modeli, s katerimi na dokaj enostaven in zanesljiv način določimo moč na anaerobnem pragu.

Verjetno najpogosteje uporabljen test med kolesarji je Conconi test, ki se opravlja na kolesarskem ergometru, opremljenem z merilcem moči. S stopnjevanjem obremenitve se vzporedno povečuje tudi poraba energije, podoben pa je tudi odziv frekvence srčnega utripa. Srčni utrip pri nižjih obremenitvah narašča linearno z obremenitvijo, pri določeni obremenitvi pa pride do t. i. točke preloma. Ta točka defleksije srčnega utripa sovpada z vrednostjo anaerobnega praga. Test traja do maksimalne dosežene moči, katero je merjenec sposoben premagovati še vsaj trideset sekund. Med testom se lahko spremlja tudi poraba kisika, EKG, laktat in številni drugi fiziološki parametri.

Zelo uporaben stopenjski test je tudi test maksimalne izhodiščne moči oz. test PPO («peak power output»), pri katerem je cilj izmeriti doseženo moč na zadnji stopnji. Obremenitev povečujemo vsaki dve minuti za 20 do 30 W, odvisno od telesne mase in stopnje telesne pripravljenosti merjenca.

Na podlagi opravljenega testa določimo in izračunamo območja treninga. Spodnja tabela 3 nam prikazuje območja treninga na osnovi moči na anaerobnem pragu, frekvence srčnega utripa pri anaerobnem pragu in na osnovi maksimalne izhodiščne moči, dosežene pri stopenjskem testu, uporabljenem v raziskavi.

Tabela 3

Območja treninga, določena na osnovi AnP in maksimalne obremenitve, dosežene na obremenitvenem kontinuiranem testu (Kavaš, 2013)

		Moč glede na AnP (%)	Frekvenca srčnega utripa glede na AnP (%)	Moč glede na PPO (%)
I	Regeneracija	< 55	< 74	40–50
II	Aerobna kapaciteta	56–75	75–91	51–65
III	Tempo	76–90	92–96	66–75
IV	Anaerobni prag	91–105	97–102	76–80
V	VO ₂ max	106–120	103–	81–100
VI	Anaerobna kapaciteta	nad 121	/	101–180
VII	Sprint	/	/	181–300

2.4.1 METODE ZA RAZVOJ VZDRŽLJIVOSTI

Regeneracija in aerobna kapaciteta – območje I in II

Največji delež letnega treninga predstavljajo aktivnosti v območjih I in II. Na letnem nivoju to znaša tudi do 70 % celotnega časa. Za razvoj aerobne kapacitete uporabljamo predvsem neprekinjeno oz. kontinuirano metodo, ki je najstarejša in najpreprostejša metoda za razvoj vzdržljivosti. Slednja se pri večini športnikov uporablja zlasti v začetnem delu pripravljalnega obdobja, kasneje pa za vzdrževanje usvojene ravni aerobne priprave in pa v kombinaciji z intenzivnejšimi metodami treninga. Na ta način izboljšamo predvsem osnovno kolesarsko vzdržljivost, ki je ključnega pomena za razvoj ostalih sposobnosti, pomembnih za napredek in dober rezultat. Vadba v območju nizke intenzivnosti (do 74 % FSU AnP) poveča hitrost oksidacije maščobnih kislin iz maščobnih celic, saj največji delež celotne porabljene energije predstavljajo maščobe (Bompa in Haff, 2009; Kavaš, 2013; Škof, 2007). Tovrstna vadba v manjši meri sproži tudi vse učinke, ki so značilne za zmerno in srednje intenzivno vadbo.

Bolj ko se napor povečuje, večja je potreba po kisiku. Pri prehodu v območje zmerne intenzivnosti (75–91 % FSU AnP) zaznamo spremembe v dihanju in manjšem porastu vsebnosti laktata v krvi. Ta prag vadbene intenzivnosti, ki kaže majhen dvig laktata v krvi preko meje v mirovanju, imenujemo laktatni oz. aerobni prag. Vse pomembnejše gorivo postajajo ogljikovi hidrati. Dolgotrajno vadbo zmerne intenzivnosti imenujemo tudi vadba za razvoj aerobne kapacitete. Energijske potrebe v celoti zadovoljujejo aerobni presnovni procesi v počasnih mišičnih vlaknih tipa I.

Najpomembnejši učinki vadbe za razvoj aerobne kapacitete so:

- povečanje števila in velikosti mitohondrijev;
- povečanje vsebnosti mitohondrijskih encimov, zlasti encimov v Krebsovem ciklu in dihalni verigi;
- povečanje gostote kapilarne mreže in volumna krvne plazme;
- povečanje zaloga mišičnega glikogena, trigliceridov in zaloga mioglobina v mišični celici.

Tempo – območje III

Vadbo vzdržljivosti srednje intenzivnosti imenujemo tudi vadba za razvoj nizke aerobne moči, tempo vzdržljivost ali na kratko »tempo«. Na letnem nivoju predstavljajo aktivnosti v območju III (92–96 % FSU AnP) okoli 15 % letnega treninga.

Delež anaerobnega dela je še vedno tako majhen, da se nastali laktat lahko presnavlja in se ne kopiči v telesu. Povečane energijske zahteve v vseh mišičnih vlaknih stimulirajo glikolizo in glikogenolizo, saj energijske zahteve vse bolj pokriva mišični glikogen in ne glukoza iz krvi. Kljub temu se količina laktata ne povečuje, saj se laktat pri tej intenzivnosti obremenitve pretežno uporabi kot energijska substanca v bližnjih oksidativnih mišičnih vlaknih in drugih tkivih. Na ta način se vzdržujeta fiziološko ravnovesje in stacionarno stanje laktata v krvi (Škof, 2007).

Vadbo na območju tempa uporabljamo pri postopnem prehodu iz nizke in srednje intenzivne vadbe v visoko intenzivno vadbo in pa tudi v naslednjih primerih (Kavaš, 2013):

- trening ritma, ki ga izvajamo v zavetju avtomobila ali v skupini kolesarjev ob krožnih menjavah;

- pri treningu aerobne kapacitete po zahtevnih trasah, ko nas sam teren (strmi klanci) prisili, da vozimo v območju III;
- na dirkah, ko je hitrost v glavnini tako visoka, da kolesarji kljub zavetju vozijo v območju III;
- med daljšimi pobegi na dirkah, saj bi se vožnja pri višjih intenzivnostih končala s predčasnim izčrpanjem glikogenskih zalog;
- med tekmovalno sezono, ko kolesar še ni dovolj spočit za intenzivnejše metode treninga;
- pri treningih, kjer je poudarek na menjavi ritma (III–IV).

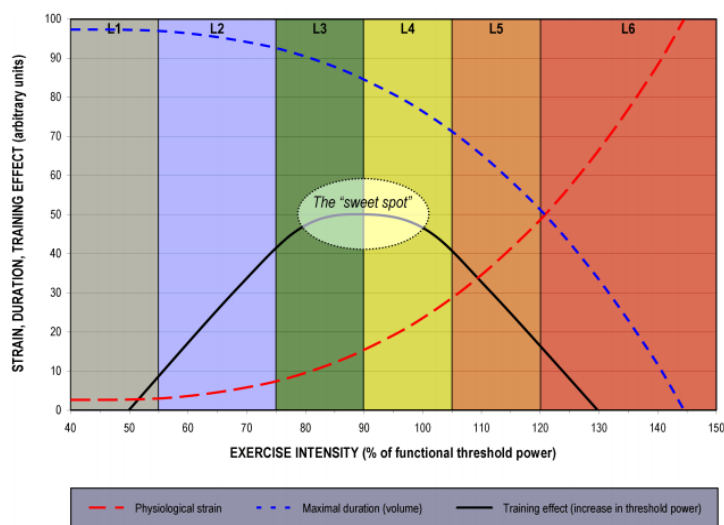
Najpomembnejši učinki vadbe v območju tempa so (Škof, 2007):

- povečanje zmogljivosti srčne mišice;
- povečanje količine krvne plazme in učinkovitosti kapilarizacije;
- povečanje količine aerobnih encimov;
- povečanje števila aktiviranih motoričnih enot s počasnimi mišičnimi vlakni, postopno pa se vključujejo tudi hitre motorične enote tipa IIa;
- povečanje količine glikolitičnih encimov;
- povečanje dejavnosti puferskih sistemov.

Anaerobni prag – območje IV

Kot smo že zapisali, je anaerobni prag (AnP) točka, pri kateri pride do neravnovesja med proizvodnjo in porabo laktata. Trening v tem območju ima zelo velik vpliv na izboljšanje kolesarjeve zmogljivosti, a ker je hkrati ta intenzivnost tudi zelo stresna za organizem, lahko pride ob prepogosti vadbi v območju IV tudi do neželenih učinkov.

Vadba v območju anaerobnega praga ima neposredni vpliv na izboljšanje le-tega, zato se tudi vadba za izboljšanje anaerobnega praga izvaja točno pri intenzivnostih AnP. Na letnem nivoju predstavljajo aktivnosti v območju IV okoli 8–10 % letnega treninga in le najboljše trenirajo znotraj tekmovalnega obdobja v območju AnP več kot dvakrat tedensko, saj je potreben počitek po vadbi v območju IV od 48 do 72 ur. Dolžina intervala v območju IV znotraj posamezne vadbene enote traja od 5 do 30 minut, skupen čas obremenitev znotraj posamezne vadbene enote za kategorijo članov od 30 do 60 minut, za mlajše kolesarje pa ustrezno manj.



Slika 1. Grafična ponazoritev območja pod anaerobnim pragom (Hunter in Coggan, 2010).

Številni strokovnjaki za dvig anaerobnega praga priporočajo tudi vadbo v območju tik pod anaerobnim pragom (območje III–IV) oz. v območju »sweet spot«, ki je označeno na sliki 1.

Najpomembnejši učinki tovrstne vadbe so podobni tistim v območju tempa, bolj izraženo se poveča aktivnost aerobnih encimov. Zaradi hipertrofije srca se poveča njegov utripni volumen, zmanjša pa frekvenca pri enaki obremenitvi. Organizem hkrati tudi pridobi sposobnost presnavljanja večje količine laktata (dodatna energija) in lahko na ta račun varčuje z omejenimi zalogami mišičnega in jetrnega glikogena.

VO₂max – območje V

Vadbo v območju V pogosto imenujemo tudi vadba za razvoj visoke aerobne moči in spada v področje visoke intenzivnosti, saj je intenzivnost nad vrednostjo anaerobnega praga (nad 103 % FSU AnP). Obremenjena so tako oksidativna kot glikolitična vlakna, ki lahko z anaerobnim metabolizmom zagotavljajo dodatno potrebno energijo za vzdrževanje aktivnosti pri tej intenzivnosti. Najvišje vrednosti doseže tudi obremenjenost srca in dihalnega sistema. Tvorba laktata in vodikovih protonov je večja od porabe. Acidoza v mišicah in krvi med obremenitvijo naraščata premo sorazmerno s trajanjem obremenitve tudi ob konstantni intenzivnosti (Škof, 2007).

Dolžina intervala v območju V znotraj posamezne vadbene enote traja od 3 do 8 minut, skupen čas obremenitev znotraj posamezne vadbene enote pa naj ne presega 30 minut. Razmerje med obremenitvijo in počitkom je pri zelo dobro treniranih kolesarjih 1 : 1, pri manj treniranih pa 1 : 1,5.

Najpomembnejši učinki vadbe v področju VO₂max so:

- povečanje maksimalne porabe kisika;
- povečanje tako minutnega volumna srca kot utripnega;
- povečanje volumna krvne plazme;
- hipertrofija počasnih mišičnih vlaken;
- povečevanje količine krvne plazme in učinkovitosti kapilarizacije;
- povečanje arterio-venske razlike za kisik;
- izboljšanje pretoka krvi v aktivnih skeletnih mišicah.

2.4.2 METODE ZA RAZVOJ HITROSTI IN HITROSTNE VZDRŽLJIVOSTI

Anaerobna kapaciteta – območje VI

Vadba v tem območju se imenuje tudi trening tolerance na laktat. Do izraza pride predvsem v zaključkih dirk, na prologih in na krajših krožnih dirkah. Gre za področje najvišje intenzivnosti, saj sproži v organizmu visoko acidozo. Med vadbo v območju VI so aktivirana vsa mišična vlakna, najpomembnejšo vlogo pa opravljajo hitra mišična vlakna tipa IIa in IIb. Energijske potrebe na tem območju vadbe pokrivajo glikogen in fosfagenski energijski viri (ATP in kreatin fosfat).

Dolžina intervala v območju VI znotraj posamezne vadbene enote traja od 20 sekund do 2 minuti, saj gre za zelo intenzivne, kratke in izjemno zahtevne intervale. Brez merilca moči

so zelo težko izvedljivi korektno, saj zahtevajo od 100 do 130 % vrednosti maksimalne porabe kisika.

Najpomembnejši učinki vadbe tolerance na laktat so:

- izboljšanje aktivacije in razvoj visoke tolerance na bolečino ob zakisljenosti;
- poveča se vsebnost glikolitičnih encimov;
- izboljšanje puferskih kapacitet hitrih mišičnih vlaken.

Sprint oz. maksimalna moč – območje VII

Hitrost kot motorično sposobnost je mogoče opredeliti kot največjo hitrost gibanja, ki je posledica delovanja lastnih mišic. Hitrost razgradnje ATP in CrP je eden bistvenih biokemičnih dejavnikov, ki dokaj neposredno določajo stopnjo največje hitrosti in določajo moč anaerobnih alaktatnih energijskih procesov. Takšno vadbo imenujemo tudi vadba maksimalne moči.

Trening sprinta je potreben za vse kolesarje, saj je značilnost cestnih dirk tudi nenehno pospeševanje. Vadbo sprinta lahko izvajamo v različnih okoliščinah: sprint po ravnini, sprint v klanec, sprint iz začetka avtomobila ali start z mesta iz nizke hitrosti. Odmor med sprinti naj traja od 3 do 5 minut, to je čas, ki ga organizem potrebuje za obnovitev zaloga ATP in CrP. V zaključkih tekmovanj na enodnevnih dirkah in v manj zahtevnih etapah se navadno na koncu za zmago potegujejo dobri sprinterji posameznih ekip. To se dogaja pri velikih hitrostih, zato je potrebna tudi izvrstna tehnika, veliko izkušenj, samozavest in pogum. V zaključnih nekaj sekundah sprinta je pomembna maksimalna moč, ki se izračuna na čelno površino kolesarja (W/dm^2), zato pride do izraza tudi dobra aerodinamika. Podatek o maksimalni moči, ki jo kolesar doseže v petih sekundah, je zelo zgovoren podatek o sprinterski zmogljivosti. Kljub temu da zaključni sprinti na tekmovanjih trajajo dlje, kaže ta podatek na visok delež hitrih mišičnih vlaken, kar pomeni potencial za nadaljnji razvoj moči in hitrosti (Kavaš, 2013).

Najpomembnejši učinki vadbe sprinta so:

- izboljšanje medmišične koordinacije;
- povečanje hitre, maksimalne, dinamične in eksplozivne moči;
- izboljšanje reakcijskega časa;
- povečanje vsebnosti encimov kreatinfosfokinaze in miokinaze;
- povečanje zaloga CrP in ATP;
- hipertrofija hitrih mišičnih vlaken;
- povečanje nevromuskularne moči.

Trening za motornim vodstvom

V tekmovalnem kolesarstvu treningi pogosto potekajo tudi za motornim vodstvom, kjer kolesarji vozijo v zavetrju avtomobila ali motorja. Na ta način se izboljšuje sposobnost hitrega vrtenja pedal. Metoda se načeloma začne uporabljati v predtekmovalni sezoni, glavni namen tovrstnega treninga pa je (Kavaš, 2013):

- ujeti tekmovalni ritem,
- razvoj sposobnosti vzdrževanja visoke kadence,

- simulacija sprintov,
- pomoč pri izvedbi zahtevnih intervalnih treningov v tekmovalni hitrosti po ravnini ali v klanec,
- izvajanje specifičnega treninga za kronometer.

2.4.3 METODE ZA RAZVOJ SPECIALNE MOČI NA KOLESU

Vzdržljivost v moči

Trening vzdržljivosti v moči lahko poimenujemo tudi s kratico S.F.R., ki je izpeljana iz Italijanščine in pomeni »salita – forza – resistenza« (Kavaš, 2013). Najbolj pogosto se vzdržljivost v moči trenira na položnih vzponih z naklonom od 5 do 7 %, ključna pa je nizka kadenca, ki se giblje med 40 in 60 obrati na minuto. Trening večinoma izvajamo tako, da kolesar ves čas sedi na sedežu, pri čemer si ne sme pretirano pomagati z vlečenjem krmila k sebi. Vadba poteka v obliki intervalnega treninga, posamezen interval traja od 2 do 7 minut in se izvaja pri intenzivnosti v območju tempa (III). Počitek med ponovitvami naj bo dolg vsaj dve do tri minute. Med počitkom lahko poganjamo pedala in tako aktiviramo aerobne procese, ki nam omogočijo hitrejše okrevanje. Skupen čas intervalov znaša od 20 do 40 minut za kategorijo elite, ob večjem številu ponovitev pa lahko intervale izvajamo tudi v serijah. Zaradi specifične oblike vadbe je pred vsakim treningom pomembno dobro ogrevanje, ki ga izvedemo po ravnini z uporabo lažjih prestavnih razmerij. Pri tovrstni vadbi kolesarji dosegajo velik navor in za vrhunske kolesarje presega 65 Nm, posledično tovrstna oblika vadbe ni primerna za kolesarje, mlajše od 17 let. Zaradi nizke kadenca in velikega navora ostajajo mišice dlje časa skrčene, s tem pa je tudi poslabšana prekrvavitev tkiva.

Vadbo vzdržljivosti v moči najpogosteje izvajamo v začetnem delu sezone, ko so kolesarji še relativno spočiti in sta živčni in mišični sistem najbolj odzivna (Friel, 2009). Tako se metoda S.F.R. v specialnem pripravljalnem obdobju izvaja enkrat do dvakrat tedensko, v tekmovalnem obdobju pa enkrat tedensko, razen v primeru, kadar se kolesarji pripravljajo na kronometer. Takrat se vadba vzdržljivosti v moči kombinira z intervali na anaerobnem pragu ali pa z vožnjo v zavetrju motorja.

2.4.4 METODE ZA RAZVOJ SPLOŠNE MOČI

Raziskave so pokazale številne pozitivne učinke vadbe splošne moči na kolesarjevo vzdržljivost, kljub temu da ni bilo sprememb v maksimalni porabi kisika. Vzrok je predvsem večja moč počasnih mišičnih vlaken, kar jim omogoča prevzemanje večjega deleža bremena pri poganjanju pedal, saj tako zmanjšujejo vlogo hitrih mišičnih vlaken, ki so tudi hitreje utrudljiva. Zmanjševanje deleža hitrih mišičnih vlaken k skupni moči se odraža v večji vzdržljivosti (Friel, 2009).

Nadaljnje raziskave na Univerzi Maryland so pokazale, da je večja splošna moč pri dvigovanju uteži povezana z višjim anaerobnim pragom, predvsem zaradi večjega deleža obremenjenih počasnih mišičnih vlaken, to so mišična vlakna tipa I. Mišična vlakna tipa I ob utrujanju proizvajajo večje količine mlečne kisline, zato se zmanjšanje deleža njihove

uporabe odraža v zmanjšanju prisotnosti laktata v krvi pri poljubni obremenitvi, kar posledično pomeni višji anaerobni prag.

Zanimiva je tudi raziskava (Rønnestad, Hansen in Raastad, 2011), v kateri so kolesarji opravili triurni vzdržljivostni trening aerobne kapacitete, kateremu je sledil 5-minutni maksimalni test. Na njem so dosegli povprečno moč 371 W. Potem so kolesarje razdelili v dve skupini, prva je nadaljevala le s treningi na kolesu, druga pa je dvakrat tedensko trening dopolnila z vajami za splošno moč. Po 12 tednih so 5-minutni maksimalni test ponovili. Kolesarji v drugi skupini so na testu dosegli povprečno moč 400 W, kolesarjem, ki so trenirali le na kolesu, pa se povprečna moč na 5-minutnem maksimalnem testu ni spremenila (Rønnestad idr., 2011).

Leta 2010 je koristi treninga splošne moči z utežmi potrdila tudi raziskava, v kateri je poskusna skupina cestnih kolesarjev kot dopolnitev običajnemu treningu na kolesu trikrat tedensko izvajala še trening maksimalne moči (štiri serije s štirimi ponovitvami, 3-krat tedensko, osem tednov zapored). Kolesarji so napredovali v maksimalni moči in presenetljivo tudi v ekonomičnosti. Poraba kisika pri 70 % VO_2max se je znižala za 4,8 %, čeprav se maksimalna poraba kisika in telesna masa nista spremenili. Kontrolna skupina, ki je izvajala zgolj treninge na kolesu, je v ekonomičnosti napredovala le za 1,4 % (Sunde idr., 2010).

Vadba moči izzove številne akutne (trenutne) fiziološke odgovore in kronične adaptacije, ki so ključnega pomena za povečevanje mišične sile, moči, hipertrofije in lokalne mišične vzdržljivosti (Kraemer in Ratamess, 2005). Hormonske spremembe, ki se zgodijo kot posledica vadbe moči, se dogajajo v specifičnem okolju. Poveča se koncentracija hormonov v krvi in število dostopnih receptorjev. Oboje skupaj v zaključku pripelje do povečane sinteze mišičnih proteinov. Na hormonski odziv na vadbo moči v veliki meri vpliva vadbeni program, genske predispozicije, spol, nivo treniranosti in ne nazadnje sposobnost adaptacije (Kraemer in Ratamess, 2005). Preoblikovanje tkiva je dvosmerni proces, ki se začne s kataboličnim procesom razgrajevanja mišičnih proteinov med vadbo moči in nadaljuje z anaboličnim procesom po vadbi v času regeneracije.

2.5 CIKLIZACIJA IN NAČRTOVANJE TRENINGA V CESTNEM KOLESARSTVU

Načelo cikličnosti in spremenljivosti je eden izmed pomembnih načel, po katerih naj bi se ravnali vsakič, ko nameravamo sprožiti neki proces športne vadbe, saj načela procesa športne vadbe predstavljajo pomembne splošne izkušnje, ki so se izkristalizirale skozi zgodovino razvoja procesa športne vadbe. V naravi je zlahka zaznati ciklično dogajanje, kot so menjavanje letnih časov, izmenjava dneva in noči, plime in oseke ipd. Tudi v človeškem organizmu nenehno poteka gradnja in razgradnja vseh snovi v določenih ciklih, ki so specifični za vsako snov. Tudi način življenja, ki nam ga narekujejo letni koledar in tekmovalni koledar, je neke vrste cikel. Prav ta cikličnost naravnih pojavov in časovno omejen učinek vadbe sta osnovna razloga za ciklizacijo in načrtovanje vadbe z namenom razvrščanja vadbenih količin v takšno zaporedje, ki omogoča najizrazitejše vadbene učinke (Ušaj, 2003).

Ciklizacija je bil poznana že v času priprav športnikov na antične olimpijske igre, znan je nemški model priprav na OI leta 1936 in primeri finskih tekačev. Glavne temelje sodobne ciklizacije je postavil Matveyev, ki je prvi, poleg koledarskih vzrokov, iskal tudi biološke vzroke za ciklizacijo. Pomembno je razdeliti razpoložljiv (potreben) čas v posamezne krajše časovne cikle s specifično vsebino, ki omogočajo ustrezno fiziološko in psihološko prilagoditev športnika. S tem doseže športnik v točno določenem času najvišjo tekmovalno učinkovitost, saj ni mogoče vzdrževati fizioloških in psiholoških sposobnosti športnika na visoki ravni dolgo časa.

Načrtovanje športne vadbe se začne z jasno definicijo vadbenega cilja, z izbiro in razvrščanjem vadbenih količin v izbranem procesu športne vadbe pa omogočimo njegovo uresničitev (Ušaj, 2003). Pri načrtovanju procesa športnega treniranja poznamo več ciklov, ki se med seboj razlikujejo po dolžini in natančnosti planiranja.

Najmanjšo zaključeno enoto, ki ima jasno in natančno definirane cilje vadbe, vadbeno količino, intenzivnost, metode treninga in izbiro ter zaporedje vaj, imenujemo vadbena enota, tvorita jo katabolna in anabolna faza. Vadbene enote načrtujemo na podlagi ciljev v mikrociklu oziroma na osnovi zahtev posameznega mikrocikla.

Mikrocikel (MIC) je najkrajši zaokroženi cikel in običajno traja en teden, znotraj katerega razporedimo vadbene enote. Poznamo razvojni, udarni, regeneracijski, tekmovalni in »zoževalni« mikrocikel (Škof, 2010). Pri oblikovanju mikrocikla upoštevamo zakon katabolne in anabolne faze, cilje vadbe v tem obdobju in kompatibilnost vsebin.

Več mikrociklov tvori mezocikel (MZC), ki navadno traja od dveh pa do osem tednov in je vsebinsko oz. ciljno zaokrožen cikel vadbe. Ločimo razvojne in vzdrževalne mezocikle, vsebina pa temelji na cilju vadbenega obdobja. Je cikel, za katerega definiramo cilje vadbe, izdelamo načrt, izvedemo proces in ga nadzorujemo, na koncu pa opravimo tudi testiranje športnika za oceno postavljenih ciljev. Mikrocikle znotraj MZC lahko razporedimo po določenih tipih glede na cilje, ki jih želimo doseči, oziroma glede na obdobje znotraj tekmovalne sezone. Dinamika obremenjevanja 3 : 1 pomeni tri zaporedne mikrocikle naraščajoče obremenitve in en teden razbremenitve, v katerem znatno zmanjšamo količino in/ali intenzivnost vadbe.

Makrocikel (MAC) pogosto imenujemo kar tekmovalni cikel oz. letni program vadbe. Predstavlja organizacijski in širši vsebinski načrt treninga, načrtovanje pa temelji na osnovi

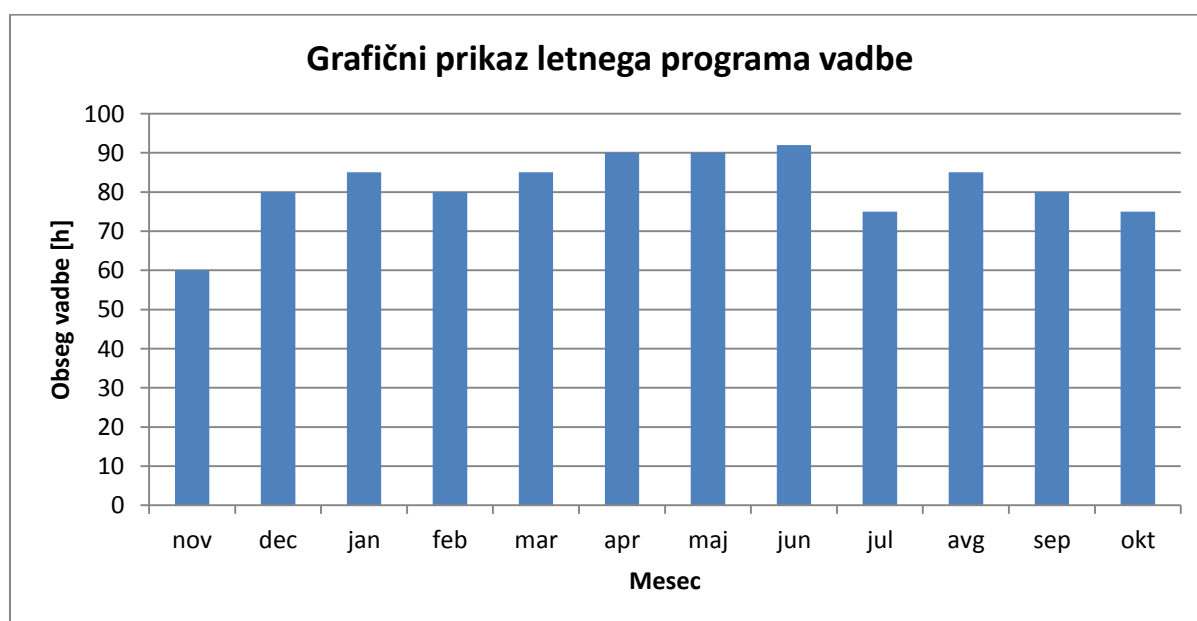
tekmovalnega koledarja in postavljenih ciljev. Pri načrtovanju izhajamo iz značilnosti vadbenega procesa pretekle tekmovalne sezone in na podlagi tekmovalnega razvoja v daljšem časovnem obdobju. Osnova za oblikovanje letnega programa vadbe je tudi ustrezno zdravstveno stanje. Poznamo dve najpogosteje uporabljeni vrsti ciklizacije: enojno in dvojno ciklizacijo. Vrsto ciklizacije določa število vrhov (tekmovalnih obdobj oz. faz) znotraj makrocikla. Model MAC pa je odvisen od klimatskih razmer (športi na prostem, dvoranski športi), starosti in izkušenosti športnika in od dominantnih nalog, ki prevladujejo v procesu vadbe.

Tabela 4

Razpored vadbenih enot preizkušancev raziskave za čas njenega trajanja

MESEC	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN
Obseg tedenske vadbe [h]	12–15	17–19	20–24	20–22	18–20	20–22	20–24	20–24
OBDOBJE	SPLOŠNO PRIPRAVLJALNO OBDOBJE		SPECIALNO PRIPRAVLJALNO OBDOBJE	PREDTEKMOVALNO OBDOBJE	PRVO TEKMOVALNO OBDOBJE			
Število MIC	8		6	4	14			

Tabela 4 in slika 2 nam prikazujeta v cestnem kolesarstvu najpogosteje uporabljeno dvojno ciklizacijo, za katero so značilni splošno pripravljalo obdobje, specialno pripravljalo obdobje, predtekmovalno obdobje, prvo in drugo tekmovalno obdobje z vmesnim obdobjem obnove ter prehodno obdobje.



Slika 2. Grafični prikaz letnega programa vadbe.

Splošno pripravljalo obdobje

Za tekmovalne kolesarje se to obdobje začne nekje v sredini novembra, namen prvih tednov treninga pa je priprava telesa na prihajajoče napore. Trenirati začnemo postopoma, kar pomeni, da uvodni mikrocikli predstavljajo približno 50–60 % obsega treninga, kot smo ga imeli v prejšnji sezoni v tekmovalnem obdobju. Tako prva dva tedna po aktivnem počitku treniramo pet do šestkrat tedensko, vadbe so dokaj kratke in nizko intenzivne. Obseg vadbe nato postopoma stopnjujemo, najdaljši tovrstni treningi pa naj ne presegajo dolžine dirke za več kot 25 % (Burke, 2002). Cilj je izboljšati aerobni sistem, predvsem oksidativno sposobnost mišic, zato večji del treningov izvajamo v območjih I, II in III. Zaradi letnega časa je značilnost splošnega pripravljalnega obdobja raznovrsten trening alternativnih aerobnih dejavnosti (pohodništvo, tek na smučeh, tek, gorsko kolesarjenje, ekipni dvoranski športi ipd.). Številni kolesarji (predvsem poklicni) pa že razmeroma kmalu potujejo v toplejše kraje. Trajanje splošnega pripravljalnega obdobja je nekje 6–8 tednov in traja do konca decembra ali prve tretjine januarja. V tabeli 5 lahko vidimo, da je poleg razvoja aerobne kapacitete velik poudarek tudi na razvoju kadence in na vadbi alaktatnih sprintov z visoko kadenco.

V tem obdobju začnemo tudi z izvajanjem vadbe splošne moči, ki jo izvajamo od dva do trikrat tedensko. Anatomska oz. mišična prilagoditev je prva faza, s katero bi moral kolesar začeti v splošnem pripravljalnem obdobju. Njen namen je pripraviti mišice in kite na težje napore in obremenitve v kasnejših fazah (Friel, 2009). Glavni cilj v tej fazi je izboljšati splošno moč celega telesa. Ker v tem obdobju še ne preživimo toliko časa na kolesu, lahko več časa namenimo vadbi z utežmi. Kombiniramo tako vadbo na napravah, vadbo s prostimi utežmi kot tudi krožno vadbo po postajah. Pri vadbi z utežmi uporabljamo nizke obremenitve (60 % mejne teže), izvedemo 3–5 serij in od 20–30 ponovitev znotraj posamezne serije.

Tabela 5

Primer predvidenega tedenskega mikrocikla kolesarja KK Sava Kranj v splošnem pripravljalnem obdobju

2. teden; 19. 11.–25. 11. 2012					
DAN	KOLIČINA [h]	METODE TRENINGA	VSEBINA	INTENZIVNOST	OPOMBE
PON	0	/			
TOR	2	Razvoj splošne moči		60 % MT	
		Razvoj aerobne kapacitete	kolo ali trenažer	I/II	visoka kadenca
SRE	2,5	Razvoj aerobne kapacitete	gorsko kolo	II	razgiban teren
ČET	0	/			
PET	2	Razvoj splošne moči		60 % MT	
		Razvoj aerobne kapacitete	pohodništvo po razgibanem terenu	I/II	
SOB	2,5	Razvoj aerobne kapacitete	kolo	II; vmes 6 x 8 s VII – prestavno razmerje 39–14	visoka kadenca
		Razvoj hitrosti			
NED	3	Razvoj aerobne kapacitete in nizke aerobne moči	pohodništvo ali kolo	I/II + 10 min v območju III	

Legenda: MT – mejna teža.

Specialno pripravljalo obdobje

Začetek in trajanje obdobja sta odvisna od tekmovalnega koledarja, načeloma pa traja od začetka koledarskega leta do neke sredine februarja. Namen tega obdobja je nadaljevanje stopnjevanja obsega treninga, ki že večinoma poteka na kolesu, postopno pa se poveča tudi intenzivnost vadbe. Posledično se poveča število vadbenih enot v enem tednu (6–7). Cilji specialnega pripravljalnega obdobja so razvoj aerobne kapacitete, razvoj tempa oz. nizke aerobne moči in razvoj vzdržljivosti v moči. Omenjene značilnosti upošteva tudi predviden tedenski mikrocikel kolesarja KK Sava Kranj, ki je prikazan v tabeli 6.

Tabela 6

Primer predvidenega tedenskega mikrocikla kolesarja KK Sava Kranj v specialnem pripravljalnem obdobju

12. teden; 28. 1.–3. 2. 2013				
DAN	KOLIČINA [h]	METODE TRENINGA	VSEBINA in INTENZIVNOST	OPOMBE
PON		/		
TOR	3	AKAP, T, S.F.R., HIT	kolo; 5 x 5 min klanec S.F.R. 50 obr./min III, P = 2' + 2 x 10' klanec III + 20' II v zavetrju avtomobila z visoko kadenco	HIT z visoko kadenco
SRE	4	AKAP, T	kolo; 4 x 12 min klanec III (kadenca 80–90 obr./min)	razgiban teren
ČET	4,5	Razvoj splošne moči + AKAP	vaje za splošno moč + kolo I/II	razgiban teren
PET	2	R	kolo; I/II	ravnina
SOB	3,5	S.F.R., T, HIT	kolo; 5 x 5 min klanec S.F.R. 45 obr./min III, P = 2' + 2 x 15' ravnina III, med serijama 6 x 40" III visoka kadenca	
NED	5	AKAP, T	kolo; 2 x 20min III – krožno menjavanje v skupini	razgiban teren

Legenda: R – regeneracija, AKAP – aerobna kapaciteta, S.F.R. – vzdržljivost v moči, T – tempo, HIT – hitrost.

Vadbo na kolesu kombiniramo tudi z vadbo za splošno moč. Fazi anatomske prilagoditve, katero smo izvajali v splošnem pripravljalnem obdobju, sledi kratka faza aktivacije, znotraj katere izvedemo le nekaj vadbenih enot (npr. 3–5) in znotraj katere postopno zvišujemo obremenitev. Vaje izvajamo s takšno obremenitvijo, s katero lahko izvedemo 3–4 serije z 10–15 ponovitvami znotraj posamezne serije. Glavna značilnost te faze je prehod od lažjih bremen z večjim številom ponovitev na postopoma težje obremenitve z manjšim številom ponovitev. S postopnim dvigovanjem obremenitve in manjšanjem števila ponovitev znotraj serije mišice proizvajajo vse večjo silo. Sledi faza maksimalne moči, ki je pomembna zaradi učenja živčnega sistema po rekrutaciji velikega števila mišičnih vlaken, ki omogoča večjo interakcijo med hormoni in tkivom. Vaje izvajamo z velikimi obremenitvami in majhnim številom ponovitev znotraj posamezne serije. Princip faze aktivacije in maksimalne moči

upoštevamo le pri tistih vajah, ki obremenjujejo mišice nog. Ti dve fazi sta pomembni predvsem zaradi prehoda na vadbo specialne moči na kolesu.

Predtekmovalno obdobje

Začetek predtekmovalnega obdobja je vezan na tekmovalni program, njegov začetek pa je nekje 4–6 tednov pred prvo dirko (od sredine februarja do sredine marca). Na začetku tega obdobja obsega ne zmanjšujemo, povečujemo pa intenzivnost. Kako intenzivno bo predtekmovalno obdobje, je odvisno tudi od ciljev v začetnem tekmovalnem obdobju. Uvodne dirke na začetku tekmovalne sezone so običajno pisane na kožo hitrim kolesarjem – sprinterjem. Za njih je zelo pomembna anaerobna zmogljivost, medtem ko ostali kolesarji večino treninga namenijo izboljšanju aerobne kapacitete, nizke aerobne moči, vzdržljivosti v moči in izboljšanju anaerobnega praga. S treningi za izboljšanje anaerobnega praga večina kolesarjev začne dober mesec pred prvo dirko (Kavaš, 2013). Šele z dvigom anaerobnega praga se v trening vključi tudi vadba za razvoj anaerobnih sposobnosti. Poleg tega je cilj predtekmovalnega obdobja tudi razvoj tekmovalnega ritma. Kot lahko vidimo v tabeli 7, se uporablja tudi vožnja v zavetrju avtomobila ali hitra vožnja v skupini s krožnim menjavanjem.

Tabela 7

Primer predvidenega tedenskega mikrocikla kolesarja KK Sava Kranj v predtekmovalnem obdobju

16. teden; 25. 2.–2. 3. 2013				
DAN	KOLIČINA [h]	METODE TRENINGA	VSEBINA in INTENZIVNOST	OPOMBE
PON	4	AKAP, T, AnP, HIT	kolo; 2 x 15 min klanec (10' III–5' IV), 30 min v zavetrju avtomobila III + 6 x sprint (VII) mimo avtomobila	
TOR	5	AKAP	kolo; na klanec v območju III, na koncu v zavetrju avtomobila v območju II–III (110 + obr./min)	Razgiban teren, visoka kadenca
SRE	2	R	kolo; I/II	ravnina
ČET	3,5	AKAP, T, AnP, HV	kolo; 2 x 15 min III–IV vožnja v skupini s krožnimi menjavami III–IV, 3 x 1 km VI, 15 min klanec III (90+ obr./min)	razgiban teren
PET	4	AKAP	kolo; II, na klanec v območju III	Razgiban teren
SOB	5	AKAP, T, AnP, HIT	kolo; 1 x klanec 10 min IV, 2 x 15 min III–IV vožnja v skupini s krožnimi menjavami, 20 min III v zavetrju avtomobila	Visoka kadenca
NED	1	R	kolo 1h I ali odmor	Odvisno od počutja

Legenda: R – regeneracija, AKAP – aerobna kapaciteta, S.F.R. – vzdržljivost v moči, T – tempo, AnP – anaerobni prag, HIT – hitrost, HV – hitrostna vzdržljivost.

Ker primarno vadimo na kolesu, trening moči z utežmi zreduciramo na enkrat tedensko. Izvajamo lahko tudi t. i. kombinirano metodo vadbe, v katero vključimo sonožne počepe, poskoke na skrinjo ali poskoke po stopnicah navzgor in kratke sprinte na sobnem kolesu.

Takšen kompleksen trening vpliva predvsem na anaerobno moč, anaerobno kapaciteto in nevromuskularno moč. Izboljšuje glikolizo, poveča zaloge kreatinfosfata, pufersko kapaciteto, mišično silo, elastičnost in ekonomičnost. Vse skupaj pa ob kombinaciji aerobne vadbe znotraj tedenskega mikrocikla izboljšuje kolesarjevo tekmovalno zmogljivost.

Predtekmovalno obdobje lahko podaljšamo tudi v zgodnje tekmovalno obdobje, še posebej, če je naš namen na prvih tekmovanjih le ujeti tekmovalni ritem, izboljšati sposobnost pogoste menjave ritma in stopnjevati pripravljenost za pomembnejša tekmovanja v sezoni.

Tekmovalno obdobje

Tekmovalno obdobje je obdobje, znotraj katerega športnik doseže najvišjo stopnjo psihofizične pripravljenosti, za katero je zaželeno, da traja tudi dovolj časa. Znotraj tekmovalnega obdobja smo vezani na tekmovalni koledar, trening pa je strogo prilagojen ciljem tekmovalne sezone. Sestava mikrocikla (tabela 8) je odvisna tudi od frekvence tekmovanj, zahtevnosti in trajanja ter časa potovanja. Številne dirke poskrbijo, da ohranjamo visok nivo telesne pripravljenosti, zato je poudarek na usmerjeni pripravi na tekmovanje, na aktivaciji, regeneraciji in sprostitvi. Znotraj tekmovalnega obdobja ohranjamo tudi splošno moč stabilizatorjev trupa. Samo en trening tedensko nam v veliki meri pomaga ohranjati moč trupa, ki smo jo pridobili v zimskem obdobju. Pomembno je, da nadaljujemo z vadbo za trup, jedro in predvsem s tistimi vajami, ki odpravljajo naše slabosti ali mišična nesorazmerja.

Tabela 8

Primer predvidenega tedenskega mikrocikla kolesarja KK Sava Kranj v tekmovalnem obdobju

29. teden; 27. 5.–2. 6. 2013				
DAN	KOLIČINA [h]	METODE TRENINGA	VSEBINA in INTENZIVNOST	OPOMBE
PON	1	R	kolo I ali počitek	odvisno od počutja
TOR	3	AKAP, T, S.F.R	kolo; 12 min III ravnina, 4 x 4 min III S.F.R. klanec (P = 2') + 1 x 15 min klanec III 80–90 obr./min	
SRE	3,5	AKAP, AnP, VO ₂ max	kolo; 4 x 3 min IV ravnina (P = 3'), 3 x 3 min V klanec (P = 4') + 10 min klanec menjave ritma (20" V–40" II)	
ČET	4,5	AKAP, T, HIT	kolo; II, na klanec v območju II–III, na koncu 30 min v zavetrju avtomobila II–III	razgiban teren
PET	1	R	kolo; II, na klanec v območju III	razgiban teren
SOB	2	R, HIT, HV	kolo; aktivacija (4 x 12" sprint VII + 2 x 1' VI)	
NED	5	DIRKA	DIRKA	DIRKA

Legenda: R – regeneracija, AKAP – aerobna kapaciteta, S.F.R. – vzdržljivost v moči, T – tempo, AnP – anaerobni prag, HIT – hitrost, HV – hitrostna vzdržljivost.

Tudi trajanje tekmovalnega obdobja je vezano na tekmovalni koledar. Običajno se prvo tekmovalno obdobje za kolesarje na kontinentalnem nivoju konča z nastopi na državnih

prvenstvih konec meseca junija. Med prvim in drugim tekmovalnim obdobjem naj bi bilo dovolj časa za obnovo telesa in ponovno izgradnjo športne forme. Princip priprave za drugi del sezone je podoben kot za prvi del in ga začnemo z obnovo in razvojem aerobne kapacitete, intenzivnejši treningi pa lahko potekajo kar v sklopu manj pomembnih tekmovanj.

Prehodno obdobje

To obdobje je namenjeno sprostitvi, počitku in regeneraciji – tako fizični kot psihični, obnovi energije in postavitvi ciljev za prihajajočo sezono. Kljub temu naj bo to aktivno obdobje, aktivnosti naj potekajo v obliki aerobnih dejavnosti vsaj trikrat tedensko, kot nam prikazuje tabela 9. Trajanje prehodnega obdobja je od 3 do 4 tedne, odvisno je zlasti od stopnje utrujenosti po končani sezoni in seveda od starostne kategorije.

Tabela 9

Primer predvidenega tedenskega mikrocikla kolesarja KK Sava Kranj v prehodnem obdobju

29. teden; 28. 10.–3. 11. 2013				
DAN	KOLIČINA [h]	METODE TRENINGA	VSEBINA in INTENZIVNOST	OPOMBE
PON	0	/	/	
TOR	1,5	R, AKAP	AAA	
SRE	2	R, AKAP	AAA	
ČET	0	/	/	
PET	1,5	R, AKAP	AAA	
SOB	2–2,5	R, AKAP	AAA	
NED	0		/	

Legenda: AAA – alternativne aerobne dejavnosti, R – regeneracija, AKAP – aerobna kapaciteta.

2.6 NAMEN DELA

Vadbeni proces je sestavljen iz načrtovanja, izvedbe, nadzora in ocenjevanja vadbe. Prav spremljanje napredka oz. nadzor je ključnega pomena, da dobimo vpogled, ali je načrtovana in opravljena vadba vplivala na športnikove telesne sposobnosti in značilnosti in kakšne so dejansko te spremembe. To nam pokažejo športna testiranja in meritve športnikov, podatki, pridobljeni na takih testiranjih, pa so po navadi tudi izhodišče za nadaljnje delo. Med prvimi se je s testiranjimi športnikovih telesnih značilnosti in sposobnosti ukvarjal Foster. Že leta 1914 je meril frekvenco srčnega utripa po testu s tekom na mestu. Kasneje je Hill s sodelavci meril maksimalno porabo kisika, na univerzi v Harvardu pa so ustanovili prav poseben laboratorij za namene športnih testiranj (Friel, 2009).

Sassi, Impellizzeri, Morelli, Menaspa in Rampini (2008) so primerjali letno nihanje maksimalne porabe kisika, ekonomičnosti in učinkovitosti s spremembami drugih parametrov aerobne pripravljenosti. V raziskavi je sodelovalo 13 merjencev, osem profesionalnih cestnih kolesarjev in pet gorskih kolesarjev italijanske reprezentance. Trije kolesarji so končali Giro d'Italia ali Tour de France med najboljšimi petimi v generalni razvrstitvi. Vsi kolesarji, vključeni v to študijo, so trenirali pod vodstvom istega trenerja. Začetno testiranje so izvedli po dobrih treh tednih aktivnega odmora in 14-dnevnem uvajalnem treningu aerobne kapacitete. Testiranje so nato ponovno izvedli čez tri mesece v predtekmovalnem obdobju, v

tem času pa upoštevali zakonitosti vadbe predtekmovalnega obdobja z največjim poudarkom na aerobni kapaciteti, vzdržljivosti v moči in postopnem razvoju anaerobnega praga. Treening znotraj tekmovalnega obdobja je bil pogojen s tekmovalnim koledarjem. Profesionalni cestni kolesarji so nastopili celo na 10–15 dirkah v enem mesecu, medtem ko gorski kolesarji le na 4–6 dirkah na mesec.

Statistično značilne razlike so se pokazale predvsem v maksimalni porabi kisika (VO_{2max}), maksimalni doseženi moči na večstopenjskem kolesarskem testu (PPO), porabi kisika (VO_{2RC}) in moči pri točki respiratorne kompenzacije (M RC). Spremembe omenjenih fizioloških parametrov telesne pripravljenosti skozi sezono nam prikazuje tabela 10.

Tabela 10

Nekateri parametri telesne pripravljenosti poklicnih kolesarjev v različnih obdobjih tekmovalne sezone (Sassi idr., 2008)

	Prehodno obdobje	Predtekmovalno obdobje	Tekmovalno obdobje
VO_{2max} [l/min]	4,62	4,80	5,01
VO_{2max} rel. [ml O_2 /min/kg]	69,4	74,2	76,7
PPO [W]	417,8	443	455
PPO [W/kg]	6,3	6,8	7,0
VO_{2RC} [l/min]	3,87	4,04	4,14
VO_{2} rel. RC [ml O_2 /min/kg]	57,7	61,3	63,3
M RC [W]	330	354	361
M RC rel. [W/kg]	4,9	5,4	5,5

Kljub temu da so se maksimalna poraba kisika (VO_{2max}), maksimalna izhodiščna moč (PPO), poraba O_2 in moč pri točki respiratorne kompenzacije (VO_{2RC} in M RC) tekom sezone močno izboljšali, pa ni prišlo do statistično pomembnih sprememb v učinkovitosti in ekonomičnosti, čeprav s slike 3 vidimo, da se je učinkovitost povečala za dober odstotek.



Slika 3. Letno nihanje učinkovitosti skozi sezono pri poklicnih kolesarjih (Sassi idr., 2008).

Kot smo videli v uvodu, so pri nas številni avtorji že merili telesne značilnosti in sposobnosti kolesarjev, niso pa spremljali spreminjanja oz. dinamike teh vrednosti tekom tekmovalne sezone.

Glavni namen diplomskega dela je torej na osnovi analize vadbenega procesa cestnih kolesarjev ugotoviti dinamiko spreminjanja posameznih fizioloških, biokemijskih in biomehanskih kazalcev skozi različna obdobja priprave na tekmovanje.

2.7 CILJI

Cilji dela so:

- ugotoviti razlike v telesnih značilnostih in gibalnih sposobnostih glede na posamezno vadbeno obdobje;
- ugotoviti vpliv spreminjanja količine vadbe znotraj vadbenega procesa na izbrane spremenljivke telesne pripravljenosti;
- ugotoviti vpliv spreminjanja intenzivnosti vadbe znotraj vadbenega procesa na izbrane spremenljivke telesne pripravljenosti;
- ugotoviti razlike v ekonomičnosti kolesarjenja glede na posamezno vadbeno obdobje.

2.8 HIPOTEZE

Glede na zgoraj postavljene cilje sem oblikoval sledeče hipoteze:

H₀1: V različnih obdobjih tekmovalne sezone ni statistično značilnih razlik v telesnih značilnostih in gibalnih sposobnostih.

H₀2: Spreminjanje količine vadbe znotraj vadbenega procesa nima statistično značilnega vpliva na izbrane spremenljivke telesne pripravljenosti.

H₀3: Spreminjanje intenzivnosti vadbe znotraj vadbenega procesa nima statistično značilnega vpliva na izbrane spremenljivke telesne pripravljenosti.

H₀4: V različnih obdobjih tekmovalne sezone ni statistično značilnih razlik v ekonomičnosti kolesarjenja.

3 METODE DE LA

3.1 PREIZKUŠANCI

V raziskavi je sodelovalo 13 preizkušancev moškega spola cestnih kolesarjev Kolesarskega kluba Sava Kranj. Vsi preizkušanci so prostovoljno pristopili k sodelovanju, razložen jim je bil postopek meritev in njihov namen. Povprečna starost na prvem merjenju je bila 19,9 let (najmlajši 18 let in najstarejši 25 let). Status, ki ga določa Olimpijski komite Slovenije, je imelo tekom raziskave sedem preizkušancev, in sicer en športnik perspektivnega razreda, pet športnikov državnega razreda in en športnik mladinskega razreda.

3.2 VZOREC SPREMENLJIVK

Morfološke oz. antropometrične spremenljivke:

- ATV – telesna višina, izmerjena na centimeter natančno s standardnim antropometrom švicarskega proizvajalca GPM (Siber Hegner & Co., 2007). Pregled merilne naprave letno izvaja podjetje LOTRIČ, d. o. o.;

Sestavo telesa smo izmerili z elektroimpedanco s pomočjo naprave InBody720 podjetja Biospace. Naprava nam izmeri 30 upornih vrednosti, a za namen raziskave sem uporabil le nekatere spremenljivke.

- ATM – telesna masa, merjena na 0,1 kg natančno;
- % FATT – odstotek telesne maščobe. V kolesarstvu predstavlja maščobna masa nezaželeno komponento, zato vzdržljivostni športniki stremijo k čim manjšemu odstotku telesne maščobe;
- ITM – indeks telesne mase izračunamo s pomočjo formule: $ITM = \frac{ATM[kg]}{ATV^2[m^2]}$;
- VC – vitalna kapaciteta je največja količina zraka, ki jo lahko izdihnemo po maksimalnem vdihu in je izmerjena v litrih;
- FV1/VC – ventilatorni izkoristek je pokazatelj, koliko zraka se izdihne v prvi sekundi maksimalnega izdiha po maksimalnem vdihu. Normalne vrednosti se gibljejo okrog 80 %, pri posameznikih z izjemno veliko vitalno kapaciteto pa so te vrednosti lahko tudi nižje od 70 %.

Funkcionalne in gibalne spremenljivke:

- PPO – maksimalna dosežena moč na modificiranem kolesarskem testu (MKT), ki predstavlja zadnjo stopnjo obremenitve, katero je preizkušanec sposoben premagovati vsaj 30 sekund. Imenujemo jo tudi »peak power output« (PPO), merjena pa je v vatih [W];

- PPO rel. – relativna maksimalna dosežena moč predstavlja maksimalno doseženo moč v vatih, deljeno s telesno maso preizkušanca. Izražena je v W/kg in je nadvse pomembna spremenljivka za vožnjo v klanec;
- M LT – moč na laktatnem pragu predstavlja obremenitev, ki pokaže majhen dvig laktata v krvi preko meje v mirovanju. Tej točki rečemo tudi aerobni prag, za njegovo ocenitev pa nam služi določitev ventilacijskega praga (VT). Izražena je v vatih [W];
- M RC – moč na točki respiratorne kompenzacije predstavlja obremenitev, pri kateri se povečata tako V_E/VO_2 , kot tudi V_E/VCO_2 oz. začneta ventilacija in poraba kisika naraščati nesorazmerno glede na količino izločenega ogljikovega dioksida med obremenitvijo. Točko respiratorne kompenzacije na kratko imenujemo tudi točka RC in nam služi za oceno in določitev anaerobnega praga (AnP). M RC je izražena v vatih [W];
- VO_2 max – maksimalna poraba kisika določa zgornjo mejo intenzivnosti vzdržljivostnega napora in predstavlja največjo količino kisika, ki jo je posameznik sposoben porabiti v eni minuti. Izražena je v ml/min oz. v l/min;
- VO_2 max. rel. – relativna maksimalna poraba kisika (ml O_2 /min/kg) upošteva tudi telesno maso preizkušanca in nam pove, kolikšno količino kisika je športnik sposoben porabiti na kilogram telesne mase. Je dober pokazatelj trenutne pripravljenosti vzdržljivostnega športnika;
- VO_2 LT rel. – relativna poraba kisika na laktatnem pragu (ml O_2 /min/kg);
- VO_2 RC rel. – relativna poraba kisika na pragu RC (ml O_2 /min/kg);
- EC LT – ekonomičnost na laktatnem pragu pomeni, koliko moči je kolesar sposoben proizvesti iz porabljenega 1 litra kisika na laktatnem pragu. Izražena je v W/l/min, izračunamo pa jo po formuli:

$$EC\ LT\ [W/l/min] = M\ LT\ [W] / VO_2\ LT\ [l/min];$$
- EC RC – ekonomičnost na točki respiratorne kompenzacije pomeni, koliko moči je kolesar sposoben proizvesti iz porabljenega 1 litra kisika pri točki respiratorne kompenzacije. Izražena je v W/l/min, izračunamo pa jo po formuli:

$$EC\ RC\ [W/l/min] = M\ RC\ [W] / VO_2\ RC\ [l/min];$$
- V_e max. – maksimalna pljučna ventilacija, ki je produkt frekvence dihanja in dihalnega volumna. Izražena je v l/min, pri vrhunskih športnikih pa lahko doseže tudi vrednosti 200 l/min;
- FSU max – maksimalna frekvenca srčnega utripa, ki je dosežena pri maksimalni obremenitvi, je zagotovo najpogosteje merjen fiziološki parameter na tovrstnih testiranjih, predstavlja pa število udarcev srca v eni minuti;
- La max – koncentracija laktata v krvi pri maksimalni obremenitvi [mmol/l].

3.3 POSTOPEK IN PRIPOMOČKI

Testiranja so sestavni del treninga, da pa bi dosegli čim večjo zanesljivost testa, smo se držali določenih navodil. Teste smo planirali vsaj dva dni po zadnjem težjem treningu oz. dirki. Preizkušanec je v tem času skrbel za ustrezno regeneracijo (obnovitev glikogenskih zalog, primerna hidracija ipd.), zadnjih 6 ur pred testom ni užival kofeina in zadnji obrok hrane, ki je bil lahko prebavljiv, je preizkušanec pojedel vsaj dve uri pred testiranjem.

Vsak preizkušanec je na test prišel z lastnim dirkalnim kolesom, katerega okvir smo vpeli v poseben profesionalni kolesarski ergometer znamke Airstream profiergometer 3000 Klasse SA.

Preden je preizkušanec začel z ogrevanjem, je medicinska sestra s standardnim antropometrom švicarskega proizvajalca GPM (Siber Hegner & Co., 2007) izmerila njegovo telesno višino, na napravi Inbody720 pa je opravil tudi meritve telesne impedance.

Sledil je test spirometrije, s katerim merimo pljučne volumne. Uporabljali smo spirometer nizozemskega proizvajalca Mijnhardt, model Vicatest P2a (VCT P2a). Po navodilih medicinske sestre je preizkušanec pihal skozi kartonski ustnik, spirometer pa je zaznaval količino vdihanega ali izdihanega zraka. Pri testu se je uporabljala tudi nosna ščipalka, ki je onemogočala pretok zraka skozi nos. Dosežene vrednosti so se takoj izpisale na vgrajenem tiskalniku na napravi.

Preden je preizkušanec začel z ogrevanjem, je medicinska sestra odvzela tudi mikrovzorec krvi iz ušesne mečice, potreben za analize vrednosti laktatov. Za analizo smo uporabili analizator Eppendorf Ebbio+.

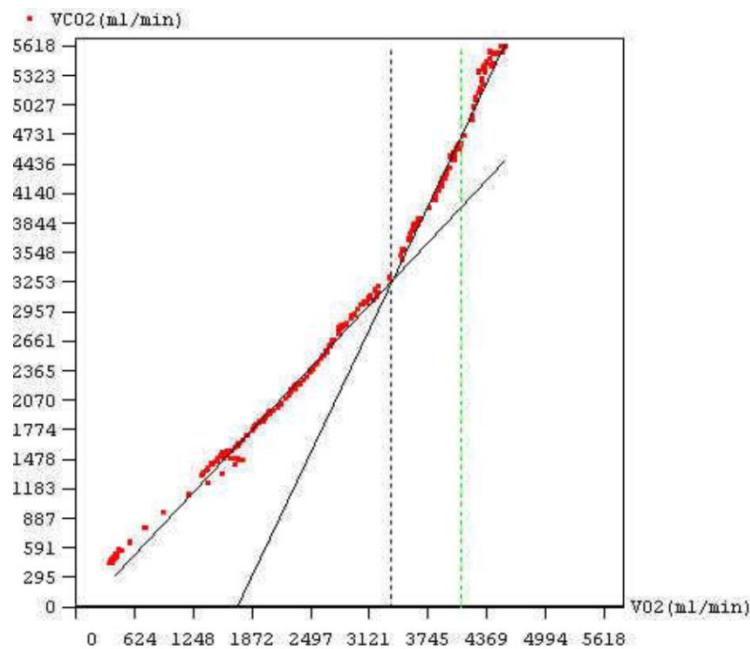
Preizkušanec si je nadel tudi oddajnik merilca srčnega utripa Polar S810 in začel s 15- do 20-minutnim ogrevanjem. Po koncu le-tega smo preizkušancu namestili napravo za merjenje porabe kisika s pripadajočo Hans Rudolph masko ustrezne velikosti. Uporabljen je sistem za direktno ergospirometrijo tipa »breath by breath« Cosmed K4b², za katerega je značilen telemetrijski prenos podatkov direktno na računalnik, kjer se podatki prikazujejo v obliki tabel ali grafov neposredno med izvajanjem testa.

Modificiran kolesarski test (MKT) je v osnovi standardni Conconi test, ki se uporablja kot diagnostično sredstvo za oceno telesne pripravljenosti cestnih kolesarjev. Test smo začeli pri obremenitvi 100 W. Med testom je preizkušanec ves čas uporabljal konstantno prestavno razmerje 39–17, vztrajnik v ergometru pa mu je omogočal, da je sam izbiral kadenco, ki se je gibala nekje v razponu 80–95 obratov na minuto. Test je bil kontinuiran (brez prekinitev), obremenitev se je vsako minuto avtomatsko povečala za 20 W.

Med modificiranim kolesarskim testom pride do povečanih zahtev po energiji. Vzporedno se povečuje frekvenca srčnega utripa, laktat v krvi pa se pri nižjih obremenitvah nad vrednostjo v mirovanju povečuje zelo počasi. Ko zaradi povečanega napora v celicah ni več dovolj kisika, del piruvata prevzame vlogo oksidanta, z aktivacijo anaerobne oz. hitre glikolize pa steče anaerobni metabolni proces, pri katerem se pojavi stranski produkt – mlečna kislina. Ker je delež vodikovih protonov majhen, se le-ti po zaslugi učinkovitega delovanja bikarbonatnih pufrov uspešno presnavljajo in se laktat še ne kopiči v telesu. Tej točki vadbene intenzivnosti, ki pokaže majhen dvig laktata v krvi preko meje v mirovanju, rečemo laktatni oz. aerobni prag, za njegovo ocenitev pa nam služi določitev ventilacijskega praga (VT).

Ne glede na to, ali gre za netreniranega posameznika ali vrhunskega športnika, je začetni odziv organizma na povečano obremenitev znižanje tako ventilacijskega ekvivalenta za kisik (V_E/VO_2) kot ventilacijskega ekvivalenta za ogljikov dioksid (V_E/VCO_2). S postopnim večanjem obremenitve, najpogosteje se to zgodi nekje med 50 %–60 % maksimalne porabe kisika, pri vrhunskih vzdržljivostnih športnikih pa tudi višje, začne naraščati V_E/VO_2 , medtem ko ni spremembe pri V_E/VCO_2 .

Slika 4 nam prikazuje določanje ventilacijskega praga po metodi V-slope, ki temelji na primerjavi krivulj vrednosti kisika (VO_2) in ogljikovega dioksida (VCO_2) s pomočjo regresijske analize. Razvil jo je dr. Karlmann Wasserman, prednost te matematične formule pa je v neinvazivnosti metode.

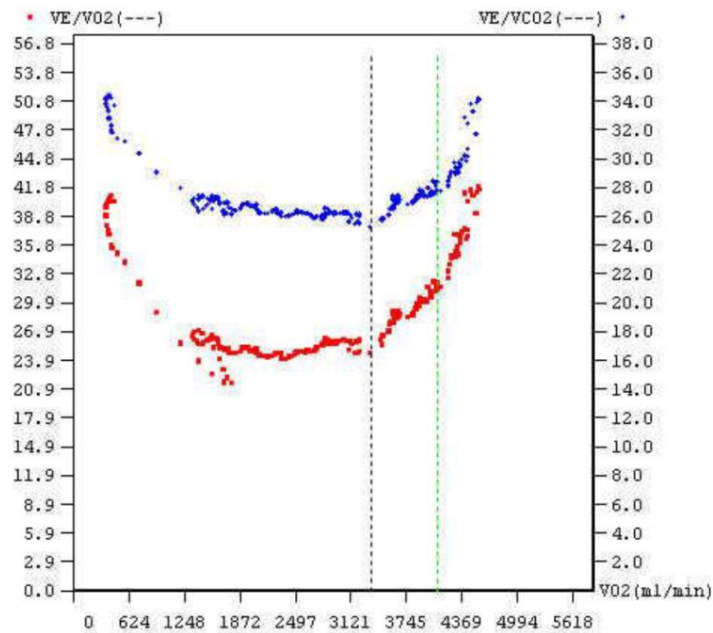


Slika 4. Določanje ventilacijskega praga po metodi V-slope.

Ventilacijski oz. ventilatorni prag (VT) je definiran kot nivo obremenitve, pri katerem postane naraščanje ventilacije nesorazmerno s povečanjem obremenitve med modificiranim kolesarskim testom. Hkrati se tudi poveča parcialni tlak kisika ob koncu izdiha (Beaver, Wasserman in Whipp, 1986).

Če obremenitev povečujemo tudi nad nivojem ventilacijskega praga, pride do spremembe ventilacijskih ekvivalentov. Nivo obremenitve, pri katerem se povečata tako V_E/VO_2 kot tudi V_E/VCO_2 , imenujemo točka respiratorne kompenzacije. Točka respiratorne kompenzacije je tista točka, kjer začneta ventilacija in poraba kisika naraščati nesorazmerno glede na količino izločenega ogljikovega dioksida med obremenitvijo (Simon, Young, Gutin, Blood in Case, 1983). Točka RC nam služi za oceno in določitev anaerobnega praga (AnP). Poraba kisika na točki RC oz. njena vrednost glede na vrednosti VO_{2max} ima največji vpliv na maksimalno doseženo moč pri večstopenjskem obremenitvenem testu (Parker, Salgado, Quintana in Faria, 2009).

Na sliki 5 vidimo, kako v računalniškem programu Cosmed CPET poteka določanje točk ventilacijskega praga in točk respiratorne kompenzacije na podlagi ventilacijskih ekvivalentov za kisik in ogljikov dioksid.

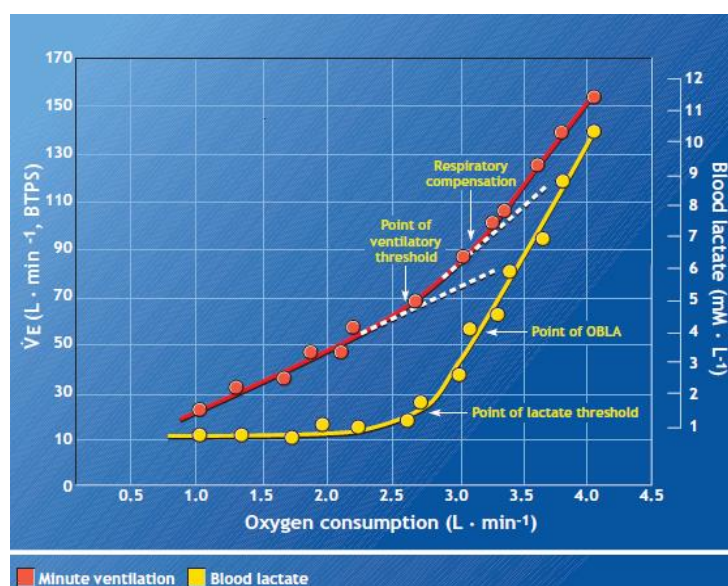


Slika 5. Določanje točk ventilacijskega praga in točk respiratorne kompenzacije na podlagi V_E/VO_2 in V_E/VCO_2 .

Test je trajal do maksimalne obremenitve, katero je bil preizkušanec sposoben premagovati vsaj 30 sekund. Med testom smo na koncu vsake stopnje na poseben list beležili še frekvenco srčnega utripa.

Po koncu testa je medicinska sestra takoj odvzela mikrovzorec krvi iz ušesne mečice, preizkušanec pa je nadaljeval z lahkotnim poganjanjem pedal. Spremljali smo tudi, kako hitro je padala frekvenca srčnega utripa po končanem testu, kar je tudi pomemben podatek o trenutni fizični pripravljenosti. Po petih minutah je sledil ponoven odvzem mikrovzorca krvi za analizo vrednosti laktata.

Povezavo med med laktatno krivuljo in krivuljo ventilacije nam lepo prikazuje tudi spodnja slika 6.



Slika 6. Primerjava laktatne krivulje in minutne ventilacije glede na vrednosti porabe kisika (Katch, McArdle in Katch, 2011).

3.4 METODE OBDELAVE PODATKOV

Na samih meritvah se podatki beležijo v programu Cosmed CPET. Vse pridobljene podatke smo analizirali in obdelali z računalniškim programom Microsoft Office in statističnim programom za obdelavo podatkov SPSS 21.0.

Pred začetkom statistične analize z razpravo rezultatov smo v statističnem programu SPSS 21.0 preverili nekatere predpostavke, ki jih določa analiza poskusov več neodvisnih skupin (ANOVA), ki je bila poleg opisne in osnovne statistike najpogosteje uporabljena metoda za obdelavo podatkov.

Z uporabo Shapiro-Wilkovega testa (test normalnosti) smo preverili normalno porazdelitev vzorca glede na normalno porazdelitev populacije. V prilogi v tabeli 29 vidimo, da telesna višina, indeks telesne mase, moč na točki respiratorne kompenzacije in poraba kisika na laktatnem pragu niso normalno porazdeljene.

Glede na to, da podatki vsebujejo vrednosti treh različnih obdobij skozi sezono, smo test normalnosti izdelali še ločeno za vsako tekmovalno obdobje. Kot vidimo v tabeli 30 (priloga) v tem primeru od normalne porazdelitve odstopa le še moč na točki RC v splošnem pripravljalnem obdobju – začetno testiranje ($F = 0,849$; $p = 0,028$). Histogram na sliki 25 (priloga) nam prikazuje porazdelitev vrednosti za moč na točki RC.

Predpostavka za analizo poskusov več neodvisnih skupin je tudi homogenost varianc, katero preverimo z Levenejevim testom. Neenake variance skupin so zgolj pri relativni maksimalni porabi kisika. ($F = 3,5$; $p = 0,041$), neenakost pa nam prikazuje slika 26 v prilogi.

Če predpostavke niso izpolnjenije (normalnost, enakost varianc), smo za analizo uporabili katerega od neparametričnih testov, npr. test mediane ali Kruskal-Wallisov test.

Metode obdelave podatkov:

- opisna statistika za razvrščanje, povzemanje in prikazovanje razlik v telesnih značilnostih in gibalnih sposobnostih glede na posamezno vadbeno obdobje (srednja vrednost, standardni odklon, minimalna in maksimalna vrednost, grafični prikazi: stolpčni grafikoni, tortni grafikoni, boxplot, črtni grafikoni, raztreseni grafikoni);
- enofaktorska analiza variance (ANOVA) za ugotavljanje razlik pri določenih spremenljivkah med posameznimi obdobji tekmovalne sezone;
- neparametrični testi za enofaktorsko analizo variance v primeru, da so bile kršene predpostavke, ki jih določa ANOVA (test mediane, Kruskal-Wallisov test);
- korelacija za ugotavljanje povezav med spremenljivkami;
- Levenejev test za preverjanje homogenosti varianc;
- Shapiro-Wilkov test za preverjanje normalnosti porazdelitve vzorca glede na normalno porazdelitev populacije.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA VADBE

Vsi kolesarji so vadili pod vodstvom istega klubskega trenerja, za nadzor intenzivnosti vadbe pa uporabljali merilce srčnega utripa, merilce moči, nekateri pa tudi oba pripomočka hkrati. Na podlagi testiranja, kjer smo pridobili ustrezne podatke, smo za vsakega posameznika določili območja vadbe. Uporabili smo že predstavljen modificiran model dr. Andrewa Coggana, ta navaja sedem območij vadbe in nam jih prikazuje tabela 11. Določitev območij temelji na pričakovanih fizioloških učinkih na posamezne parametre ob različnih intenzivnostih. V svetu vrhunskega cestnega kolesarstva velja omenjen model za enega najbolj razširjenih modelov vadbe, s tem da se poimenovanje območij razlikuje od države do države. Večina trenerjev in kolesarjev pa uporablja kar številsko poimenovanje od I do VII.

Ker je dr. Coggan tudi soavtor programa TrainingPeaks WKO+, ki se uporablja za analizo vadbe, opravljene z merilcem moči, je bila izbira njegovega modela najprimernejša.

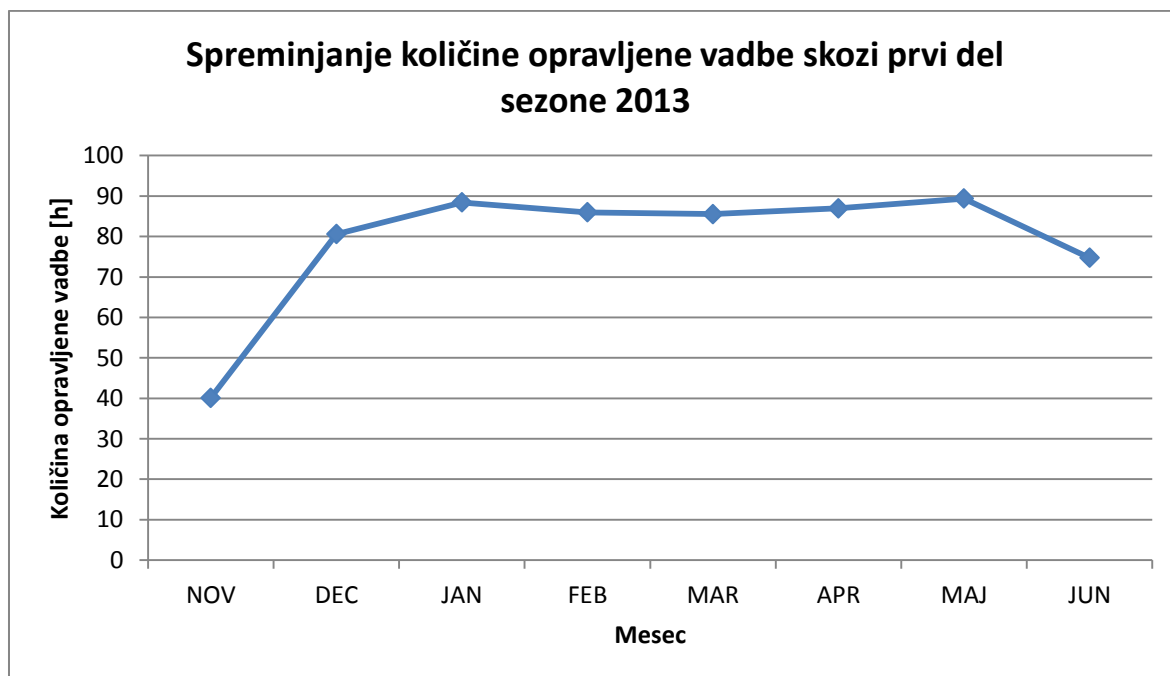
Tabela 11

Območja treninga, določena na osnovi točke respiratorne kompenzacije (modificirano po Hunter in Coggan, 2010 in Kavaš, 2013)

Območje	Poimenovanje	Moč glede na točko RC (%)	FSU glede na točko RC (%)
I	Regeneracija	< 55	< 74
II	Aerobna kapaciteta	56–75	75–91
III	Tempo	76–90	92–96
IV	Anaerobni prag	91–105	97–102
V	VO ₂ max	106–120	nad 103–
VI	Anaerobna kapaciteta	121–150	/
VII	Sprint	Max	/

Sezona 2012 se je končala s tradicionalno zaključno dirko v sredini meseca oktobra. Sledili so trije tedni aktivnega odmora, s sistematičnim delom in pripravami na novo sezono pa smo začeli 12. 11. 2012. Prvi del tekmovalne sezone smo razdelili na splošno in specialno pripravljalo obdobje, predtekmovalno obdobje in prvo tekmovalno obdobje. Vrhunec tekmovalne sezone je predstavljal mesec junij z domačo dirko Po Sloveniji in državnim prvenstvom. Z opravljenim tretjim testiranjem na Fakulteti za šport in državnim prvenstvom 23. 6. 2013 se je tudi končalo zbiranje podatkov o opravljeni vadbi, potrebnim za analizo opravljene vadbe v sklopu diplomskega dela.

Grafikon na sliki 7 nam predstavlja količino opravljene vadbe skozi celotni prvi del sezone. Novembra, decembra in januarja količina vadbe narašča predvsem na račun postopnega povečanja vadbe za razvoj aerobne kapacitete in nizke aerobne moči, kasneje pa k skupni količini vadbe vse večji delež prispevajo intenzivnejše metode vadbe, od marca dalje pa tudi vse večje število tekmovalnih dni.



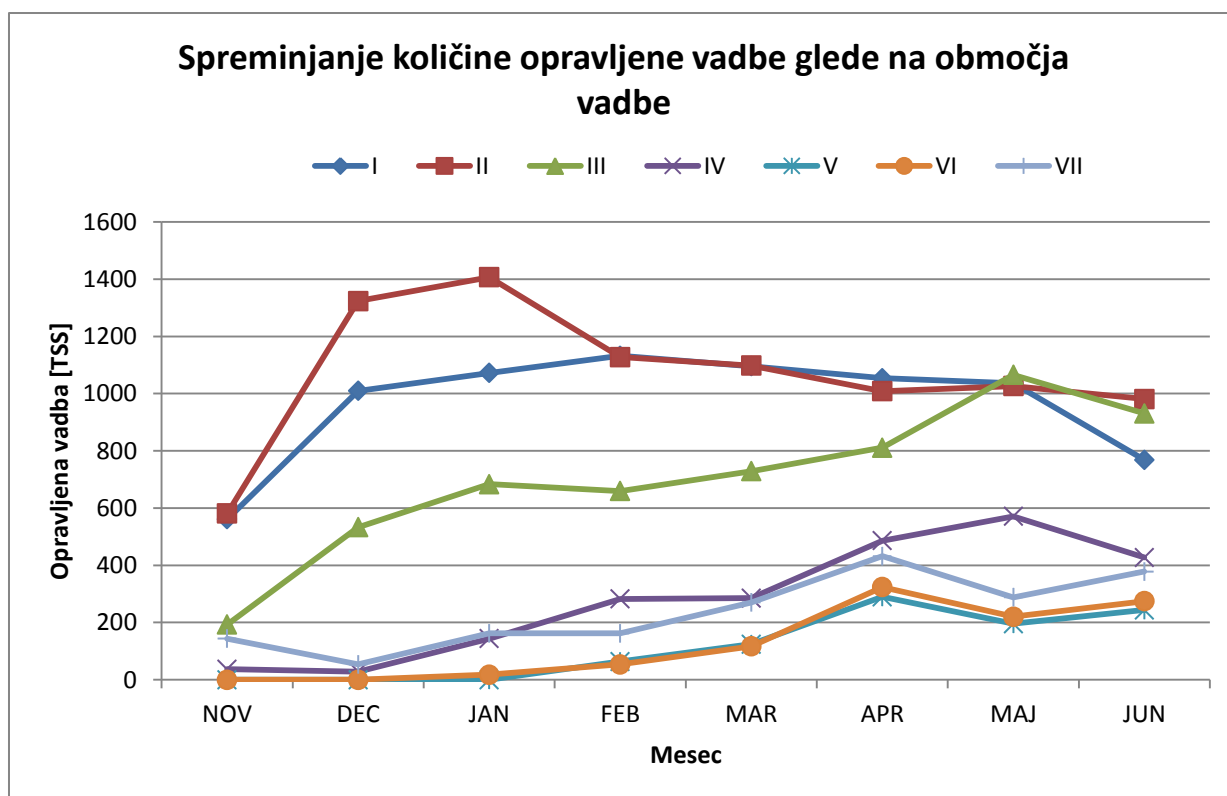
Slika 7. Spreminjanje količine opravljene vadbe skozi prvi del sezone 2013.

Za lažjo in nazornejšo predstavo smo grafikon za spreminjanje količine vadbe po posameznih območjih izdelali na podlagi vrednosti TSS – training stress score. Z vrednostjo TSS je ovrednotena težavnost vadbe in predstavlja produkt intenzivnosti in njenega trajanja. Intenzivnost je izražena kot razmerje med normalizirano povprečno močjo opravljene vadbe in vrednostjo anaerobnega praga, trajanje pa je izraženo v urah. Tistim, ki med kolesarskimi treningi uporabljajo merilec moči, vse te parametre izračuna že omenjen računalniški program TrainingPeaks WKO+. Tisti, ki pa uporabljajo zgolj merilce srčnega utripa, pa vrednosti TSS lahko tudi izračunajo. Po treningu izpišemo podatke, koliko časa smo bili v posameznem vadbenem območju in jih preračunamo na podlagi faktorjev, ki nam jih prikazuje tabela 12.

Tabela 12

Faktorji za izračun TSS (modificirano po Kavaš, 2013)

Območje vadbe (FSU)	Faktor (TSS/min)
I	0,4
II	0,7
III	1,33
IV	1,67
V	2
VI	4,5
10 s sprint v območju VII predstavlja 3 TSS	

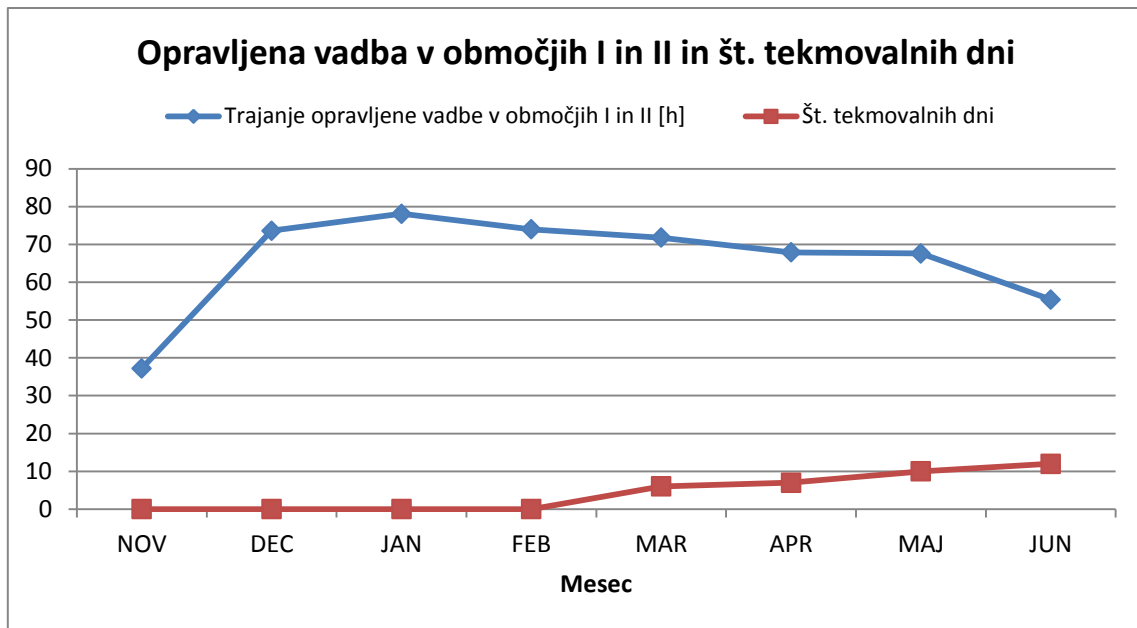


Slika 8. Spreminjanje količine vadbe glede na območja vadbe.

V pripravljalnem obdobju največji delež opravljene vadbe predstavlja vadba za razvoj aerobne kapacitete v območju II, postopoma pa se povečuje tudi vadba v območju tempa (III). Za razvoj fosfagenskega sistema se vadba dopolnjuje s kratkimi alaktatnimi sprinti (območje VII). V mesecu februarju, približno mesec dni pred prvimi dirkami, se bistveno zmanjša količina vadbe v območju II, poveča pa se vadba za razvoj anaerobnega praga (IV). V tedenski mikrocikel se v tednih pred prvo dirko vključi tudi vadba za razvoj maksimalne aerobne moči (V) in anaerobne kapacitete (VI).

Na sliki 8 vidimo, kako se z začetkom tekmovalnega obdobja v mesecu marcu, predvsem na račun značilnosti kolesarskih dirk, sorazmerno poveča delež visoko intenzivne vadbe. Območja III, IV in V bi torej lahko označil tudi kot tekmovalni tempo, saj se velik del dirk odvija prav v teh treh območjih. Med dirkami ne sprintajo zgolj sprinterji v zaključku dirke, ampak je med samo dirko tudi ogromno pospeševanj iz ovinkov in kratkih alaktatnih sprintov ob napadih. Sledenje večim zaporednim napadom brez potrebnega odmora za obnovo ATP in CrP povzroči povečano acidozo mišic, omenjena anaerobna kapaciteta pa še posebej pride do izraza v zaključkih dirk.

Znotraj tedenskega mikrocikla po zahtevni enodnevni ali etapni dirki je tako velik poudarek na regeneraciji v območju I, nivo aerobne kapacitete pa se zgolj vzdržuje. Ker so regeneracijski treningi kratki, se v tekmovalnem obdobju ob večanju števila tekmovalnih dni količina opravljene vadbe v območjih I in II bistveno zmanjša. V mesecu maju in juniju smo predvsem na račun dveh daljših etapnih dirk imeli kar 10 oziroma 12 tekmovalnih dni, kar nam prikazuje tudi grafikon na sliki 9.



Slika 9. Spreminjanje trajanja opravljene vadbe v območjih I in II in število tekmovalnih dni skozi sezono.

4.2 ANALIZA VADBE PO POSAMEZNIH OBDOBJIH

4.2.1 Splošno pripravljalo obdobje

Po končanem prehodnem obdobju smo z 12. 11. 2012 začeli prvi tedenski mikrocikel priprav na novo tekmovalno sezono. V mesecu novembru je količina tedenske vadbe v povprečju znašala 15,4 h/teden. Vadba je temeljila predvsem na razvoju aerobne kapacitete, razvoju hitrosti z izvajanjem kratkih alaktatnih sprintov (8–12 sekund) in razvoju splošne moči. Vadba je potekala v obliki razno raznih aerobnih aktivnosti v naravi: cestno kolesarjenje, gorsko kolesarjenje, tek in pohodništvo, v primeru slabega vremena pa smo nekatere omenjene aktivnosti kombinirali tudi z vadbo na trenažerju. Vzdržljivostno vadbo smo dvakrat tedensko kombinirali tudi z vadbo za razvoj splošne moči in uporabljali sledeč sklop vaj:

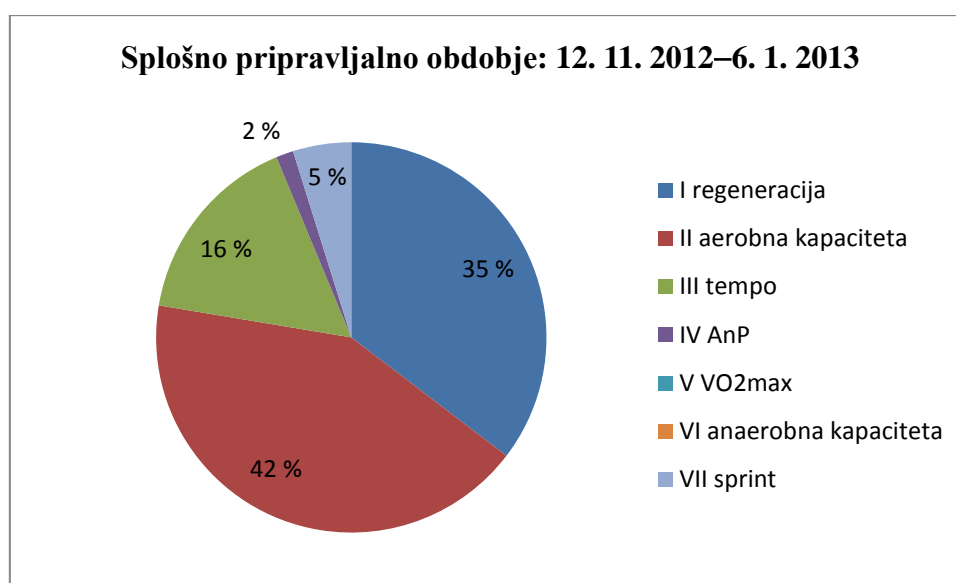
1. sonožni počep,
2. poteg za glavo oz. poteg na prsi,
3. potisk z nogami,
4. upogib trupa z zasukom,
5. »mrtvi dvig«,
6. veslanje sede,
7. upogib kolena,
8. lateralni odmik rok,
9. statično držanje v opori na podlahteh ležno spredaj.

Pri vajah, ki zahtevajo uporabo dodatnih uteži, smo uporabljali bremena s 60 % mejne teže in izvajali 3 serije po 20 ponovitev. Takšen protokol anatomske oz. mišične prilagoditve smo uporabljali 14 vadbenih enot, in sicer do konca meseca decembra.

V času od 5. 12.–13. 12. 2012 smo v fiziološkem laboratoriju na Fakulteti za šport izvedli tudi prvi modificiran kolesarski test. Uvodno testiranje je pokazalo, da so nekateri kolesarji mogoče že celo predobro pripravljene za ta letni čas.

V mesecu decembru se je nekoliko povečala količina tedenske vadbe. V povprečju je obseg vadbe znašal 18,2 h/teden. Proti koncu decembra smo zaradi slabega vremena nekaj daljših vadbenih enot aerobne kapacitete opravili na slovenski obali in v hrvaški Istri v obliki enodnevnih treningov. Zaradi razgibanega terena se večina vzponov premaguje v območju tempa.

V splošnem pripravljalnem obdobju smo opravili 8 tedenskih mikrociklov v skupnem trajanju 141 ur vadbe. Delež opravljene vzdržljivostne vadbe v posameznih območjih v splošnem pripravljalnem obdobju nam prikazuje tudi grafikon na sliki 10, ki je izdelan na podlagi izračunanih vrednostih TSS.



Slika 10. Delež opravljene vadbe v posameznih območjih v splošnem pripravljalnem obdobju.

4.2.2 Specialno pripravljalno obdobje

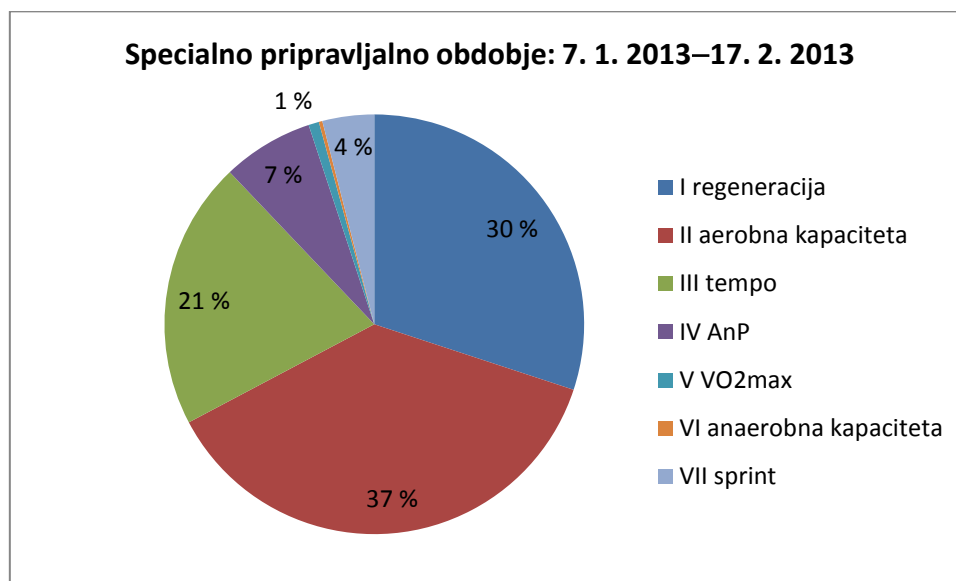
Cilji specialnega pripravljalnega obdobja je postopno povečati tako količino vadbe kot tudi intenzivnost, vadbo pa v čim večji meri opravljati na kolesu. A zaradi velike količine novo zapadlega snega in nizkih temperatur tudi ob morju, smo bili primorani precej vadbe še vedno opravljati v obliki alternativnih dejavnosti, kot sta smučarski tek in pohodništvo v kombinaciji s treningi na trenažerju. V mesecu januarju se tako tedenska količina opravljene vadbe ni bistveno povečala in je znašala v povprečju 19,5 h/teden.

Vadba je na začetku temeljila predvsem na razvoju aerobne kapacitete in razvoju tempa oz. nizke aerobne moči. Vzdržljivostno vadbo smo dopolnjevali tudi z vadbo za splošno moč. Najprej smo zaradi prehoda na specialno vadbo moči na kolesu (metoda S.F.R.) izvedli 4 aktivacijske vadbene enote splošne moči (3 serije po 12 ponovitev s 75–80 % mejne teže), nato pa do konca specialnega pripravljalnega obdobja opravili še 6 vadbenih enot po protokolu, kot smo ga uporabljali v splošnem pripravljalnem obdobju. V drugem delu

specialnega pripravljalnega obdobja smo dve vadbeni enoti tedensko namenili razvoju vzdržljivosti v moči v obliki specialne vadbe S.F.R. na kolesu.

Drugi teden februarja smo opravili tudi štiridnevni blok treningov, katerih namen je bil opraviti nekaj daljših vadbenih enot aerobne kapacitete na kolesu, v treninge pa smo že vključili tudi metode za razvoj anaerobnega praga. Zaradi spremenljivega vremena se je en kolesar odpravil tudi na Kanarske otoke, predvsem v želji po večji »kilometrini« ob začetku tekmovalne sezone.

V specialnem pripravljalnem obdobju smo v šestih tedenskih mikrociklih opravili skupno 123 ur vadbe, kar znaša povprečno 20,5 h tedensko. Iz grafikona na sliki 11 lahko vidimo, da se je v primerjavi s splošnim pripravljalnim obdobjem povečal odstotek vadbe v območju tempa in območju anaerobnega praga.



Slika 11. Delež opravljene vadbe v posameznih območjih v specialnem pripravljalnem obdobju.

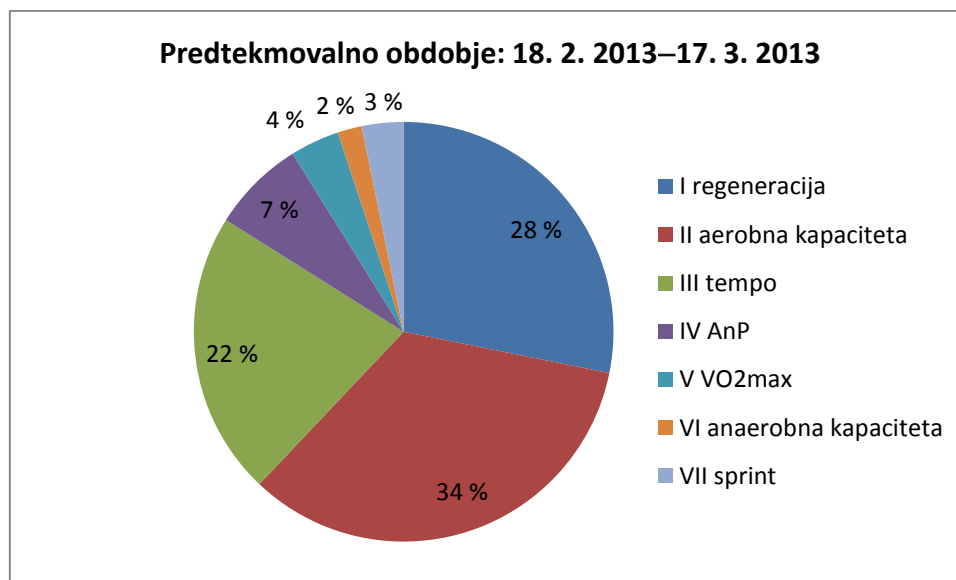
4.2.3 Predtekmovalno obdobje

Predtekmovalno obdobje smo začeli v drugi polovici meseca februarja, slabe tri tedne pred prvo dirko. Na začetku predtekmovalnega obdobja smo povečali tako količino vadbe kot tudi intenzivnost. Zaradi slabih vremenskih pogojev smo se odpravili na skupne priprave na slovensko obalo. Poleg vadbe aerobne kapacitete, nizke aerobne moči in anaerobnega praga smo v vadbene enote vključili tudi treninge z menjavami ritma, treninge za razvoj hitrosti za motornim vodstvom in pa metode za razvoj anaerobnih sposobnosti. V tedenskem mikrociklu na pripravah smo tako opravili kar 26 ur treninga. Ker sta bili uvodni dirki namenjeni izrazitim sprinterjem, ki jih v ekipi nismo imeli, posebnega zoževanja treninga pred prvo dirko nismo opravili. V predtekmovalno obdobje smo zaradi pomanjkanja specifičnega treninga zgolj na kolesu umestili tudi prvo etapno dirko v sezoni, ki je trajala od 14. 3.–17. 3. 2013.

Predtekmovalno obdobje je tako obsegalo 4 tedenske mikrocikle, povprečna količina tedenske vadbe pa je znašala 19,9 h/teden. Iz grafikona na sliki 12 vidimo, da se je v primerjavi s

specialnim pripravljalnim obdobjem povečal odstotek vadbe za razvoj maksimalne porabe kisika in tolerance na laktat.

Po končanem predtekmovalnem obdobju, 20. in 21. 3. 2013, smo na Fakulteti za šport opravili drugo testiranje v sklopu diplomskega dela.

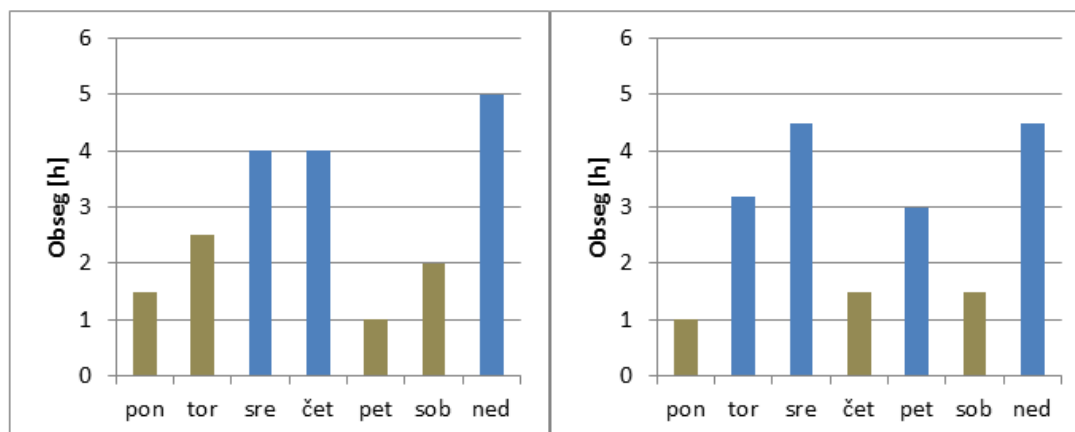


Slika 12. Delež opravljene vadbe v posameznih območjih v predtekmovalnem obdobju.

4.2.4 Prvo tekmovalno obdobje

Vadbo znotraj prvega tekmovalnega obdobja smo prilagajali tekmovalnemu koledarju. Sestava mikrocikla je bila odvisna od frekvence, zahtevnosti in trajanja tekmovanj in tudi časa potovanja na dirko samo. Po naporni dirki smo izvedli tedenski mikocikel, kjer je bila vadba v ponedeljek in torek namenjena regeneraciji in obnovi (sivi stolpci na sliki 13), po manj zahtevni dirki pa je torkova vadbena enota že bila nekoliko daljša in intenzivnejša (običajno ponovitve v območju tempa). Vadba je bila ves čas prilagojena glavnim ciljem prvega tekmovalnega obdobja.

Razporeditev vadbenih enot znotraj tedenskega mikrocikla glede na zahtevnost dirke



Slika 13. Različna razporeditev vadbenih enot znotraj tedenskega mikrocikla glede na zahtevnost dirke.

Številne dirke poskrbijo, da ohranjamo visok nivo telesne pripravljenosti, zato je bil poudarek na pripravi na tekmovanja, ustrezni regeneraciji po dirki in primerni aktivaciji dan pred dirko.

Tabela 13 nam predstavlja grafični prikaz tekmovalnega koledarja kolesarjev KK Sava Kranj v prvem tekmovalnem obdobju, ki je trajalo do vključno državnega prvenstva v Gabrju, 23. 6. 2013. Vidimo lahko, da so dirke različno rangirane po pomembnosti. Na dirkah, kjer ekipa oz. posamezniki nimajo večjih možnosti za vidnejše uvrstitve, ni smiselno biti maksimalno pripravljen. So pa takšne dirke primerne za ohranjanje tekmovalnega ritma in priprava na pomembnejše tekmovalne cilje v sezoni.

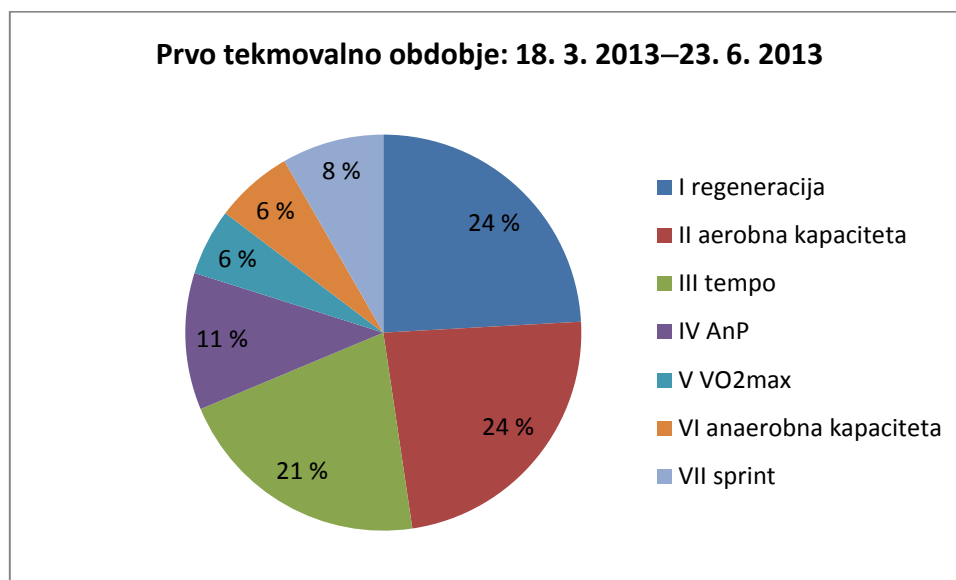
Tabela 13

Tekmovalni koledar Kolesarskega kluba Sava Kranj za kategorijo člani in pod 23 let

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MAR						■				■				■	■	■	■															
APR	■	■					■													■	■	■							■			
MAJ		■	■	■	■					■	■	■	■														■					
JUN		■			■	■	■			■				■	■	■						■		■								

Legenda: manj pomembne dirke, pomembne dirke in glavni cilj prvega tekmovalnega obdobja KK Sava Kranj.

Prvo tekmovalno obdobje je trajalo 14 tedenskih mikrociklov, kar je pomenilo skupno 288 ur vadbe oziroma v povprečju 20,6 h vadbe znotraj posameznega mikrocikla. Iz grafikona na sliki 14 je opazno bistveno povečanje deleža vadbe v območjih IV–VII, saj velik del dirk predstavlja intenzivnosti znotraj teh območij.



Slika 14. Delež opravljene vadbe v posameznih območjih v prvem tekmovalnem obdobju.

V zadnjem tedenskem mikrociklu prvega tekmovalnega obdobja smo na Fakulteti za šport opravili tudi tretje testiranje v sklopu diplomskega dela.

4.3 REZULTATI TESTIRANJ

4.3.1 Antropometrične in morfološke spremenljivke

Tabela 14 nam prikazuje povprečne vrednosti telesne višine, telesne mase, odstotka telesne maščobe, indeksa telesne mase, vitalne kapacitete in ventilatornega izkoristka. Omenjene parametre smo vedno izmerili pred začetkom ogrevanja za modificiran kolesarski test.

Tabela 14

Antropometrične in morfološke značilnosti kolesarjev KK Sava Kranj v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
ATV [cm]	13	Pripravljalno	181,5	5,59	171,0	188,0
	13	Predtekmovalno	181,7	5,60	171,0	188,0
	13	Tekmovalno	181,7	5,60	171,0	188,0
	39	Sezona	181,64	5,45	171,0	188,0
ATM [kg]	13	Pripravljalno	69,79	4,57	61,70	78,30
	13	Predtekmovalno	69,68	5,19	62,30	80,00
	13	Tekmovalno	68,70	5,54	60,60	80,70
	39	Sezona	69,40	5,01	60,60	80,70
FATT [%]	13	Pripravljalno	9,39	2,90	5,00	15,80
	13	Predtekmovalno	8,82	2,79	3,10	14,10
	13	Tekmovalno	8,60	2,77	3,00	12,60
	39	Sezona	8,40	2,76	3,00	15,80
ITM [kg/m ²]	13	Pripravljalno	21,18	1,16	19,80	23,80
	13	Predtekmovalno	21,10	1,29	18,70	23,20
	13	Tekmovalno	20,79	1,27	19,10	23,10
	39	Sezona	21,03	1,22	18,70	23,80
VC [l]	13	Pripravljalno	5,42	0,63	4,18	6,20
	13	Predtekmovalno	5,48	0,55	4,36	6,21
	13	Tekmovalno	5,43	0,55	4,26	6,25
	39	Sezona	5,44	0,56	4,18	6,25
FV1/VC [%]	13	Pripravljalno	0,84	0,065	0,75	0,95
	13	Predtekmovalno	0,82	0,084	0,67	0,97
	13	Tekmovalno	0,81	0,098	0,61	0,96
	39	Sezona	0,82	0,082	0,61	0,97

Morfološke značilnosti vrhunskih kolesarjev se precej razlikujejo od značilnosti splošne populacije. V kolesarski karavani je na dirkah precej pisana zasedba kolesarjev, od sprinterjev, izrazitih hribolazcev do specialistov za kronometer. Tako se tudi kolesarji med seboj precej razlikujejo v morfoloških značilnostih.

Povprečna telesna višina (ATV) preizkušancev je znašala 181,6 cm. Najvišji je v višino meril 188 cm, najmanjši pa 171 cm. Tudi na splošno so kolesarji, višji od 190 cm, zelo redki. Kolesarji, ki so zaznamovali mednarodno kolesarsko sezono 2013, se precej razlikujejo v telesni višini, zato menim, da telesna višina ne opredeljuje uspešnosti v kolesarskem športu:

- Vincenzo Nibali – zmagovalec Dirke po Italiji 2013 – 180 cm;
- Chris Froome – zmagovalec Dirke po Franciji 2013 – 186 cm;
- Chris Horner – zmagovalec Dirke po Španiji 2013 – 180 cm;
- Joaquim Rodríguez Oliver – zmagovalec skupnega seštevka točkovanja dirk svetovnega koledarja 2013 – 169 cm.

V nasprotju z ATV je telesna masa (ATM) v kolesarstvu bistveno pomembnejši parameter, predvsem pri vožnji v klanec je prevelika telesna masa omejitveni dejavnik. Telesna masa preizkušancev se skozi sezono ni statistično pomembno spreminjala, čeprav se je povprečna vrednost ATM preizkušancev skozi sezono zmanjšala za 1,09 kg. Najmanjša vrednost je bila izmerjena v tekmovalnem obdobju, in sicer 60,6 kg. Ta kolesar je od prve meritve v decembru izgubil kar 4,6 kilograma.

Za oceno primernosti telesne mase se v zdravstvu uporablja izračun razmerja med telesno maso v kilogramih in kvadratom telesne višine v metrih. Temu razmerju pravimo indeks telesne mase (ITM) in kaže stanje naše prehranjenosti. Za normalno telesno maso glede na telesno višino se smatrajo indeksi telesne mase med 18,5 in 25 kg/m². Povprečna vrednost ITM preizkušancev se skozi sezono ni statistično značilno spreminjala, čeprav se je indeks telesne mase skozi sezono v povprečju nekoliko zmanjševal. Razlika med začetno in končno vrednostjo znaša 0,39 kg/m² in je posledica zmanjšanja telesne mase skozi sezono. Prav vse izmerjene vrednosti pa spadajo v kategorijo normalne telesne teže, saj je najmanjši indeks telesne mase znašal 18,7 kg/m², največji pa 23,8 kg/m².

Telesno maso posameznika razdelimo na pusto telesno maso (nemaščobna komponenta) in na maščobno maso (maščobna komponenta). Na podlagi omenjenih parametrov lahko govorimo o posameznikovi sestavi telesa. Predvsem maščobna komponenta je lahko negativen dejavnik uspešnosti, zato kolesarji in vzdržljivostni športniki nasploh stremijo k čim manjšemu odstotku telesne maščobe (FATT).

Pri večini preizkušancev v raziskavi se je odstotek telesne maščobe gibal med 6 in 10 odstotki. Najmanjša vrednost je znašala 3,0 % telesne maščobe in je bila izmerjena v tekmovalnem obdobju pri kolesarju s telesno maso 60,6 kg. Najvišja vrednost pa je znašala 15,8 % in je bila izmerjena v mesecu decembru pri kolesarju s sicer dokaj nizkim indeksom telesne mase (ATV 185 cm, ATM 70,6 kg, ITM 20,6 kg/m²). Menim, da je vzrok za tako velik odstotek telesne maščobe predvsem v slabih prehranjevalnih navadah omenjenega kolesarja.

Tabela 15

Primerjava med vrednostmi ITM, ATV, ATM in FATT največjega, najmanjšega, najtežjega in najlažjega kolesarja v tekmovalnem obdobju

	ITM [kg/m ²]	ATV [cm]	ATM [kg]	FATT [%]
Največji kolesar	20,7	188,0	73,3	7,7
Najmanjši kolesar	22,3	171,0	65,3	11,6
Najtežji kolesar	23,1	187,0	80,7	7,3
Najlažji kolesar	19,1	178,0	60,6	3,0

Kot lahko vidimo iz tabele 15, uporaba indeksa telesne mase športnikom bolj malo pomaga in je za oceno idealne mase posameznika treba upoštevati še številne druge dejavnike. Najtežji kolesar je imel tako relativno nizek odstotek telesne maščobe in bi korenito zmanjšanje telesne mase (predvsem na račun mišičja v telesu) lahko vodilo k zmanjšanju sposobnosti

kolesarjenja. V nasprotnem primeru je imel najmanjši kolesar z 11,6 % telesne maščobe na tem področju še precej rezerve.

Vitalna kapaciteta pljuč (VC) je seštevek dihalnega oz. inspiracijskega rezervnega volumna, respiracijskega (dihalnega) volumna in ekspiracijskega rezervnega volumna in predstavlja največjo količino zraka, ki jo lahko izdihnemo po maksimalnem vdihu. Izmerjena je v litrih (Lasan, 2005). Je mera velikosti pljuč in je v veliki korelaciji s telesno višino in telesno maso. Vitalna kapaciteta pljuč se skozi sezono ni statistično značilno spreminjala. Povprečna vrednost vitalne kapacitete pljuč preizkušancev je znašala 5,44 litrov. Najmanjša izmerjena vrednost je znašala 4,18 l in je bila izmerjena pri najmanjšem kolesarju (171cm), največja pa 6,25 l in je bila izmerjena pri kolesarju, visokem 186 cm.

Ventilatorni izkoristek (FV1/VC) je pokazatelj, koliko zraka se izdihne v prvi sekundi maksimalnega izdiha po maksimalnem vdihu. Najmanjša izmerjena vrednost je znašala 62 %, najvišja pa kar 97 %. Preizkušanec je ob vitalni kapaciteti 5,15 l v eni sekundi izdihnil kar 5,00 l. Normalne vrednosti se gibljejo okrog 80 %, pri posameznikih z izjemno veliko vitalno kapaciteto pa so te vrednosti lahko tudi nižje od 70 %.

4.3.2 Modificiran kolesarski test – funkcionalne in gibalne spremenljivke

Maksimalna frekvenca srčnega utripa – FSU max

Merjenje frekvence srca je najbolj preprost, dostopen in tudi dovolj zanesljiv parameter za oceno stopnje napora, ki ji je posameznik izpostavljen pri določeni obremenitvi. Med modificiranim kolesarskim testom se je s povečevanjem obremenitve povečevala tudi zahteva po srčnem delu in s tem tudi frekvenca srčnega utripa, katere povišanje največ pripomore k povečanju dela srca. Maksimalno frekvenco srčnega utripa sicer lahko tudi izračunamo po številnih formulah, a določitev s pomočjo modificiranega kolesarskega testa je zagotovo natančnejša metoda. Vrednosti maksimalne frekvence srčnega utripa v različnih obdobjih tekmovalne sezone nam prikazuje tabela 16.

Tabela 16

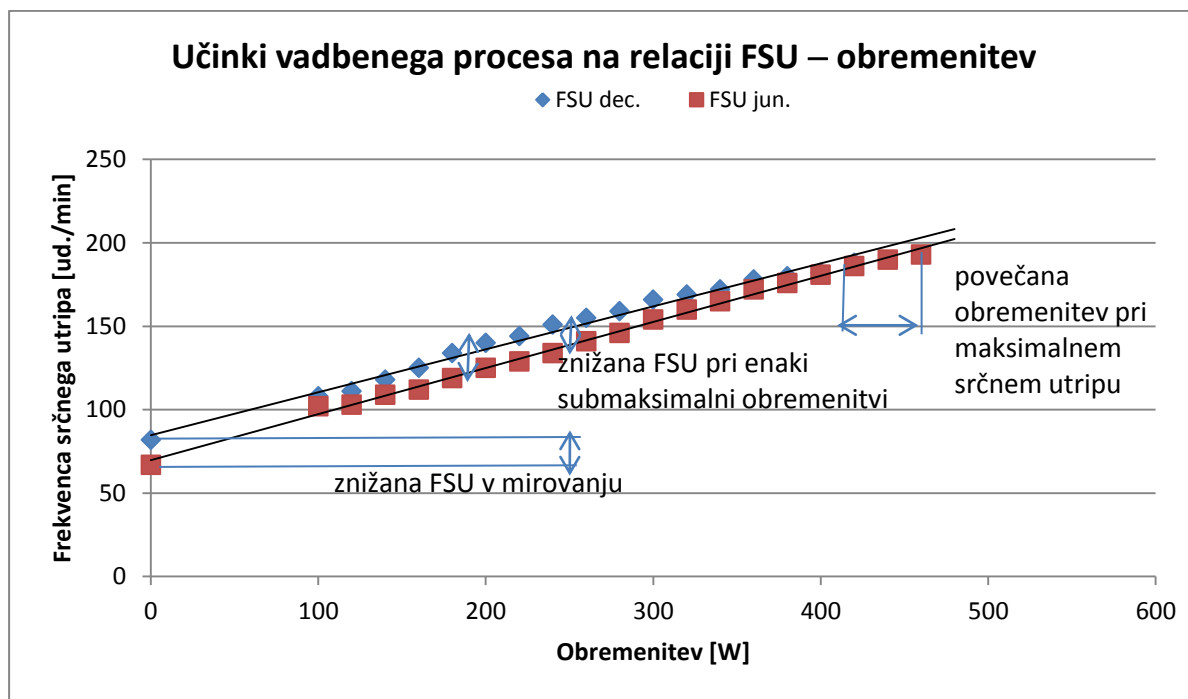
Vrednosti maksimalne frekvence srčnega utripa v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
FSU max [ud./min]	13	Pripravljalno	193	5,9	186	207
	13	Predtekmovalno	190	7,8	177	209
	13	Tekmovalno	189	7,0	179	204
	39	Sezona	190,36	7,05	177	209

Preizkušanci so v povprečju pri najvišji doseženi moči na modificiranem kolesarskem testu (MKT) dosegli frekvenco srčnega utripa 190,36 utripov na minuto. Najvišja vrednost je znašala 209, najmanjša pa 177. Maksimalna frekvenca srčnega utripa se skozi sezono ni statistično značilno spreminjala ($p = 0,244$), čeprav je povprečna vrednost skupine v mesecu decembru znašala 193 utripov na minuto, v tekmovalnem obdobju, meseca junija, pa 189,5.

Iz spodnjega grafikona na sliki 15 lahko vidimo, kako se je s treningom vzdržljivosti zniževala frekvenca srčnega utripa pri enakih submaksimalnih obremenitvah pri najstarejšem

preizkušancu v raziskavi. Zaradi učinkov vadbenega procesa se je povečala tudi maksimalna dosežena moč na MKT pri maksimalnem srčnem utripu. Znižala se je frekvenca srca v mirovanju. Razlogi za te spremembe so predvsem: povečanje tonusa nervusa vagusa (bradikardija), hipertrofija srca in posledično povečanje utripnega volumna in povečanje arterijsko-venske razlike za kisik (Ušaj, 203).



Slika 15. Učinki vadbenega procesa na povezavo med frekvenco srčnega utripa (FSU) in obremenitvijo pri izbranem preizkušancu med modificiranim kolesarskim testom.

Ventilacija in minutni volumen ventilacije – MVV max.

Ventilacija je sinonim za gibanje zraka med zunanjim okoljem in pljuči (Lasan, 2005). Minutni volumen ventilacije (MVV) predstavlja velikost pljučne ventilacije v časovni enoti in se izrazi v litrih na minuto. MVV se med naporom povečuje na račun dihalnega volumna in frekvence dihanja, izračunamo pa ga po spodnji formuli:

$$\text{MVV [l/min]} = \text{dihalni volumen} * \text{frekvenca dihanja.}$$

Tabela 17

Vrednosti maksimalnega minutnega volumna ventilacije v različnih obdobjih tekmovalne sezone

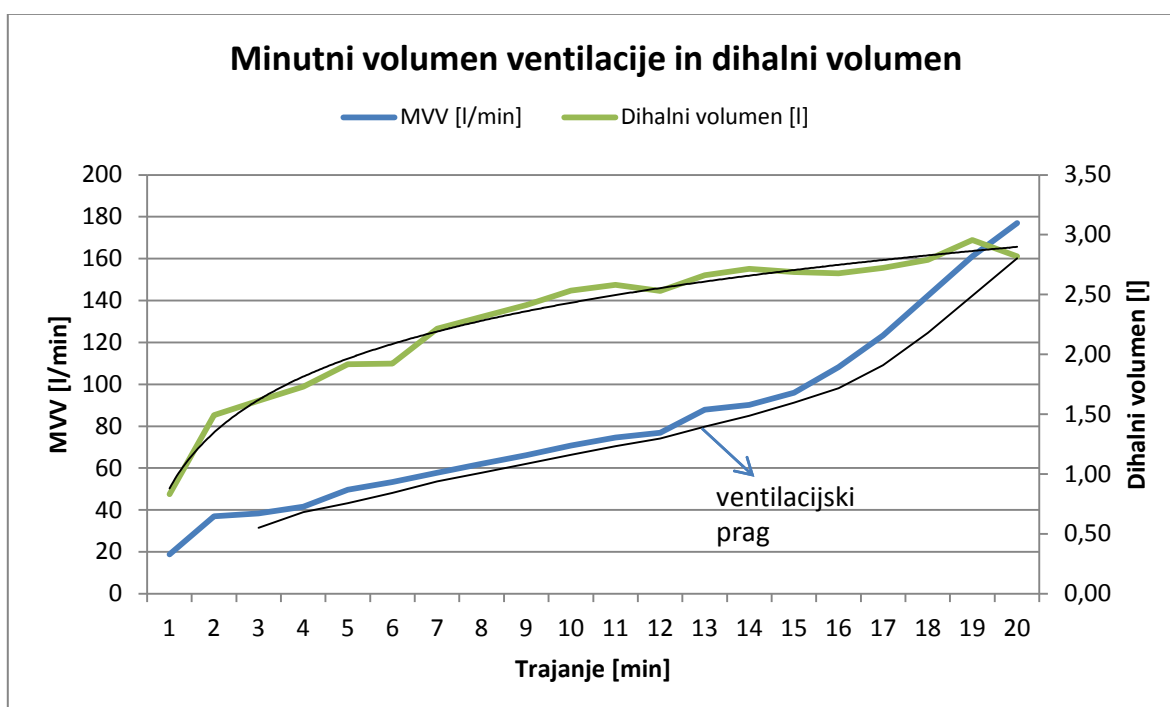
	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
MVV max [l/min]	13	Pripravljalno	178,9	25,64	129,9	232,2
	13	Predtekmovalno	181,5	31,15	129,0	242,5
	13	Tekmovalno	180,3	17,69	147,4	218,8
	39	Sezona	180,33	24,78	129,0	242,5

Tabela 17 nam prikazuje vrednosti maksimalnega MVV v različnih obdobjih tekmovalne sezone. V povprečju so preizkušanci dosegli maksimalni minutni volumen ventilacije

180,33 l/min, medtem ko je bila najvišje izmerjena vrednost MVV max. 242,5 l/min. Izmerjene vrednosti občutno presegajo povprečne vrednosti netrenirane populacije (80–90 l/min). Skozi sezono se maksimalna ventilacija ni statistično značilno spreminjala.

S povečevanjem obremenitve v telesu narašča potreba po kisiku. Dihalni center sprejema informacije iz limbičnega sistema, motoričnega korteksa, kinestetičnih receptorjev in kemoreceptorjev ($p\text{CO}_2$, pH in $p\text{O}_2$) ter na ta način uravnava velikost ventilacije. Ta je najbolj ekonomična pri telesnem naporu, ki zahteva 50 % maksimalne porabe kisika posameznika (Lasan, 2005). Ventilacija na začetku narašča linearno, s povečevanjem intenzivnosti pa prihaja do nelinearnega povečevanja pljučne ventilacije. To točko imenujemo ventilacijski prag (VT). Dihalni volumen narašča le do neke meje (60–70 % maksimalne obremenitve), nato pa doseže vrh oz. »plato«.

Grafikon na sliki 16 nam prikazuje spremembe ventilacije in dihalnega volumna pri izbranem preizkušancu med modificiranim kolesarskim testom.



Slika 16. Spremembe v minutnem volumnu ventilacije in dihalnem volumnu izbranega preizkušanca med MKT.

Ventilacija ne predstavlja omejitvenega dejavnika za VO_2max , ker v alveole prihaja več kisika, kot se ga lahko porabi (Lasan, 2005).

Maksimalna dosežena moč na modificiranem kolesarskem testu – PPO

Maksimalna dosežena moč na modificiranem kolesarskem testu predstavlja zadnjo stopnjo obremenitve, katero je bil preizkušaneec sposoben premagovati. Obremenitev smo povečevali za 20 W vsako minuto. V kolikor je preizkušaneec zadnjo stopnjo premagoval le 30 sekund, smo mu pripisali za 10 W nižjo maksimalno doseženo moč.

Povprečna maksimalna dosežena moč na MKT se skozi sezono ni statistično značilno spreminjala ($p = 0,103$), čeprav so razlike, prikazane v tabeli, 18 očitne. V pripravljalnem obdobju je povprečna vrednost PPO znašala 391,5 W, v predtekmovalnem obdobju 406,9 W, v tekmovalnem obdobju pa 418,5 W. Najvišja izmerjena vrednost je znašala 490 W.

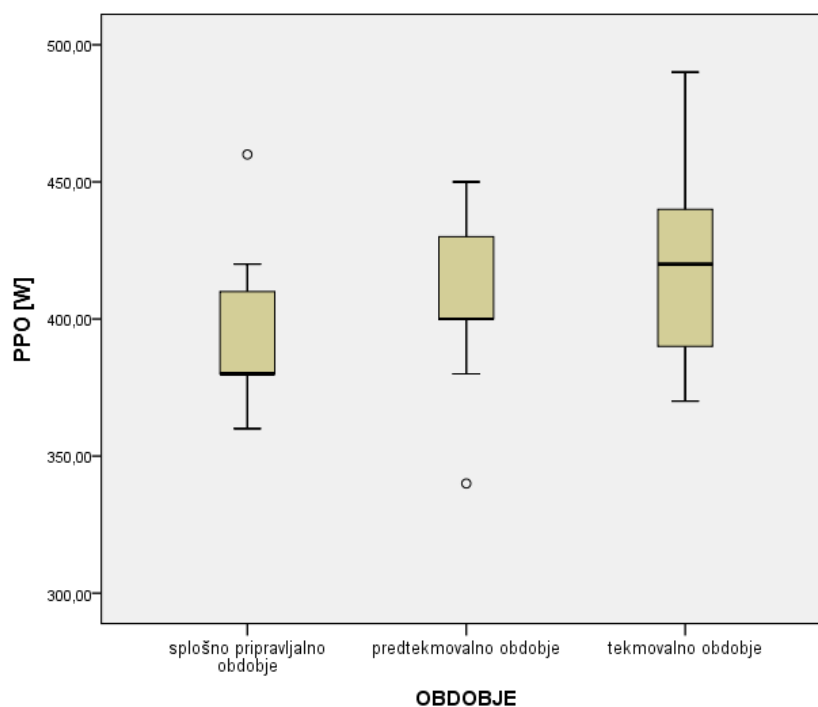
Tabela 18

Vrednosti PPO v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
PPO [W]	13	Pripravljalno	391,5	28,24	360	460
	13	Predtekmovalno	406,9	29,55	340	450
	13	Tekmovalno	418,5	35,55	370	490
	39	Sezona	405,64	32,43	340	490

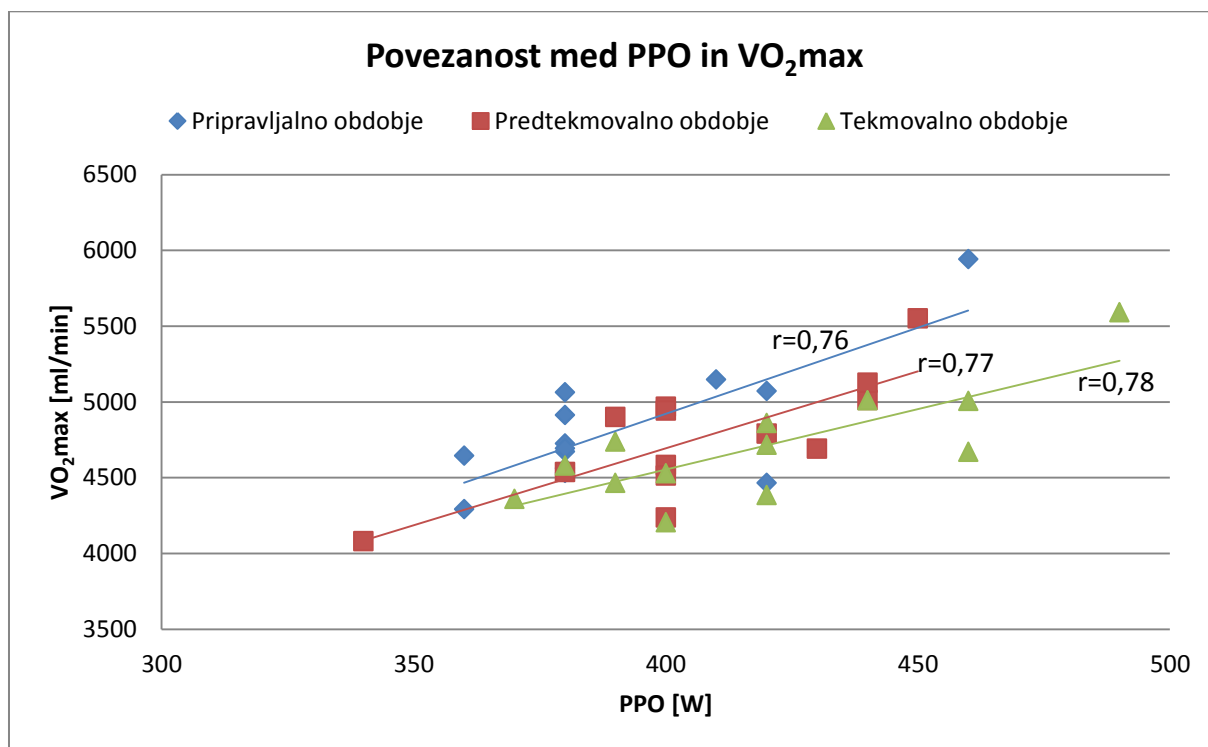
Grafikoni na sliki 17 nam grafično prikazujejo vrednosti maksimalne dosežene moči na modificiranem kolesarskem testu. Na sliki vidimo tudi dve točki, ki prikazujeta ekstremni vrednosti. Taki točki v statistiki pravimo tudi »osamelec«. V splošnem pripravljalnem obdobju gre za kolesarja, katerega vrednost PPO je znašala 460 W in je bil v primerjavi z ostalimi kolesarji »nadpovprečno« pripravljen za ta letni čas.

Osamelec v predtekmovalnem obdobju pa prikazuje v tistem obdobju najslabše pripravljenega kolesarja. Njegova vrednost PPO je znašala zgolj 340 W. Ko podrobno pogledamo njegov opravljeni test, vidimo, da je tudi njegova maksimalna minutna ventilacija znašala zgolj 129,1 l/min, maksimalna frekvenca srčnega utripa 177 utripov na minuto, koncentracija laktata pri maksimalni obremenitvi pa 5,5 mmol/l. Sklepam, da se preizkušanec ni držal navodil in je na test prišel preutrujen ali pa gre razlog iskati v pomanjkanju motivacije.



Slika 17. Spremembe v maksimalni doseženi moči na MKT skozi sezono.

Dosežena maksimalna moč (PPO) je tudi v korelaciji z maksimalno porabo kisika ($VO_2\max$). To potrjuje grafikon na sliki 18, ki kaže povezanost med spremenljivkama v različnih obdobjih tekmovalne sezone. Pearsonov koeficient korelacije (r) je v našem primeru znašal 0,76–0,78, kar pomeni visoko oz. močno linearno povezanost med maksimalno doseženo močjo in maksimalno porabo kisika. Najvišja povezanost med spremenljivkama je bila v tekmovalnem obdobju. Lamberts, Lambert, Swart in Noakes (2011) v svoji raziskavi poročajo še o višjem Pearsonovem korelacijskem koeficientu za povezanost med PPO in $VO_2\max$ ($r = 0,96$).



Slika 18. Povezanost med PPO in $VO_2\max$ v različnih obdobjih tekmovalne sezone.

Relativna maksimalna dosežena moč na modificiranem kolesarskem testu (PPO rel.)

Ker maksimalna dosežena moč ne upošteva telesne mase preizkušanca, se za primerjavo uporablja tudi relativna maksimalna dosežena moč na modificiranem kolesarskem testu (PPO rel.). Le-ta se je skozi sezono statistično značilno spreminjala ($p = 0,018$). Povprečne vrednosti relativne maksimalne dosežene moči na MKT nam prikazuje tabela 19.

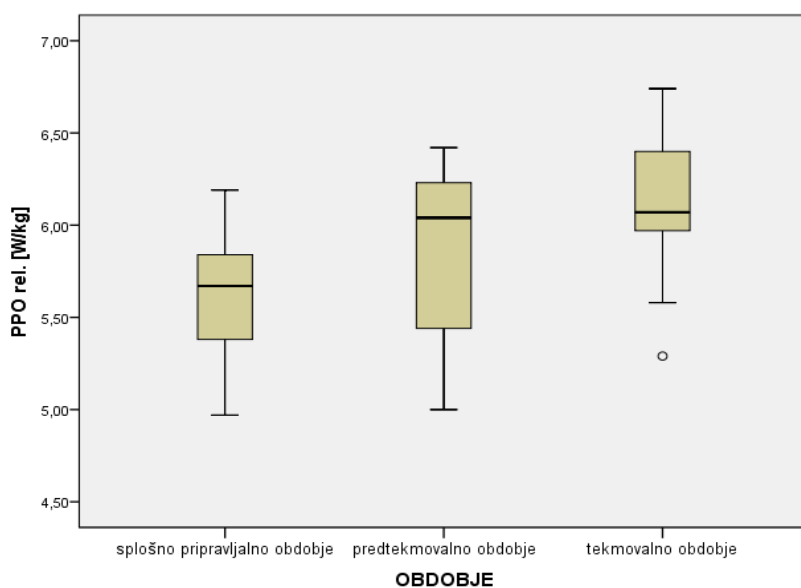
Tabela 19

Vrednosti PPO rel. v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
PPO rel. [W/kg]	13	Pripravljalno	5,62	0,33	4,97	6,19
	13	Predtekmovalno	5,85	0,45	5,00	6,42
	13	Tekmovalno	6,10	0,44	5,29	6,74
	39	Sezona	5,86	0,45	4,97	6,74

Razlog je predvsem v napredku v maksimalni doseženi moči skozi sezono in znižanju telesne mase preizkušancev. Povprečna relativna maksimalna dosežena moč preizkušancev je v

pripravljalnem obdobju znašala 5,62 W/kg, v predtekmovalnem obdobju 5,85 W/kg, v tekmovalnem obdobju pa 6,10 W/kg. Najvišja izmerjena vrednost je znašala 6,74 W/kg in je bila izmerjena v tekmovalnem obdobju pri kolesarju s telesno maso 62,3 kg (PPO = 420 W). Kolesar, kateremu je bila znotraj skupine izmerjena najvišja maksimalna dosežena moč 490 W, pa pri telesni masi 80,7 kg doseže relativno maksimalno doseženo moč 6,08 W/kg. Omenjeni podatki nam kažejo, da gre za dva po konstituciji in karakteristikah povsem različna tipa kolesarja. Specialisti za vožnjo v klanec oz. hribolazci imajo manjšo telesno maso in imajo zato boljše razmerje med močjo in telesno maso (W/kg). Vsestranski kolesarji so v prednosti na ravnih trasah, saj imajo večjo telesno maso in dosegajo večjo absolutno moč. Grafično so spremembe v relativni maksimalni doseženi moči skozi sezono prikazane na sliki 19.



Slika 19. Spremembe v relativni maksimalni doseženi moči na modificiranem kolesarskem testu skozi sezono.

Moč na laktatnem pragu (LT) in točki respiratorne kompenzacije (točka RC)

Statistično značilni sta bili tudi spremembi v moči na laktatnem pragu in v moči na točki RC. Tabela 20 nam prikazuje povprečne vrednosti moči na laktatnem pragu in na točki respiratorne kompenzacije v različnih obdobjih tekmovalne sezone.

Tabela 20

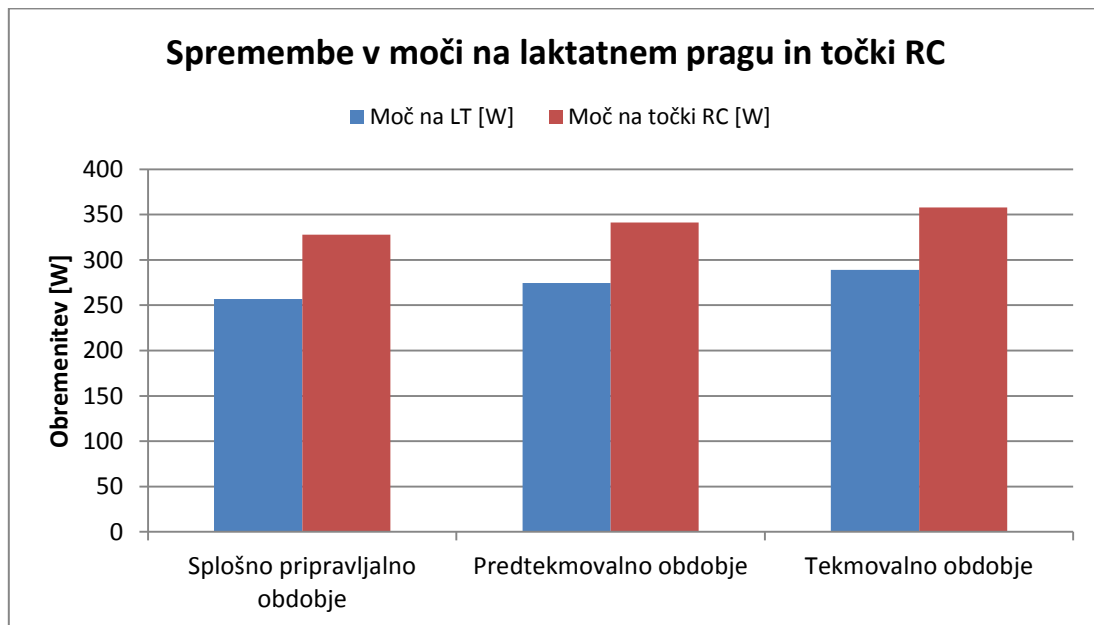
Povprečne vrednosti moči na laktatnem pragu in točki RC skozi sezono

Obdobje	Splošno pripravljalo obdobje	Predtekmovalno obdobje	Tekmovalno obdobje
Moč na LT pragu [W]	256,92	274,62	288,85
Relativna moč na LT pragu [W]	3,69	3,95	4,21
Moč na točki RC [W]	327,69	341,15	357,69
Relativna moč na točki RC [W]	4,71	4,92	5,21

Povprečna vrednost moči na laktatnem pragu je v splošnem pripravljalnem obdobju znašala 256,92 W, v predtekmovalnem obdobju 274,62 W, v tekmovalnem obdobju pa 288,85 W. Moč na točki respiratorne kompenzacije je v pripravljalnem obdobju v povprečju znašala 327,69 W, v predtekmovalnem obdobju 341,15 W, v tekmovalnem obdobju pa 357,69 W. Bolje pripravljene kolesarje imajo pri enaki obremenitvi nižjo koncentracijo laktata v krvi kot slabše pripravljene. Razlike med posamezniki so precejšnje (tudi 100 W), zato je potrebna primerjava relativnih vrednosti, kjer upoštevamo tudi telesno maso posameznika. Najvišja relativna moč je na točki RC v tekmovalnem obdobju znašala 5,84 W/kg, kar je nadpovprečna vrednost, saj Mujika in Padilla (2001) navajata, da so poklicni kolesarji v povprečju dosegli anaerobni prag pri vrednosti 386 W oz. 5,6 W/kg.

Zanimiv je tudi podatek, da je relativna maksimalna dosežena moč v tekmovalnem obdobju pri najslabše pripravljenem kolesarju znašala 5,29 vatov na kilogram telesne mase. Pri tej obremenitvi kolesar z najvišjo izmerjeno relativno vrednostjo moči na točki RC še niti ni dosegel točke respiratorne kompenzacije.

Spremembe v moči na laktatnem pragu in točki respiratorne kompenzacije skozi sezono pa nam nazorno prikazuje tudi grafikon na sliki 20.



Slika 20. Spremembe v moči na laktatnem pragu in točki RC skozi sezono.

Maksimalna poraba kisika – VO₂max in relativna maksimalna poraba kisika – VO₂max rel.

Maksimalna poraba kisika predstavlja največjo količino kisika, ki jo je posameznik sposoben porabiti v eni minuti. Izražena je v mililitrih na minuto. Povprečna vrednost je znašala 4764,13 ml/min in se skozi sezono ni statistično značilno spreminjala. Najvišja izmerjena vrednost je znašala 5942,97 ml/min in je bila izmerjena pri kolesarju v tekmovalnem obdobju. Že v uvodu smo zapisali, da je maksimalna poraba odvisna od številnih notranjih in zunanjih dejavnikov pa tudi od telesne sestave. Zato je smiselno med seboj primerjati le relativno maksimalno porabo kisika, ki pove, kolikšno količino kisika je športnik sposoben porabiti na kilogram telesne mase in je dober pokazatelj trenutne pripravljenosti kolesarja.

Tabela 21

Spreminjanje maksimalne porabe kisika in relativne maksimalne porabe kisika v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
VO ₂ max [ml/min]	13	Pripravljalno	4825,69	421,17	4293,74	5942,97
	13	Predtekmovalno	4764,91	387,59	4080,79	5552,00
	13	Tekmovalno	4701,78	361,99	4205,64	5592,51
	39	Sezona	4764,13	384,01	4080,79	5942,97
VO ₂ max rel [ml/min/kg]	13	Pripravljalno	69,20	4,70	62,5	75,9
	13	Predtekmovalno	68,45	4,05	60,1	75,0
	13	Tekmovalno	68,50	2,58	62,1	72,0
	39	Sezona	68,72	3,79	60,1	75,9

Povprečna maksimalna poraba kisika (VO₂max rel.) se tudi ni statistično značilno spreminjala skozi sezono in je v povprečju znašala 68,72 ml/min/kg. Zanimivo je, da se je skozi sezono celo malenkostno zniževala. Tako je decembra v povprečju znašala 69,20 ml/min/kg, junija pa 68,5 ml/min/kg. Glede na to, da se je v povprečju telesna masa preizkušancev skozi sezono celo malenkostno znižala, bi pričakovali, da bi se relativna maksimalna poraba kisika na račun izgubljene telesne mase nekoliko povečala. Tabela 21 nam prikazuje spremembe v VO₂max in VO₂max rel. skozi sezono. Napredek v maksimalni porabi kisika so doživeli predvsem kolesarji z nižjim izhodiščnim VO₂max.

Poraba kisika na laktatnem pragu (LT) in točki respiratorne kompenzacije (točka RC)

Tabela 22

Spreminjanje vrednosti porabe kisika na laktatnem pragu in točki RC

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
VO ₂ LT [ml/min]	13	Pripravljalno	3442,56	325,68	3080,60	4079,43
	13	Predtekmovalno	3537,71	345,48	2980,81	4026,49
	13	Tekmovalno	3433,59	373,70	2926,98	4059,21
	39	Sezona	3471,29	342,88	2926,98	4079,43
VO ₂ LT rel. [ml/min/kg]	13	Pripravljalno	49,45	4,87	42,20	60,30
	13	Predtekmovalno	50,85	4,49	43,90	61,10
	13	Tekmovalno	49,95	3,13	44,50	54,90
	39	Sezona	50,08	4,16	42,20	61,10
VO ₂ RC [ml/min]	13	Pripravljalno	4277,04	332,26	3843,91	4885,92
	13	Predtekmovalno	4218,81	397,95	3449,32	4800,00
	13	Tekmovalno	4127,19	405,53	3587,52	5035,68
	39	Sezona	4207,68	375,11	3449,32	5035,68
VO ₂ RC rel. [ml/min/kg]	13	Pripravljalno	61,36	4,12	54,40	69,30
	13	Predtekmovalno	60,62	4,94	50,80	70,60
	13	Tekmovalno	60,07	3,15	54,70	64,30
	39	Sezona	60,69	4,06	50,80	70,60

V tabeli 22 lahko vidimo, da se tudi poraba kisika na laktatnem pragu in točki respiratorne kompenzacije skozi sezono nista statistično značilno spreminjali. Povprečna poraba kisika na

laktatnem pragu je znašala 3471 ml/min oz. 50,08 ml/min/kg, povprečna poraba kisika na točki RC pa 4207,68 ml/min oz. 60,69 ml/min/kg.

Poraba kisika na točki RC se je skozi sezono celo nekoliko znižala. Nižja poraba kisika pri submaksimalnih obremenitvah je lahko tudi pozitivna prilagoditev telesa na vadbo, v primeru da je obremenitev ista ali celo večja (Škof, 2007). V našem primeru se je moč na laktatnem pragu in točki RC od decembra do junija v povprečju povečala za 0,5 W/kg pri praktično istih vrednostih porabe kisika. To je vsekakor pomemben učinek vadbe, saj pri enaki porabi kisika mišice razvijejo večjo moč. Če telo potrebuje manj energije oziroma kisika za določeno obremenitev oz. hitrost, pomeni, da se je ekonomičnost (gospodarnost) kolesarjenja izboljšala (Penca, 2011).

Poraba kisika na točki RC oz. njena vrednost glede na vrednosti VO_2max ima največji vpliv na maksimalno doseženo moč pri modificiranem kolesarskem testu (Parker idr., 2009). Preizkušanci so v povprečju dosegli točko respiratorne kompenzacije pri 88,3 % VO_2max , ta odstotek pa se skozi sezono ni statistično značilno spreminjal.

Povezanost porabe kisika na točki RC in vrednosti VO_2max nam potrjuje tabela 23, saj Pearsonov koeficient korelacije kaže srednjo do zmerno linearno povezanost med porabo kisika na točki RC in maksimalno doseženo močjo na MKT. To pomeni, da sta spremenljivki VO_2 RC in PPO med seboj povezani.

Tabela 23

Povezanost med porabo kisika na točki RC in maksimalno doseženo močjo

Povezanost med VO_2 RC in PPO		
		PPO [W]
VO_2 RC [ml/min]	Pearsonov koeficient korelacije (r)	0,659
	p-vrednost	0,000
	N	39

Povezanost med relativno vrednostjo porabe kisika na točki RC in relativno maksimalno doseženo močjo je srednje do zmerno visoka, kar vidimo v tabeli 24.

Tabela 24

Povezanost med relativno porabo kisika na točki RC in relativno maksimalno doseženo močjo na stopenjskem kolesarskem testu

Povezanost med VO_2 RC rel. in PPO rel.		
		PPO rel.
VO_2 RC rel. [ml/min/kg]	Pearsonov koeficient korelacije (r)	0,503
	p-vrednost	0,001
	N	39

Ekonomičnost na laktatnem pragu

Ekonomičnost pomeni, kako učinkovito mišice izrabljajo po krvi prispeli kisik med submaksimalno obremenitvijo oz. koliko kisika porabi organizem pri določeni obremenitvi. Manj kisika kot potrebujejo mišice za premagovanje enake submaksimalne obremenitve bolj smo ekonomični. Ekonomičnost predstavlja razmerje med opravljenim delom in porabljeno energijo. V našem primeru smo ekonomičnost na laktatnem pragu izračunali po spodnji formuli:

$$EC\ LT\ [W/l/min] = M\ LT\ [W] / VO_2\ LT\ [l/min].$$

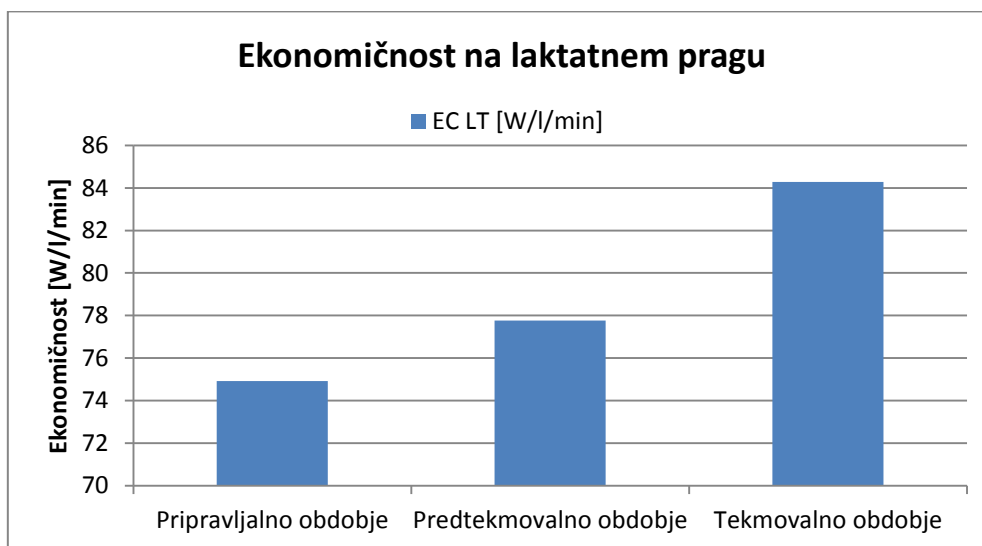
Ekonomičnost na laktatnem pragu nam pove, koliko moči (vatov) je kolesar sposoben proizvesti iz enega litra porabljenega kisika. Izboljšanje ekonomičnosti je pomemben učinek vadbe.

Tabela 25

Ekonomičnost na laktatnem pragu v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
EC LT [W/l/min]	13	Pripravljalno	74,92	5,62	65,13	83,94
	13	Predtekmovalno	77,77	5,74	70,45	91,19
	13	Tekmovalno	84,29	5,44	75,47	96,12

Tabela 25 in grafikon na sliki 21 nam prikazujeta, kako se je skozi sezono izboljševala ekonomičnost na laktatnem pragu. V pripravljalnem obdobju so kolesarji na laktatnem pragu iz enega litra porabljenega kisika uspeli proizvesti v povprečju 74,92 W, v tekmovalnem obdobju pa v povprečju kar za 12,5 % več, in sicer 84,29 W.



Slika 21. Napredek v ekonomičnosti na laktatnem pragu skozi sezono.

Podrobneje pogledjmo primer kolesarja, ki je v ekonomičnosti na laktatnem pragu skozi sezono najbolj napredoval. V pripravljalnem obdobju je iz porabljenega 1 l O₂/min uspel proizvesti 65,13 W, v tekmovalnem obdobju pa 80,52 W. Če primerjamo dinamiko porabe kisika med modificiranim kolesarskim testom, to pomeni, da je v decembru pri obremenitvi 260 W (na tej

obremenitvi mu je bil po metodi V-slope določen laktatni prag) njegova poraba kisika znašala 4,00 l/min. V tekmovalnem obdobju je pri enaki obremenitvi (260 W) njegova poraba kisika znašala 3,33 l/min.

Ekonomičnost na točki respiratorne kompenzacije

Ekonomičnost na točki RC smo izračunali po spodnji formuli:

$$EC\ RC\ [W/l/min] = M\ RC\ [W] / VO_2\ RC\ [l/min].$$

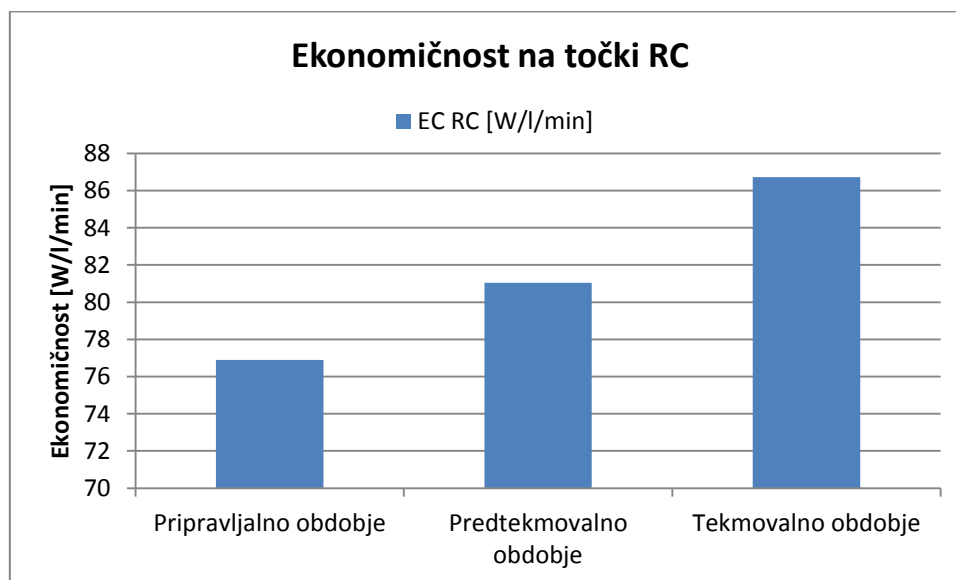
Ekonomičnost na točki respiratorne kompenzacije nam pove, koliko moči (vatov) je kolesar sposoben proizvesti iz enega litra porabljenega kisika. Ekonomičnosti na točki RC se je skozi sezono statistično značilno izboljševala in predstavlja pomemben učinek vadbe.

Tabela 26

Ekonomičnost na točki RC v različnih obdobjih tekmovalne sezone

	N	Obdobje	Povprečna vrednost	Standardni odklon	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
EC RC [W/l/min]	13	Pripravljalno	76,89	5,30	69,59	89,93
	13	Predtekmovalno	81,05	5,25	74,15	94,21
	13	Tekmovalno	86,73	5,30	78,13	100,51

Tabela 26 in grafikon na sliki 22 nam prikazujeta, kako se je skozi sezono izboljševala ekonomičnost na točki RC. V pripravljalnem obdobju so kolesarji na točki RC iz enega litra porabljenega kisika učinkovito proizvedli v povprečju 76,89 W, v tekmovalnem obdobju pa v povprečju kar za 12,8 % več, in sicer 86,73 W.

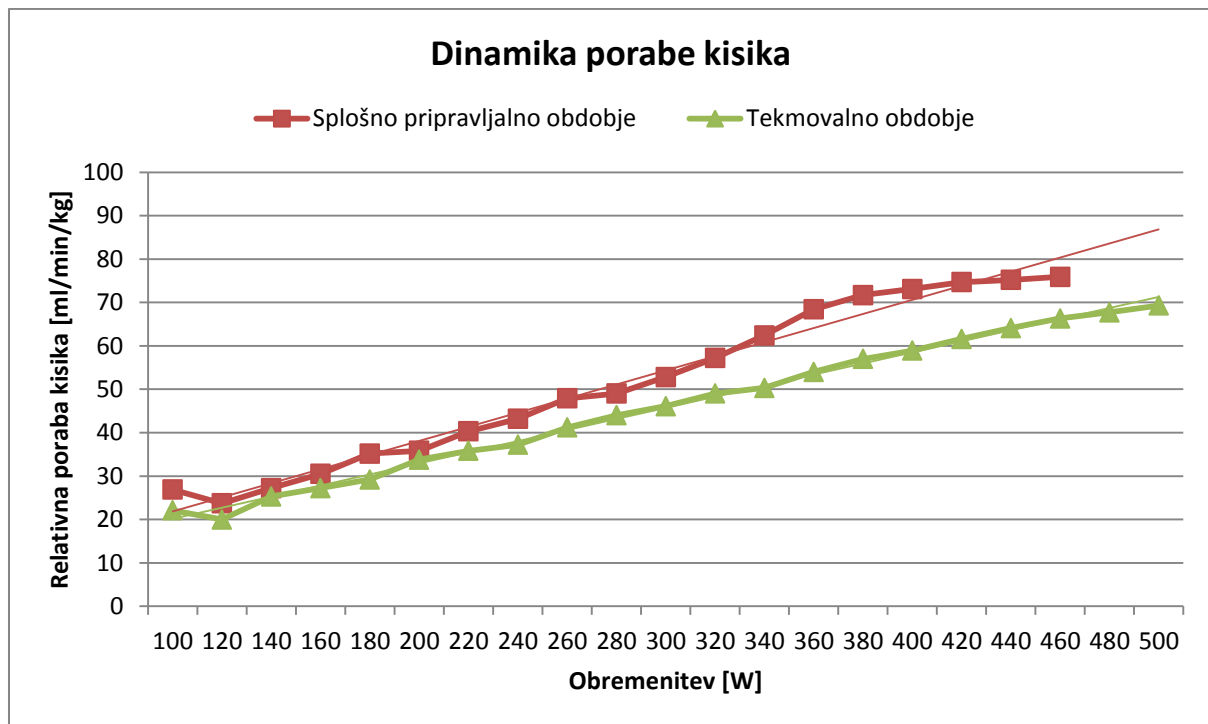


Slika 22. Napredek v ekonomičnosti na točki RC skozi sezono.

Zopet pogledjmo primer kolesarja, ki je v ekonomičnosti na točki respiratorne kompenzacije skozi sezono najbolj napredoval. V pripravljalnem obdobju je iz porabljenega 1 l O₂/min uspel proizvesti 65,59 W, v tekmovalnem obdobju pa 87,38 W. Če primerjamo dinamiko porabe kisika med stopenjskim kolesarskim testom, to pomeni, da je v decembru pri

obremenitvi 340 W (točka RC) njegova poraba kisika znašala 4,89 l/min oz. 62,4 ml/min/kg, v tekmovalnem obdobju pa je pri enaki obremenitvi (340 W) njegova poraba kisika znašala 4,06 l/min oz. 50,3 ml/min/kg.

Dinamiko porabe kisika med MKT nam prikazuje tudi spodnji grafikon na sliki 23. Znižana poraba kisika je očitna na vseh stopnjah testiranja. Kot smo že omenili, je v submaksimalnih obremenitvah to pozitivna prilagoditev, saj je dosežena moč večja. To je predvsem posledica učinkovitejšega pretoka krvi in večje sposobnosti mišic, da porabijo po krvi prispeli kisik. Na to sposobnost pa v veliki meri vpliva tudi povečanje gostote in velikost mitohondrijev, kar je eden izmed učinkov vzdržljivostne vadbe (Katch idr., 2011).



Slika 23. Dinamika porabe kisika izbranega kolesarja med modificiranim kolesarskim testom v pripravljalnem in tekmovalnem obdobju.

Korelacija med maksimalno porabo kisika in ekonomičnostjo

Na tem področju se izsledki nekaterih raziskav med seboj precej razlikujejo. Lucia s sodelavci (2002) poroča o negativni linearni povezanosti med maksimalno porabo kisika in ekonomičnostjo pri vrhunskih kolesarjih, medtem ko Moseley in Jeukendrup (2001) navajata, da omenjena povezanost ne obstaja.

Tabela 27 nam prikazuje povezavo med ekonomičnostjo (tako na laktatnem pragu kot točki RC) z maksimalno oz. z relativno maksimalno porabo kisika.

Tabela 27

Povezave med ekonomičnostjo na LT in točki RC in maksimalno oz. relativno maksimalno porabo kisika

Povezave med ekonomičnostjo in maksimalno porabo kisika			
		VO ₂ max [ml/min]	VO ₂ max rel [ml/min/kg]
EC LT [W/l/min]	Pearsonov koeficient korelacije (r)	-0,262	-0,034
	p-vrednost	0,107	0,837
	N	39	39
EC RC [W/l/min]	Pearsonov koeficient korelacije (r)	-0,369	-0,23
	p-vrednost	0,021	0,156
	N	39	39

Vidimo lahko, da v našem primeru obstaja statistično značilna povezanost med ekonomičnostjo na točki respiratorne kompenzacije (EC RC) in maksimalno porabo kisika VO₂max. Gre za negativno povezanost, ki obstaja takrat, kadar so vrednosti prve spremenljivke visoke (EC RC) in vrednosti druge nizke (VO₂max) oz. obratno. Pearsonov koeficient korelacije -0,369 predstavlja nizko oz. šibko povezanost. Statistično značilna z zelo močno povezanostjo je tudi korelacija med ekonomičnostjo na laktatnem pragu in ekonomičnostjo na točki RC ($r = 0,91$, $p = 0,000$).

Čeprav med relativno maksimalno porabo kisika in ekonomičnostjo na točki RC ni statistično značilne povezave, se mi zdi zanimiva medsebojna primerjava v spremembi VO₂max rel. in EC RC skozi sezono.

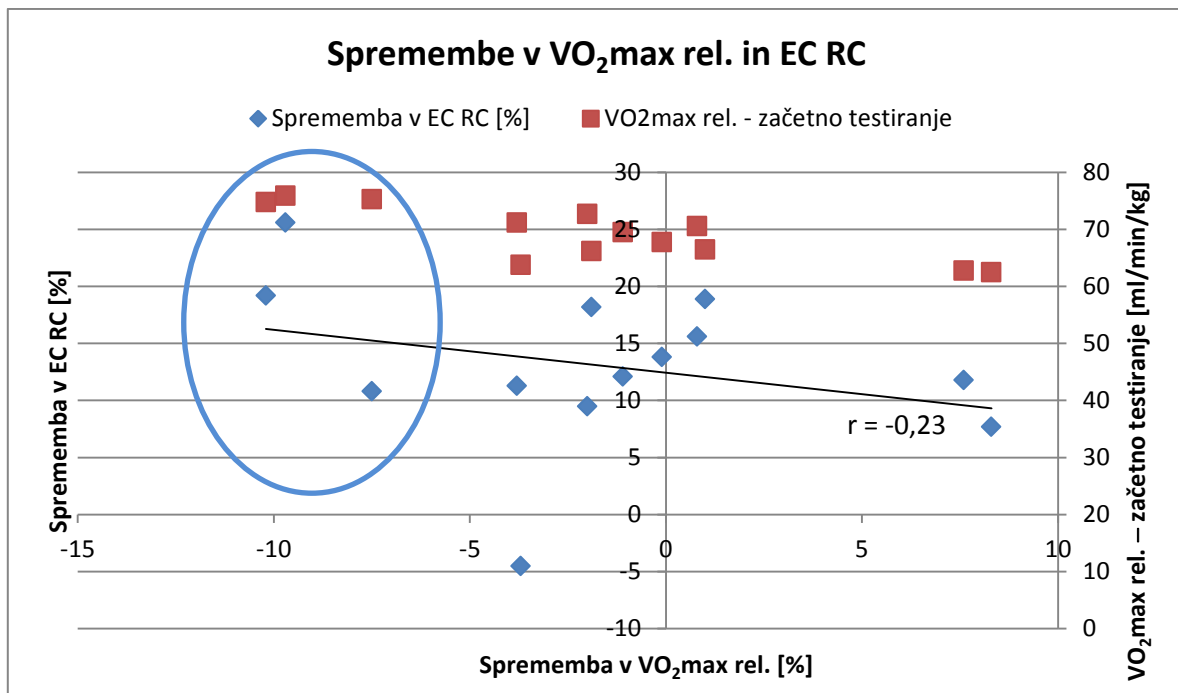
Tabela 28

Spremembe v VO₂max rel. in EC RC med začetnim in končnim testiranjem

Koda preizkušanca	Sprememba v VO₂max rel. [%]	Sprememba v EC RC [%]
A	+8,3	+7,7
B	+7,6	+11,8
C	-9,7	+25,6
D	-7,5	+10,8
E	-1,9	+18,2
F	-3,7	-4,5
G	+0,8	+15,6
H	-0,1	+13,8
I	-2	+9,5
J	-10,2	+19,2
K	-3,8	+11,3
L	+1	+18,9
M	-1,1	+12,1
SKUPAJ	-1,7	+13,1

Pri preizkušancih se v povprečju relativna maksimalna poraba kisika skozi sezono ni statistično značilno spreminjala oz. se je vrednost $\text{VO}_2\text{max rel.}$ celo nekoliko znižala, medtem ko se je ekonomičnost skozi sezono v povprečju statistično značilno izboljševala. Tabela 28 nam prikazuje spremembe za vsakega preizkušanca posebej.

Vidimo lahko, da tisti preizkušanci, ki so nazadovali v maksimalni aerobni moči, so bistveno več napredovali v ekonomičnosti. Zanimiv se mi zdi tudi podatek, da so preizkušanci z najvišjim izhodiščnim $\text{VO}_2\text{max rel.}$ skozi sezono v tej spremenljivki tudi najbolj nazadovali. Poleg tega pa so bistveno izboljšali ekonomičnost na točki RC. Omenjene spremembe nam natančneje prikazuje spodnji grafikon na sliki 24.



Slika 24. Spremembe v $\text{VO}_2\text{max rel.}$ in EC RC med začetnim in končnim testiranjem.

4.4 POVEZAVE MED KOLIČINAMI VADBE IN REZULTATI NA TESTIH

Na podlagi sprememb v količini vadbe in rezultatov testov smo iskali povezave med količinami opravljene določene vrste vadbe in vplivu le-te na nekatere parametre telesne pripravljenosti v različnih obdobjih tekmovalne sezone.

V splošnem in specialnem pripravljalnem obdobju je bilo največ opravljene vadbe namenjene izboljšanju aerobne kapacitete in nizke aerobne moči. V predtekmovalnem obdobju se je nato odstotek opravljene vadbe v območjih I, II in III nekoliko zmanjšal, saj se je v mesecu februarju najprej nekoliko povečala količina vadbe na anaerobnem pragu in nato še v območju VO_2max . Opravljena vadba je vplivala predvsem na znižanje FSU pri submaksimalnih obremenitvah, povečala se je moč in ekonomičnost na laktatnem pragu. Učinki vadbe so torej v skladu z učinki, ki jih takšna vadba ima in omogočajo mišicam večjo zmogljivost za aerobno razgradnjo goriv (povečanje števila in velikosti mitohondrijev, povečanje aerobnih encimov, povečanje gostote kapilarne mreže in povečanje zmogljivosti srčne mišice).

Povečali sta se tudi moč in ekonomičnost na točki respiratorne kompenzacije. Omenjeni spremembi lahko pripišemo postopnem povečevanju količine vadbe v območju IV. Opravljena vadba v pripravljalnem in predtekmovalnem obdobju je vplivala tudi na povečanje maksimalne dosežene moči na modificiranem kolesarskem testu v mesecu marcu.

Velika količina vadbe v območju I, II in III je negativno vplivala na maksimalno porabo kisika. Med decembrom in marcem se je $VO_2\text{max rel.}$ v povprečju znižala za dober odstotek. Domnevam, da bi bil ta odstotek še nekoliko višji, v kolikor bi dodatno testiranje opravili še pred začetkom predtekmovalnega obdobja.

V tekmovalnem obdobju se je količina opravljene vadbe v območju I, II in III precej zmanjšala, povečal pa se je odstotek vadbe v ostalih območjih. Kljub temu se je na junijskem testiranju še dodatno znižala FSU pri submaksimalnih obremenitvah, povečali pa sta se moč in ekonomičnost na laktatnem pragu. Skladno s povečanjem vadbe na območju AnP sta se povečali tudi moč na točki RC in ekonomičnost na točki RC, opravljena vadba pa je vplivala tudi na povečanje maksimalne dosežene moči.

Kljub temu da se je količina opravljene vadbe v območju V povečala v primerjavi s pripravljalnimi in predtekmovalnimi obdobji, pa se maksimalna poraba kisika ni povečala, ampak se je ohranila na enakem nivoju. Očitno bi bilo za statistično značilne spremembe v maksimalni porabi kisika potrebne še več skrbno načrtovane in opravljene specifične vadbe v območju V, kar pa je pri natrpanem tekmovalnem koledarju včasih težko. K sreči številne dirke poskrbijo, da se ohranja visok nivo telesne pripravljenosti.

Vadba tolerance na laktat se je začela povečevati v mesecu marcu in aprilu, količina opravljene vadbe v tem območju pa se nato znotraj tekmovalnega obdobja ni bistveno spreminjala. Za 7,5 % višje vrednosti maksimalne koncentracije laktata v krvi takoj po končanem modificiranem kolesarskem testu v mesecu juniju v primerjavi s testiranjem v mesecu marcu lahko pripišemo povečanju anaerobne kapacitete preizkušancev.

Skozi celotno sezono je kot posledica vadbe zaznati tudi pozitivne učinke vadbe na telesno sestavo, čeprav spremembe niso bile statistično značilne (nižja telesna masa in nižji odstotek telesne maščobe).

Končni učinek opravljene vadbe se lahko kaže na tri načine (Ušaj, 2003):

- športna forma,
- povečana zmogljivost športnikovega organizma, toda ne tudi skladno izboljšanje tekmovalnega dosežka,
- pretreniranost.

Športno formo opišemo kot pojav kratkotrajne povečane zmogljivosti športnikovega organizma glede na pričakovano tekmovalno zmogljivost in jo zaznavamo tudi na subjektivni ravni, kjer športnik občuti, da določeno obremenitev premaguje z manjšim naporom oz. da pri največjem naporu premaga večjo obremenitev (Ušaj, 2003). V našem primeru so preizkušanci začeli o takšnih občutkih poročati v sredini meseca maja. Skleпам, da sta dve zaporedni etapni dirki v začetku meseca maja in en obnovitveni oz. regeneracijski tedenski mikrocikel povzročili uspešno superkompenzacijo. Preizkušanci so najboljše rezultate na tekmovanjih dosegli konec meseca maja in v mesecu juniju. Tudi rezultati testiranj kažejo, da so bile vrednosti večine fizioloških parametrov na najvišji ravni prav v tekmovalnem obdobju, kar je seveda temeljni cilj športnikove priprave.

5 SKLEP

Glavni cilj diplomskega dela je bil na osnovi analize vadbenega procesa cestnih kolesarjev ugotoviti dinamiko spreminjanja posameznih fizioloških, biokemijskih in biomehanskih kazalcev skozi različna obdobja priprave na tekmovanja.

Ugotovili smo, da so se pri večini izbranih spremenljivkah pojavljale spremembe skozi sezono. V različnih obdobjih tekmovalne sezone so bile statistično značilne razlike v relativni maksimalni doseženi moči (PPO rel.), v moči na laktatnem pragu (M LT), v moči na točki respiratorne kompenzacije (M RC), v ekonomičnosti na laktatnem pragu (EC LT) in v ekonomičnosti na točki RC (EC RC). Opravljena vadba je imela tudi pomemben vpliv na povečanje maksimalne dosežene moči in znižanje FSU pri enakih submaksimalnih obremenitvah in v mirovanju. Opazne so bile tudi spremembe v telesni sestavi, ki pa niso statistično značilne (nižja telesna masa, nižji odstotek telesne maščobe, nižji indeks telesne mase).

Opravljena vadba ni imela statistično značilnega vpliva na vrednosti maksimalne porabe kisika, nekoliko nepričakovano se je maksimalna poraba kisika v povprečju celo malenkost znižala. Dokazali smo visoko oz. močno linearno povezanost med maksimalno doseženo močjo in maksimalno porabo kisika ter tudi srednjo do zmerno linearno povezanost med porabo kisika na točki RC in maksimalno doseženo močjo na modificiranem kolesarskem testu.

Spreminjanje količine in intenzivnosti vadbe znotraj vadbenega procesa je imelo statistično značilen vpliv na:

- relativno maksimalno doseženo moč na MKT,
- moč na laktatnem pragu,
- moč na točki respiratorne kompenzacije,
- ekonomičnost.

Glede na to, da opravljena vadba ni imela statistično značilnega in pomembnega vpliva na vse izbrane spremenljivke, lahko hipoteze H_01 , H_02 in H_03 potrdimo.

Opravljena vadba je imela statistično značilen vpliv na ekonomičnost na laktatnem pragu (EC LT) in na ekonomičnost na točki RC (EC RC), in sicer sta se oba parametra skozi sezono izboljševala. Zato hipotezo H_04 zavrnilo in trdimo, da so v različnih obdobjih tekmovalne sezone statistično značilne razlike v ekonomičnosti kolesarjenja.

Doseči športno formo v času najpomembnejših tekmovanj je cilj vsakega športnika oz. njegovega trenerja. Za dosego cilja je treba vložiti veliko truda in energije, ki pa ni potrebna zgolj za izvedbo vadbe, ampak tudi za načrtovanje, analizo in ocenjevanje vadbenega procesa.

Uspešnost vrhunškega kolesarja je odvisna predvsem od njegovih telesnih in psiholoških sposobnosti v povezavi z ustreznimi morfološkimi značilnostmi. Za tekmovalno uspešnost je treba imeti na visokem nivoju aerobno kapaciteto, aerobno moč, anaerobno moč in kapaciteto v povezavi z ustrežno psihološko pripravo, ustreznimi morfološkimi značilnostmi ob odlični tehnični podkovanosti in tudi veliko mero poguma.

Diplomsko delo je pokazatelj smiselnosti izvajanja testiranj in analiza le-teh. V našem primeru smo v treh različnih vadbenih obdobjih izvedli modificiran obremenitveni test na

ergometru in ugotavljali spremembe v nekaterih fizioloških parametrih skozi sezono. Razvoj tehnologije nam omogoča uporabo številnih metod za spremljanje vadbenega procesa športnika. Za popolnejšo analizo bi bilo smiselno izvesti več različnih vrst testiranj in povečati pogostost le-teh. Tako bi dobili še obširnejšo sliko dogajanja športnikovih sposobnosti in dokaz, da raznolikost vadbe glede na vadbeno obdobje vpliva na pripravo športnika.

Diplomsko delo je lahko v pomoč vsem, ki se ukvarjajo s poklicem kolesarskega trenerja, prihodnjim trenerjem kolesarstva in vsem tistim, ki se rekreativno ukvarjajo s kolesarstvom in jih tematika športnega treniranja in načrtovanja vadbe zanimata.

Tam, kjer je volja, tam je tudi pot. Pot do zastavljenega cilja je lahko tudi zelo razgibana cesta z veliko ovinki, stranskimi potmi ali celo slepimi ulicami. Z diplomskim delom želim spodbuditi sedanje in prihodnje trenerje, da sistematično vodijo proces športne vadbe, od načrtovanja, izvedbe, nadzora in ocenjevanja vadbenega procesa, saj bo na ta način verjetnost za dosego načrtovanega cilja mnogo večja.

6 VIRI

- Beaver, W., Wasserman, K. in Whipp, B. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of Applied Physiology*, 60, 2020–2027.
- Bompa, T. O. in Haff, Gregory. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training – 5th ed.* Champaign (IL): Human Kinetics.
- Burke, E. (2003). *High-tech cycling – 2nd ed.* Champaign (IL): Human Kinetics.
- Burke, E. (2002). *Serious cycling.* Champaign (IL): Human Kinetics.
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hopper M. K. in Walters T. J. (1988). Determinants of endurance in well – trained cyclists. *J. Appl. Physiol.*, 64, 2622–2630.
- Faria, E. W., Parker, D. L. in Faria, E. I. (2005a). The Science of Cycling: Physiology and Training – Part 1. *Sports Med*, 35(4), 285–312.
- Faria, E. W., Parker, D. L. in Faria, E. I. (2005b). The Science of Cycling: Factors Affecting Performance – Part 2, *Sports Med*, 35(4), 313–337.
- Ferlež, M. (2010). Trening vzdržljivosti pri kolesarjih. *Šport*, 58(1–2), 53–62.
- Friel, J. (2009). *The Cyclist's training bible.* Boulder, Colorado: VeloPress.
- Horowitz, J. F., Sidossis, L. S. in Coyle, E. F. (1994). High Efficiency of Type I Muscle Fibers Improves Performance. *Int. J. Sports Med.*, 15(3), 152–157.
- Hunter, A. in Coggan, A. (2010). *Training and racing with a Power Meter.* Boulder, Colorado: Velopress.
- Katch, V. L., McArdle, W. L. in Katch, F. I. (2011). *Essential of Exercise Physiology – 4th ed.* Lippincott Williams & Wilkins.
- Kavaš, M. (2013). *Trening kolesarjev: praktični vidik.* Kranj: izdano v samozaložbi.
- Kraemer, W. J. in Ratamess, N. A. (2005). Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Med*, 35(4), 339–361.
- Lamberts, R. P., Lambert, M. I., Swart, J. in Noakes, T. D. (2012). Allometric scaling of peak power output accurately predicts time trial performance and maximal oxygen consumption in trained cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 46(10), 36–41.
- Lasan, M. (2004). *Fiziologija športa – harmonija med delovanjem in mirovanjem.* Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Lasan, M. (2005). *Stalnost je določila spremembo – fiziologija.* (2005). Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Lucia, A., Hoyos, J., Perez, M., Santalla, A. in Chicharro, J. L. (2002). Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world class cyclists. *Med Sci sports Exerc* 34(12), 2079–2084.

Markovič, I. (2008). *Nekatere značilnosti telesne pripravljenosti v cestnem in gorskem kolesarstvu*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Mitchel, J. B. in Voss, K. W. (1991). The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 23, 314–319.

Moseley, L. in Jeukendrup, A. E. (2001). The reliability of cycling efficiency. *Med Sci sports Exerc* 33, 621–627.

Rønnestad, B. R., Hansen, E. A., Raastad, T. (2011). Strength training improves 5 min all-out performance following 185 min of cycling. *Scand J Med Sci Sports*, 21(2), 250–259.

Mujika, I. in Padilla, S. (2001). Physiological and performance characteristic of male professional road cyclists. *Sports Medicine*, 31(7), 479–487.

Parker, D. L., Salgado, R., Quintana, R. in Faria, I. E. (2009). Determinants of Maximal Aerobic Power in Trained Cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(5), 429.

Rusko, H. K. (1992). Development of aerobic power in relation to age and training in cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc*, 24(9), 1040–1047.

Padilla, S., Mujika, I. in Angulo, F. (2000). Scientific approach to the 1-hr cycling world record: case study. *J Appl Physiol*; 89(6), 1522–1527.

Penca, J. (2011). Kolesarski dosežek: trening za moč rodi sadove! *Vrhunski dosežek*, 16(4), 20–23.

Pliberšek, T. (2011). *Ugotavljanje zveze med spremembami vadbenih količin in rezultatov testov v eni tekmovalni sezoni tekača na srednje proge*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Robergs, R. A., Roberts, S. O. (1997). *Exercise Physiology: Performance and Clinical Applications*. St. Louis (MO): Mosby.

Santalla, A., Naranjo, J. in Terrados, N. (2009). Muscle efficiency improves over time in world – class cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 41(5), 1096–101.

Sassi, A., Impellizzeri, M., Morelli, A., Menaspa, P. in Rampini, E. (2008). Seasonal changes in aerobic fitness indices in elite cyclists. *App. Physiol. Nutr. Metab.*, 33, 735–742.

Simon, J., Young, J., Gutin, B., Blood, D. in Case, R. (1983). Lactate accumulation relative to the anaerobic and respiratory compensation thresholds. *J Appl Physiol*, 54(1), 13–17.

Stepišnik, D. (1979). *Kolesarstvo na Slovenskem*. Ljubljana: Kolesarska zveza Slovenije.

Stephens, N. K., Hawley, J. A., Dennis, S. C. in Hopkins, W. G. (1999) Effects of different interval – training programs on cycling time – trial performance. *Med Sci Sports Exerc*, 31(5), 736–741.

Sunde A., Støren O., Bjerkaas M., Larsen, M. H., Hoff, J. in Helgerud, J. (2010). Maximal strength training improves cycling economy in competitive cyclists. *J Strength Cond Res*, 24(8), 2157–2165.

Škof, B. (ur.) (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov: pedagoško-psihološki in biološki vidiki kondicijske vadbe mladih*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Škof, B. (2010). *Smernice za načrtovanje in analizo vadbenega procesa (model za individualne vzdržljivostne športne aktivnosti)*. Ljubljana: Fakulteta za šport.

Ušaj, A. (2003). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.

Zapico, A. G., Calderon, F. J., Benito, P. J., Gonzalez, C. B., Parisi, A., Pigozzi, F. idr. (2007). Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 47(2), 191–196.

Žele, L. (2003). *Značilnost izmerjenih fizioloških parametrov kolesarjev na modificiranem kolesarskem testu*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

7 PRILOGA: STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV V SPSS 21.0

Tabela 29

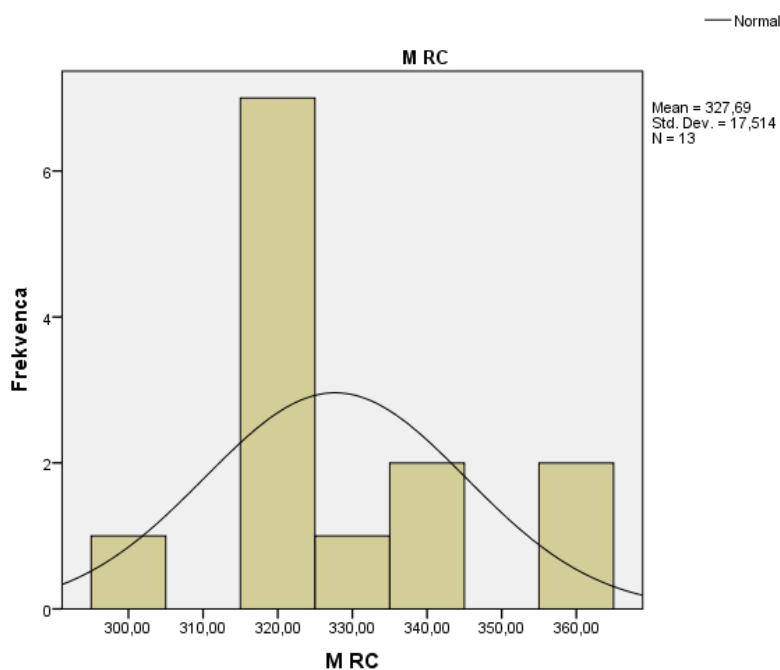
Shapiro-Wilkov test normalne porazdelitve

Test normalnosti – Shapiro-Wilkov test			
Spremenljivka	F	N	p-vrednost
ATV	0,867	39	0,000
ATM	0,976	39	0,575
% FATT	0,973	39	0,474
ITM	0,937	39	0,031
VC	0,950	39	0,085
FV1/VC	0,973	39	0,462
PPO	0,958	39	0,155
PPO rel	0,982	39	0,775
M LT	0,968	39	0,318
M LT rel	0,963	39	0,220
M RC	0,937	39	0,030
M RC rel	0,980	39	0,698
MVV max	0,972	39	0,439
FSU max	0,961	39	0,192
VO ₂ max	0,945	39	0,054
VO ₂ max rel	0,985	39	0,859
VO ₂ LT	0,919	39	0,008
VO ₂ RC	0,977	39	0,587
VO ₂ LT rel	0,966	39	0,290
VO ₂ RC rel	0,987	39	0,934
LAm _{ax}	0,980	39	0,718
EC LT	0,986	39	0,910
EC RC	0,973	39	0,474

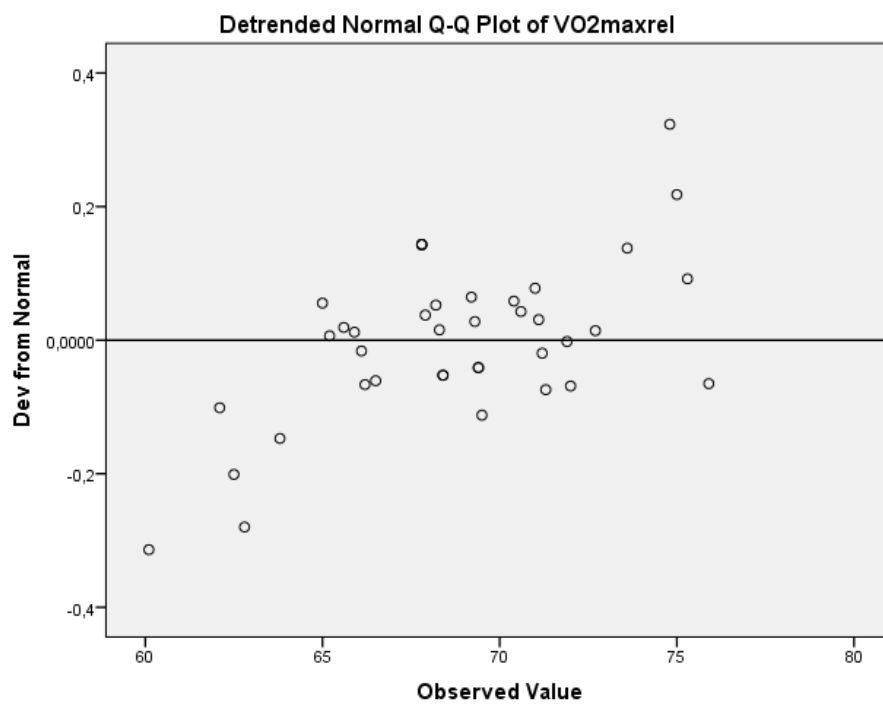
Tabela 30

Shapiro-Wilkov test normalne porazdelitve (ločeno glede na posamezno obdobje)

Test normalne porazdelitve – Shapiro-Wilkov test				
Spremenljivka	OBDOBJE	F	N	p-vrednost
ATV	splošno pripravljalo obdobje	0,883	13	0,077
	predtekmovalno obdobje	0,886	13	0,085
	tekmovalno obdobje	0,886	13	0,085
ITM	splošno pripravljalo obdobje	0,894	13	0,111
	predtekmovalno obdobje	0,920	13	0,254
	tekmovalno obdobje	0,905	13	0,158
M RC	splošno pripravljalo obdobje	0,849	13	0,028
	predtekmovalno obdobje	0,872	13	0,055
	tekmovalno obdobje	0,952	13	0,634
VO ₂ LT	splošno pripravljalo obdobje	0,870	13	0,052
	predtekmovalno obdobje	0,939	13	0,439
	tekmovalno obdobje	0,894	13	0,112



Slika 25. Frekvenčna porazdelitev vrednosti moči na točki respiratorne kompenzacije v splošnem pripravljalnem obdobju.



Slika 26. Nehomogenost varianc za vrednosti relativne maksimalne porabe kisika.