

Osnovna šola Gustava Šiliha Laporje
Laporje 31 · 2318 Laporje
Telefon: 02 829 58 50 · Faks: 02 829 58 53
www.os-laporje.si · group1.osmbgs@guest.arnes.si



SE REAKCIJSKI ČAS Z ODRAŠČANJEM OTROK SPREMINJA?

Fizika
Raziskovalna naloga

Avtor: Luka Urban Kitek, 9. a
Mentor: Jure Cvahte, prof.

Laporje, 2019

ZAHVALA

Pri svojem raziskovalnem delu – nalogi bi se rad zahvalil učitelju Juretu Cvahtetu za vso strokovno pomoč, vodenje in pripombe. Raziskovalna naloga ne bi bila brez pravopisnih napak, če ne bi naloge pregledala učiteljica Albina Avsec. Hvala tudi učiteljici Ines Jarh, ki je prevedla povzetek raziskovalne naloge.

KAZALO VSEBINE

POVZETEK.....	5
1 UVOD.....	7
2 TEORETIČNI DEL.....	8
2.1 Reakcijski čas.....	8
2.2 Dejavniki pri reakcijskem času.....	8
2.2.1 Kompleksnost dražljaja in odziva.....	8
2.2.2 Starost.....	9
2.2.3 Spol.....	10
2.2.4 Športna aktivnost.....	10
3 METODE IN PRIPOMOČKI.....	11
3.1 Pridobivanje podatkov.....	11
3.1.1 Poskus z ravnilom.....	11
3.1.2 Poskus s štoparico.....	11
3.1.3 Indeks gibalne učinkovitosti.....	12
3.2 Obdelava podatkov.....	12
3.2.1 Reakcijski čas – ravnilo.....	12
3.2.2 Reakcijski čas – štoparica.....	12
3.2.3 Primerjava reakcijskega časa glede na starost.....	12
3.2.4 Primerjava reakcijskega časa glede na spol.....	13
3.2.5 Primerjava reakcijskega časa glede na gibalno učinkovitost.....	13
4 REZULTATI.....	14
4.1 Primerjava reakcijskega časa glede na starost.....	14
4.1.1 Metoda z ravnilom.....	14
4.1.2 Metoda s štoparico.....	14
4.2 Primerjava reakcijskega časa po spolu.....	15
4.2.1 Metoda z ravnilom.....	15
4.2.2 Metoda s štoparico.....	16
4.3 Primerjava reakcijskega časa glede na gibalno učinkovitost.....	17
5 RAZPRAVA.....	18
6 ZAKLJUČEK.....	19
7 VIRI IN LITERATURA.....	20
8 PRILOGE.....	21
PRILOGA A – Excelova tabela meritev in izračunov.....	21

KAZALO SLIK

Slika 1: Diagram odvisnosti reakcijskega časa od starosti za levo in desno roko.	9
Slika 2: Povprečni reakcijski čas glede na razred pri metodi z ravnilom.	14
Slika 3: Povprečni reakcijski čas glede na razred pri metodi s štoparico.	15
Slika 4: Povprečni reakcijski čas glede na razred in spol pri metodi z ravnilom.	15
Slika 5: Povprečni reakcijski čas glede na razred in spol pri metodi s štoparico.	16
Slika 6: Indeks reakcijskega časa glede na indeks indeksa gibalne učinkovitosti.	17

KAZALO TABEL

Tabela 1: Število sodelujočih učencev v raziskavi glede na razred in spol.	10
---	----

POVZETEK

Reakcijski čas je čas, ki preteče od trenutka, ko človek zazna določen dražljaj, pa do trenutka, ko se na ta dražljaj odzove. S situacijami, kjer je reakcijski čas pomemben, se v vsakdanjem življenju pogosto srečujemo. Kratek reakcijski čas je bil skozi zgodovino eden od pomembnejših dejavnikov preživetja, saj nam je omogočil, da smo dovolj hitro odreagirali na življenjsko nevarne situacije. Danes se srečujemo s takšnimi situacijami v prometu (vožnja avtomobila, kolesa ...), na delovnem mestu (gradbeništvo, gozdarstvo, delo s stroji, ...) , doma (umik dlani iz vroče površine ali od žice pod električno napetostjo ...), pomemben pa je tudi pri drugih dejavnostih (športu, plesu, igranju družabnih iger, računalniških igrac ...).

V raziskovalni nalogi sem uporabil eksperimentalno metodo, metodo obdelave podatkov z računalniškim programom Excel in metodo dela z viri. 112 učencev naše šole od 1. do 9. razreda sem testiral z dvema preprostima poskusoma. Pri prvem poskusu so lovili padajoče ravnilo, pri drugem pa so ustavili štoparico po določenem trenutku. Vsak poskus je učenec opravil 3-krat. Za srednjo vrednost meritev pri posameznem učencu sem izbral mediano. Reakcijski čas učencev sem primerjal glede na starost, spol ter njihovo gibalno učinkovitost. Podatke za gibalno učinkovitost sem pridobil s pomočjo športnovzgojnih kartonov.

Na podlagi obdelave pridobljenih podatkov sem ugotovil, da se s staranjem učencev reakcijski čas krajša, da imajo fantje v povprečju krajši reakcijski čas kot punce ter da imajo boljši športniki v povprečju krajši reakcijski čas.

V svoji raziskovalni nalogi vidim še mnogo možnosti za izboljšave. Prva je povečanje števila učencev v raziskavi in bolj enakomerna porazdelitev po spolu. Druga je povečanje števila meritev pri vsakem učencu. Tretja je testiranje učencev ob približno enakem času v dnevu, saj so po pouku bolj utrujeni in manj zbrani kot pred poukom.

Na področju reakcijskega časa bi lahko raziskal še odvisnost reakcijskega časa od vrste dražljaja (svetlobni, zvočni, fizični ...). Pri svetlobni vrsti dražljajev bi lahko raziskal, če je reakcijski čas odvisen tudi od barve svetlobe, ki pride v naše oko. Prav tako bi lahko raziskal, kako na reakcijski čas vplivata utrujenost in zbranost učencev.

ABSTRACT

Reaction time is the time that passes from the moment a person perceives a certain stimulus until the moment he/she reacts to that stimulus. In everyday life, we often face situations where reaction time is important. Short reaction time has always been one of the most important factors of survival, because it enabled us to react quickly to life-threatening situations. Today, we face such situations in traffic (when driving a car, riding a bike,...), at work (in construction, forestry or work with machinery,...), or at home (pulling a hand away from a hot surface or live wire,...). Short reaction time is also important in other activities (in sport, dancing, playing board games, computer games,...).

In this research paper I used the experimental method, the data analysis method (Excel programme) and the method of using resources. I performed two simple experiments, testing 112 students from our school, from 1st to 9th grade. In the first experiment, they had to catch a falling ruler; in the second, they had to stop a stopwatch at a certain moment. Each student performed each experiment three times. Median value was used as the middle value for each student. I compared reaction times of students according to their age, gender and efficiency of movement. The data for efficiency of movement were obtained from the students' physical education test results.

Based on the data analysis, I discovered that the reaction time decreased with age, that on average boys have shorter reaction times than girls, and that athletes also on average have shorter reaction times than students who do not practice sport.

I see a lot of room for improvement of my research. Firstly, the number of students could be increased, and gender distribution could be made more equal. Secondly, the number of measurements performed with each student could also be increased. Thirdly, the students could have been tested at approximately the same time of day, since they are more tired and less focused after classes than before classes.

In studying reaction times, I could also research the dependence of reaction time on the type of stimuli (light, sound, physical stimuli,...). With regard to light stimuli, I could explore if the reaction time depends on the colour of the light that comes into our eye, as well as how tiredness and concentration influence reaction times.

1 UVOD

Reakcijski čas je čas, ki preteče od trenutka, ko človek zazna določen dražljaj, do trenutka, ko se na ta dražljaj odzove. S situacijami, kjer je reakcijski čas pomemben, se v vsakdanjem življenju pogosto srečujemo. Tako na primer ujamemo kozarec, ki nam pade iz rok, medtem ko sedimo za mizo na čajanki. Reakcijski čas v danem primeru je čas, ki preteče od trenutka, ko začutimo, da nam je kozarec padel iz rok, pa do trenutka, ko začnemo loviti padajoči kozarec.

Ena izmed pomembnejših vlog zmožnosti hitre reakcije človeka, ki je odvisna od kratkega reakcijskega časa, je da nas varuje pred raznimi nevarnostmi, kar je bilo skozi zgodovino ključ za preživetje. Čeprav nas danes ne napadajo mamuti ali divji volkovi, smo stalni udeleženci v prometu, pri katerem so pozornost, kratek reakcijski čas ter pravilna reakcija ključnega pomena. Življenjskega pomena je tudi, ko se dotaknemo vroče površine ali neizolirane žice, ki je pod električno napetostjo, ko v gorah proti nam drvi velik kamen ...

Za raziskavo reakcijskega časa pri osnovnošolcih sem se odločil, ker smo prav tako udeleženci v prometu, ne ravno vozniki avtomobilov ali motornih koles, temveč kot pešci in vozniki koles. Reakcijski čas je prav tako pomemben dejavnik pri večini športov, s katerimi se srečujemo v osnovni šoli. Le-ta igra pomembno vlogo predvsem pri športih, kjer ne moremo v vsaki situaciji predvideti, kaj se bo zgodilo (npr. nogomet, košarka, odbojka, tenis, hokej, smučanje ...).

V splošnem je znano, da so moški v večini športov boljši od žensk. Glavni vzrok je razlika v telesni moči in višini. Prebral sem, da naj bi moški imeli v povprečju krajši reakcijski čas kot ženske, kar je prav tako dejavnik pri uspešnosti v športu. Preveriti sem želel, ali se z odraščanjem osnovnošolcev njihov reakcijski čas krajša. Na koncu pa me je zanimalo tudi, če imajo boljši športniki na šoli v povprečju krajši reakcijski čas.

Na podlagi tega sem si zastavil 3 raziskovalna vprašanja:

- Ali imajo starejši učenci krajši reakcijski čas od mlajših?
- Ali imajo fantje krajši reakcijski čas kot dekleta?
- Ali imajo boljši športniki krajši reakcijski čas?

Na podlagi vprašanj pa sem izoblikoval 3 hipoteze:

- Starejši učenci imajo v povprečju krajši reakcijski čas kot mlajši učenci.
- Fantje imajo v povprečju krajši reakcijski čas kot dekleta.
- Boljši športniki imajo v povprečju krajši reakcijski čas.

Raziskovalna naloga je razdeljena na 5 poglavij, in sicer na teoretični del, metodologijo, rezultate, razpravo in zaključek.

V teoretičnem delu sem opisal, kaj je reakcijski čas in dejavnike, ki vplivajo nanj. Največ pozornosti sem namenil starosti, spolu, športni aktivnosti ter kompleksnosti dražljaja in odziva. Nato sem navedel metode dela, ki sem jih uporabil v tej raziskovalni nalogi. V tem delu sem opisal, kako sem pridobil podatke potrebne za določitev reakcijskega časa. Pri prvem načinu sem si pomagal z ravnilom, pri drugem pa s štoparico. Zatem sem opisal

način obdelave podatkov, pri katerem sem si pomagal z računalniškim programom Excel. Program mi je prihranil veliko časa, saj sem z njegovo pomočjo lahko izračunal reakcijski čas za vse učence naenkrat, prav tako pa tudi mediano in povprečja. Pri predstavitvi rezultatov sem vstavil diagrame, ki sem jih narisal s pomočjo Excela in jih opisal. V razpravi sem komentiral rezultate ter potrdil hipoteze. Izpostavil sem tudi ideje za nadaljnje raziskovanje. V zaključku sem navedel samo svoje bistvene sklepe ter razložil, kaj bi lahko pri svoji raziskovalni nalogi izboljšal ter kaj bi lahko na temo reakcijskega časa še dodatno raziskal.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Reakcijski čas

Reakcijski čas je definiran kot čas, ki preteče od trenutka, ko se dražljaj pojavi, do trenutka, ko se posameznik na dražljaj odzove (Podlesek, Brenk, 2004).

Merjenje reakcijskega časa se je pričelo okoli leta 1850, ko je Hemioltz izvajal poskuse na žabah. Ugotovil je, da je hitrost širjenja impulzov po živčnih vlaknih omejena in da znaša približno 26 m/s. Po uspešnih poskusih na žabah je začel delati te poskuse na ljudeh. Z ustvarjanjem različnih električnih dražljajev na različnih delih telesa je ugotovil, da je povprečna hitrost širjenja dražljajev po živčnih vlaknih 60 m/s (Delić, 2017).

Reakcijski čas delimo na 4 časovne enote - faze. 1. faza traja od trenutka, ko dražljaj pride do našega čutila, pa do trenutka, ko čutilo pretvori dražljaj v električni impulz - informacijo. Tako na primer svetloba pride v naše oko in vzdraži našo mrežnico, ta pa pretvori svetlobni dražljaj v električni impulz - informacijo. V 2. fazi potuje informacija po živcih od čutila do možganov. Ta faza traja od trenutka, ko oko odda električni impulz živcu, pa do trenutka, ko informacija prispe v možgane. V 3. fazi reakcijskega časa možgani obdelajo informacijo ter pošljejo električni impulz po živcih proti mišicam. Ta faza traja od trenutka, ko informacija pride v možgane, pa do trenutka, ko možgani po živcih proti mišicam naprej pošljejo informacijo. V 4. fazi potuje informacija po živcih od možganov do mišice. Ta traja od trenutka, ko možgani oddajo električni impulz, pa do trenutka, ko ta prispe v mišico. Časa reakcije mišice več ne štejemo k reakcijskemu času (Ban, 2012).

2.2 Dejavniki pri reakcijskem času

Dejavnikov, ki vplivajo na reakcijski čas, je veliko. Na reakcijski čas vplivajo: kompleksnost dražljaja in odziva, spol, starost, izkušnje, utrujenost, vzbujenost živčnega sistema, pripravljenost na dražljaj, psihofizično stanje (fizična pripravljenost, alkohol, droge, podhranjenost ...), dominantna roka ... (Delić, 2017).

2.2.1 Kompleksnost dražljaja in odziva

F. C. Donders je bil prvi znanstvenik, ki je raziskoval, kako zapletenost dražljaja vpliva na reakcijski čas. Donders je reakcijski čas glede na kompleksnost dražljaja in kompleksnost odziva razdelil v tip A, B in C. Dražljaji se prav tako delijo na vizualne, slušne in taktilne (tipne). Le-ti se razlikujejo v čutilu, ki dražljaj zazna. Vizualni dražljaj zazna oko, slušni uho, taktilni dražljaj pa stimulira živce v koži (Delić, 2017).

Reakcijski čas tipa A je čas, ki preteče od enostavnega dražljaja do enostavne vnaprej določene edine možne reakcije (Delić, 2017).

Primer merjenja reakcijskega časa tipa A je naslednji: Sedimo pred temnim zaslonom, roko pa imam pripravljeno na stisk gumba, ki je preko računalnika povezan z zaslonom. V tem primeru imamo samo en gumb in eno možno barvo kroga, ki se pojavi na zaslonu. Ko se na zaslonu pokaže barvni krog, pritisnemo na gumb. Računalnik izmeri čas, ki preteče od pojavitve kroga na zaslonu pa do stiska gumba in to je reakcijski čas tipa A. Primer tega je tudi lovljenje padajočega ravnila. Enostaven dražljaj v tem primeru je premikajoče se ravnilo, na katerega odreagiramo s preprosto reakcijo - stiskom prstov.

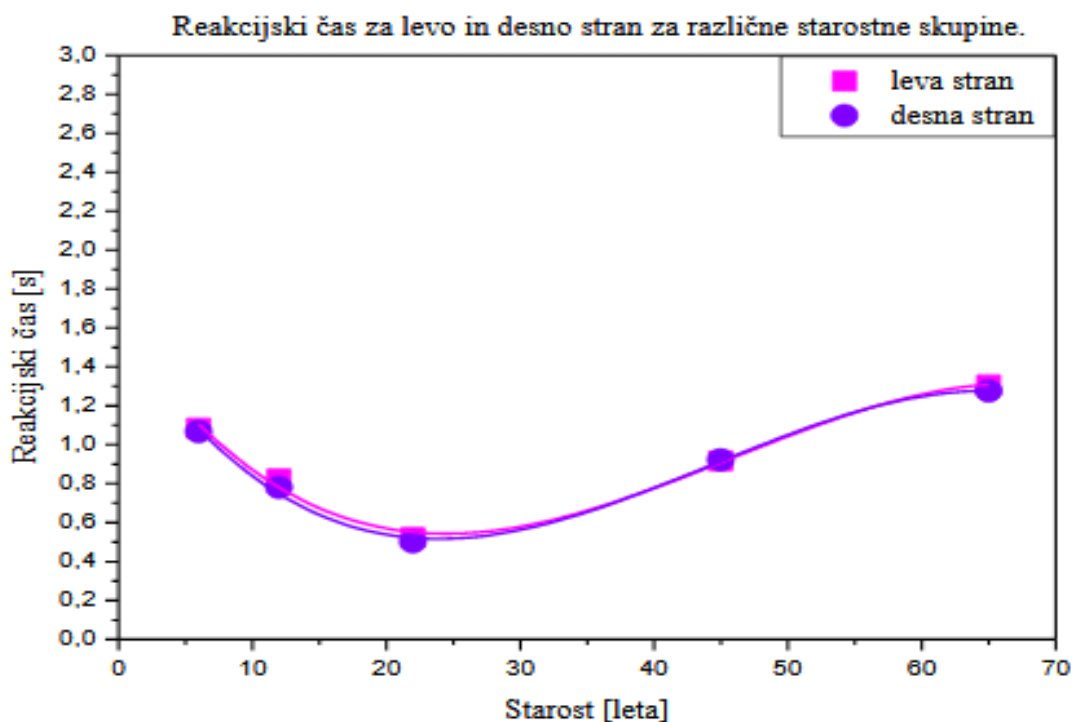
Reakcijski čas tipa B je čas, ki preteče od nekoliko kompleksnejšega dražljaja do kompleksnejše možne reakcije, pri kateri pa je ena od možnih reakcij sigurno pravilna (Delić, 2017).

Primer reakcijskega časa tipa B je naslednji: Sedimo pred temnim zaslonom, roko pa imam pripravljeno na stisk enega od 3 gumbov zelene, rumene ali rdeče barve. Ko se na zaslonu pokaže barvni krog zelene, rumene ali rdeče barve, pritisnemo na gumb tiste barve, ki je na zaslonu. Računalnik izmeri čas, ki preteče od pojavitve kroga na zaslonu pa do stiska gumba ustrezne barve.

Reakcijski čas tipa C je čas, ki preteče od kompleksnejšega dražljaja do kompleksnejše možne reakcije, pri kateri pa je mogoče, da niti ena ni pravilna. (Delić, 2017)

Primer merjenja reakcijskega časa tipa C je naslednji: Imamo 3 gumbe rumene, zelene in rdeče barve. Na zaslonu se lahko pokaže barvni krog, ki pa ni nujno enak eni od barv gumbov, torej je lahko tudi moder, vijoličen, bel, rjav ... V tem primeru je torej možna reakcija tudi, da ne pritisnemo na noben gumb.

2.2.2 Starost



Slika 1: Diagram odvisnosti reakcijskega časa od starosti za levo in desno roko (Radolli in sod., 2012).

Na sliki 1 je diagram, ki prikazuje odvisnost reakcijskega časa od starosti ljudi, ki so stari med 5 in 65 let. Iz diagrama je razvidno tudi, kolikšen je povprečni reakcijski čas testirancev glede na to, s katero roko so odreagirali na dražljaj. Z desno roko so testiranci imeli malenkost krajše čase. Z diagrama je razvidno, da imajo otroci daljši reakcijski čas, ki se krajša vse do približno 22. leta, nato pa se postopoma spet podaljšuje. Pri ljudeh starih 60 let je tako več kot 2-krat daljši od reakcijskega časa dvajsetletnikov. Izvajalci raziskave so v tem primeru testirali reakcijski čas vrste B, zato so reakcijski časi daljši, kot če bi testirali reakcijski čas tipa A.

Kljub prepričanju, da imajo mladostniki zaradi krajšega reakcijskega časa v vsakdanjem življenju hitrejšo reakcijo na neki nepredvidljiv dražljaj, to ni povsem res. Der in Deary pravita, da odrasli odreagirajo na določen nepredvidljiv dražljaj celo hitreje od mladostnikov predvsem zaradi svojih izkušenj. Čeprav je del reakcijskega časa, v katerem informacija prispe v možgane in iz možganov v mišice, pri mladostnikih krajši, odrasli zaradi svojih izkušenj v možganih hitreje procesirajo informacijo (sprejmejo odločitev), kar pomeni, da hitreje reagirajo na določen dražljaj (Delić, 2017).

2.2.3 Spol

Iz velike večine raziskav je razvidno, da imajo moški v povprečju krajši reakcijski čas kot ženske ne glede na starostno skupino. Bellis je ugotovil, da je povprečni čas za pritisk tipke po svetlobnem dražljaju pri moških znašal 220 ms, medtem ko je pri ženskah znašal 260 ms. Zanimivo je, da je pri zvočnem dražljaju prišlo do manjše razlike med reakcijskima časoma spolov. Pri ženskah je ta znašal 200 ms, pri moških pa 190 ms. Vseeno pa se razlika v reakcijskem času moških in žensk zmanjšuje. Vzrok za to naj bi bil, da se vse več žensk ukvarja s tekmovalnimi športi. Botwinick in Thompson ugotavljata, da imajo ženske daljši reakcijski čas zaradi počasnejšega prenosa informacije iz čutila do možganov, pri samem procesiranju in prenosu informacije iz možganov do mišic pa naj ne bi bilo večjih razlik. Barral in Debu sta prišla do ugotovitve, da se moški hitreje odzovejo na dražljaj, so pa ženske pri sami reakciji bolj natančne (Delić, 2017).

2.2.4 Športna aktivnost

Mnogo znanstvenikov meni, da ima športna aktivnost pozitiven vpliv na reakcijski čas. Welford je ugotovil, da imajo ljudje, ki so telesno bolje pripravljene, boljši reakcijski čas. Levit in Gutin ter Sjöberg so ugotovili, da ima posameznik najboljši reakcijski čas, ko njegov srčni utrip doseže 115 udarcev na minuto. Nakamoto in Mori sta izvedla primerjavo študentov, ki so se ukvarjali s košarko in baseballom, ter študentov, ki niso bili športno aktivni. Reakcijski časi neaktivnih študentov so bili občutno daljši. Audiffren in Denjean sta prišla do zaključka, da je vadba na sobnem kolesu izboljšala reakcijski čas. Lemmink in Visscher v svoji raziskavi nista uspela dokazati pozitivnega učinka vadbe na sobnem kolesu na izbirni reakcijski čas (reakcijski čas tipa B) in odstotek napak nogometašev. Collardeau, Brisswalter in Audiffren pa v svoji raziskavi niso ugotovili nobenega učinka po vadbi tekačev, so pa opazili učinek vadbe na reakcijski čas med samo vadbo. Ta pojav so pripisali večji vzburjenosti testirancev med samo vadbo (Delić, 2017).

3 METODE IN PRIPOMOČKI

3.1 Pridobivanje podatkov

V raziskavi je sodelovalo 112 učencev iz OŠ Gustava Šiliha Laporje starih od 6 do 15 let. Tabela 1 prikazuje porazdelitev sodelujočih učencev glede na razred in spol.

Razred	Število deklet	Število fantov	Skupaj
1. a	7	3	10
2. a	5	5	10
3. a	7	10	17
4. a	6	8	14
5. a	7	3	10
6. a	4	6	10
7. a	4	6	10
8. a	7	3	10
9. a	12	9	21

Tabela 1: Število sodelujočih učencev v raziskavi glede na razred in spol.

Pri učencih sem meril reakcijski čas tipa A z dvema preprostima eksperimentoma. Pri vsakem učencu sem zaradi večje zanesljivosti oba poskusa opravil trikrat.

3.1.1 Poskus z ravnilom

Pri prvem poskusu sem uporabil 50 cm dolgo ravnilo. Prijel sem ga na koncu in ga postavil navpično tako, da je bil začetek merilne skale pri 0 cm ravno med učenčevim palcem in kazalcem dominantne roke. Ta sta bila razmaknjena približno 1 cm. Ko je bil učenec pripravljen na lovljenje ravnila, sem nekoliko počakal in v naključnem trenutku ravnilo spustil, da je začelo enakomerno pospešeno padati. Ko je učenec zaznal, da ravnilo pada, je s prstoma prijel ravnilo. Odčital sem vrednost, pri kateri je učenec s prstoma držal ravnilo. S tem sem dobil pot, ki jo je ravnilo opravilo pri prostem padu od trenutka, ko je učenec zaznal, da se ravnilo premika, pa do trenutka, ko se je odzval na dražljaj (padajoče ravnilo) in ga s prstoma prijel.

3.1.2 Poskus s štoparico

Da bi preveril rezultate, ki sem jih dobil pri merjenju reakcijskega časa s pomočjo padajočega ravnila, sem učence testiral še na drugi način. Pri tem poskusu sem uporabil športno štoparico ter majhen samolepilni listek. Pred izvedbo poskusa sem samolepilni listek na zaslon štoparice prilepil tako, da sem zakril stotinke in enice pri sekundah. Učenec je štoparico aktiviral in čakal, da se na mestu ničle pri desetih sekundah pokaže enica. V tistem trenutku je pritisnil na gumb in s tem ustavil čas. Učenci zaradi z listkom prekritih števk niso mogli predvideti, kdaj morajo ustaviti štoparico. Ko je učenec ustavil štoparico, sem listek odgrnil in pogledal, koliko časa je preteklo od trenutka, ko je zagledal namesto ničle enico, do trenutka, ko je s palcem ustavil uro.

3.1.3 Indeks gibalne učinkovitosti

Indeks gibalne učinkovitosti (XT) pove, kako učinkovit je določen učenec pri svojem gibanju glede na slovensko povprečje učencev njegove starosti. Izdelan je na podlagi športnovzgojnega kartona. Izračunan je na podlagi vrednosti 8 gibalnih merskih nalog: vese v zgibi, dviganja trupa, poligona nazaj, predklona na klopci, skoka v daljino z mesta, dotikanja plošč z roko, teka na 60 in teka na 600 m (Merske naloge v OŠ in SŠ, b. d.).

Podatke telesne učinkovitosti posameznih učencev sem pridobil iz športnovzgojnih kartonov. Na voljo so bili podatki gibalne učinkovitosti za učence od 2. do 9. razreda, saj učenci 1. razreda v tem šolskem letu še niso bili testirani. Tudi za nekaj učencev od 2. do 9. razreda, ki so bili testirani za reakcijski čas ni bilo podatkov o gibalni učinkovitosti, saj so manjkali na dan testiranja. Te učence sem izključil iz zadnjega dela raziskave.

3.2 Obdelava podatkov

Pri obdelavi podatkov sem si pomagal z računalniškim programom Excel, ki nam zelo olajša delo, saj lahko z njim naenkrat izračunamo določeno vrednost za veliko število podatkov hkrati. Za srednjo vrednost pri določanju reakcijskega časa pri posameznem učencu sem se odločil za mediano, saj bi zaradi dokaj velikih odstopanj pri nekaterih učencih pri eni od treh meritev prišlo do nerealnega povprečja (aritmetične sredine). Pri določanju mediane sem v Excelu uporabil funkcijo MED.

3.2.1 Reakcijski čas – ravnilo

Pri metodi merjenja reakcijskega časa s pomočjo ravnila sem dobil pot, ki jo je prepotovalo ravnilo od trenutka, ko je učenec zaznal, da je ravnilo začelo padati, pa do trenutka, ko je učenec ravnilo prijel s prstoma. Iz omenjene poti sem izračunal reakcijski čas s pomočjo obrazca za pot pri enakomerno pospešenem gibanju, ko je začetna hitrost enaka 0:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Količina s v enačbi predstavlja pot, količina a gravitacijski pospešek ($9,81 \text{ m/s}^2$), količina t pa čas. Iz obrazca sem izrazil čas in dobil enačbo:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

Reakcijski čas sem izračunal s pomočjo računalniškega programa Excel in sicer tako, da sem vpisal izraz $=\text{SQRT}(2*(H5/100)/9.81)$, pri čemer je H5 polje v Excelovi tabeli, ki predstavlja pot ravnila pri določenem učencu, izraženo v centimetrih.

3.2.2 Reakcijski čas – štoparica

Pri metodi merjenja reakcijskega časa s štoparico sem dobil reakcijski čas tako, da sem od časa, ko je bila štoparica ustavljena, odštel čas 10 s.

3.2.3 Primerjava reakcijskega časa glede na starost

V Excelu sem s pomočjo statistične funkcije AVG izračunal povprečje reakcijskih časov učencev v posameznih razredih najprej za metodo z ravnilom in nato še za metodo s

štoparico. Na podlagi teh podatkov sem narisal stolpični diagram na sliki Z1 za metodo z ravnilom in na sliki Z2 za metodo s štoparico.

3.2.4 Primerjava reakcijskega časa glede na spol

V Excelu sem s pomočjo statistične funkcije AVG izračunal povprečje reakcijskih časov fantov in deklet za metodo z ravnilom in nato še za metodo s štoparico. Na podlagi teh podatkov sem narisal stolpični diagram na sliki Y1 za metodo z ravnilom in Y2 za metodo s štoparico. Nato sem izračunal še povprečje reakcijskih časov vseh fantov ter povprečje reakcijskih časov vseh punc od 1. do 9. razreda.

3.2.5 Primerjava reakcijskega časa glede na gibalno učinkovitost

Reakcijski čas učencev sem primerjal glede na to, kako dobri športniki so. Primerjavo reakcijskega časa glede na gibalno učinkovitost učencev sem naredil s podatki reakcijskih časov, pridobljenih z metodo z ravnilom. Da sem lahko primerjal med seboj vse testirane učence od 2. do 9. razreda, sem določil indeks reakcijskega časa (XR). Dobil sem ga tako, da sem v Excelu reakcijske čase posameznikov iz določenega razreda delil s povprečnim reakcijskim časom v njihovem razredu. Ta indeks pove, za koliko odstotkov je bil nek posameznik boljši ali slabši od razrednega povprečja. Primer: Indeks reakcijskega časa 0,9 pove, da ima učenec 10 % krajši (boljši) reakcijski čas od razrednega povprečja.

Podobno sem naredil z indeksom gibalne učinkovitosti. Indeks gibalne učinkovitosti posameznega učenca (XT) sem delil s povprečnim indeksom gibalne učinkovitosti v njegovem razredu. Tako sem dobil indeks indeksa gibalne učinkovitosti (XXT) za posameznega učenca. Ta indeks pove, za koliko odstotkov je bil nek posameznik boljši ali slabši od razrednega povprečja gibalne učinkovitosti. Primer: Indeks indeksa 1,2 pove, da ima učenec 20 % boljši rezultat od razrednega povprečja.

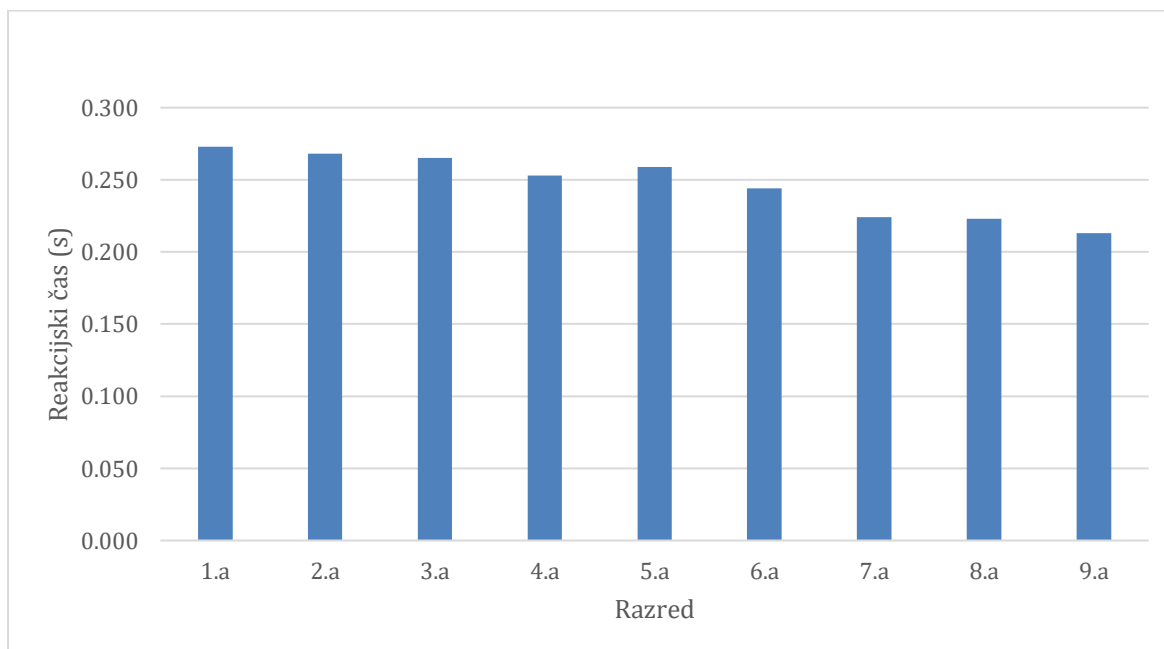
Nato sem narisal točkovni diagram indeksa reakcijskega časa (XR) v odvisnosti od indeksa indeksa gibalne učinkovitosti (XXT) in dodal trendno črto, ki nam v grobem pove, ali se v povprečju prva količina veča ali manjša glede na drugo količino.

4 REZULTATI

4.1 Primerjava reakcijskega časa glede na starost

Pri obeh metodah merjenja reakcijskega časa je bil v resnici sam reakcijski čas krajši od časa, ki sem ga izmeril. Vemo, da reakcijski čas traja od trenutka, ko čutilo zazna dražljaj, pa do trenutka, ko informacija iz možganov pride do mišice. Pri meritvah reakcijskega časa z ravnilom je merjen čas od trenutka, ko je ravnilo začelo padati, pa do trenutka, ko je učenec ravnilo prijel. Tako je v izmerjen reakcijski čas posameznega učenca všteti tudi čas trajanje giba, s katerim je učenec prijel padajoče ravnilo. Enako velja tudi za reakcijski čas, izmerjen s štoparico.

4.1.1 Metoda z ravnilom

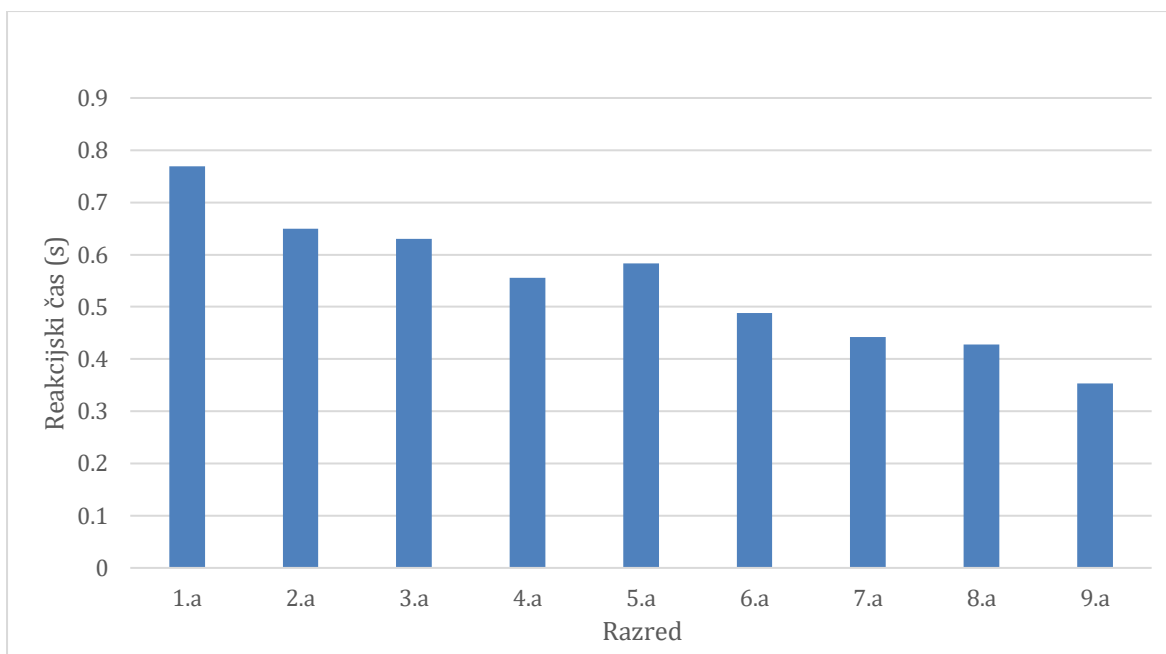


Slika 2: Povprečni reakcijski čas učencev glede na razred pri metodi z ravnilom.

Iz stolpičnega diagrama na sliki 2, ki prikazuje povprečni reakcijski čas glede na posamezni razred, vidimo, da se povprečni reakcijski čas krajša skoraj enakomerno glede na starost (razred) učencev. Do odstopanja je prišlo le pri učencih v 5. razredu, saj imajo v povprečju daljši reakcijski čas kot učenci 4. razreda.

4.1.2 Metoda s štoparico

Pri poskusu s štoparico učenci niso bili tako uspešni kot pri poskusu z ravnilom. V povprečju so bili izmerjeni reakcijski časi skoraj 2- do 3-krat daljši od časov, izmerjenih z ravnilom. Možnih vzrokov je več. Učenci so morali na dražljaj pri metodi s štoparico čakati veliko dlje (10 sekund) kot pri poskusu z ravnilom in so tako težje ostali zbrani. Učenci niso navajeni merjenja časa s štoparico, ampak za to danes v večini primerov uporabljajo mobilne telefone. Tako sta jim drža štoparice v roki in stisk gumba s palcem praviloma tuja. Učenci so bolj dovzetni za spremembo v prostoru (premik ravnila) kot pa spremembo na dvodimenzionalnem zaslonu.

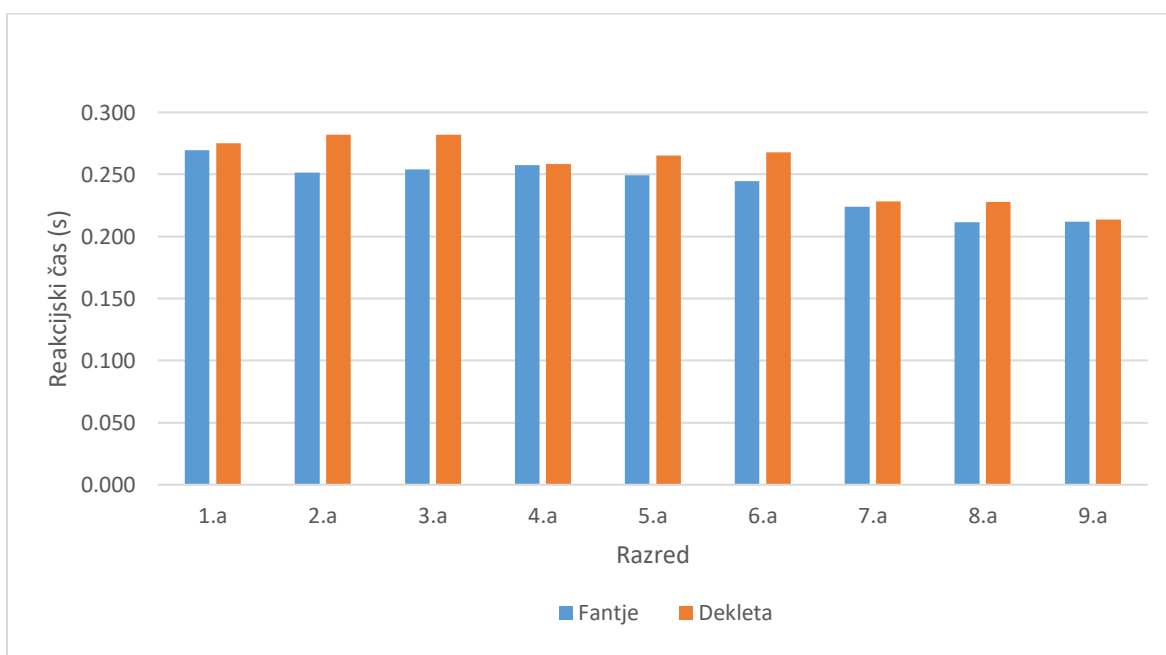


Slika 3: Povprečni reakcijski čas učencev glede na razred pri metodi s štoparico.

Podobno kot pri metodi merjenja reakcijskega časa z ravnilom vidimo z diagrama na sliki 3, da se povprečni reakcijski čas s starostjo učencev skoraj enakomerno krajša. Izjema je, podobno kot pri metodi merjenja z ravnilom, reakcijski čas učencev 5. razreda, ki je daljši od reakcijskega časa učencev 4. razreda.

4.2 Primerjava reakcijskega časa po spolu

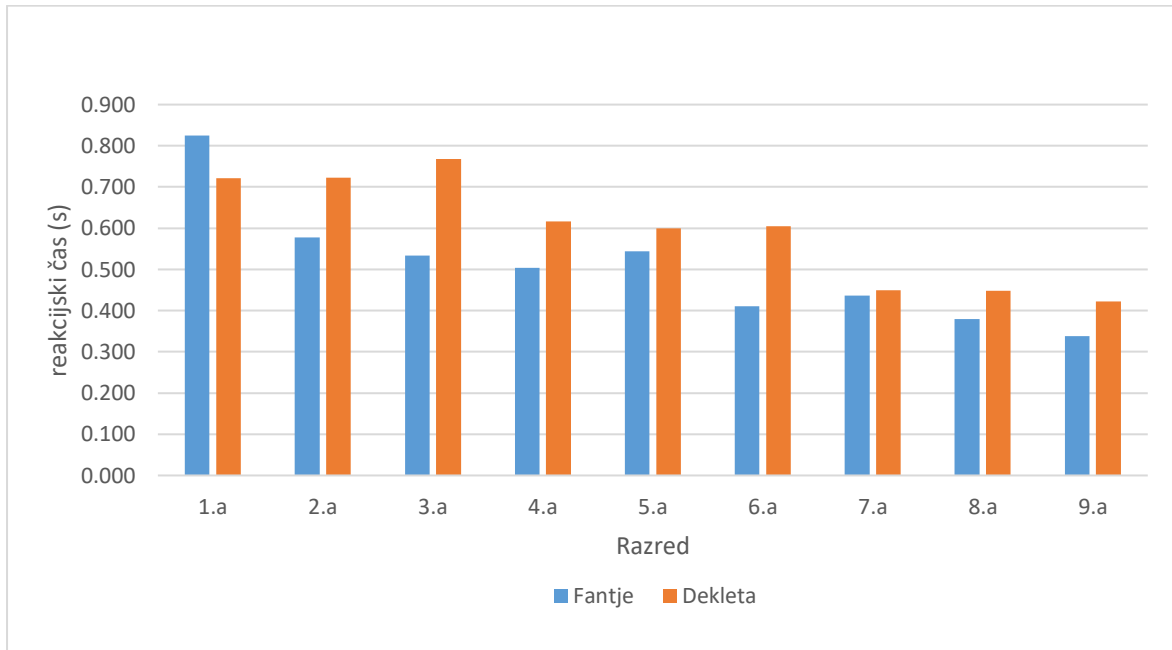
4.2.1 Metoda z ravnilom



Slika 4: Povprečni reakcijski čas učencev glede na razred in spol pri metodi z ravnilom.

Iz stolpičnega diagrama na sliki 4, ki prikazuje odvisnost reakcijskega časa glede na razred in spol, je razvidno, da imajo fantje v vseh razredih boljši reakcijski čas od deklet. Do največjih razlik v reakcijskem času je prišlo v 2., 3. in 6. razredu, v 4. in 9. razredu pa so razlike najmanjše. Povprečni reakcijski čas vseh testiranih fantov na šoli je 0,237 s, deklet pa 0,253 s, kar pomeni, da imajo fantje v povprečju 6,2 % krajši reakcijski čas kot dekleta.

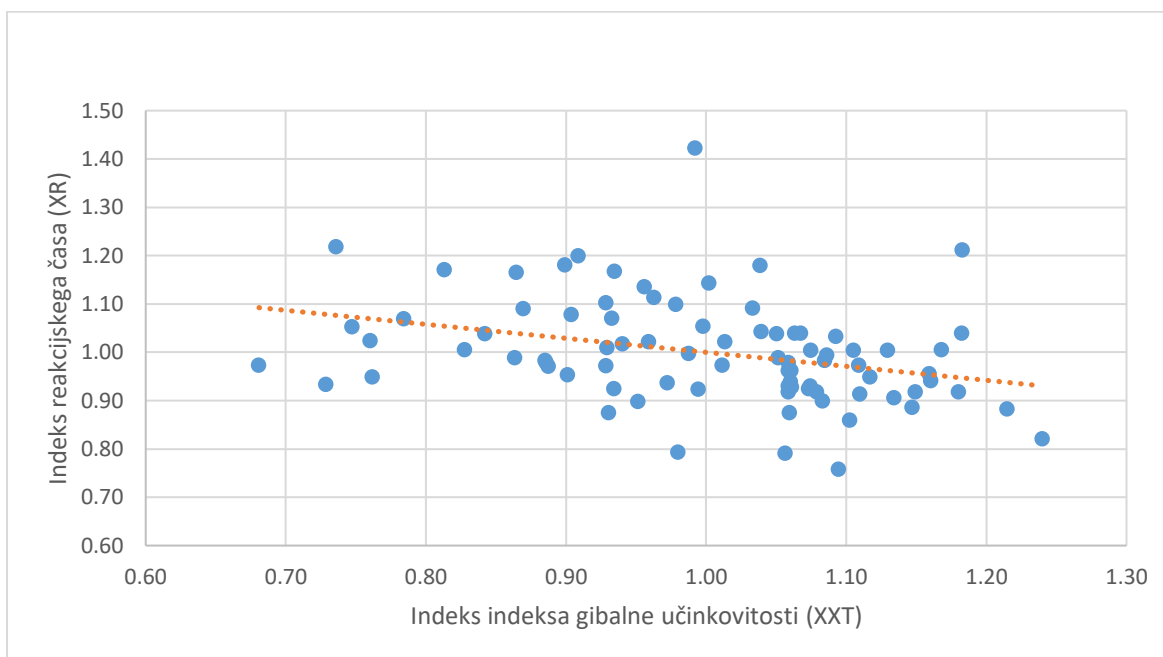
4.2.2 Metoda s štoparico



Slika 5: Povprečni reakcijski čas učencev glede na razred in spol pri metodi s štoparico.

Iz grafa primerjave spolov po razredih na sliki 5 je razvidno, da so imeli učenci moškega spola v večini razredov krajši reakcijski čas. Izjema je le 1. razred. Do največjih razlik v reakcijskem času je prišlo v 3. in 6. razredu, v 7. razredu pa je razlika, podobno kot pri metodi z ravnilom, zelo majhna. Povprečni reakcijski čas vseh testiranih fantov na šoli je 0,479 s, deklet pa 0,585 s, kar pomeni, da imajo fantje v povprečju 18,1 % krajši reakcijski čas kot dekleta.

4.3 Primerjava reakcijskega časa glede na gibalno učinkovitost



Slika 6: Indeks reakcijskega časa učencev glede na indeks indeksa gibalne učinkovitosti.

Na sliki 6 je prikazan indeks reakcijskega časa (XR) učencev glede na indeks indeksa gibalne učinkovitosti (XXT). Indeks reakcijskega časa (XR) pove, za koliko odstotkov ima posameznik boljši ali slabši reakcijski čas od razrednega povprečja. Indeks indeksa gibalne učinkovitosti (XXT) kaže, za koliko odstotkov ima posameznik boljši ali slabši indeks gibalne učinkovitosti od razrednega povprečja. Na podlagi trendne linije točkovnega diagrama na sliki 5 je razvidno, da je načeloma reakcijski čas pri učencih z boljšo gibalno učinkovitostjo krajši. Iz diagrama pa je razvidno tudi, da nekateri učenci močno odstopajo od povprečja (trendne linije). Nekateri učenci z dobro gibalno učinkovitostjo imajo slab reakcijski čas, medtem ko imajo nekateri s slabšo gibalno učinkovitostjo dober reakcijski čas.

5 RAZPRAVA

Prva hipoteza raziskovalne naloge je: „Starejši učenci imajo v povprečju krajši reakcijski čas kot mlajši učenci.“ To hipotezo sem na podlagi stolpičnih diagramov s slik 2 in 3 potrdil, saj se z izjemo 5. razreda povprečen reakcijski čas glede na starost skoraj enakomerno krajša tako pri metodi merjenja reakcijskega časa z ravnilom kot pri metodi merjenja reakcijskega časa s štoparico.

Menim, da se podobno kot pri napredku v miselnem ter fizičnem razvoju otrok z leti razvija in izboljšuje tudi živčni sistem skupaj z možgani, od katerega je reakcijski čas najbolj odvisen.

Druga hipoteza se glasi: „Fantje imajo v povprečju krajši reakcijski čas kot dekleta.“ Tudi to hipotezo sem na podlagi stolpičnih diagramov s slik 4 in 5 potrdil. Fantje imajo pri merjenju reakcijskih časov z ravnilom krajši povprečni reakcijski čas v vseh razredih, pri metodi merjenja s štoparico pa je izjema le 1. razred. Povprečni reakcijski čas vseh testiranih fantov na šoli pri metodi z ravnilom je 0,237 s, deklet pa 0,253 s, kar pomeni, da imajo fantje v povprečju 6,2 % krajši reakcijski čas kot dekleta. Povprečni reakcijski čas vseh testiranih fantov na šoli pri metodi s štoparico je 0,479 s, deklet pa 0,585 s, kar pomeni, da imajo fantje v povprečju 18,1 % krajši reakcijski čas kot dekleta.

Menim, da je to posledica tega, da se fantje v povprečju več ukvarjajo s športom kot dekleta. Še eden od možnih razlogov pa se skriva v različni genski zasnovi pri obeh spolih, ki se je oblikovala skozi tisočletja človeškega razvoja. Že v prazgodovini sta se spola delila na lovce in nabiralke. Moški so morali biti zelo hitri in spretni, če so hoteli ujeti kakšno žival, pri ženskah pa hitre reakcije pri nabiranju sadežev niso bile ključnega pomena. Prav tako je bil kratek reakcijski čas pri moških skozi tisočletja vojskovanj ključnega pomena za njihovo preživetje.

Tretja hipoteza je: „Boljši športniki imajo v povprečju krajši reakcijski čas.“ To hipotezo sem prav tako potrdil. Na sliki 6 je prikazan indeks reakcijskega časa (XR) učencev gleda na indeks indeksa gibalne učinkovitosti (XXT). S pomočjo trendne črte na diagramu lahko razberemo, da imajo učenci, ki so bolj gibalno učinkoviti (boljši športniki), v povprečju krajše reakcijske čase. Vseeno pa tudi v tem primeru prihaja do izjem. Nekateri učenci z dobro gibalno učinkovitostjo imajo slab reakcijski čas, medtem ko imajo nekateri s slabšo gibalno učinkovitostjo dober reakcijski čas.

Menim, da je vzrok za to podoben kot pri drugi hipotezi. Učenci, ki se več ukvarjajo s športom, so v večji meri izpostavljeni dogodkom, pri katerih so potrebne hitre reakcije. Zaradi tega imajo bolj razvit in prilagojen centralni živčni sistem, kar jim omogoča hitrejši odziv na določen dražljaj iz okolice. Vseeno pa je potrebno dodati, da je bilo med učenci nekaj izjem. Kljub slabšemu indeksu gibalne učinkovitosti so imeli nekateri učenci dobre reakcijske čase in obratno. Vzrok tega je lahko tudi to, da na reakcijski čas vpliva še mnogo drugih dejavnikov (npr. zbranost, utrujenost ...).

V svoji raziskovalni nalogi vidim še mnogo možnosti za izboljšave. Prva je povečanje števila učencev v raziskavi in bolj enakomerna porazdelitev po spolih. Povečanje števila meritev pri vsakem učencu bi prav tako izboljšala rezultate. Vse učence bi lahko testiral v približno enakem času. Nekatero učence sem testiral pred, nekatere med in nekatere po pouku. To je po mojih ocenah imelo vpliv na različno zbranost in utrujenost učencev.

Moje meritve reakcijskih časov z metodo ravnila in metodo štoparice niso bile povsem natančne, saj so pri učencu vključevale zraven samega reakcijskega časa še čas fizične

reakcije, kar pomeni premika prstov od trenutka, ko so mišice prejele informacijo za premik, pa do trenutka, ko so prsti stisnili ravnilo ali gumb na štoparici. Iz tega lahko sklepamo, da so reakcijski časi učencev v resnici krajši od tistih, ki sem jih pridobil s svojimi meritvami. To težavo bi lahko odpravil s pomočjo kamere za snemanje v visoki hitrosti, ki na sekundo posname več kot 1000 fotografij. S pomočjo te kamere bi lahko natančneje določil pravi reakcijski čas.

Na področju reakcijskega časa bi lahko raziskal še odvisnost reakcijskega časa od vrste dražljaja (svetlobni, zvočni, fizični, ...). Pri svetlobni vrsti dražljajev bi lahko raziskal, če je reakcijski čas odvisen tudi od barve svetlobe, saj vemo, da imamo v očesu za barvo 3 vrste receptorjev – za rdečo, modro in zeleno svetlobo. Prav tako bi lahko raziskal, kako na reakcijski čas med učenci vplivata utrujenost in zbranost.

6 ZAKLJUČEK

S svojo raziskavo sem ugotovil, da starost vpliva na reakcijski čas učencev. Starejši učenci imajo v povprečju krajši reakcijski čas kakor mlajši učenci. Menim, da se podobno kot pri napredku v miselnem ter fizičnem razvoju otrok z leti razvija in izboljšuje tudi živčni sistem skupaj z možgani, od katerega je reakcijski čas najbolj odvisen.

Moja druga ugotovitev je, da imajo fantje v povprečju krajši reakcijski čas od deklet. Mislim, da je to posledica tega, da se fantje v povprečju več ukvarjajo s športom kot dekleta. Drugi možni razlog se skriva v različni genski zasnovi pri obeh spolih, ki se je oblikovala skozi tisočletja človeškega razvoja zaradi različnih opravil.

Moja zadnja ugotovitev je, da imajo boljši športniki v povprečju krajši reakcijski čas. Tisti, ki so imeli višji indeks gibalne učinkovitosti, so imeli v povprečju boljši reakcijski čas. Menim, da je vzrok za to podoben kot pri moji drugi ugotovitvi. Učenci, ki se več ukvarjajo s športom, so v večji meri izpostavljeni dogodkom, pri katerih so potrebne hitre reakcije. Zaradi tega imajo bolj razvit in prilagojen centralni živčni sistem, kar jim omogoča hitrejši odziv na določen dražljaj iz okolice.

V svoji raziskovalni nalogi vidim še mnogo možnosti za izboljšave. Prva je povečanje števila učencev v raziskavi in bolj enakomerna porazdelitev po spolih. Povečanje števila meritev pri vsakem učencu bi prav tako izboljšala rezultate. Vse učence bi lahko testiral v približno enakem času. Nekatere učence sem testiral pred, nekatere med in nekatere po pouku. To je po mojih ocenah imelo vpliv na različno zbranost in utrujenost učencev.

Moje meritve reakcijskih časov z metodo ravnila in metodo štoparice niso bile povsem natančne, saj so pri učencu vključevale zraven samega reakcijskega časa še čas giba prstov. Iz tega lahko sklepam, da so reakcijski časi učencev v resnici krajši kot časi pridobljeni na podlagi mojih meritev. To težavo bi lahko odpravil s pomočjo kamere za snemanje v visoki hitrosti, ki na sekundo posname več kot 1000 fotografij. S pomočjo te kamere bi lahko natančneje določil pravi reakcijski čas.

Na področju reakcijskega časa bi lahko raziskal še odvisnost reakcijskega časa od vrste dražljaja (svetlobni, zvočni, fizični ...). Pri svetlobni vrsti dražljajev bi lahko raziskal, če je reakcijski čas odvisen tudi od barve svetlobe. Prav tako bi lahko raziskal, kako na reakcijski čas med učenci vplivata utrujenost in zbranost.

7 VIRI IN LITERATURA

1. Ban, B. (2012). Koncentracija, reakcijski časi in motorične sposobnosti pri mladih smučarjih. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
2. Delić, E. (2017). Reakcijski časi v športu. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
3. Merske naloge v osnovni in srednji šoli. Slofit.org. Pridobljeno 26. 1. 2019 s <http://www.slofit.org/solar/merske-naloge>.
4. Podlesek, A. in Brenk, K. (2004). Osnove psihološkega merjenja: psihofizikalna metodologija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, oddelek za psihologijo.
5. Randolli, J., Črček, M., Leiner, N., Hartman, J., Pivec, B., Kranjc, B. (2012). Empirični model reakcijskega časa v odvisnosti od starosti oseb z uporabo računalniško krmiljene senzorske testne plošče. Pridobljeno 26. 1. 2019 s http://www.prometna.net/srednja/images/Novice/Empiricni_model_reakcijskega_casa_oseb_v_odvisnosti_od_starosti_z_uporabo_racunalnisko_krmiljene_senzorske_testne_plosce.pdf.

8 PRILOGE

PRILOGA A – Excelova tabela meritev in izračunov

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRČ	XXT	
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ				
1. a															
1	M														
2	M	44	50	40	44	0.30	99			0.99	0.99				
3	M	27	28	6	27	0.23	103	75	90	0.90	0.90				
4	M	37	42	34	37	0.27	87	69	75	0.75	0.75				
5	Ž	32	40	50	40	0.29	69	70	73	0.70	0.70				
6	Ž	25	28	20	25	0.23	65	72	68	0.68	0.68				
7	Ž	44	34	46	44	0.30	63	97	75	0.75	0.75				
8	Ž	44	38	56	44		78	67	65	0.67	0.67				
9	Ž	37	36	33	36	0.27	90	86	75	0.86	0.86				
10	Ž	34	35	34	34	0.26	60	66	78	0.66	0.66				
11	Ž	40	50	46	46	0.31	66	73	74	0.73	0.73				
						0.27				0.77	0.77				

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRČ	XXT	
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ				
2. a															
1	M	44	26	18	26	0.23	40	47	34	0.40	0.40	62.4	0.86	1.10	
2	M	23	22	18	22	0.21	42	44	72	0.44	0.44	59.8	0.79	1.06	
3	M	44	49	48	48	0.31	62	70	78	0.70	0.70	52.9	1.17	0.93	
4	M	44	31	32	32	0.26	100	82	85	0.85	0.85	51.0	0.95	0.90	
5	M	34	34	28	34	0.26	60	44	50	0.50	0.50	50.1	0.98	0.89	
6	Ž	44	34	32	34	0.26	87	75	72	0.75	0.75	61.4	0.98	1.08	
7	Ž	15	49	50	49	0.32	53	55	70	0.55	0.55	58.8	1.18	1.04	
8	Ž	28	30	32	30	0.25	77	87	68	0.77	0.77	56.3	0.92	0.99	
9	Ž	35	44	33	35	0.27	67	61	75	0.67	0.67	55.9	1.00	0.99	
10	Ž	49	49	50	49	0.32	90	87	85	0.87	0.87				
						0.27				0.65	0.65	56.6			

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRČ	XXT	
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ				
3. a															
1	M	22	29	32	29	0.24	50	53		0.52	0.52	58.5	0.92	1.15	
2	M	37	27	22	27	0.23	28	46	40	0.40	0.40	58.4	0.89	1.15	
3	M	31	29	20	29	0.24	64	33		0.49	0.49	53.9	0.92	1.09	
4	M	45	50	29	45	0.30		59	47	0.53	0.53	51.0	1.14	1.06	
5	M	40	41	18	40	0.29	36	57	70	0.57	0.57	46.0	1.08	1.03	
6	M	33	29	40	33	0.26	53	63	59	0.59	0.59	45.1	0.98	1.00	
7	M	17	19	24	19	0.20	28	78	53	0.53	0.53				
8	M	30	28	27	28	0.24	66	16	38	0.38	0.38				
9	M	37	30	41	37	0.27	53	54	62	0.54	0.54				
10	M	33	34	25	33	0.26	69	79	80	0.79	0.79				
11	Ž	38	27	34	34	0.26	69	72	75	0.72	0.72	55.3	0.99	0.90	
12	Ž	40	41	42	41	0.29	88	27	88	0.88	0.88	52.6	1.09	0.89	
13	Ž	29	30	39	30	0.25	69	62	78	0.69	0.69	37.1	0.93	0.73	
14	Ž	49	50	38	49	0.32	63	62	50	0.62	0.62				
15	Ž	38	33	32	33	0.26	78	75	80	0.78	0.78				

16	Ž	50	48	46	48	0.31	98	94	78	0.94	0.94			
17	Ž	33	47	40	40	0.29	68	78	75	0.75	0.75			
						0.27				0.63	0.63	52.2		

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRC	XXT	
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ				
4. a															
1	Ž	45	30	50	45	0.30	78	79	63	0.78	0.78	60.8	1.21	1.18	
2	M	28	19	30	28	0.24	56	57	56	0.56	0.56	59.6	0.96	1.16	
3	M	27	21	29	27	0.23	60	85	93	0.85	0.85	54.5	0.94	1.11	
4	M	32	30	32	32	0.26	35	58	43	0.43	0.43	52.1	1.02	1.06	
5	M	40	19	29	29	0.24	57	37	38	0.38	0.38	52.0	0.97	1.05	
6	M	34	38	31	34	0.26	28	53	53	0.53	0.53	51.3	1.05	1.01	
7	M	40	30	38	38	0.28	38	53	37	0.38	0.38	49.5	1.11	1.01	
8	M	29	35	27	29	0.24	40	44	25	0.40	0.40	35.0	0.97	1.00	
9	M	25	18	19	19	0.20									
10	Ž	26	35	29	29	0.24	40	33	99	0.40	0.40	57.0	0.97	0.98	
11	Ž	28	46	33	33	0.26	86	73	66	0.73	0.73	54.0	1.04	0.96	
12	Ž	37	39	23	37	0.27	60	33	47	0.47	0.47	50.3	1.10	0.96	
13	Ž	32	33	31	32	0.26	78	69	60	0.69	0.69	49.3	1.02	0.84	
14	Ž	44	29	33	33	0.26	72	63	41	0.63	0.63	43.3	1.04	0.68	
						0.25				0.54	0.54	51.9			

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRC	XXT	
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ				
5. a															
1	M	43	28	21	28	0.24	65	59	45	0.59	0.59	54.8	0.93	1.11	
2	M	28	30	26	28	0.24	44	51	34	0.44	0.44	54.0	0.93	1.07	
3	M	33	34	33	33	0.26	60	75	41	0.60	0.60	47.4	1.01	1.06	
4	Ž	25	29	27	27	0.23	29	32	30	0.30	0.30	56.6	0.91	1.06	
5	Ž	29	30	32	30	0.25	78	76	87	0.78	0.78	54.1	0.96	1.06	
6	Ž	28	31	35	31	0.25	43	39	46	0.43	0.43	54.0	0.98	1.06	
7	Ž	35	30	28	30	0.25	75	78	84	0.78	0.78	54.0	0.96	0.93	
8	Ž	44	43	45	44	0.30	87	57	63	0.63	0.63	44.1	1.17	0.86	
9	Ž	37	34	40	37	0.27	66	74	73	0.73	0.73	40.0	1.07	0.78	
10	Ž	45	47	39	45	0.30	65	55	54	0.55	0.55				
						0.26				0.59	0.59	53.2			

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRC	XXT	
		1. mer	2. mer	3. mer	mediana	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	mediana	RČ				
6. a															
1	M	25	24	27	25	0.23	53	53	44	0.53	0.53	59.6	0.92	1.18	
2	M	26	17	29	26	0.23	41	13	46	0.41	0.41	49.1	0.94	1.17	
3	M	24	38	34	34	0.26	41	37	37	0.37	0.37	47.1	1.07	1.08	
4	M	28	29	27	28	0.24	34	36	48	0.36	0.36	46.9	0.97	1.05	
5	M	25	29	31	29	0.24	43	38	42	0.42	0.42	43.6	0.99	0.97	
6	M	26	37	30	30	0.25	28	43	37	0.37	0.37	41.8	1.01	0.93	
7	Ž	29	30	32	30	0.25	87	73	76	0.76	0.76	59.0	1.01	0.93	
8	Ž	24	27	25	25	0.23	55	64	52	0.55	0.55	54.5	0.92	0.86	
9	Ž	25	30	29	29	0.24	65	77	52	0.65	0.65	53.1	0.99	0.83	
10	Ž	38	43	42	42	0.29	38	46	54	0.46	0.46				
						0.25				0.48	0.48	49.6			

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRC	XXT
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ			

7. a														
1	M	33	20	25	25	0.23	35	57	31	0.35	0.35	48.9	1.00	1.16
2	M	25	28	27	27	0.23	45	39	52	0.45	0.45	47.3	1.04	1.13
3	M	30	32	32	32	0.26	60	31	59	0.59	0.59	43.5	1.14	1.11
4	M	26	20	15	20	0.20	50	44	39	0.44	0.44	43.3	0.90	1.07
5	M	34	19	26	26	0.23	50	65	31	0.50	0.50	34.6	1.02	1.04
6	M	20	19	15	19	0.20	38	15	29	0.29	0.29			
7	Ž	23	21	22	22	0.21	47	69	60	0.60	0.60	52.8	0.94	0.96
8	Ž	32	25	24	25	0.23	57	41	41	0.41	0.41	51.4	1.00	0.95
9	Ž	23	28	25	25	0.23	60	31	41	0.41	0.41	50.3	1.00	0.81
10	Ž	44	34	27	34	0.26	72	38	34	0.38	0.38	37.0	1.17	0.76
						0.23				0.45	0.45	43.5		

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRČ	XXT
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ			
8. a														
1	M	20	19	22	20	0.20	33	35	67	0.35	0.35	57.5	0.91	1.21
2	M	17	14	13	14	0.17	44	40	28	0.40	0.40	55.5	0.76	1.13
3	M	37	34	31	34	0.26	38	39	44	0.39	0.39	45.6	1.18	1.09
4	Ž	19	20	18	19	0.20	48	45	37	0.45	0.45	61.6	0.88	1.09
5	Ž	26	24	32	26	0.23	56	66	65	0.65	0.65	55.4	1.03	1.06
6	Ž	21	23	21	21	0.21	38	42	56	0.42	0.42	53.8	0.93	0.90
7	Ž	28	23	20	23	0.22	57	41	38	0.41	0.41	45.0	0.97	0.89
8	Ž	29	30	27	29	0.24	38	35	34	0.35	0.35	44.1	1.09	0.87
9	Ž	27	25	31	27	0.23	38	63	37	0.38	0.38	37.9	1.05	0.75
10	Ž	42	31	35	35	0.27	48	37	55	0.48	0.48			
						0.22				0.43	0.43	50.7		

Raz.	Spol.	ravnilo s (cm)					štoparica t (s)					XT	XRČ	XXT
		1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ	1. mer	2. mer	3. mer	med	RČ			
9. a														
1	M	15	20	15	15	0.17	28	31	28	0.28	0.28	62.5	0.82	1.24
2	M	27	24	20	24	0.22	41	28	25	0.28	0.28	59.6	1.04	1.18
3	M	18	17	20	18	0.19						54.6	0.90	1.12
4	M	17	16	17	17	0.19	47	25	25	0.25	0.25	53.4	0.87	1.08
5	M	45	48	41	45	0.30	50	32	38	0.38	0.38	50.0	1.42	1.07
6	M	17	14	14	14	0.17	35	22	35	0.35	0.35	49.4	0.79	1.07
7	M	23	24	22	23	0.22	57	34	40	0.40	0.40	47.4	1.02	1.06
8	M	17	19	13	17	0.19	47	38	47	0.47	0.47	46.9	0.87	1.06
9	M	25	27	30	27	0.23	41	28	34	0.34	0.34	46.8	1.10	0.99
10	M	32	20	10	20	0.20	60	35	35	0.35	0.35	38.4	0.95	0.98
11	M	38	16	33	33	0.26	38	37	28	0.37	0.37	37.1	1.22	0.94
12	M	18	19	19	19	0.20	34	25	22	0.25	0.25			
13	Ž	28	20	20	20	0.20	35	34	91	0.35	0.35	56.3	0.95	0.93
14	Ž	19	18	22	19	0.20	78	32	32	0.32	0.32	54.1	0.92	0.93
15	Ž	31	23	24	24	0.22	34	34	37	0.34	0.34	53.8	1.04	0.93
16	Ž	24	19	24	24	0.22	40	66	28	0.40	0.40	53.6	1.04	0.91
17	Ž	17	25	19	19	0.20	32	28	32	0.32	0.32	47.1	0.92	0.76
18	Ž	27	32	38	32	0.26	35	47	41	0.41	0.41	45.8	1.20	0.74
19	Ž	20	24	19	20	0.20	34	40	34	0.34	0.34			
20	Ž	21	22	22	22	0.21	49	51	50	0.50	0.50			
						0.21				0.35		50.9		