

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Kineziologija

ANALIZA PLAVANJA NA 400 M PROSTO PRI PREDMETU PLAVANJE 1

DIPLOMSKO DELO

MENTOR:

doc. dr. Jernej Kapus, prof. šp. vzg.

RECENZENT:

izr.prof. dr. Igor Štirn, prof. šp. vzg.

Avtorica dela:

TAJDA FOŠKI

Ljubljana, 2017

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Jerneju Kapusu za vodenje in navodila pri izdelavi naloge in pomoč pri zbiranju podatkov.

Rada bi se zahvalila tudi staršem, ki mi ves čas stojijo ob strani in mojemu fantu, Eliu, brez katerega grafi in slike ne bi izgledali tako kot izgledajo in ker mi stoji ob strani pri vseh mojih podvigih.

Ključne besede: plavanje, metabolični procesi, plavalne tehnike, izpit, študenti, 400m

ANALIZA PLAVANJA NA 400 M PROSTO PRI PREDMETU PLAVANJE 1

Tajda Foški

IZVLEČEK

V sklopu študija na Fakulteti za šport je eden od obveznih in izbirnih predmetov tui Plavanje 1 z osnovami reševanja iz vode. Tekom semestra se študenti in študentke med drugim spoznajo tudi s tremi osnovnimi plavalnimi tehnikami – kravl, prsno in hrbtno. Na koncu semestra je ena od praktičnih izpitnih nalog tudi plavanje 400m prosto, kjer študenti in študentke pokažejo svoje tehnično znanje in telesno pripravljenost. Za opravljen izpit morajo študenti in študentke 400m odplavati v za to določenem minimalnem času.

Cilj naloge je bil ugotoviti, kakšne plavalne tehnike izbirajo študenti in študentke na izpitu, če ta izbira vpliva na njihov končni čas in če obstajajo kakšne razlike v izbiri tehnike glede na spol. Analiza je bila opravljena na vzorcu 151 študentov (87) in študentk (64), ki so v študijskem letu 2016/2017 opravljali predmet Plavanje 1 in na koncu tudi pristopili k izpitu ter ga uspešno opravili. Ugotovili smo, da se študenti in študentke poslužujejo vseh treh tehnik, v samostojni obliki ali kombinaciji dveh oz. treh tehnik. Kar 56% študentov in študentk se je odločilo za kombiniranje plavalnih tehnik, od teh jih je 75% izbralo kombinacijo prsno-kravl, 23% jih je izbralo kombinacijo prsno-kravl-hrbtno, 2% jih je izbralo kombinacijo kravl-hrbtno, noben pa ni izbral kombinacije prsno-hrbtno . Več študentov kot študentk je vseh 400m plavalo kravl in več študentk kot študentov je vseh 400m plavalo prsno. Zanimalo nas je tudi, če je končni čas odvisen od tehnike in rezultati so pokazali, da je povprečen končni čas dosežen s kravlom za kar več kot minuto hitrejši od povprečnega časa prsnega in kombinacije tehnik. Zaradi velikega deleža kombinacij tehnik, smo te bolj podrobno preučili, predvsem kombinacijo prsno-kravl. Analizirali smo delež kravla in prsnega za posamezno dolžino ter ugotovili, da prve tri in zadnji dve dolžini več kot polovica študentov plava kravl. Glede na to se spreminja tudi povprečen tempo na 50m, ki je hitrejši takrat, ko je več študentov plavalo kravl in počasnejši, ko je več študentov plavalo prsno. Primerjali smo tudi povprečen končni čas z deležem kravla v celotnih 400m. Rezultati so pokazali, da je končni čas odvisen od deleža kravla in da se s padanjem njegovega deleža kravla podaljšuje tudi čas plavanja na 400m. Na koncu pa nas je zanimala razporeditev tehnik glede na spol. Potrdili smo hipotezo, da se več študentov odloči za kravl. Zanimivo pa je bilo tudi, da je bila podobna razlika v deležih tudi pri prsnem le v korist študentk. Za kombiniranje tehnik se je odločil podoben odstotek študentov (56%) in študentk (54%).

Key words: swimming, metabolic processes, swimming techniques, exam, students, 400m

ANALYSIS OF SWIMMING 400 M FREESTYLE AT SUBJECT SWIMMING 1

Tajda Foški

ABSTRACT

One of the subjects on Faculty of sports that students must attend is Swimming 1 with basics of rescuing from water. Through the semester students get to know three basic swimming techniques – freestyle, breaststroke and backstroke. At the end of the semester they have to show their technical skills and physical performance on practical exam where they have to swim 400m. To pass the exam they have to finish on time designated for minimal grade.

The main purpose of our thesis was to find out which techniques does students choose for their exam, if the final time is affected by swimming techniques and if there are any differences regarding the gender. Analysis was done on the 151 students, 87 males and 64 females, which attended the subject in school year 2016/2017 and successfully finished swimming 400m with the positive grade. We established that the students choose all three techniques, some swam whole 400m in one technique and the others combined two or three techniques. As much as 56% of students decided to combine techniques, of which 75% combined breaststroke freestyle, 23% combined all three techniques, 2% combined freestyle and backstroke, but there was no one who would combine breaststroke and backstroke. More males than females swam the whole 400m in freestyle and more females than males swam the whole 400m in breaststroke. Our concern was also the final time and its correlation to swimming technique. Analysis showed that the final time of freestyle was faster for more than a minute from final times of breaststroke and combined techniques. Because of a high percentage of students who combined techniques we looked into these more exhaustively, especially into freestyle and backstroke combination. First we analysed the share of freestyle and breaststroke for individual length and found out that more than half of students swam freestyle in the first three and last two lengths. Also, the average swimming pace was correlating with the percentage of freestyle in each 50m. When the percentage was higher, the pace was faster and vice versa. There was also a correlation between the percentage of freestyle in whole 400m and final time. As the percentage of freestyle grow the final time was getting faster. Finally we were interested how swimming techniques were distributed regarding the gender. We confirmed the hypothesis that more males choose freestyle than females, while more females choose breaststroke than males. For combining techniques there was similar percentage of males (56%) and females (54%) who decided to do so.

Kazalo vsebine

1.	Uvod	1
1.1	Metabolični procesi	1
1.1.1	Kreatin fosfatski procesi	1
1.1.2	Anaerobni procesi	2
1.1.3	Aerobni procesi	3
1.2	Energetski procesi med plavanjem.....	5
1.3	Poraba energije med plavanjem.....	6
1.4	Ekonomičnost plavanja.....	7
1.4.1	Učinkovitost plavalnih tehnik.....	7
1.4.2	Vpliv spola	8
1.5	Biomehanika plavanja.....	8
1.6	Namen diplomskega dela	10
2.	Metode dela	11
2.1	Vzorec merjencev	11
2.2	Pripomočki	11
2.3	Postopek	11
3.	Rezultati in razprava.....	13
3.1	Plavalne tehnike, ki so jih uporabili študenti in študentke pri testu 400 m prosto ..	13
3.2	Kombinacije plavalnih tehnik, ki so jih uporabili študenti in študentke	15
3.2.1	Podrobnejša analiza kombinacije prsno – kravl.....	16
3.3	Povprečen čas plavanja	20
4.	Sklep	22
5.	Viri	24

Kazalo slik

Slika 1: Nastanek ATP iz kreatin fosfata (Maglischo, 1993).	2
Slika 2: Anaerobni metabolizem (Maglischo, 1993).....	3
Slika 3: Krebsov cikel (Maglischo, 1993).	4
Slika 4: Dihalna veriga (Maglischo, 1993).....	5
Slika 5: Metabolični proces (Maglischo, 1993).....	6

Slika 6: Celokupna poraba energije (E'_{tot} , aerobna + anaerobna) pri plavanju kot funkcija hitrosti, pri tekmovalnih plavalcih. (Freestyle = kravl, Butterfly = delfin, Backstroke = hrbtno, Breast stroke = prsno; Velocity = hitrost) (Pendergast idr., 2006).....	8
Slika 8: Vpliv velikosti prostora, ki ga zavzame plavalec, na upor (Costi idr., 1992).....	10
Slika 7: Vpliv gibanja telesa iz ene na drugo stran na upor (Costil idr., 1992).	10

Kazalo grafov

Graf 1: Prikaz izbranih plavalnih tehnik v odstotkih.....	13
Graf 2: Prikaz izbranih plavalnih tehnik v odstotkih glede na spol.	13
Graf 3: Prikaz deleža kombinacij plavalnih tehnik (PKH - kombinacija prsno, kravl, hrbtno; PK - kombinacija prsno, kravl; KH - kombinacija kravl, hrbtno).	15
Graf 4: Prikaz kombinacij plavalnih tehnik v odstotkih glede na spol (PKH – kombinacija tehnik prsno, kravl in hrbtno; PK – kombinacija tehnik prsno in kravl; KH – kombinacija tehnik kravl in hrbtno).	16
Graf 5: Delež študentov, ki so plavali kravl in prsno v posameznih dolžinah.	16
Graf 6: Delež študentov, ki so odplavali določen delež kravla v 400 m.	17
Graf 7: Analiza plavanja PK na 50 metrov s povprečnim tempom plavanja.	18
Graf 8: Povprečen čas plavanja na 400m glede na delež kravla.	19
Graf 9: Povprečen čas plavanja za posamezne tehnike.	20
Graf 10: Povprečen čas glede na spol in tehniko.	20

1. Uvod

Če je v gibalnem smislu hoja osnovni način gibanja na kopnem, potem je plavanje osnovni način gibanja v vodi (Kapus V. , 2011). Hoja kot osnovni način gibanja porabi najmanj energije za premikanje po kopnem, tek in druga zahtevnejša gibanja pa več. Glede na svoje sposobnosti se bo vsak posameznik sam odločil kako se bo premikal. Seveda več porabljene energije pomeni hitrejše premikanje, vendar moramo biti za to dovolj sposobni. Prav tako je pri plavanju. Poznamo več načinov plavanja in vsaka od njih ima svoje energetske ter tehnične zahteve. Izbira načina za gibanje v vodi je torej odvisna od naših fizičnih in tehničnih sposobnosti.

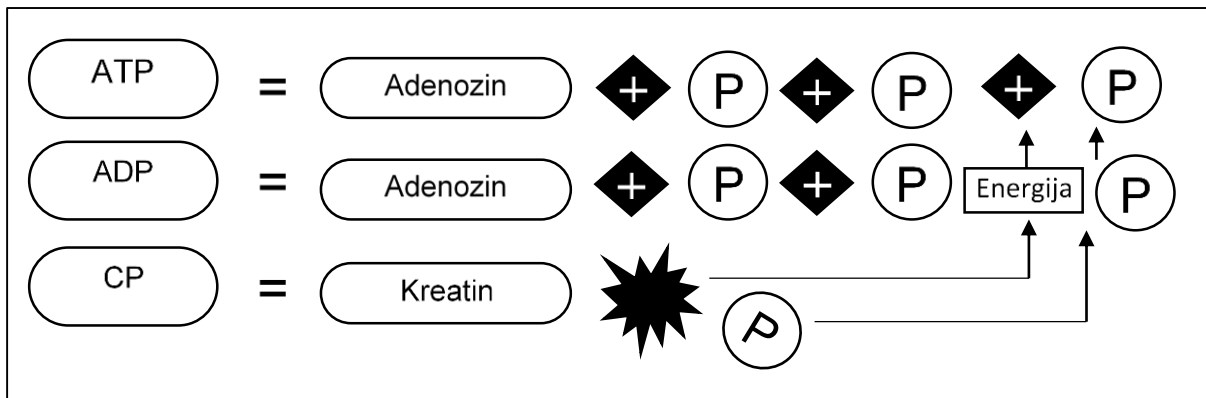
1.1 Metabolični procesi

Plavanje od enega do drugega konca bazena je možno samo s pomočjo krčenja mišic. Mišično krčenje pa je mogoča s sproščanjem energije, ki je shranjena v kemičnih spojinah v telesu. Energija je definirana kot zmogljivost do dela. Kemično energijo pretvorimo v električno, ki pošilja signale po živčnih vlaknih in v mehansko energijo, ki omogoča mišično kontrakcijo.

Hitrost sprinterjev in sposobnost ohranjanja hitrosti srednjeprogašev ter dolgoprogašev je določena z zmogljivostjo učinkovitega pretvarjanja kemične energije v mehansko. Energija je v našem telesu shranjena v različnih kemijskih spojinah, kot so adenzin trifosfat (ATP), kreatin fosfat (CP), ogljikovi hidrati, maščobe in beljakovine. Telo s pomočjo metaboličnih procesov te molekule razgradi in pridobi iz njih potrebno energijo. Te procese razvrstimo v tri različne stopnje: kreatin fosfatski, anaerobni in aerobni (Maglischo, 1993).

1.1.1 Kreatin fosfatski procesi

Pri tem procesu pride do hitrega pridobivanja energije s pomočjo razgradnje CP. Ko živčni impulz stimulira mišično vlakno, se to skrči. Pri tem se aktin in miozin povežeta in aktivirata encim aktomiozin ATP-azo. Ta encim s pomočjo vode povzroči, da se ena od fosfatnih vezi v ATP prekine in tako sprosti kemično energijo, katere delež se pretvori v mehansko in skrči mišico. Ob prekinitvi fosfatne vezi v ATP molekuli, dobimo molekulo adenzin difosfat (ADP), kemično energijo in prosti fosfatni ion (P). Če hočemo, da se mišično krčenje nadaljuje, se mora pretvorba ADP v ATP zgoditi čimhitreje. Da dobimo nazaj ATP moramo nekako nadomestiti izgubljeno energijo in P. Telo to najhitreje stori z razgradnjo CP, saj se pri tem sprosti kemična energija in fosfatni ion, ki se nato hitro vežeta na ADP in s tem ustvarita ATP. Ta metabolični proces lahko zagotavlja energijo 10 do 15 sekund, nato pa se zaloge CP v telesu izčrpajo (Maglischo, 1993).



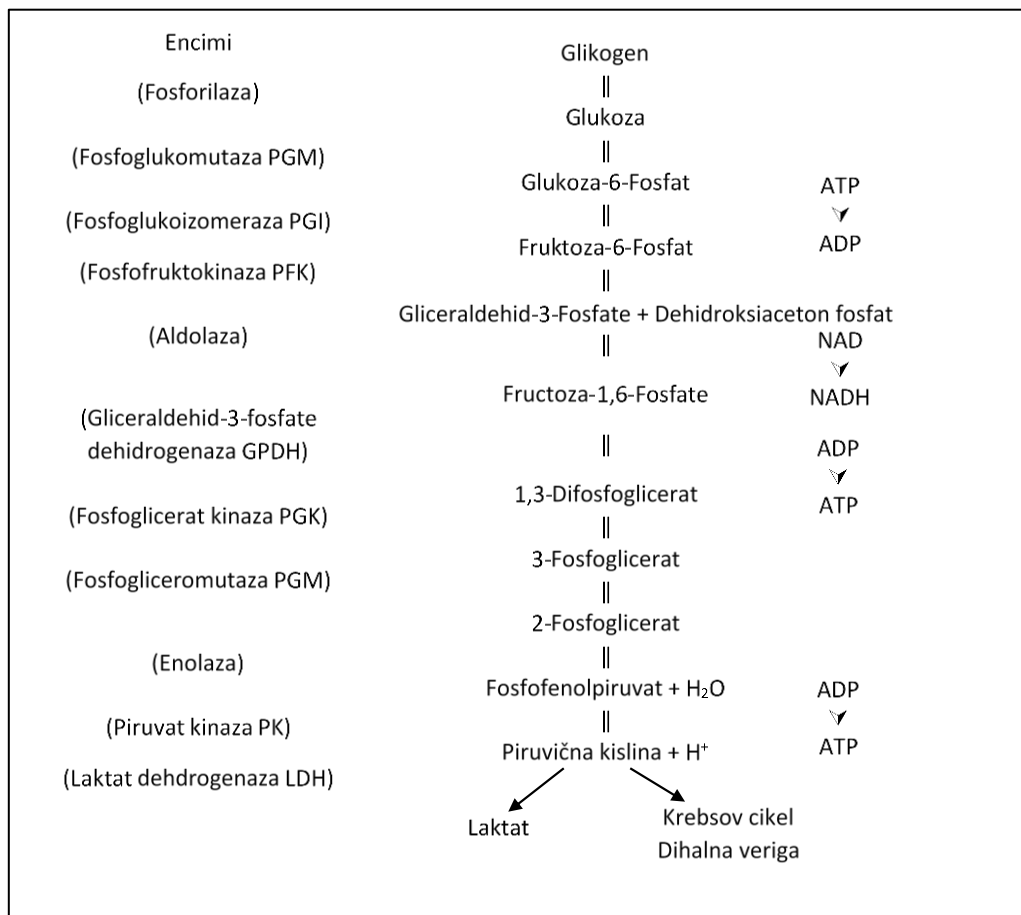
Slika 1: Nastanek ATP iz kreatin fosfata (Maglischo, 1993).

1.1.2 Anaerobni procesi

Anabolni procesi predstavljajo enajst stopenj razgradnje glikogena, ki se imenujejo glikoliza. Proces poteka zelo hitro in lahko zagotavlja ATP skoraj tako hitro kot kreatin fosfatski procesi. Največkrat se vse skupaj začne s pretvorbo mišičnega glikogena v glukozo s pomočjo encima fosforilaza. Po tem se glukoza skozi deset stopenj razgrajuje do končnega produkta piruvične kisline, ki nastane s pomočjo encima piruvat kinaze in fosfofenolpiruvata. Glikoliza poteka v citoplazmi mišične celice in ne potrebuje kisika. Drugi pomemben encim pri glikolizi je fosfofruktokinaza, ker uravnava hitrost celotnega procesa (Maglischo, 1993).

Stranski produkti razgradnje glukoze so vodikovi ioni (H^+). To so električno nabiti atomi, ki energijo nosijo v elektronu (+), ki ga prenašajo. H^+ ioni se s pomočjo encima laktatna dehidrogenaza povežejo s piruvično kislino in tvorijo laktat. Laktat je vmesni produkt glikolize in se proizvaja, ko se stranski produkti ne procesirajo naprej v aerobnih procesih. Kopičenje laktata v mišicah, naj bi bil eden od pokazateljev utrujenosti, saj je deloma odvisen od pH (Maglischo, 1993).

Telo je sposobno odstarnjevati odvečni laktat in tako zakasni acidozo. Laktat, s pomočjo difuzije, preide iz mišice v kri in tako potuje v druge dele telesa. Nekaj laktata celo preide v sosednja mišična vlakna, ki niso aktivna. Tako se laktata iz delujočih mišičnih vlaken, kjer se pH niža, premakne v druga tkiva kjer je vrednost pH normalna in se ne proizvaja dodaten laktat. Drug način zakasnjevanja utrujenosti je, da telo proizvede manj laktata. Vsa piruvična kislina in H^+ ioni se ne rabijo spojiti v laktat, ampak se njihova poraba lahko nadaljuje v aerobnih procesih (Maglischo, 1993).



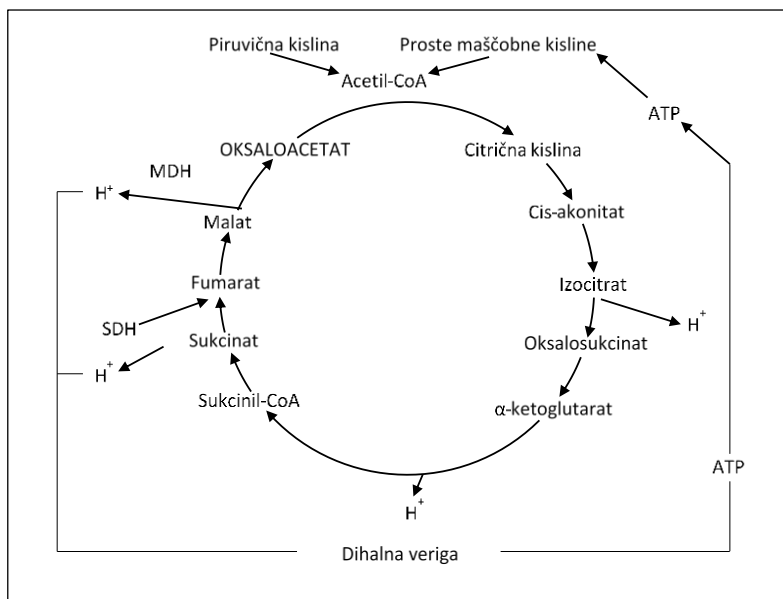
Slika 2: Anaerobni metabolizem (Maglischo, 1993).

1.1.3 Aerobni procesi

Ti procesi predstavljajo še zadnje korake pri razgradnji glikogena, ki se končajo s proizvodnjo ogljikovega dioksida in vode. Če se glikoliza nadaljuje v aerobne procese, potem ne pride do proizvodnje laktata. Piruvična kislina in H⁺ ioni se namesto tega pretvorijo v ogljikov dioksid in vodo. Aerobni metabolizem je sestavljen iz (a) Krebsovega cikla in (b) dihalne verige (Maglischo, 1993).

a) Krebsov cikel

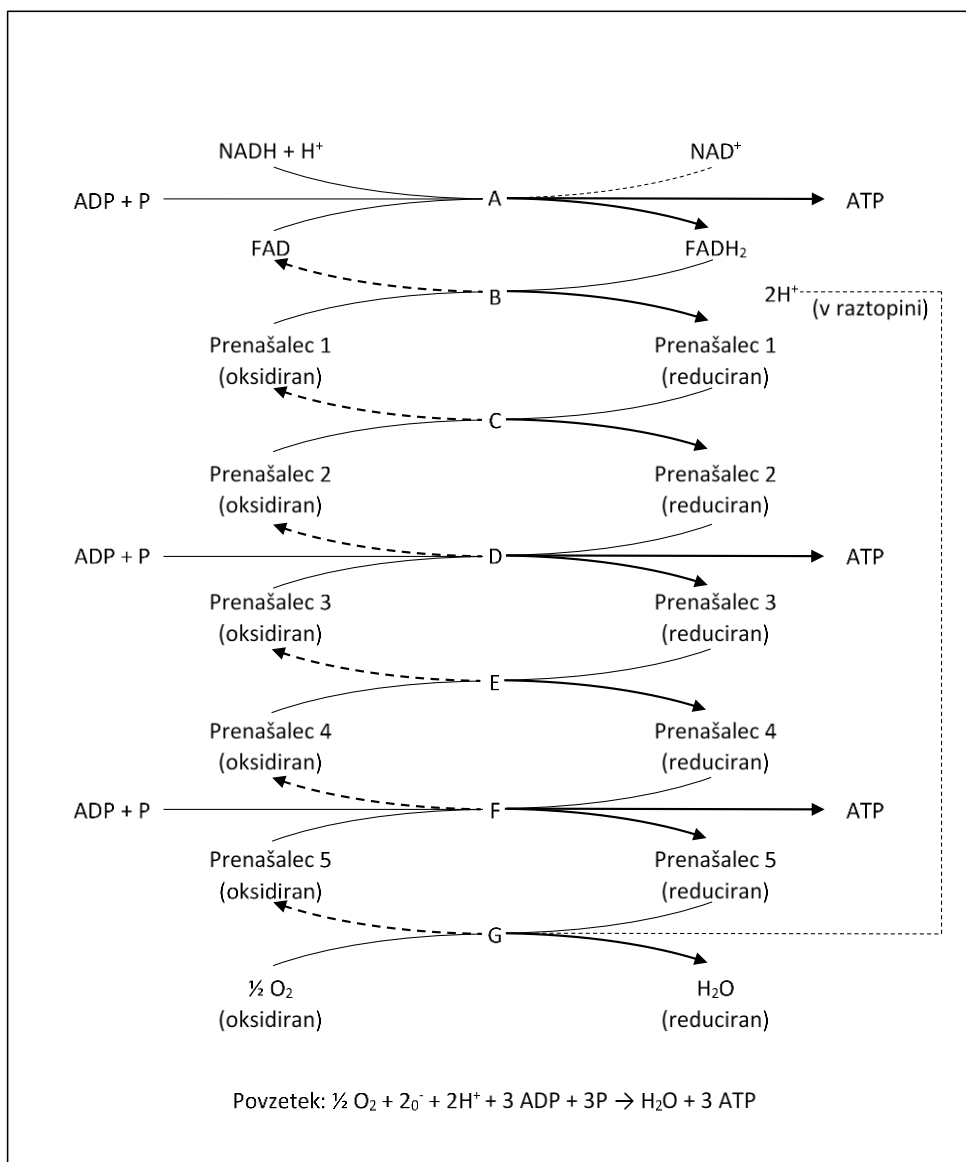
Piruvična kislina se s pomočjo koencima A pretvori v acetil koencim A (acetil-CoA) in tako vstopi v Krebsov cikel. Acetil-CoA se združi z oksaloacetno kislino in se pretvori v citrično kislino. Ta gre nato skozi Krebsovem cikel, kjer se acetil-CoA razgradi do ogljikovega dioksida in vode. Preostala oksaloacetna kislina se veže z novim acetil-CoA in ponovno začne s ciklom. V ciklu sodelujejo encimi kot so sukcinat dehidrogenaza in malat dehidrogenaza. Aktivnost teh encimov se povečuje s pomočjo vzdržljivostnega treninga in tako omogoči, da se več piruvične kisline razgradi naprej v ciklu, namesto, da se kopiči laktat (Maglischo, 1993).



Slika 3: Krebsov cikel (Maglišo, 1993).

b) Dihalna veriga

H⁺ ioni, ki se tvorijo med anaerobnimi procesi, morajo biti prav tako porabljeni, če se hočemo izogniti prehitri utrujenosti. Namreč, prav H⁺ ioni v laktatu so krivi za znižanje mišičnega pH. Zato je pomembno, da telo že med samo vadbo odstrani čimveč H⁺ ionov in s tem prepreči nastajanje laktata. Dihalna veriga je tista, ki porablja odvečne H⁺ ione in jih veže s kisikom, da nastane voda. H⁺ ioni se najprej vežejo na molekule NAD⁺ (nikotinamid adenin dinukleotid) in FAD (flavin adenin dinukleotid) in tvorijo NADH in FADH. Ta nato vstopita v dihalno verigo, kjer potujeta skozi membranske prenašalce. Vsak membranski prinašalec vsebuje encim citokrom. Ta je sestavljen iz železa in proteina, železov del pa lahko nase veže H⁺ ione iz NADH in FADH ter jih prenese na naslednji citokrom v verigi. NAD⁺ in FAD se tako lahko vrmeta po še več H⁺ ionov. Energija shranjena v H⁺ ionih se tekom verige večkrat sprosti in tako omogoči pretvorbo ADP v ATP. Več kot 90 odstotkov ATP nastane v dihalni verigi (Maglišo, 1993).

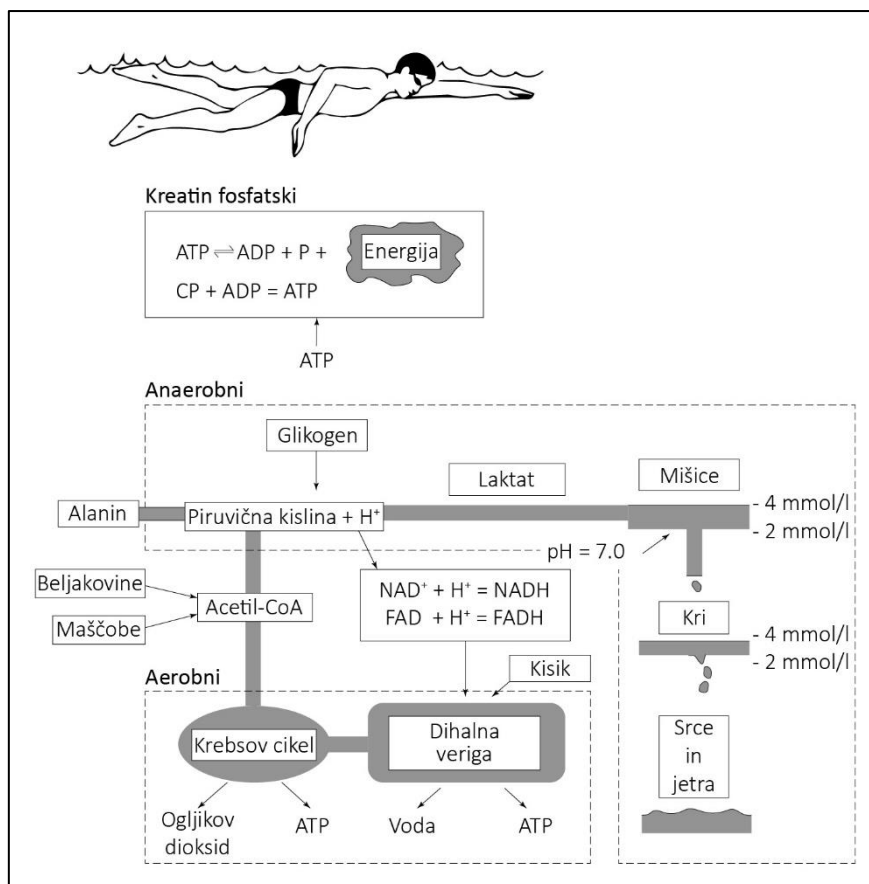


Slika 4: Dihalna veriga (Maglischo, 1993).

1.2 Energetski procesi med plavanjem

Pri počasnem plavanju večina ATP nastaja s pomočjo aerobnih procesov. Telo je tako sposobno odstraniti vse škodljive produkte, preden bi se nakopičili do te mere, da bi povzročili utrujenost plavalca in s tem prenehanje plavanja. Pri srednje hitrem plavanju aerobni procesi že niso zadosti zmogljivi, da bi sami proizvajali ATP zadosti hitro. Aktivneje se vključijo anaerobni procesi, ki povzročijo rahlo kopičenje laktata, vendar to še ni usodno za plavalca. Seveda pa ta ne doseže svoje maksimalne hitrosti. Pri maksimalnih hitrostih pride do kopičenja laktata, ki ga naše telo ni sposobno zadosti hitro odstranjevati. Nastopi acidoza in s tem utrujenost, ki povzročita zmanjšanje plavalne hitrosti (Maglischo, 1993).

Slika 5 prikazuje vse tri metabolične procese na malo bolj splošni ravni. Najvišje je prikazan kreatin fosfatski proces, kjer ATP dovaja energijo za mišično kontrakcijo in se nato obnovi s pomočjo kreatin fosfata. Anaerobni procesi so v sredini in prikazujejo razgradnjo glikogena v piruvično kislino. Nekaj piruvične kisline se veže s H⁺ ioni in tvori laktat, nekaj tega ostane v mišici, večji del pa se ga transportira v kri in naprej v jetra in srce. Nekaj piruvične kisline se veže z amoniakom in tvori alanin, preostala pa se veže koencimom A in nadaljuje v Krebsov cikel kot acetil-CoA. H⁺ ioni, ki ostanejo se prav tako porabijo v aerobnih procesih. Vstopijo v dihalno verigo, kjer oddajo energijo za tvorbo ATP in se vežejo na kisik ter tvorijo vodo. Slika prikazuje metabolizem plavalca, ki plava s submaksimalno hitrostjo. Ta je še zmeraj tako intenzivna, da preobremeni aerobne procese (Maglischo, 1993).



Slika 5: Metabolični proces (Maglischo, 1993).

1.3 Poraba energije med plavanjem

Poraba energije med plavanjem je odvisna od intenzivnosti plavanja in tehnike, ki jo uporabljamo.

Energija se med plavanjem porablja na dva načina– za ohranjanje telesa na površju in za premagovanje upora vode. Čeprav je energija potrebna za plavanje odvisna od velikosti telesa in plovnosti, je učinkovito izkoriščanje sile na vodo glavni dejavnik ekonomičnosti plavanja.

Primerjava med tekmovalci v triatlonu in plavalci je pokazala, da imajo triatlonci značilno večjo aerobno kapaciteto od plavalcev, vendar le nekateri lahko dosegajo plavalne hitrosti plavalcev. To naj bi pokazalo, da je učinkovitost plavanja bolj odvisna od tehnike kot od aerobne kapacitete (Costil, Maglischo in Richardson, 1992).

Pri disciplini 200 m kravl, naj bi metabolični procesi prispevali naslednje količine enregije: aerobni 65,9 %, anaerobni 13,6 % in kreatin fosfatski 20,4 %. Merjenje porabe kisika in vsebnosti laktata v krvi, so pokazale, da so aerobni procesi najmanj energije prispevali v prvi dolžini. Kreatin fosfatski procesi so največ energije prispevali v prvi dolžini, vendar se je ta prispevek manjšal z vsako dolžino. Anaerobni procesi pa so največ energije prispevali v prvi in zadnji dolžini. Celotna poraba energije je bila največja v prvi in zadnji dolžini. Razlog za to je višja hitrost plavanja v prvi dolžini, v zadnji dolžini pa večja poraba verjetno kaže na prve znake izčrpanosti (Figueiredo, Zamparo, Sousa, Vilas-Boas in Fernandes, 2011).

1.4 Ekonomičnost plavanja

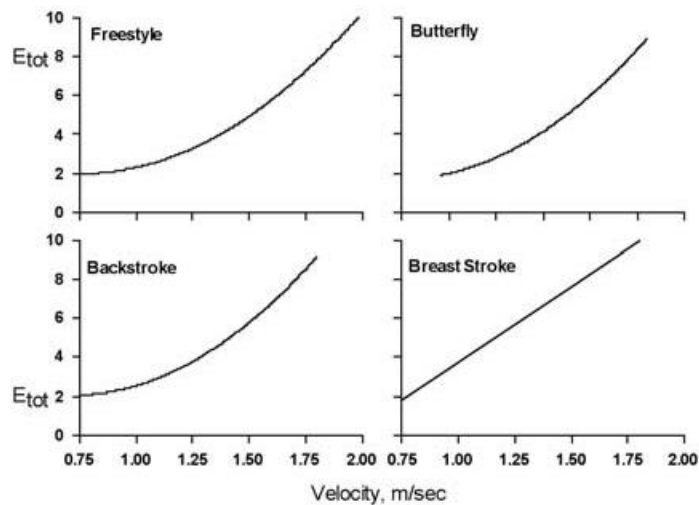
Ekonomičnost plavanja je poraba kisika (VO_2) pri določeni submaksimalni hitrosti. Plavalci, ki pri določeni hitrosti porabijo manj kisika, so bolj ekonomični. (Maglischo, 1993) Vedeti moramo, da VO_2 meri samo porabo energije pri aerobnih procesih. Tekmovalci nikoli ne plavajo na območju, kjer bi jim zadostovala energija pridobljena samo iz aerobnih procesov, zato moramo v meritve dodati tudi porabo energije pri anaerobnih procesih. To pa lahko določimo z merjenjem količine laktata v venski krvi (Pendergast idr., 2006).

1.4.1 Učinkovitost plavalnih tehnik

Zaradi različnih plavalnih tehnik, se je med raziskovalci pojavila potreba, da jih primerjajo med sabo. Najbolj jih je zanimalo, če so vse plavalne tehnike enako potratne z energijo.

Ugotovitve kažejo, da je pri določenih hitrostih, najbolj ekonomičen kravl, sledi mu hrbtno, zadnja pa sta delfin in prsno (Barbosa idr, 2006; Pendergast idr., 2006). Na *sliki 6* so vidni štiri grafi, ki prikazujejo porabo energije posamezne plavalne tehnike pri različnih hitrostih. Kravl in hrbtno imata podobno porabo energije, vendar se je pri višjih hitrostih poraba energije pri hrbtnem hitreje povečala kot pri kravlu. Prav tako je bila maksimalna hitrost pri hrbtnem manjša kot pri kravlu. Poraba energije pri delfinu in prsnem je bila pri vseh hitrostih

večja kot pri kravlu in hrbtnem, s tem da je bila pri prsnem dosežena najnižja maksimalno hitrost in največjo poraba energije (Pendergast idr., 2006).



Slika 6: Celokupna poraba energije (E'_{tot} , aerobna + anaerobna) pri plavanju kot funkcija hitrosti, pri tekmovalnih plavalcih. (Freestyle = kravl, Butterfly = delfin, Backstroke = hrbtno, Breast stroke = prsno; Velocity = hitrost) (Pendergast idr., 2006).

1.4.2 Vpliv spola

Plavalke naj bi bile bolj ekonomične od plavalcev. Do tega naj bi prišlo zaradi antropometričnih lastnosti kot sta telesna gostota in hidrodinamični navor. Ženske lahko vzdržujejo bolj vodoravni položaj telesa v vodi in na njih vpliva nižji hidrodinamični navor (Barbosa idr., 2006; Barbosa, Fernandes, Keskinen in Vilas-Boas, 2008).

1.5 Biomehanika plavanja

Na telo plavalca, ki se giblje, delujejo ob hidrostatičnih silah tudi hidrodinamične sile. Zmožnost izkoriščanja delovanja teh sil je odvisno od različnih dejavnikov: od konstitucije telesa, gibljivosti gibalnega aparata, razvitosti mišičnega sistema, od usklajenosti gibanja, občutka za vodo, stanja vode (mirujoča, gibajoča) itd. Hidrodinamične sile so upori, ki plavalcu omogočajo plavanje in ga hkrati zavirajo. Zato se te sile delijo na sile, ki delujejo v smeri gibanja (sile na okončine ali propulzivne sile), in na sile, ki se ne delujejo v smeri gibanja (sile na trup ali zavirajoče sile) (Kapus V. , 2011).

Propulzivna sila plavalcu omogoča premikanje z zavesljaji in udarci. Plavalec uporablja svoje okončine kot vesla ali lopatasta kolesa. Ob vsakem gibu v vodi plavalec deluje na vodo z določeno silo. Voda deluje nanj z nasprotno enako silo in mu omogoča premikanje naprej. Ta sila se imenuje vlečna sila. Plavalec uporablja svoje okončine tudi kot ladijske vijake, ki predstavljajo vrteča se krila in tako na enak način kot letalsko krilo ustvarjajo silo dinamičnega vzgona. Zaradi asimetričnega obtekanja vode in posledično nastajajoče tlačne razlike, deluje tudi na okončine sila dinamičnega vzgona, katere smer je pravokotna na trenutno smer gibanja okončine. Ta sila se imenuje vijačna sila. Rezultanta vlečne in vijačne sile je parcialna propulzija posamičnega gibajočega dela telesa v vodi. Vodoravna komponenta te sile potiska plavalca naprej, navpična pa ga dviga ali potaplja (Kapus V. , 2011).

Upor vode je pomemben dejavnik porabe energije pri plavanju, saj je kar 1000-krat večji od upora zraka (Pendergast idr., 2006; Costil idr.1992). Tega delimo na pasivni upor, ki deluje na plavalca med drsenjem in na aktivni upor, ki deluje na plavalca med plavanjem. Predvideva se, da je aktivni upor pri boljših plavalcih lahko celo manjši od pasivnega upora pri enaki hitrosti premikanja (Kapus V. , 2011). Za lažje merjenje, pasivni upor opredelimo kot skupni vodni upor in ga razdelimo na silo trenja, silo pritiska in sila upora valov. Meritve teh treh komponent so pokazale, da je sila pritiska nadvladala drugi dve sili in je tako večinsko odvisna za velikost pasivnega upora. Cilj je torej, da silo pritiska kar se da zmanjšamo in tako izboljšamo plavalčeve zmogljivosti (Pendergast idr, 2006).

Na večji upor vpliva tudi pretok vode mimo telesa. Voda je sestavljena iz molekul, ki tečejo v gladkih neprekinjenih tokovih, dokler se ne zaletijo v trden objekt, ki poruši njihovo gibanje. Gladek pretok vodnih molekul se imenuje lamiarni tok, medtem ko se prekinjen pretok imenuje turbulentni tok. Laminarni tok ima najmanjši upor, saj vse molekule vode potujejo v isti smeri z enako hitrostjo. Ko laminarni tok prekine trden objekt, kot je plavalec, se molekule vode razpršijo naokoli. Nekatere bodo šle navzdol, nekatere navzgor. Spet druge bodo nadaljevale naprej. Nekaj vode bo majhno pot celo prepotovalo skupaj s plavalcem. Takšno naključno gibanje vodnih molekule je turbulentni tok. Vidimo ga lahko kot belo vodo na površju in kot zračne mehurčke ob okončinah pod vodo. Ustvarjen turbulentni tok molekul vode bo vplival na nemoten laminarni tok in ga tako spremenil v turbulentnega ter tako naprej. Pritisk pred plavalcem je zaradi turbulentnega toka večji, kot pritisk za plavalcem, kjer je tok bolj laminaren. Razlika med tema pritiskoma plavalca ustavlja (Costil idr., 1992).

Na velikost upora vplivajo (a) oblika plavalca, (b) velikost plavalca in (c) hitrost s katero se plavalec premika (Costil idr., 1992).

a) Oblika plavalca

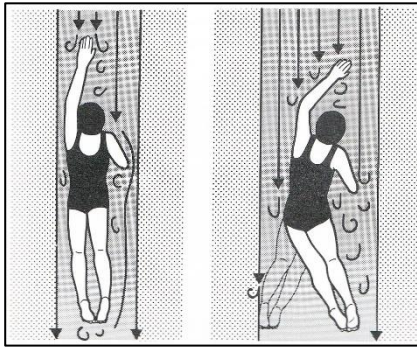
Zaobljen predmet bo povzročil manj upora, kot predmet z enako površino, vendar ostrimi robovi. Molekule vode lažje potujejo okrog zaobljenih objektov, saj ti postopno spreminjajo njihovo smer in tako ne vplivajo močno na druge molekule. Ladje, letala, avtomobili so skozi leta razvili vedno bolj aero- ali hidrodinamične oblike, da ustvarjajo čim manj upora v zraku ali v vodi. Na žalost človeško telo ne more konstanto vzdrževati primerne oblike, ko se premika v vodi. Ves čas spreminja položaj in tako ustvarja različne oblike, ki predstavljajo vodi različne ovire. Počasnejši plavalci težje ohranjajo hidrodinamično pozicijo kot hitri plavalci (Costil idr., 1992).

b) Velikost plavalca

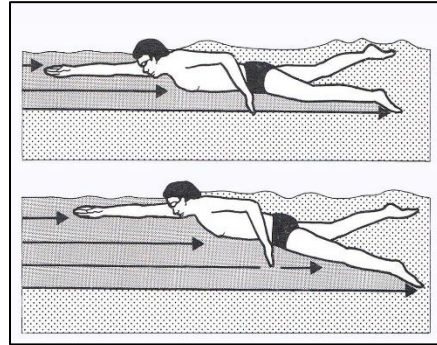
Upor se bo povečal, ko bo plavalec zavzel več prostora v vodi, saj bo tako zmotil pretok večjega števila molekul. Prostor, ki ga zavzemajo ima navpično in vodoravno komponento. Navpična predstavlja globino do katere telo zavzema prostor, vodoravna pa koliko prostora zavzamejo med eno in drugo stranjo telesa. Vpliv navpične komponente je prikazan na *sliki 8*. Plavalca sta enake oblike, le da sta njuni telesi zavzeli drugačno pozicijo glede na vodo. Tako spodnji plavalec zavzema precej večji prostor in zmoti več vodnih tokov kot pa zgornji plavalec. Občutil bo večji upor, saj mora premagovati večjo količino vode. Vpliv vodoravne komponente pa je prikazan na *sliki 7*. Plavalka na levi ima bolj ravno pozicijo telesa, zato jo

voda lepše obhaja, medtem ko se plavalka na desni prekomerno zvija in ustvarja več turbulentnega toka, ki ji povzroča večji upor (Costil idr., 1992).

Vseeno pa plavalci za doseganje večji propulzivnih sil ne morejo ves čas ostati v popolni vodoravnosti. Pri kravlu in hrbtnem, morajo plavalci premikati svoje telo iz ene na drugo stran, če želijo doseči dobre propulzivne sile, prav tako morajo pri delfinu telo premikati gor in dol. Čeprav takšna gibanja povečajo upor, pa imajo večji doprinos k propulzivnim silam,



Slika 8: Vpliv gibanja telesa iz ene na drugo stran na upor (Costil idr., 1992).



Slika 7: Vpliv velikosti prostora, ki ga zavzame plavec, na upor (Costi idr., 1992).

zato se to plavacem splača. Seveda pa morajo ujeti pravo ravnotežje, saj lahko prekomerno gibanje telesa ustvari večji upor, kot pa pripomore k propulzivnim silam (Costil idr., 1992).

c) Vpliv hitrosti premikanja

Tukaj gre predvsem z taktično odločanje, kdaj plavati hitreje in kdaj počasneje. Večja kot je hitrost, večji je upor na plavalca. Zato je pomembno pametno načrtovanje tekme. Tekmovalec, ki bo prvi del plaval rahlo počasneje, bo imel več energije, da bo nakoncu povečal hitrost in premagal sotekmovalca, ki je začel tekmo z večjo hitrostjo in se tako utrudil (Costil idr., 1992).

1.6 Namen diplomskega dela

Na rezultat plavalca tako vpliva veliko dejavnikov, poleg telesne pripravljenosti sta tukaj še plavalno znanje in psihološka pripravljenost (Olbrecht, 2000).

Ena izmed izpitnih nalog pri predmetu Plavanje 1 je tudi test 400 m prosto. Namen diplomskega dela je analizirati plavanje študentov in študentk na tem testu, ki so v prvem semestru študijskega leta 2016/17 opravljali predmet Plavanje 1 na Fakulteta za šport. Predvsem nas zanima, s katerimi plavalnimi tehnikami odplavajo izpitno nalogo, kolikokrat jo zamenjajo in kako to vpliva na njihov končni rezultat.

Glede na namen diplomske naloge smo določili cilje in na podlagi teh tudi hipoteze.

Cilji

- 1) Ugotoviti katere plavalne tehnike izbirajo študenti in študentke pri izvajanju izpitne naloge.
- 2) Ugotoviti, če izbira plavalne tehnike vpliva na končni čas.

- 3) Ugotoviti kolikšen delež študentov in študentk zamenja plavalno tehniko med izpitno nalogo.
- 4) Ugotoviti, če obstajajo razlike med študenti in študentkami pri izbiri plavalne tehnike.
- 5) Primerjati, kakšen čas dosežejo študenti in študentke z različnimi plavalnimi tehnikami.

Hipoteze

Glede na cilje smo postavili naslednje hipoteze.

H1: Študenti in študentke na izpitu izberejo različne plavalne tehnike.

H2: Študenti in študentke z najhitrejšimi končnimi časi plavajo kravl.

H3: Več kot polovica študentov in študentk med izpitom zamenja plavalno tehniko.

H4: Delež študentov, ki izberejo kravl je večji od deleža študentk.

2. Metode dela

2.1 Vzorec merjencev

Preizkušanci so bili študenti in študentke 1. letnika Fakultete za šport, ki so v prvem semestru opravili izpitno nalogo 400 m prosti pri predmetu Plavanje 1 z osnovami reševanja iz vode. Vseh skupaj je bilo 151, od tega 64 študentk in 87 študentov. Posebnih telesnih lastnosti in sposobnosti pri preizkušancih nismo preverjali, saj niso pomembne za nadaljnjo analizo.

2.2 Pripomočki

Uporabili smo izpitno nalogo 400 m prosto, ki ga opravljajo vsi študenti in študentke, ki vpišejo predmet Plavanje 1 z osnovami reševanja iz vode. Čas plavanja se je meril s pomočjo štoparic, plavalna tehnika je bila določena na podlagi opazovanja. Obe vrednosti sta se zapisovali ročno na list papirja. Študenti in študentke so izpit opravljali na bazenu Fakultete za šport. Oprema so bile kopalke, enodelne za študentke in kratke oprijete za študente, plavalna kapa in plavalna očala po potrebi.

2.3 Postopek

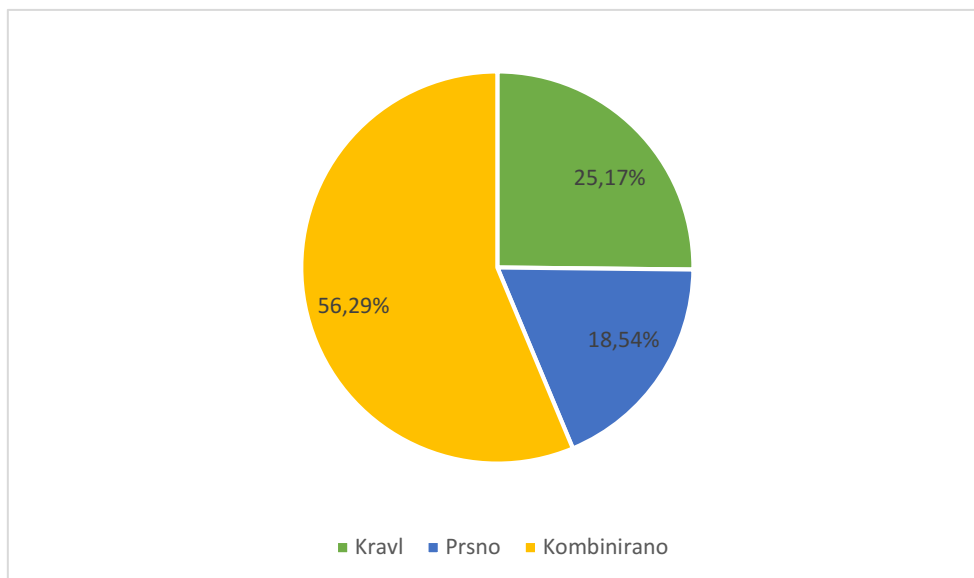
Izpitna naloga se je začela na glasovni znak profesorja s skokom v vodo na glavo. Na eni progi sta plavala po dva študenta, vsak na svoji polovici, ki sta imela zunaj bazena vsak svojega merilca. Plavalna tehnika za izpit ni določena, uporabiti pa morajo eno ali kombinacijo več tehnik, ki so jih spoznali tekom semestra. Te so kravl, hrbtno in prsno. Plavalna tehnika se lahko med izpitno nalogo zamenja, vendar samo po obratu na koncu dolžine. Štoparico smo ustavili, ko je študent/ka dotaknil stene po preplavanjih 400 m (16 dolžin), če je študent/ka predčasno stopil na tla, izpit ni bil opravljen. Naloga merilca zunaj bazena je bila, da plavalcu šteje dolžine, vsaki 2 dolžini (50 m) zabeleži čas in vsako dolžino (25 m) plavalno tehniko.

Izpit je bil opravljen, če je študent/ka preplaval 400 m v za to določenem času, ki je za študente 9:40 min in za študentke 10:20 min.

Zbrani podatki so se nato vnesli v Microsoft Office Excel in se tam podrobno obdelali. Vsi podatki so bili vneseni tako, da identiteta kandidatov ni vidna, niti določljiva.

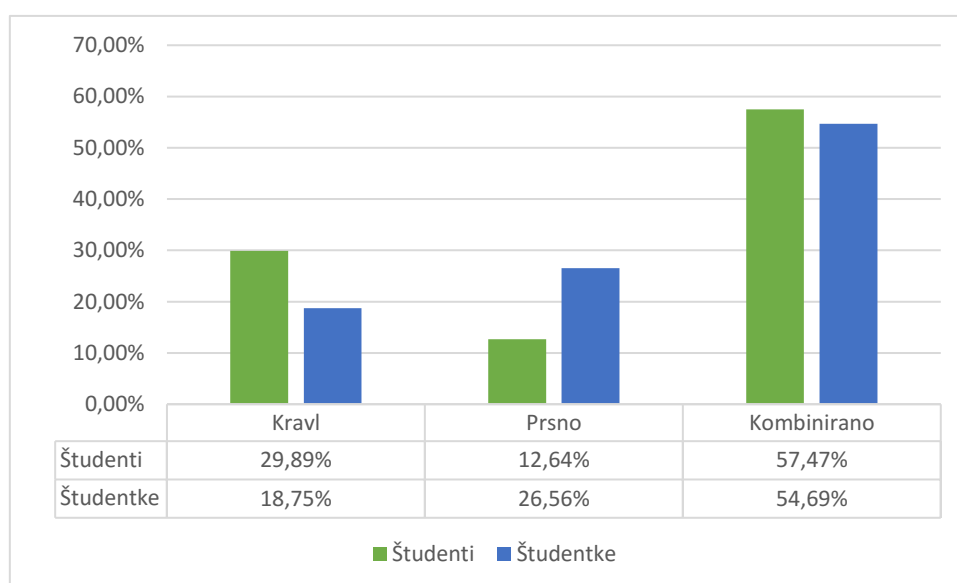
3. Rezultati in razprava

3.1 Plavalne tehnike, ki so jih uporabili študenti in študentke pri testu 400 m prosto



Graf 1: Prikaz izbranih plavalnih tehnik v odstotkih.

Graf 1 prikazuje v kakšni meri so se študenti in študentke odločali za posamezne plavalne tehnike. Vidimo lahko, da se jih je največ, celo več kot polovica, odločilo za kombinacijo plavalnih tehnik. Na grafu 2 vidimo še dodatno porazdelitev po spolu. Za kravl se je odločilo več študentov kot študentk, po drugi strani pa se je za prsno odločilo kar 2x več študentk kot študentov. Za kombiniranje tehnik se je odločilo približno enako študentov in študentk, obojih pa kar več kot polovica.



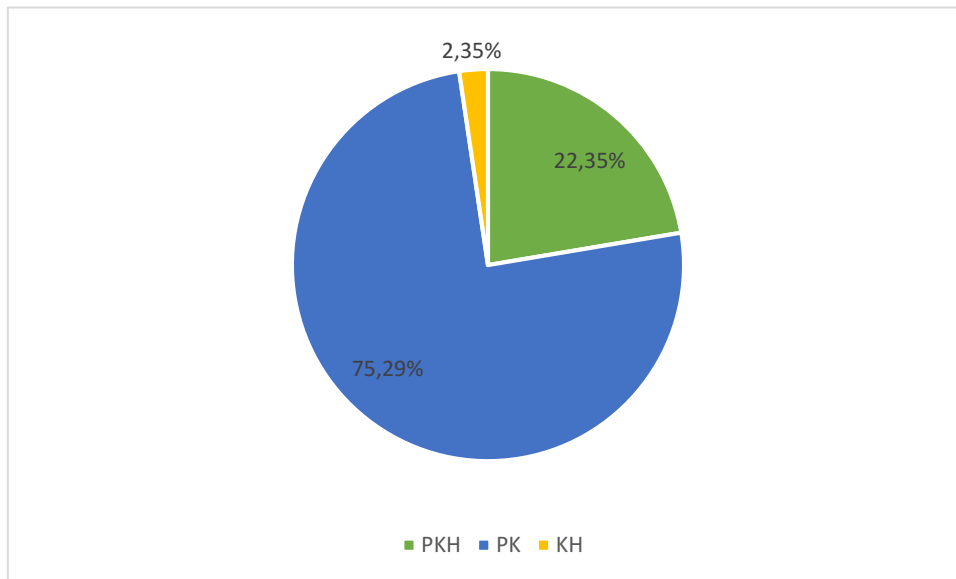
Graf 2: Prikaz izbranih plavalnih tehnik v odstotkih glede na spol.

V raziskavah (Barbosa idr., 2006; Pendergast idr., 2006) pravijo, da je kravl najbolj ekonomična tehnika, medtem ko je prsno najmanj ekonomična. Iz tega bi sklepali, da se bo največ študentov in študentk odločilo, da plavajo na izpitu 400 m prosto kravl. Vendar vidimo, da temu ni tako. Čeprav je kravl najbolj ekonomična tehnika, kar pomeni, da z njo dosegamo višje hitrosti pri enaki porabi energije, je za študente in študentke največji zalogaj pravilna tehnika. Poleg nepravilne/pomanjkljive tehnike (študenti in študentke se lahko preveč gibajo v telesu levo – desno, nimajo optimalne vodoravnega položaja telesa, imajo slabe udarce in/ali zaveslaje), so Kapus J., Ušaj in Kapus V. (2009) v svojem članku ugotovili, da je velik omejitveni dejavnik tudi nepravilno dihanje. Vodno okolje onemogoča prosto dihanje, ki je hkrati omejeno s plavalno tehniko in oteženo zaradi vodnega tlaka. Zaradi krajšega vdih kot na kopnem, dihalne mišice delujejo manj ekonomično, saj se morajo hitreje skrčiti do večjega dihalnega volumna. Takšne okoliščine predstavljajo večjo obremenitev za inspiracijske dihalne mišice, kar se kaže v hitrejšem utrujanju teh mišic med plavanjem v primerjavi s podobno intenzivnimi kopenskimi gibanji. Tako si študenti in študentke z napakami v plavalni tehniki povečajo upor in s tem potrebo po energiji, ki pa jo z nepravilnim dihanjem še težje zagotovijo. Če so telesno zadosti pripravljeni, lahko zagotovijo dovolj energije, ne da bi občutili kakršenkoli stres, če pa telesna pripravljenost ni dovolj dobra, proizvedene energije ni dovolj in se tako študent ali študentka izmuči.

Zato ne preseneča, da je majhen delež študentov in študentk zadosti telesno pripravljenih in imajo dovolj tehničnega znanja, da so sposobni preplavati 400 m v celoti s kravlom.

Zanimivo je tudi, da se je kar 2x več študentk kot študentov odločilo za prsno. Že prej omenjeno, je ta najmanj ekonomična, saj porabimo največ energije, ne da bi sploh dosegli hitrosti, ki jih lahko dosežemo pri kravlu. Seveda je pa prsno, iz vidika dihanja, lažje. Prav tako imamo pri prsnem kar dolgo fazo drsenja, kjer se lahko plavalec dokaj dobro spočije. Vse naštetu verjetno vpliva na odločitev študentk, da izberejo prsno pred kravlom.

3.2 Kombinacije plavalnih tehnik, ki so jih uporabili študenti in študentke



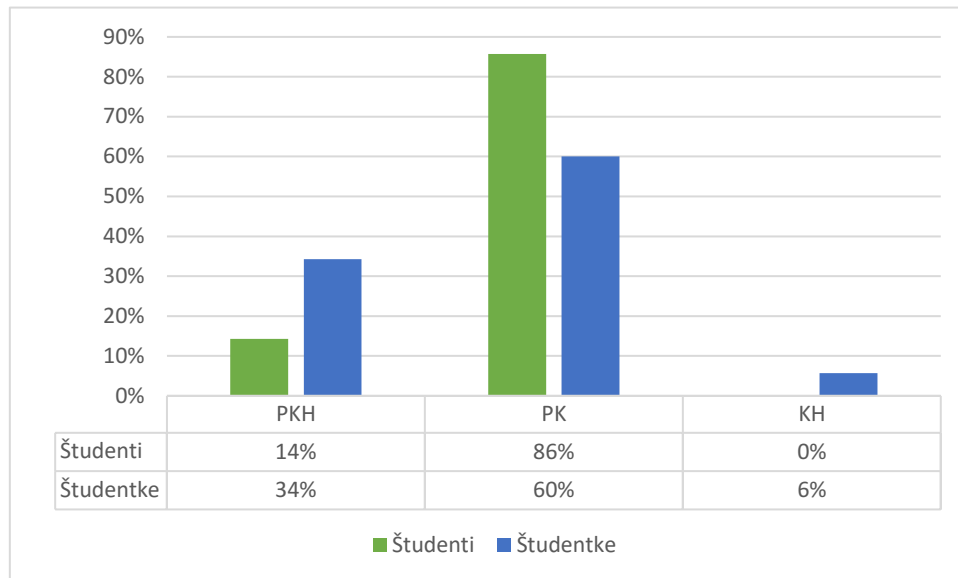
Graf 3: Prikaz deleža kombinacij plavalnih tehnik (PKH - kombinacija prsno, kravl, hrbtno; PK - kombinacija prsno, kravl; KH - kombinacija kravl, hrbtno).

Kombinirano plavanje smo najprej razdelili na možne kombinacije, ki so kombinacija prsno-kravl (PK), kravl-hrbtno (KH) in kombinacija vseh treh tehnik (PKH). Za kombinacijo prsno-hrbtno (PH) se ni odločil noben študent ali študentka. Porazdelitev je prikazana na *grafu 3*. Največ, kar 75%, se jih je odločilo za kombinacijo prsno-kravl, najmanj, le 2%, pa za kombinacijo kravl-hrbtno.

Za kombinacijo kravl-hrbtno sta se odločili le dve študentki. Prva je plavala 325 m kravl in 75 m hrbtno, druga pa je plavala 350 m hrbtno in 50 m kravl. Iz tega lahko sklepamo, da je prva študentka uporabljala hrbtno tehniko za počitek, ko se je preveč utrudila pri plavanju kravla. 75 m hrbtno je preplavala v treh ločenih dolžinah po 25 m, ki so bile enakomerno porazdeljene tekom 400 m. Druga študentka pa je kravl verjetno uporabila za hitrejši začetek, saj je prvih 50 m odplavala s kravlom.

Za kombinacijo vseh treh plavalnih tehnik se je odločilo kar 19 študentov in študentk. Vsi razen enega so večji del 400 m preplavali v tehniki prsno ali kravl, en pa je večino preplaval hrbtno. Vsi razen enega so plavanje pričeli s kravlom, večina pa jih je tako tudi končala. Posebnih vzorcev kombiniranja vseh treh tehnik nismo ugotovili, bolj kot ne je videti, da so se študentje odločali po občutku, brez kakršnekoli taktike.

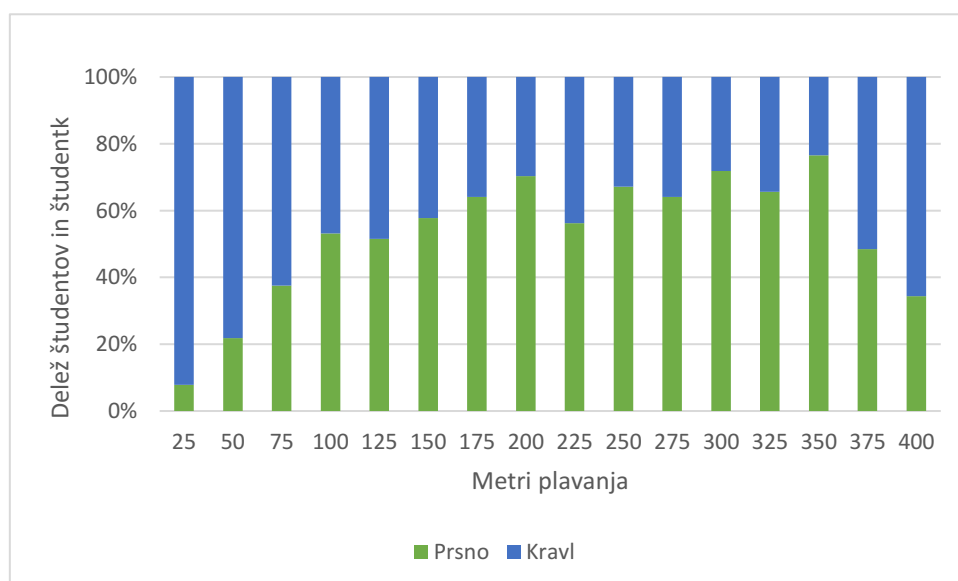
Na *grafu 4* je viden še delež izbranih kombinacij glede na spol. Vidimo, da se je tako največ študentk kot študentov odločilo za kombinacijo prsno-kravl. Zanimiv je visok delež študentk, ki so se odločile za kombinacijo vseh treh plavalnih tehnik. Ne preseneča pa majhen delež študentk, ki so se odločile za kombinacijo kravl-hrbtno in to da se noben študent ni odločil za to kombinacijo.



Graf 4: Prikaz kombinacij plavalnih tehnik v odstotkih glede na spol (PKH – kombinacija tehnik prsno, kravl in hrbtno; PK – kombinacija tehnik prsno in kravl; KH – kombinacija tehnik kravl in hrbtno).

3.2.1 Podrobnejša analiza kombinacije prsno – kravl

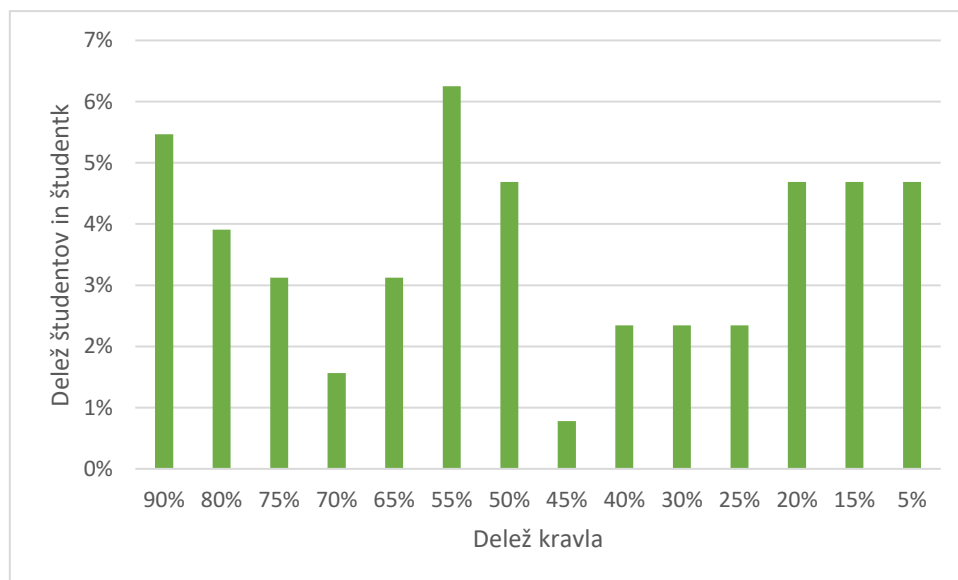
Zaradi velikega deleža plavalne kombinacije prsno-kravl (64 študentov), smo se ji bolj posvetili, kot drugima dvema kombinacijama. Najprej nas je zanimalo kako so se študenti in študentke razporedili glede na posamezne dolžine. Torej kakšen delež jih je odplaval prsno in kakšen delež kravl v posamezni dolžini. Rezultati so prikazani na *grafu 5*.



Graf 5: Delež študentov, ki so plavali kravl in prsno v posameznih dolžinah.

Na *grafu 5* lahko vidimo, da se je v prvi dolžini več kot 90% študentov in študentk odločilo plavati kravl. Ta delež tekom plavanja pada in vedno več študentov in študentk začne posamezne dolžini plavati v prsni tehniki. Že v četrti dolžini, torej pri 75 – 100 metrov, naraste delež študentov in študentk, ki plavajo prsno, nad 50%. Tako ostane vse do predzadnje dolžine, kar pomeni, da po 350 metrih plavanja večina študentov in študentk spet poseže po kravlu. V zadnji dolžini se odstotek študentov in študentk, ki plavajo kravl približa odstotku v tretji dolžini. Takšna razporeditev kaže na trend plavanja kravla v prvih 50 – 75 metrih in nato v zadnjih 50 metrih. Lahko sklepamo, da želijo študenti in študentke na začetku, ko so še spočiti, pridobiti nekaj sekund ter zato plavajo kravl, nato se utrudijo in začnejo plavati prsno, na koncu pa iztisnejo še zadnje atome moči ter spet začnejo plavati kravl in tako pridobijo še nekaj pomembnih sekund.

Nato nas je zanimalo, kako se je spreminjal delež kravla v 400 metrih in kolikšen delež študentov in študentk je odplaval določen delež kravla. Ta razporeditev je prikazana na *grafu 6*. Iz grafa sta izvzeta 100% delež (28% študentov in študentk), kar pomeni, da je študent/študentka vseh 400 metrov odplaval/a s kravlom in 0% delež (22% študentov in študentk), kar pomeni, da je študent/študentka 400 metrov odplaval/a prsno. To smo storili zaradi preglednosti grafa, saj so ostale vrednosti manjše od 10% in ker nas predvsem zanima kakšna je razporeditev znotraj kombinacije PK. Na *grafu 6*, so tako prikazane vrednosti od 90% do 5% deleža kravla. Vidimo lahko, da je največ študentov in študentk v kombinaciji PK 55% plavalo kravl, torej več kot polovico dolžin (9 od 16), najmanj pa jih je plavalo kravl 45%, manj kot 1%. Analizo v nadaljevanju smo želeli narediti tudi po spolu, vendar zaradi premajhnega vzorca to ni bilo mogoče.



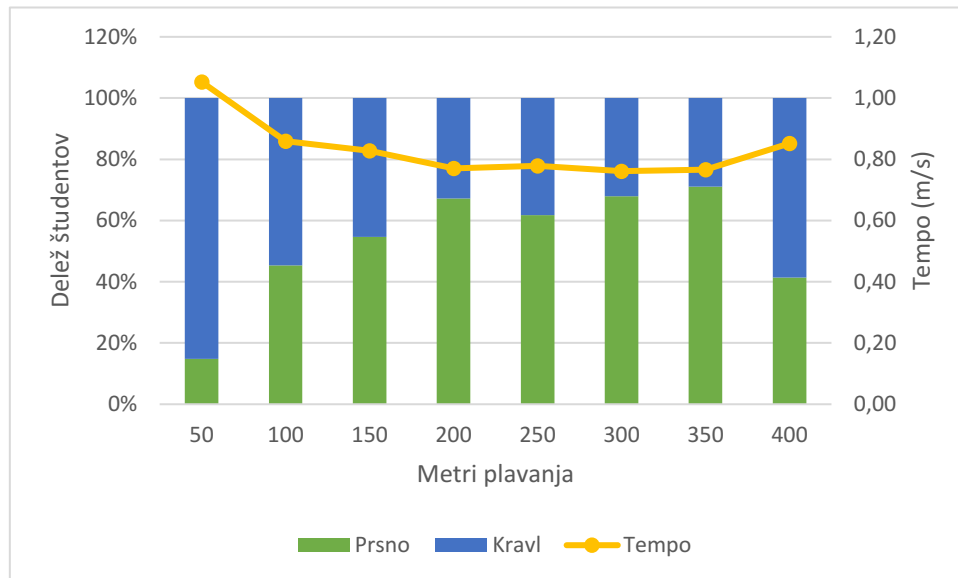
Graf 6: Delež študentov, ki so odplavali določen delež kravla v 400 m.

Predvsem nas je glede tega zanimalo kako je od deleža kravla odvisen končni čas in povprečen tempo plavanja.

Kot pravijo Costil idr. (1992), je pravilno uravnavanje hitrosti plavanja na tekmi, v našem primeru na izpitni nalogi, ključno za dober rezultat. Nekdo, ki začne s počasnejšim tempom lahko ohrani več energije za konec, kot nekdo, ki že na začetku začne z maksimalno hitrostjo. Pomembno je tudi čim manjše nihanje hitrosti plavanja, saj se metabolični procesi tako

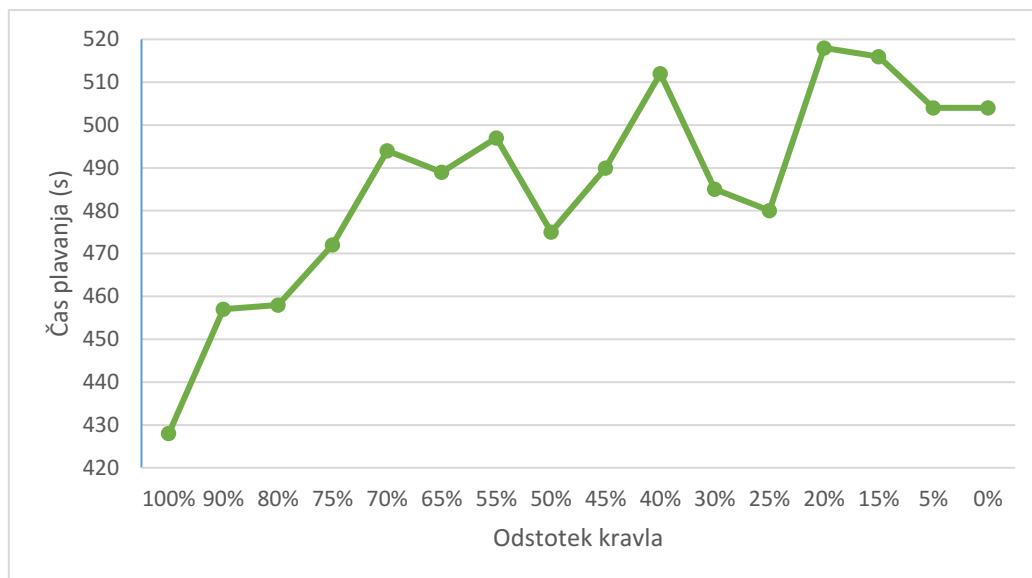
ustalijo in ustvarjajo manjši stres na telo, kot če tempo izmenično pospešujemo in zmanjšujemo.

Najprej smo pogledali povprečen tempo na vsakih 50 metrov, kar je vidno na *grafu 7*. Gledali smo povprečen tempo, glede na delež kravla na vsakih 50 metrov.



Graf 7: Analiza plavanja PK na 50 metrov s povprečnim tempom plavanja.

Lahko vidimo, da je v prvih 50 metrih povprečen tempo najhitrejši (1,05 m/s). Nato začne tempo padati in se v zadnjih 50 metrih spet povzpne. Če pogledamo bolj natančno, lahko vidimo, da se tempo spreminja skladno z deležem kravla. Kar pomeni, ko se je delež kravla zmanjšal, se je znižal tudi povprečen tempo in ko se je delež kravla povečal, se je povišal tudi tempo plavanja. Tako lahko sklepamo, da je povprečen tempo plavanja študentov in študentk na 50 metrov odvisen od deleža kravla v istih 50 metrih.



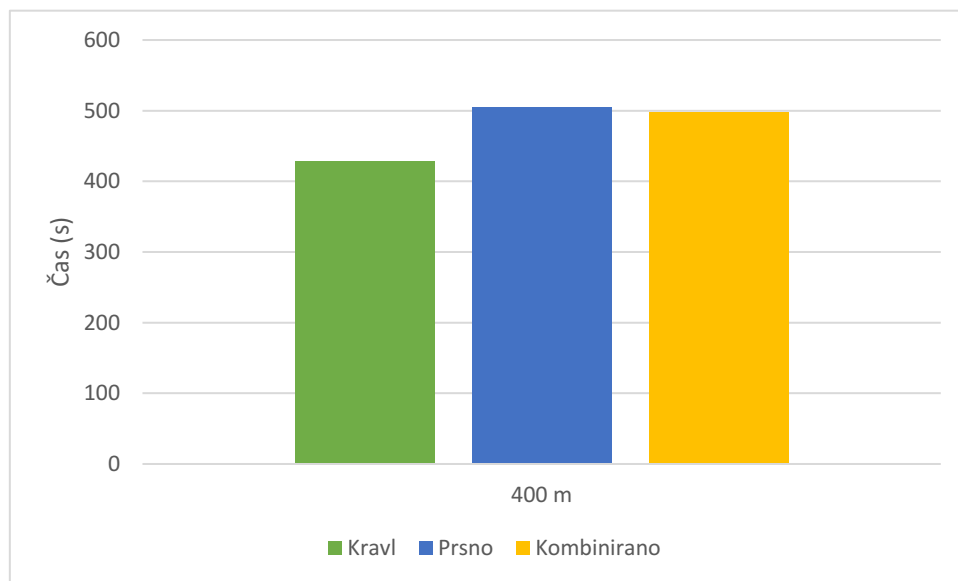
Graf 8: Povprečen čas plavanja na 400m glede na delež kravla.

Nato nas je zanimalo še kako je povprečni končni čas odvisen od deleža kravla v 400 metrih plavanja. To je prikazano v *grafu 8*. Vidimo lahko, da so najhitrejši končni čas dosegli študenti in študentke, ki so plavali 100% kravla. Ta čas se do 75% kravla lepo viša, kar pomeni, da so bili študenti in študentke vedno počasnejši. Nato pa nekega enakomernega trenda ni več. Najpočasnejši so bili študenti in študentke, ki so plavali 20% kravla, medtem ko so bili tisti, ki so plavali 50% kravla skoraj enako hitri kot tisti, ki so plavali 75% kravla. Celoten trend je, da manjši kot je delež kravla, daljši je čas plavanja, vendar so vmes odstopanja. To je verjetno tudi zaradi tega, ker je vzorec zelo majhen, določen delež kravla je lahko plaval samo en študent/študentka, zato tukaj ni bilo izračunano povprečje ampak je bil upoštevan čas le enega študenta/študentke.

Vseeno pa lahko na koncu zaključimo, da je končni čas plavanja vsaj delno odvisen od deleža kravla v 400 m plavanja.

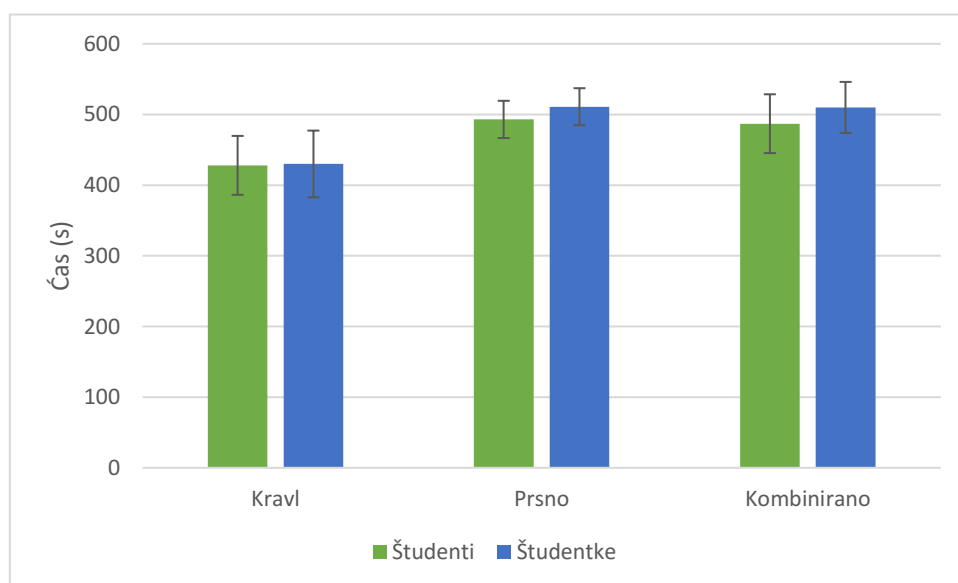
3.3 Povprečen čas plavanja

Na *grafu 9* se prikazani povprečni plavalni časi. Ne preseneča, da je najkrajši povprečni čas dosežen s kravlom. Kravl je najbolj ekonomična tehnika in z njo lahko dosegamo tudi najvišje plavalne hitrosti. To se pokaže tudi pri naših študentih in študentkah, saj je prvih 12 najhitrejših študentov in študentk plavalo kravl. Morda bi pričakovali, da bi študenti in študentke, ki so kombinirali več plavalnih tehnik, imeli slabši povprečni čas od študentov in študentk, ki so plavali samo prsno. Vendar, če podrobno pogledamo podatke, vidimo da je kar 56% študentov in študentk, ki je plavalo več plavalnih tehnik vseeno odplavalo 200 m ali več v kravlu.



Graf 9: Povprečen čas plavanja za posamezne tehnike.

Za izračun povprečnega časa kravla smo izločili dva najhitrejša, študenta in študentko, ker sta njuna časa precej odstopala od ostalih. Kljub temu, pa je bil povprečen končni čas kravla še vedno za več kot minuto krajši od ostalih dveh. Če skupaj analiziramo še posebej glede na spol (*graf 10*), dobimo podobne grafe. Pri študentkah lahko vidimo, da je bil povprečen čas



Graf 10: Povprečen čas glede na spol in tehniko.

dosežen s kravlom več kot minuto krajši od ostalih dveh, medtem ko je povprečen čas prsnega plavanja le za sekundo daljši od kombiniranega plavanja.

Nič drugače ni pri študentih, kjer so razlike v povprečnih časih podobne kot pri študentkah.

Če primerjamo študente in študentke med sabo, lahko vidimo, da pri kravlu skoraj ni razlike, le pičli dve sekundi v prid študentom. Tudi pri drugih dveh tehnikah razlike niso pretirane, po 20 in 30 sekund. Pričakovano je, da so bili študenti v vseh disciplinah hitrejši od študentk, vendar razlike niso velike. Izpostaviti moramo, da smo pri kravlu najhitrejšo študentko in najhitrejšega študenta izključili iz izračuna, ker sta imela za več kot minuto krajši čas od naslednjega.

Zaradi majhne razlike v povprečnih časih študentk in študentov, lahko sklepamo, da se za kravl odločijo res tisti, ki ga znajo dobro plavati in z njim dosežejo občutno boljši čas od sovrstnikov.

4. Sklep

Namen diplomske naloge je bil analizirati test 400 m prosto pri predmetu Plavanje 1, ki je v prvem letniku študija Športne vzgoje obvezen predmet, pri smereh Kineziologija in Športno treniranje pa je študentom in študentkam ponujen kot izbirni predmet. Na koncu semestra je ena od praktičnih izpitnih nalog tudi plavanje na 400 m prosto. Tukaj študenti in študentke pokažejo svoje znanje plavalnih tehnik in svojo telesno pripravljenost. Izbira plavalnih tehnik je prosta, dovoljeno je tudi menjavanje tehnik po vsakem obratu. V diplomski nalogi nas je tako zanimalo, kakšen delež študentov in študentk se odloča za posamezno tehniko, koliko jih tehnike med plavanjem kombinira, kako to vpliva na končni čas in seveda, če so kakšne razlike med študenti in študentkami.

Hipotezo H1, ki trdi, da študenti in študentke izberejo različne tehnike za plavanje 400 m, smo potrdili. Rezultati na *grafu 1* so pokazali, da so se študenti in študentke odločili za vse tri tehnike, ki so jih spoznali tekom semestra – kravl, hrbtno, prsno. Analiza je pokazala, da se za kravl odloči dobrih 25%, za prsno 19% in za kombiniranje tehnik 56% študentov in študentk. S tem smo potrdili tudi hipotezo H3, ki trdi, da več kot polovica študentov in študentk zamenja tehniko med plavanjem.

Podrobnejša analiza je pokazala, da se študenti in študentke odločajo za kombinacije prsno-kravl (PK), kravl-hrbtno (KH) in prsno-kravl-hrbtno (PKH). Niti en študent ali študentka se ni odločil za kombinacijo prsno-hrbtno (PH). Razporeditev kombinacij smo prikazali na *grafu 3*. Ker se je kar 75% študentov in študentk odločilo za kombinacijo prsno-kravl, smo se odločili, da jo bolj podrobno analiziramo (*graf 5*). Pokazalo se je, da je več kot polovica študentov in študentk prve tri dolžine plavala kravl, prav tako je bilo pri zadnjih dve dolžinah. V vmesnih dolžinah se je delež kravla močno zmanjšal, najmanj študentov in študentk je kravl plavalo med 325 in 350 metri, le 23%. Nato nas je zanimalo še, kako se spreminja povprečen tempo plavanja, glede na delež kravla, ki so ga plavali študenti in študentke v 50 metrih. Pokazalo se je, da je bil tempo odvisen od deleža kravla, v prvih 50 metrih, ko je kravl plavalo več kot 80% študentov in študentk, je bil tempo najhitrejši, za kar 0,2 m/s hitrejši od naslednjega najhitrejšega povprečnega tempa. Na *grafu 7* je lepo vidno, kako povprečen tempo pada s padanjem deleža kravla in kako se na koncu dvigne, ker se dvigne tudi delež kravla.

Zanimalo nas je tudi kako izbira plavalne tehnike vpliva na končni čas. Na *grafu 9* je prikaz povprečnih končnih časov za kravl, prsno in kombinirano plavanje. Kljub temu, da smo iz izračuna za kravl odstranili najhitrejša dva, je končni čas kravla še vedno za več kot minuto krajši od ostalih dveh. Zanimivo je tudi, da je bilo najpočasnejše plavanje doseženo s prsnim, vendar ko pogledamo kakšne kombinacije so uporabljali študenti in študentke, vidimo, da jih je več kot 56% večino 400m plavalo kravl. Zato smo pogledali še kakšna je razporeditev končnih časov glede na delež kravla v 400m. Na *grafu 8* je vidno, da je čas z manjšanjem deleža kravla vedno krajši. Čeprav pri deležu manjšem od 70% ni očitnega večanja končnega časa, skupni trend vseeno kaže na počasnejše plavanje z manjšanjem deleža kravla v 400m. Delna odstopanja so možna tudi zaradi majhnega vzorca študentov in študentk za posamezni delež kravla, recimo 45% kravla je plaval samo en študent/študentka, zato tukaj ni predstavljen povprečen čas ampak čas enega posameznika. Kljub temu pa lahko potrdimo hipotezo H2, ki trdi, da so študenti in študentke najhitrejše končne čase dosegali s kravlom.

To potrjuje tudi literatura, ki pravi, da je kravl najbolj ekonomična tehnika in da z njim dosegamo najhitrejše hitrosti plavanja.

Na koncu smo analizirali podatke še glede na spol. Čeprav nas je zaradi hipoteze H4, zanimala predvsem razporeditev pri kravlu smo podrobneje analizirali tudi študente in študentke, ki so plavali kombinirano tehniko. *Graf 2* prikazuje razporeditev za posamezne tehnike in tako lahko potrdimo hipotezo H4 ter trdimo, da se več študentov kot študentk odloči za kravl, razlika je več kot 10%. Obratna razlika je pri prsnem, kjer se je za več kot 10% več študentk odločilo za prsno plavanje kot študentov. Pri kombinirani tehniki dobimo skoraj enak odstotek študentov in študentk. Na *grafu 4* je prikazana razporeditev po spolu pri kombiniranih tehnikah. Največji delež študentov in študentk je pri kombinaciji prsno-kravl, kar 80% študentov in 60% študentk je izbralo slednjo kombinacijo.

Z našo raziskavo smo tako potrdili vse hipoteze, poleg tega pa bodo rezultati pomagali pri določitvi bolj primernih časovnih norm na praktičnem izpitu, prispevali k izboljšavam predmeta in bili vodilo bodočim študentom pri pripravi na praktični izpit.

5. Viri

- Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (maj 2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European journal of applied physiology*, 103(2), str. 139-149.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K. L., Colaco, P., Cardoso, C., Silva, J., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Evaluation of the Energy Expenditure in Competitive Swimming Strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(11), str. 894-899.
- Capelli, C., Pandergast, D. R., & Termin, B. (oktober 1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European journal of applied physiologi*, 78(5), str. 385-393.
- Costil, D., Maglischo, E. W., & Richardson, A. B. (1992). *Swimming*. Oxford: Marston Book Service Ltd.
- Figueiredo, P., Zamparo, P., Sousa, A., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (maj 2011). An energy balance of the 200 m front crawl race. *European journal of applied physiology*, 111(5), str. 767-777.
- Kapus, J., Ušaj, A., & Kapus, V. (2009). Učinki plavalne vadbe, ki so posledica specifičnega dihanja med plavanjem. *Šport (priloga)*, 1-2, str. 47-49.
- Kapus, V. (2011). *Plavanje, učenje*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Maglischo, E. W. (1993). *Swimming even faster*. Mountain View: Mayfield Publishing Company.
- Olbrecht, J. (2000). *The science of winning: planning, periodizing and optimizing swim training*. Overijse: samozaložba.
- Pendergast, D. R., Capelli, C., Craig Jr., A. B., di Prampero, P. E., Minetti, A. E., Mollendorf, J., . . . Zamparo, P. (2006). Biophysics of swimming. *X International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming*, (str. 185 - 189). Porto.
- Zamparo, P., Bonifazi, M., Faina, M., Milan, A., Sardella, F., Schena, F., & Capelli, C. (avgust 2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. *European journal of applied physiology*, 94(5-6), str. 697-704.