

Utjecaj vrste podloge na brzinu promjene smjera kretanja kod nogometaša

Stojčević, Martin

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Kinesiology / Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:117:584363>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Kinesiology, University of Zagreb - KIFoREP](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje akademskog naziva:

Magistar kineziologije u edukaciji i nogometu)

Martin Stojčević

**UTJECAJ VRSTE PODLOGE NA BRZINU
PROMJENE SMJERA KRETANJA KOD
NOGOMETAŠA**

Diplomski rad

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Ivan Segedi

Zagreb, rujan, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Zagrebu

Kineziološki fakultet

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Hrvatska

Naziv studija: Kineziologija (integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij); Kineziologija u edukaciji i kineziterapiji

Vrsta studija: sveučilišni studij

Razina kvalifikacije: integrirani preddiplomski i diplomski studij

Studij za stjecanje akademskog

naziva: sveučilišni magistar kineziologije u edukaciji i nogometu

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Kineziologija

Vrsta rada: Znanstveno – istraživački

Naziv diplomskog rada: Utjecaj podloge na brzinu promjene smjera kretanja kod nogometaša

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Segedi

Utjecaj podloge na brzinu promjene smjera kretanja kod nogometaša

Martin Stojčević, 0034078491

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. Ivan Segedi | predsjednik - mentor |
| 2. doc. dr. sc. Valentin Barišić | član |
| 3. prof. dr. sc. Igor Jukić | član |
| 4. doc. dr. sc. Vlatko Vučetić | zamjena člana |

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Kineziološkog fakulteta,

Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

BASIC DOCUMENTATION CARD

DIPLOMA THESIS

University of Zagreb

Faculty of Kinesiology

Horvaćanski zavoj 15, 10000 Zagreb, Croatia

Title of study program Kinesiology (Integrated undergraduate and graduate university study Kinesiology); Kinesiology in Education and Kinesitherapy

Type of program: University

Level of qualification: Integrated undergraduate and graduate

Acquired title: University Master of Kinesiology in Education and Kinesitherapy

Scientific area: Social sciences

Scientific field: Kinesiology

Type of thesis: Scientific-research

Master thesis: **The impact of surface type on the speed of direction change for football players**

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivan Segedi

The impact of surface type on the speed of direction change for football players

Martin Stojčević. 0034078491

Thesis defence committee:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 1. izv. prof. dr. sc. Ivan Segedi | chairperson – supervisor |
| 2. doc. dr. sc. Valentin Barišić | member |
| 3. prof. dr. sc. Igor Jukić | member |
| 4. doc. dr. sc. Vlatko Vučetić | substitute member |

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Kinesiology,
Horvaćanski zavoj 15, Zagreb

Ovim potpisima se potvrđuje da je ovo završna verzija diplomskog rada koja je obranjena pred Povjerenstvom, s unesenim korekcijama koje je Povjerenstvo zahtijevalo na obrani te da je ova tiskana verzija istovjetna elektroničkoj verziji predanoj u Knjižnici.

Mentor:

Izv.prof. dr. sc. Ivan Segedi

Student:

Martin Stojčević

UTJECAJ VRSTE PODLOGE NA BRZINU PROMJENE SMJERA KRETANJA KOD NOGOMETAŠA

Sažetak

Motoričke sposobnosti su vrlo važan faktor za postizanje uspjeha u nogometnoj igri. Jedne od najvažnijih motoričkih sposobnosti koje direktno utječu na individualnu uspješnost u nogometnoj igri jesu brzina i agilnost. Visoka razina brzine i agilnosti mogu stvoriti dobre preduvjete za uvećanu sposobnost anticipacije, reakciju na protivnika i njihove odluke, te uslijed nepredvidljivih situacija, neposredno nakon percepcije novonastale situacije, reagirati brže od protivnika. Cilj istraživanja je utvrditi utječe li podloga na kojoj se nogometaš kreće na brzinu promjene smjera. Istraživanje je provedeno na 10 seniorskih nogometaša prosječne dobi od 23,40 godina, prosječne visine 184,67 cm i tjelesne mase 81,78 kg testirane u srpnju i kolovozu 2023.godine na podlogama prirodne trave, umjetne trave i u sportskoj dvorani, na parketu. Kroz primjenu eksperimentalnog dizajna istraživanja, promatrane varijable i uspoređivanja su sljedeći motorički testovi: Koraci u stranu (s), 20 jardi (s), T – drill test (s), Arrowhead test (s), Trčanje na 20 metara maksimalnom brzinom (s). Prikupljeni podaci i rezultati svih testova dobiveni su putem visoko preciznih senzora Microgate Witty sustavom fotoćelija. Rezultati testiranja nakon očitavanja i analize pokazali su statistički značajnu razliku između tri podloge ($p < 0,05$), međutim, ono što je važno za nogometnu igru, na podlogama prirodne trave i umjetne trave razlika nije statistički značajna u 7 testiranih varijabli ($p > 0,05$). Rezultati u svim varijablama iskazuju razliku, ali ne statistički značajnu. Za dobivanje rezultata i obradu podataka korišteni su *Witty sustav fotoćelija* i *Statistica 14.0*.

Ključne riječi: motoričke sposobnosti, nogomet, utjecaj podloge, brzina, agilnost

THE IMPACT OF SURFACE TYPE ON THE SPEED OF DIRECTION CHANGE FOR FOOTBALL PLAYERS

Abstract

Motor skills are one of the key factors in achieving success in football game. Among the most important motor skills that directly impact individual performance in football are speed and agility. A high level of speed and agility can create good conditions for an enhanced ability to anticipate, react to opponents and their decisions, and respond faster than opponents in unpredictable situations immediately after perceiving a newly emerged situation. The aim of this research is to determine whether the surface on which football player moves influences the speed of direction change and reaction speed. The study was conducted on 10 senior football players with average age of 23,40 years, an average height of 184,68 cm, and an average weight of 81,78 kg tested in July and August of 2023., on three surfaces: natural grass, artificial turf, and on parquet floor in a sports hall. Through application of an experimental research design, the observed variables and comparisons included the following motor tests: Lateral shuffle (s), 20-yard sprint (s), T – drill Test (s), Arrowhead test (s), 20 – meter sprint (s). The collected data and results of all tests were obtained using highly precise Microgate Witty sensor photocell system. The test results revealed a statistically significant difference among the three surfaces ($p < 0.05$). However, what is crucial for football gameplay is that on both natural grass and artificial turf surfaces, there is no statistically significant difference across the 7 tested variables ($p > 0.05$). The results for all variables indicate a distinction, albeit not statistically significant. To obtain results and process the data, the Witty photocell system and Statistica 14.0 were employed.

Keywords: motor skills, football, surface impact, speed, agility

SADRŽAJ

1. UVOD	8
1.1 STRUKTURALNA ANALIZA	11
1.2 TERENI ZA NOGOMETNU IGRU	12
1.3 BRZINA I AGILNOST U NOGOMETU	14
1.4 PROBLEM ISTRAŽIVANJA	16
2 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA	17
3 CILJ RADA I HIPOTEZE	19
4 METODE ISTRAŽIVANJA	19
4.1. Uzorak ispitanika	19
4.2. Uzorak varijabli	20
4.3 Provedba istraživanja	21
4.3.1 Zagrijavanje	21
4.3.2 Koraci u stranu	22
4.3.3 20yardi (Test agilnosti – 20 jardi)	23
4.3.4 T – drill test	24
4.3.5 Arrowhead test agilnosti	25
4.3.6 20m (Trčanje na 20 metara)	26
4.4 Mjerni instrumenti	27
4.4.1 Mjerna vrpca, traka	27
4.4.2 Microgate – Witty fotoćelije	27
4.5 Metode obrade podataka	28
5 REZULTATI ISTRAŽIVANJA	28
6 RASPRAVA	33
7 ZAKLJUČAK	35
8 LITERATURA	36

1. UVOD

Nogomet, jedinstveni sport koji je svojom globalnom eskpanzijom postao najpopularniji i najrasprostranjeniji sport diljem svijeta, nije više samo igra, nego i kultura, strast i globalni fenomen. Povijest samog sporta koji se diljem svijeta može pronaći pod nazivima *soccer* ili *football* seže stoljećima unatrag i obuhvaća različite oblike sportskih igara koje uključuju udaranje lopte stopalom U antičkom Rimu i Grčkoj, postajele su igre koje su uključivale udaranje lopte stopalom, a slične aktivnosti su se provodile u Kini, Japanu i ostalim dijelovima svijeta. Nogomet se može, a i igra se posvuda. Dovoljno je biti na nekoj površini pravokutnog oblika i imati neke oznake za vrata. „Moderni“ nogomet, čije obrise prepoznajemo dan danas datira još iz 19.stoljeća, sa svojim počecima u Engleskoj.

U Engleskoj kroz lokalne varijacije igara s loptom, postepeno su se spojile kako bi stvorili osnovna pravila modernog nogometa. Prvi takav pisani pravilnik nogometne igre, napisan je 1863.godine, kada je osnovana i Engleska nogometna udruga (FA – Football Association). Prva verzija nogometa usvojila je pravilo da samo jedan igrač u momčadi od ukupno 11 smije loptu nositi rukama i to unutar svog kaznenog prostora i da taj igrač mora imati različitu majicu od ostatka svoje momčadi kako bi sudac mogao raspoznati tko je „golman“. (<https://www.thefa.com/about-football-association/what-we-do/history>). Od tog davnog početka nogometa, ljudi su, bez obzira gdje žive, u stanju vezati se za klub ili momčad čija je lokacija u drugoj državi, gradu i udruživati se u neke navijačke skupine, te se vezati emocionalno za iste.

„Osnovni cilj nogometne igre je pobijediti protivnika većim brojem postignutih golova.“ (Gabrijelić, 1964). Mnoštvo preokreta i slavlje prilikom postizanja zgoditaka je jedan od razloga zašto je nogomet jedan od najpopularnijih sportova na svijetu. Atraktivan sport u kojem je postizanje zgoditaka moguće bilo kojim dijelom tijela osim rukama, otežava sami cilj, budući da je motorički puno zahtjevnije manipulirati loptom svim drugim dijelovima tijela osim rukama.

Povijest nogometa u Hrvatskoj seže više od 100 godina u povijest i obuhvaća bogatu tradiciju, uspjehe i strast prema ovom sportu. Prvi tragovi organiziranog nogometa u Hrvatskoj datiraju s kraja 19. i početka 20. stoljeća. Prvi nogometni klub u Hrvatskoj osnovan je 1903.godine pod nazivom Hrvatski akademski športski klub (HAŠK) u Zagrebu

(<https://hask.hr/povijest-2/>). Nogometna kultura u Hrvatskoj je izuzetno snažna, posebno ako je riječ u Hrvatskoj nogometnoj reprezentaciji. Najveći uspjesi Hrvatske nogometne reprezentacije popraćeni su s ogromnim zanimanjem stanovnika Hrvatske, a najveći uspjesi su: brončana medalja na svjetskom prvenstvu 1998.godine u Francuskoj, srebrna medalja na svjetskom prvenstvu 2018.godine u Rusiji, te brončana medalja na svjetskom prvenstvu 2022.godine u Kataru. Nogometna kultura je značajna u Hrvatskoj, a u prilog tome ide da je na dočeku nogometaša 2018.godine, bilo otprilike 500 000 ljudi na Trgu bana Josipa Jelačića u Zagrebu.

Kako je nogomet jedan od najpopularnijih sportova, mnoštvo djece se u ranoj dobi počinje baviti nogometom. U ranom djetinjstvu bavljenje nogometom ima izuzetno važnu ulogu u fizičkom, socijalnom i emocionalnom razvoju djece. Bavljenje nogometom djetetu pruža temeljne vještine i iskustva koja mogu oblikovati ljubav prema sportu i razvoj djeteta. Tijekom nogometne igre, dijete potiče razvoj motoričkih vještina kao što su koordinacija ruku i nogu, snagu, razvijanje trčanja i skokova, osjećaj za ravnotežu, kretanje u raznim smjerovima, te manipulaciju stranim objektom. Također, uz motorički razvoj, vrlo je bitan aspekt razvoja socijalne interakcije, s obzirom da je nogomet momčadski sport, dijete uči surađivati s drugima, komunicirati, dijeliti, razumijeti raspodjelu uloga unutar grupe i dodatni razvoj osjećaja zajedništva. Uz navedeni motorički i socijalni razvoj, aktivno sudjelovanje u nogometu utječe na razvoj kognitivnih vještina, razvijanje ljubavi prema sportu, te naposljetku ključnu stvar, na zabavu i radost. U dječjem razdoblju, naglasak bi trebao biti na igri, zabavi i razvijanju osnovnih vještina.

Djeca se u nogomet često uključuju putem školskih programa, lokalnih klubova i naravno, gledajući nogomet na nekoj od platformi, najčešće na televiziji. Budući da se mnogo djece počne baviti nogometom, velika je konkurencija za uspjeh i za globalni uspjeh, slavu i izvanredne rezultate.

Trening mladih dobnih kategorija može se definirati kao višegodišnji proces pripreme koji je usmjeren na razvoj sposobnosti i osobina te učenje specifičnih motoričkih znanja, da bi se mladi sportaši osposobili za postizanje visokih natjecateljskih rezultata na svakom stupnju dugoročne sportske specijalizacije. (Milanović, Jukić, Itoudis, 1994.)

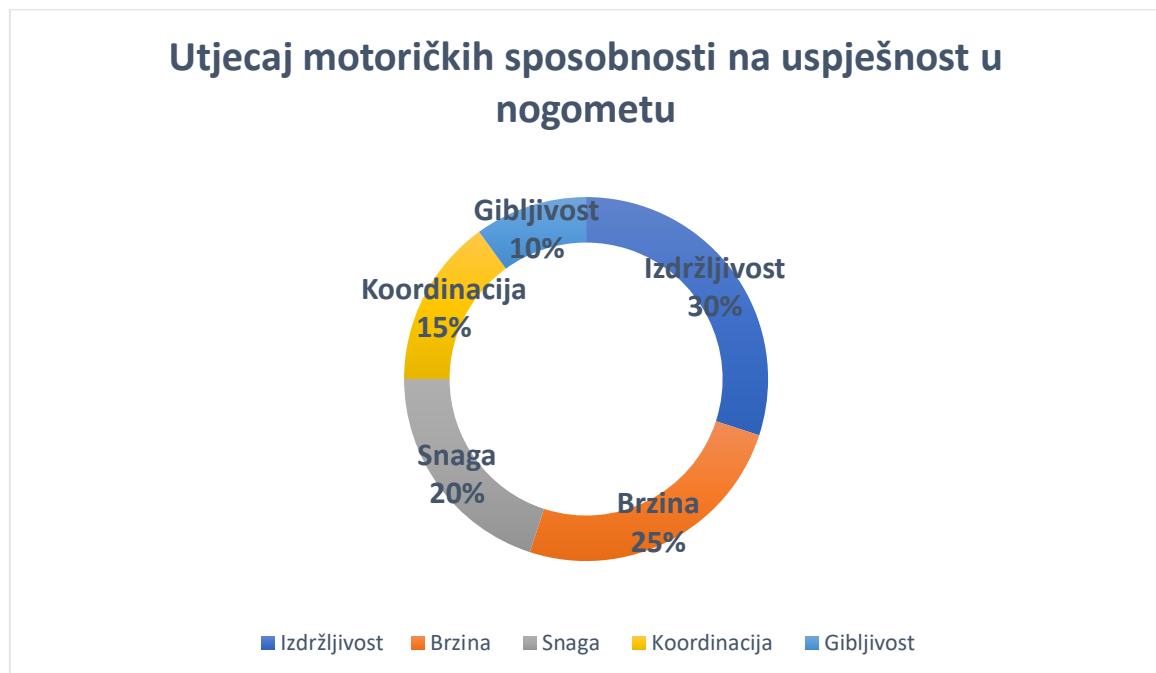
Uspješnost i ostvarivanje sportskih uspjeha svoj temelj postavilo je u primjeni znanstvenih spoznaja u praktičnom radu sa momčadima i sportašima. Današnja filozofija trenažnog procesa

u timskim sportovima, temelji se na znanstvenom pristupu i na spoznajama koje su dobivene na eksperimentalan način. (Milanović, 2011)

Upravo zbog velike konkurencije, uspješnost u nogometu ovisi o brojnim čimbenicima. Neki od glavnih čimbenika uspješnosti u nogometu su eksplozivna jakost, maksimalna jakost, aerobna izdržljivost, ravnoteža, brzina i agilnost, fleksibilnost, anaerobna izdržljivost, mišićna izdržljivost (Marković i Bradić, 2008).

U današnje vrijeme treneri i stručnjaci izdvajaju konativne osobine kao neke od najvažnijih značajki za sportski uspjeh. Za cjelovit uspjeh koji je moguće ostvariti, potrebno je mnogo toga da se poklopi, ali su i neophodne antropološke karakteristike (dobro zdravstveno stanje, sastav tijela, te tjelesne i mentalne sposobnosti), sposobnosti i znanja specifična za sport (tehnika i taktika, tipične motoričke vještine, teoretska znanja kao i znanja za adaptaciju u društvu). Također treba navesti i situacijsku efikasnost i rezultate koji se postižu prilikom natjecanja. (Dujmović, 2020).

Motoričke sposobnosti kao jedne od ključih za individualnu uspješnost u sportu također su determinirane u postocima. Utjecaj pet ključnih motoričkih sposobnosti za uspješnost u nogometu definirane su u sljedećim postocima: izdržljivost 30%, brzina 25%, snaga 20%, koordinacija 15%, gibljivost 10% (Milanović, 2013).



Slika 1. Milanović, D. (2013), Teorija treninga

Također, nogomet je sport složenog karaktera s visokim zahtjevima postavljenim pred igrače. Velik broj informacija dovodi do znatnog fiziološkog opterećenja te sadrži mnoštvo tehničko – taktičkih elemenata koji zahtjevaju veliku psihičku snagu. Kompleksnost je produkt mnoštva tehničko – taktičkih komponenti koji se tijekom utakmice pojavljuju kao produkt suradnje više igrača jedne momčadi ili individualnih odluka i akcija. Strukturalnom analizom možemo jednostavno objasniti i ukupnu kompleksnost nogometa kao sportske igre (Sporiš i suradnici, 2014.)

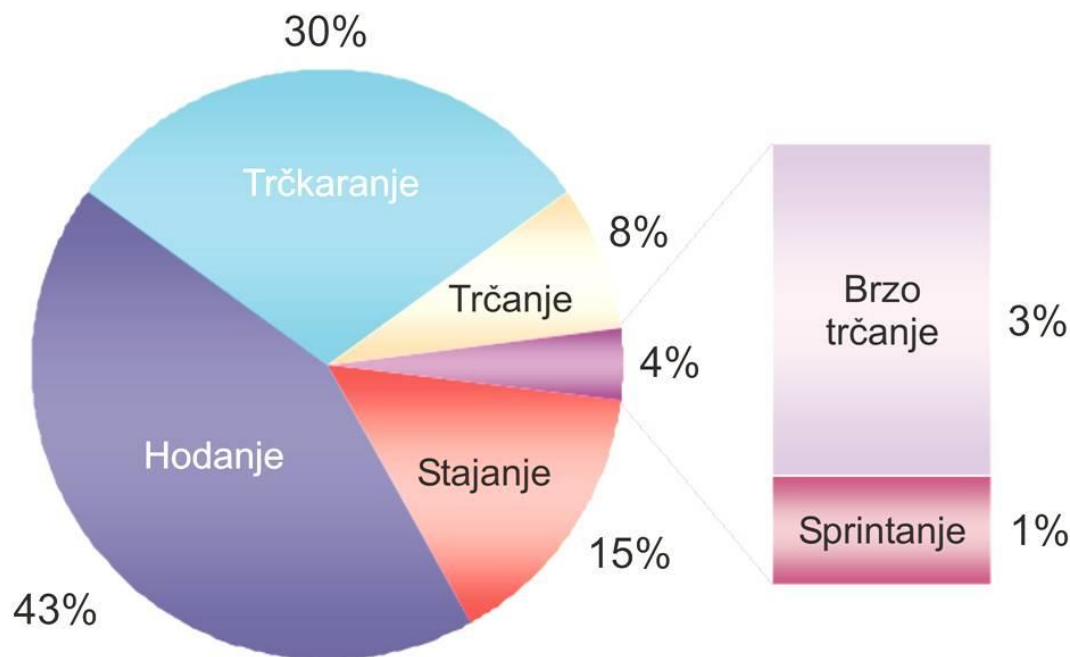
1.1 STRUKTURALNA ANALIZA

Tijekom nogometne utakmice, igrači prijeđu velike količine distance. Nogomet pripada kategoriji sportova na kojima je distanca prijeđena u jednoj utakmici među najvećima. U današnjem nogometu, na vrhunskoj razini igrači prijeđu 11 do 15 kilometara raznovrsnim intenzitetima kretanja (Bangsbo i sur., 1994; Reilly 1996). Također, zanimljiv podatak je da od ukupnog vremena provedenog na terenu, u prosjeku nogometaši provedu samo 2% u kontaktu s loptom (Reilly, 1996).

U vremenu provedenom na terenu tijekom samo jedne nogometne utakmice igrači naprave preko 1200 specifičnih promjena smjera kretanja, koje se u prosjeku pojavljuju svakih 4 do 6 sekundi (Marković i Bradić, 2008).

U današnjem nogometu, igrači moraju biti vrhunsko funkcionalno sposobni kako bi izdržali sve zahtjeve tijekom sezone. Najspremniji igrači pretrče i preko 15 kilometara tijekom jedne nogometne utakmice, ali naravno da ta distanca nije prijeđena jednakim intenzitetom i brzinom kretanja.

Vrhunski nogometaši većiu vremena provedu hodajući < 7 km/h (43%) i trčkarajući 7 do 14 km/h (30%). Umjerenom brzinom koja se vrednuje brzinom između 15 i 19 km/h, nogometaši se kreću na terenu svega 8% vremena. 4% od ukupnog vremena tijekom nogometne utakmice nogometaši trče velikom ili maksimalnom brzinom i to u omjeru 3% trčeći velikom brzinom (20 do 25 km/h), dok svega 1% vremena trče maksimalnom brzinom koja se očitava brzinom iznad 25 km/h što je prikazano u slici nastavno u tekstu (Marković i Bradić, 2008).



Slika 2. Prikaz postotaka aktivnosti kod vrhunskih nogometaša tijekom jedne utakmice (Marković i Bradić, 2008).

1.2 TERENI ZA NOGOMETNU IGRU

Službene nogometne utakmice moraju se odigravati na igralištu koje je pravokutnog oblika, u rasponu od 90 do 120 metara dužine, te 45 do 75 metara širine.

FIFA predlaže dimenzije terena koje iznose 105 metara dužine i 68 metara širine (<https://publications.fifa.com/en/football-stadiums-guidelines/technical-guideline/stadium-guidelines/pitch-dimensions-and-surrounding-areas/>), dok UEFA za europske i međunarodne utakmice predlaže dimenzije nogometnog igrališta definirane u rasponu od 100 do 105 metara dužine, te 64-68 metara širine. (<https://www.uefa.com/insideuefa/news/025c-0f8e775cbd76-a467351b03e2-1000--mud-plastic-and-grass-the-evolution-of-the-football-pitch/>)

Nogomet se može igrati na podlogama prirodne trave, umjetne trave i sve češće korištenoj podlozi – hibridna trava.

Prirodna trava (*eng. Natural grass*) je tradicionalni i često preferirani izbor za nogometne terene posebno na profesionalnoj razini. Kvalitetno održavana prirodna trava pruža igračima prirodan osjećaj, dobar kontakt s loptom i estetski ugodan okoliš. Prirodna trava nudi autentičan osjećaj pod nogom igrača, samim time omogućava bolji kontakt s loptom i kontrolu

pokreta. Estetski faktor ima pozitivan utjecaj na doživljaj nogometne igre i stvara ugodniju atmosferu. Prirodna trava također ima svojstva drenaže koja omogućavaju brzo sušenje površine nakon kiše, te se održava ekološka ravnoteža. Prirodna trava se integrira s okolnim krajolikom, stvarajući harmoniju s okolinom. Bogatu tradiciju povijesti u nogometu, te je jedan od klasičnih izbora za terene. Međutim, održavanje prirodne trave može biti zahtjevno, neki od glavnih zadataka su redovita košnja, gnojidbu, kontrolu bolesti i štetnika te odgovarajuće zalijevanje. Također, podloga je vrlo osjetljiva na vremenske uvjete poput suše, ekstremnih temperatura ili oborina.

Umjetna trava (*eng. Artificial turf*) je poznata pod nazivom kao sintetička, plastična trava, a predstavlja alternativu prirodnoj travi na nogometnim terenima. Sastoji se od vlakana koji su stvoreni od umjetnih materijala poput polietilena ili polipropilena te podloge koja omogućava odgovarajuću drenažu. Umjetna trava također ima svoje prednosti i nedostatke, što je vrlo važno za uzeti u obzir prilikom odabira podloge za nogometno igralište. Prednosti umjetnog nogometnog terena su te da se na takvom terenu može igrati tijekom cijele godine, odnosno omogućeno je kontinuirano igranje unatoč vremenskim uvjetima, uključujući kišu, snijeg i ekstremne temperature, teren je upotrebljiv kroz cijelu godinu. Tereni s umjetnom travom zahtijevaju znatno manje održavanja u usporedbi s prirodnom travom, nema potrebe za košnjom, gnojidbom i slično što automatski smanjuje troškove za održavanje terena. Igrači će se tijekom utakmice, treninga ili prilikom ikakvog boravka na terenu susretati s istim uvjetima na svakom dijelu terena, a u slučaju oborina, teren se neće oštetiti te će se brzo osušiti. Također, teren se može u jednom danu koristiti za više utakmica, i neće biti oštećen. Nedostaci terena s umjetnom travom su ti da igrači imaju drugačiji osjećaj pod nogama, te je manje „udoban“. Veći je rizik od nastanka određenih vrsta ozljeda vezane uz zglobove, ligamente i mišiće. Umjetna trava izgleda manje prirodno u odnosu na prirodnu travu te može imati ekološke implikacije zbog upotrebe plastičnih materijala.

Hibridna vrsta travnjaka je inovativno rješenje za nogometne stadione, a riječ hibridno jasno daje do znanja da je riječ o kombinaciji, u ovom slučaju kombinaciji prirodne i umjetne trave. Stvara se podloga koja ima bolju otpornost na oštećenja, bolju dreniranost i smanjuje potrebu za intenzivnim održavanjem. Hibridni travnjak je kombinacija prednosti prirodne trave (prirodan osjećaj, bolja interakcija s loptom) s prednostima umjetne trave (otpornost na klimatske uvjete, veća izdržljivost podloge na oštećenja). Osim izdržljivosti podloge, unaprijeđena je dreniranost, stabilnost površine koja je vrlo važna za prevenciju ozljeda kod nogometaša i za bolje kretanje. Konstantna kvaliteta, bez velikih varijacija u izgledu i

performansama, manji troškovi održavanja, produženi raspon upotrebe i optimizirana izvedba. U posljednje vrijeme, hibridna trava postaje sve češći izbor za stadione diljem svijeta, kako bi se osigurala optimalna kvaliteta površine i optimalne izvedbe igrača.

Izbor vrste terena na stadionu često ovisi o preferencijama, budžetu, klimatskim uvjetima i ciljevima stadiona ili sportskog objekta.

1.3 BRZINA I AGILNOST U NOGOMETU

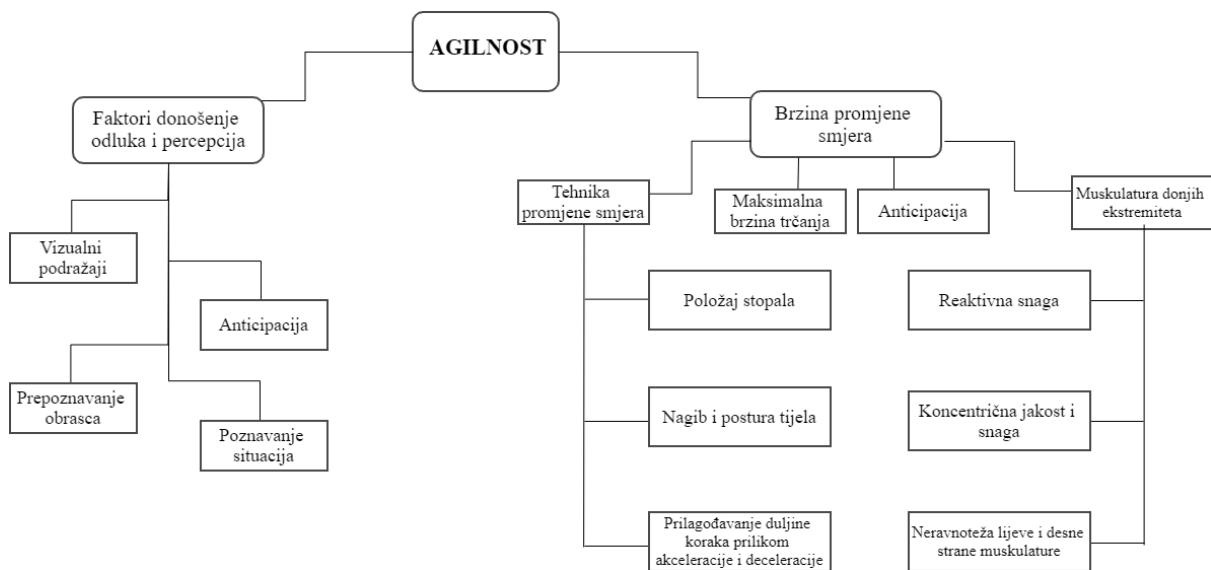
Brzina kao motorička sposobnost uključuje brzo reagiranje i izvršavanje jednog ili više pokreta koje se ogleda u savladavanju nekog puta u jedinici vremena. Brzina se može podijeliti na osnovne sposobnosti koje su: brzina reakcije, brzina pojedinačnog pokreta, frekvencija pokreta, startna brzina, brzinska izdržljivost. Napredak motoričke sposobnosti, brzine omogućuje nogometnim igračima veću razinu anticipacije i bržu adaptaciju na nepoznati podražaj, unaprijeđuje akceleraciju, omogućuje efikasnu promjenu smjera kretanja, kao i brže deceleracije kako bi se igra razvijala brzo, dinamično te kako bi se smanjile pogreške koje se događaju zbog iscrpljenosti ili umora (Polman, R., Bloomfield, J., & Edwards A., 2009). U velikom broju sportskih aktivnosti, brzina je jedan od najvažnijih čimbenika koji determiniraju uspjeh ili neuspjeh. Brzina ima koeficijent urođenosti 0.9 što znači da je genetski uvjetovana, ali da i postoje senzibilne faze za njen adekvatan razvoj. S obzirom na ove podatke, vrlo je važno odabrati period kada se brzina razvija i uz koje metode kako bi postigli optimalan razvoj iste motoričke sposobnosti.

Tablica 1. Plan utjecaja na brzinska svojstva prema senzibilnim fazama (Jozak i sur, 2010).

BRZINA/GODINE	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tehnika trčanja	**	**	**	***	***	***	***	***	**	**	*	*
Brzina reakcije	**	**	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**
Brzina pravocrtnog trčanja	**	**	***	***	*	*	*	*	**	**	***	***
Brzina promjene smjera kretanja	*	*	**	***	*	*	*	*	**	***	***	***
Frekvencija pokreta	**	**	***	***	*	*	*	*	**	***	***	***
Brzina zaustavljanja	*	*	*	*	*	*	*	*	**	***	***	***

Legenda: * - mali utjecaj, ** - srednji utjecaj, *** - visoki utjecaj

Agilnost je također jedna vrlo važna komponenta u svakoj sportskoj aktivnosti, a naravno to se odnosi i na nogomet. Spoj brzine kretanja tijela, anticipacije, vremena reakcije i tehnike trčanja i okreta ključna je za upravljanje svojim tijelom na nepoznati podražaj. Nogometaši često moraju jako brzo reagirati i mijenjati smjer kretanja kako bi se prilagodili dinamičnim situacijama na terenu s loptom, bez lopte i naravno u tranziciji. Agilnost zahtjeva vrlo visoku razinu koordinacije gornjeg i donjeg tijela kako bi se omogućila brza promjena smjera uz minimalni gubitak brzine kretanja. Visoka reaktivnost pomaže im također da donose brzo odluke i izvedbu odgovarajućih akcija. Za ovu motoričku sposobnost, fleksibilnost i snaga ključni su za brzu promjenu smjera i izvedbu okreta. Postoje razne definicije agilnosti, ali ona je često opisana kao brzina promjene smjera kretanja cijelog tijela usred nekog impulsa bez gubitka ravnoteže (Sheppard & Young, 2006).



Slika 3. – univerzalne komponente agilnosti (Sheppard & Young, 2006)

Nogomet je vrlo energičan i dinamičan sport koji uvjetuje vrhunsku razvijenost gotovo svih motoričkih sposobnosti uslijed značajnog broja izmjena smjera kretanja, naglih ubrzanja i zaustavljanja, nepoznatih podražaja na koje igrač mora reagirati. U nogometu se, kao najvažnije fizičke i kondicijske sposobnosti koje utječu na uspješnost u nogometu ističu aerobna i anaerobna izdržljivost, jakost, snaga, brzina i agilnost (Marković i Bradić, 2008). Igrači s razvijenijom agilnošću će se lakše nositi u obrambenim zadacima, a u fazi napada će lakše savladati protivnika i pronaći više prostora za sebe na terenu.

1.4 PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Nogomet je sportska igra u kojoj se zahtjeva mnoštvo taktičkih i tehničkih elemenata, a uspješnost u nogometu uvjetuje od igrača vrhunsku razvijenu razinu motoričkih, ali i funkcionalnih sposobnosti te zahtjeva visoko razvijena motorička znanja. Popularnost i rasprostranjenost nogometne igre dovela je do različitih modifikacija koje se mogu susresti i u trenažnom, ali i u natjecateljskom okruženju. Pored različitih dimenzija terena i druga velika varijacija odnosi se na podlogu na kojoj se odvija nogometna igra. Promjena smjera kretanja odnosno agilnost, sastavni je dio nogometne igre, kao i brzina kretanja nogometaša. Samim time, s obzirom da se nogomet igra na različitim podlogama, različita je sama biomehanika kretanja, promjene smjera na tim podlogama. Potrebno je utvrditi utjecaj različitih podloga na

sposobnost promjene smjera kretanja. Prilikom istraživanja, podloge na kojima su se provodili testovi su prirodna trava, umjetna trava i dvoranski parket.

Istraživanje je provedeno tijekom ljetne pauze između dvije sezone, prije samog mjerenja, ispitanicama su utvrđene osnovne antropometrijske karakteristike. Izravno prije samog istraživanja, sportaši su izvodili standardizirano zagrijavanje kako bi u što većoj mjeri smanjili rizik od ozljede prilikom maksimalne izvedbe zadataka, podigli temperaturu tijela, te motoričke testove potrebne za ovo istraživanje izvodili u optimalnim uvjetima. Nakon zagrijavanja provedeni su sljedeći motorički testovi: Koraci u stranu (s), 20 jardi test (s), T – drill test (s), Arrowhead test (s), Arrowhead test s loptom (s), Trčanje na 20 metara (s). Nakon testiranja, svi podaci su uneseni u tablicu, analizirani te opisani. Nogometaši su testove izvodili kroz tri tjedna, odnosno svaki tjedan su odrađivali iste zadatke izvoditi na jednoj od tri podloge, te će se iz rezultata vidjeti utječe li podloga na rezultate u testovima za procjenu agilnosti aktivnih nogometaša.

2 DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U dosadašnjim istraživanjima u kojima se istraživao utjecaj podloge na promjenu smjera nogometaša, najčešće su se istraživale dvije podloge, odnosno prirodna trava i umjetna trava.

Gould HP, Lostetter SJ, Samuelson ER, Guyton GP (2020) istraživali su utjecaj podloge na ozljedu donjih ekstremiteta tijela. Na ovu temu, ukupno je objavljeno 53 rada u razdoblju između 1972.godine i 2020.godine. Istraživanje je pokazalo da je povećan rizik od ozljede stopala i skočnog zgloba na umjetnoj travi dok nema statistički značajne razlike u ozljedama koljena i kuka između umjetne trave i prirodne trave.

(Xiao M., i suradnici, 2022) došli su do zanimljivog zaključka u svom istraživanju, a to je da značajno veći rizik od ozljede prednje križne sveze na umjetnoj travi imaju nogometašice u odnosu na nogometaše. Značajno veći broj ozljeda prednje križne sveze se događa u ženskom nogometu u odnosu na muški.

Burger A., Janković S., Bjelanović L. (2022) istraživali su upotrebu i primjenu umjetnih terena u sportovima, te su zaključili da umjetni tereni imaju sve veću implementaciju u zadnjih 20 godina, a jedan od razloga je veliki razvoj tehnologije. Nogomet je ipak najrašireniji i najpopularniji sport na planeti, pa je iz tog razloga među prvima upotrebljavao terene s

umjetnom travnatom podlogom u treninge i službene utakmice. Trenutno se implementira umjetna trava četvrte generacije, međutim u počecima to nije izgledalo dobro. Podloge prvih generacija su imale značajno povećan rizik od ozljede u odnosu na prirodnu travu. Također, vrlo je važno pripaziti na toksičnost granulata koji su postavljeni na podlogu umjetne trave kako bi se prevenirala dermatološka i respiratorna oboljenja.

Gains GL, Swedenhjelm AN, Mayhew JL, Bird HM, Houser JJ (2010) istraživali su postoji li razlika u promjeni smjera i maksimalnoj brzini na umjetnoj i pravoj travi u američkom nogometu. 24 studenta izvodili su testove 40 jardi sprint i agilnost na obje površine. Vrijeme je mjereno putem elektroničkog sustava i došli do zaključka da u nije bilo statistički značajne razlike u testu pravocrtno na 40 jardi, ali u testu za procjenu promjene smjera, postojala je statistički značajna razlika.

Istraživanje iz 2011. godine uspoređivalo je razliku u testovima agilnosti između futsal i nogometnih igrača. Motorički testovi i zadaci koji su se u ovom istraživanju izvodili bili su Slalom test, Slalom test s loptom, Sprint s okretom za 90 stupnjeva, Sprint s okretom za 90 stupnjeva prilikom vođenja lopte i Sprint 9-3-6-3-9 m. Istraživanje u kojem je sudjelovalo 40 futsal igrača i 42 nogometaša pokazalo je da nema statistički značajne razlike između nogometaša i futsal igrača u agilnosti, ali da se sport razlikuje u dinamici. (Milanović, Z., Sporiš, G., Trajković, N., 2010).

MG Hughes i suradnici (2013) istraživali su fiziološke reakcije i izvedbu na umjetnoj i prirodnoj travi u kontroliranoj simulaciji. Niti prosječni puls niti koncentracija mliječne kiseline u krvi nisu se razlikovale na umjetnoj travi i prirodnoj travi kao ni broj ponavljajućih sprinteva, ni brzina.

Stone KJ, Hughes MG, Stemberge MR i suradnici (2016) su također istraživali utjecaj podloge na fiziološka opterećenja ali i oporavak nakon nogometne simulacije. Međutim do istog zaključka su došli, odnosno da podloga nema značajnog utjecaja na fiziološku adaptaciju kao ni na obrazac oporavka.

3 CILJ RADA I HIPOTEZE

Cilj ovog rada je utvrditi utječe li vrsta podloge na izvedbu testova za procjenu agilnosti kod nogometaša na uzorku od 10 seniorskih, aktivnih nogometaša.

HIPOTEZE:

H0: ne postoji statistički značajna razlika u istraživanim varijablama između tri različite podloge

H1: postoji statistički značajna razlika u istraživanim varijablama između tri različite podloge

4 METODE ISTRAŽIVANJA

4.1. Uzorak ispitanika

U ovom radu istraživanje je provedeno na 10 seniorskih nogometaša prosječne dobi od 23,40 godina, prosječne visine 184,67 cm i tjelesne mase 81,78 kg testirane u srpnju i kolovozu 2023.godine na podlogama prirodne trave, umjetne trave i u sportskoj dvorani, na parketu u Istarskoj županiji. Prije sudjelovanja u istraživanju, svi sportaši su bili upoznati s ciljem istraživanja, mogućim rizicima samim sudjelovanjem na testiranje te su svi dobrovoljno pristupili testiranju. Protokol testiranja u se nije razlikovao u danima kada se provodilo istraživanje. Motorički testovi su se izvodili tijekom ljetne stanke između sezona, a za potrebe ovog istraživanja koristi se Microgate – Witty sustav fotočelija.

4.2. Uzorak varijabli

Testiranje motoričkih sposobnosti seniorskih nogometaša odrađeno je kroz period od tri tjedna i testirano je putem 5 testova motoričkih sposobnosti.

Ispitanici su testirani u sljedećim testovima motoričkih sposobnosti s pripadajućim mjernim jedinicama:

- Koraci u stranu (s)
- 20 jardi – test agilnosti (s)
- T – drill test agilnosti (s)
- Arrowhead test agilnosti (s)
- Arrowhead test agilnosti s loptom (s)
- Trčanje na 20 metara (s)

Tablica 2. Uzorak varijabli

Kratica	Test	Mjerna jedinica
KUS	Koraci u stranu	Sekunda (s)
20yard	Test agilnosti – 20 jardi	Sekunda (s)
Tdrill	T – drill test	Sekunda (s)
Arrow	Arrowhead test agilnosti	Sekunda (s)
ArrowBall	Arrowhead test agilnosti s loptom	Sekunda (s)
20m	Trčanje na 20 metara	Sekunda (s)

4.3 Provedba istraživanja

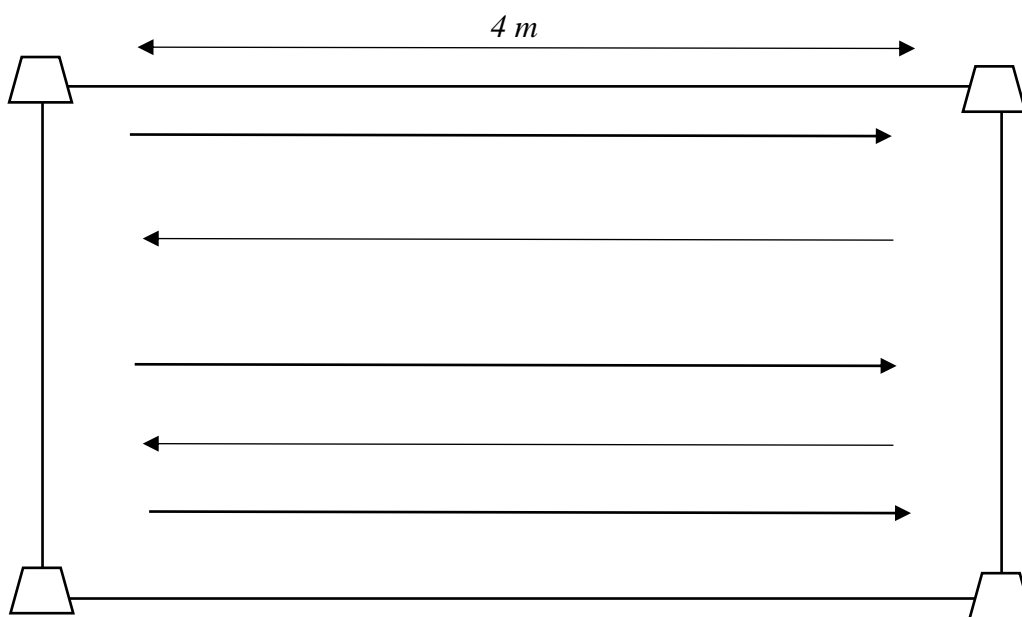
Nogometaši koji su sudjelovali u istraživanju su prvo izvodili testove na prirodnoj travi, zatim na umjetnoj travi, te na posljetku na parketu u dvorani. Testiranje se provodilo kroz razdoblje od 2 tjedna, te niti jedan nogometaš nije odradio testove na dvije različite podloge u manjem razmaku od 2 dana.

4.3.1 Zagrijavanje

Svaki igrač neposredno prije početka istraživanja i testiranja proveden je kroz zagrijavanje kako bi prije svega zagrijao tijelo i prevenirao ozljede, podigao razinu pulsa i fiziološki adaptirao tijelo na napor. U svakom od tri istraživanja vježbe su se izvodile istim redoslijedom i u istom trajanju. Protokol zagrijavanja sastojao se od nekoliko povezanih vježbi škole trčanja. U mjestu su sportaši izvodili dinamičko istežanje koje se sastojalo od raznih vježbi dominantno za donje ekstremitete, te vježbe na podu za mobilnost kukova, trčanje niskim intenzitetom, trčanje unatrag niskim intenzitetom, niski skip, nakon kojeg su izvodili poluisoki skip, zatim visoki skip uz postepeno podizanje ritma izvođenja zadataka, zabacivanje jedne potkoljenice, zatim zabacivanje druge potkoljenice, naizmjenično zabacivanje potkoljenica, izbacivanje potkoljenica s naglaskom na čvrsto odgurivanje s vrha stopala, dokoračno kretanje u jednu i drugu stranu, prekorak – zakorak, skokovi s noge na nogu, grabeći korak, postupno ubrzavanje, sprint s naglim zaustavljanjem, sunožni skokovi u mjestu, sunožni skokovi u pravocrtnom kretanju, iskoraci, naizmjenični bočni iskoraci, prednoženja, zanoženja te su uslijedile vježbe dinamičkog istežanja. Nakon završetka ovog protkola testiranja, igrači su imali kratku stanku za relaksaciju i rehidraciju te bili spremni za početak testiranja.

4.3.2 Koraci u stranu

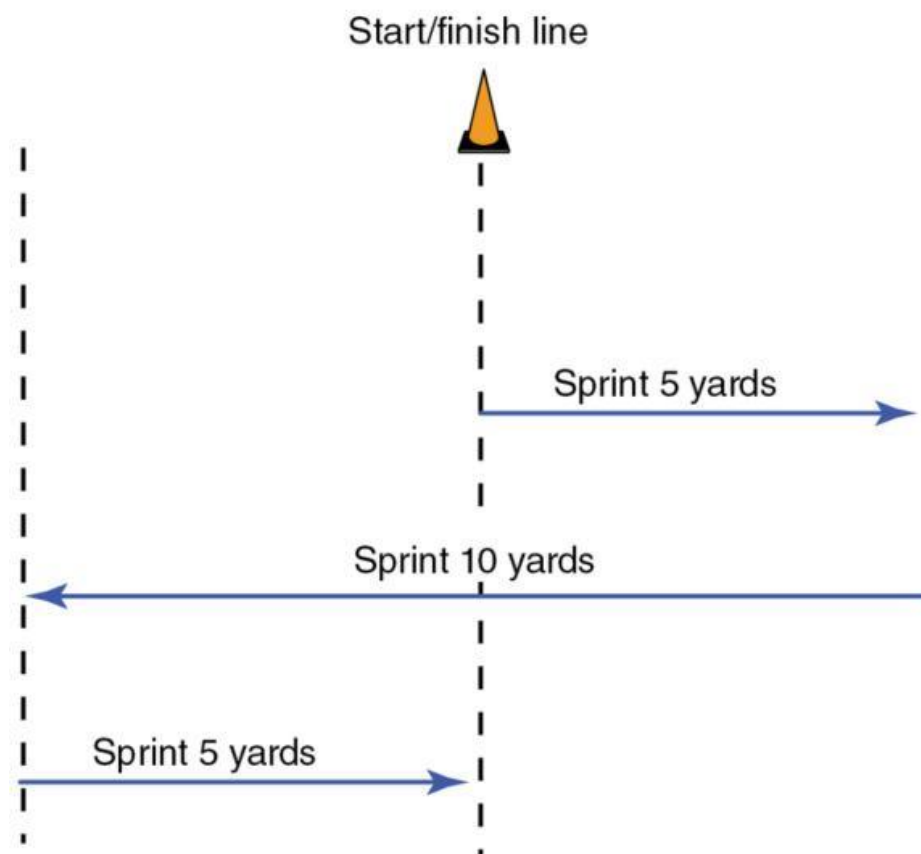
Prilikom izvođenja testa Koraci u stranu, ispitanik stoji na liniji između fotočelija bočno okrenut prema startnoj liniji. S njegove desne strane nalazi se linija na udaljenosti od 4 metra od startne linije. Ispitanik započinje test prolaskom kroz fotočelije, te se na taj način označava početak odbrojavanja vremena, a ispitanik se dokoračno maksimalnom brzinom kreće do linije koja se nalazi na 4 metra udaljenosti od startne linije. U trenutku kada mu je bliže stopalo na liniji 4 metra, ispitanik se dokoračnom tehnikom kreće što brže do startne linije. Ukupno izvodi 3 kruga, odnosno 6 dužina od 4 metra. Test se završava tako što ispitanik ponovnim prolaskom kroz fotočelije prekida lasersku nit i završava odbrojavanje vremena. Brzina uspješnosti ovog testa se mjeri u sekundama.



Slika 4. – Test agilnosti Koraci u stranu

4.3.3 20yardi (Test agilnosti – 20 jardi)

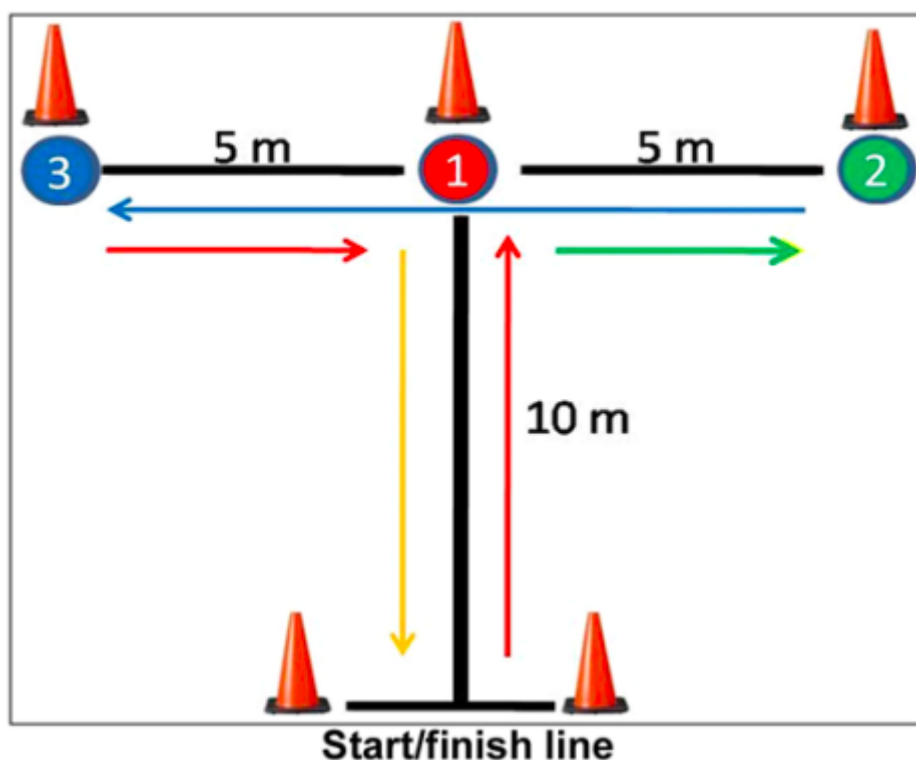
Ispitanik izvodi test agilnosti trčanja 20 jardi s početkom na liniji koja se nalazi na sredini testa pokraj fotoćelija. S lijeve i desne strane od središnje linije postavljene su linije na udaljenosti od 5 jardi (4,57 metara). Ispitanik stoji bočno okrenut prema u odnosu na linije. Unutarnja noga ispitanika je što bliže središnjoj liniji, a prolaskom kroz fotoćelije ispitanik započinje test i vrijeme počinje odbrojavati. U trenutku kada je ispitanik spreman okreće se frontalno prema desno postavljenoj liniji, kada dotakne liniju stopalom, izvodi okret za 180 stupnjeva maksimalnom brzinom i u što kraćem vremenskom periodu istrči nasuprot do lijevo postavljene linije, radi drugi okret od 180 stupnjeva te prolazi kroz fotoćelije i time završava svoj test. Brzina uspješnosti ovog testa se mjeri u sekundama.



Slika 5. Test 20yards (Slika preuzeta sa: <https://fitnessandhealthpromotion.ca/wp-content/uploads/formidable/15/20-yard-shuttle.jpg>)

4.3.4 T – drill test

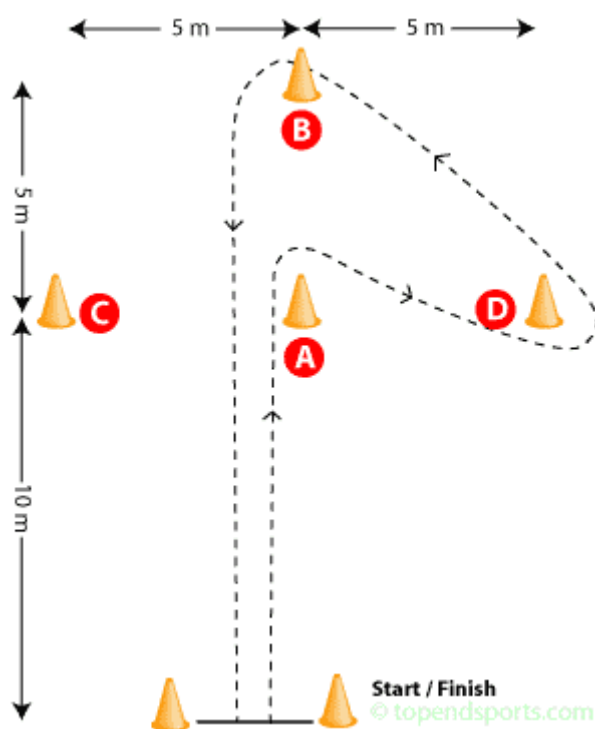
Početna pozicija ispitanika je iza startne linije na kojoj su postavljene fotoćelije, u raskoračnom stavu s odraznom nogom iza prednje. S prolaskom kroz fotoćelije test započinje s odbrojavanjem, a ispitanik izvodi maksimalan sprint do srednjeg čunja koji se nalazi na 10 metara od središnje linije, zaobilazi ga i izvodi kretanje dokoračnom tehnikom do desnog čunja udaljenog 5 metara od središnjeg. Nakon dolaska do desnog čunja izvodi dokoračnu tehniku maksimalnom brzinom do lijevog čunja koji se nalazi na 10 metara udaljenosti, odnosno 5 metara od središnjeg čunja. Prilikom dolaska do lijevog čunja, ispitanik izvodi također dokoračnu tehniku do centralno postavljenog čunja, zaobilazi ga dokoračnom tehnikom i trčanjem unatrag prolazi kroz liniju koja je omeđena fotoćelijama, a samim time se vrijeme zaustavlja i test završava. Očitava se vrijeme uspješnosti testa, a uspješnost se mjeri u sekundama.



Slika 6. T – drill test (slika preuzeta sa: https://s3.amazonaws.com/kajabi-storefronts-production/products/84293/images/JFLj4V2ORXnynMNXLohw_Screen_Shot_2018-08-09_at_3.53.19_pm.png)

4.3.5 Arrowhead test agilnosti

Početna pozicija ispitanika je iza startne linije na kojoj su postavljene fotoćelije, u raskoračnom stavu s odraznom nogom iza prednje. S prolaskom kroz fotoćelije test započinje s odbrojanjem, a ispitanik izvodi maksimalan sprint do srednjeg čunja koji se nalazi na 10 metara od središnje linije, ispitanik izvodi desni okret oko središnjeg čunja i frontalno nastavlja maksimalni sprint do desnog čunja koji se nalazi 5 metara udaljena od središnjeg čunja, radi okret u lijevu stranu prema središnjem najdaljem čunju koji se nalazi 15 metara udaljen od startne linije, ispitanik ponovno izvodi okret u lijevu stranu te maksimalno istrčava 15 metara do startne odnosno završne linije. Prolaskom kroz fotoćelije ovaj test se završava, a njegova uspješnost također se mjeri u sekundama. Ispitanik izvodi prvi test u desnu stranu, zatim u lijevu stranu, a za kraj izvodi isti ovaj test s vođenjem lopte u stranu gdje izvodi uspješnije ovaj zadatak.

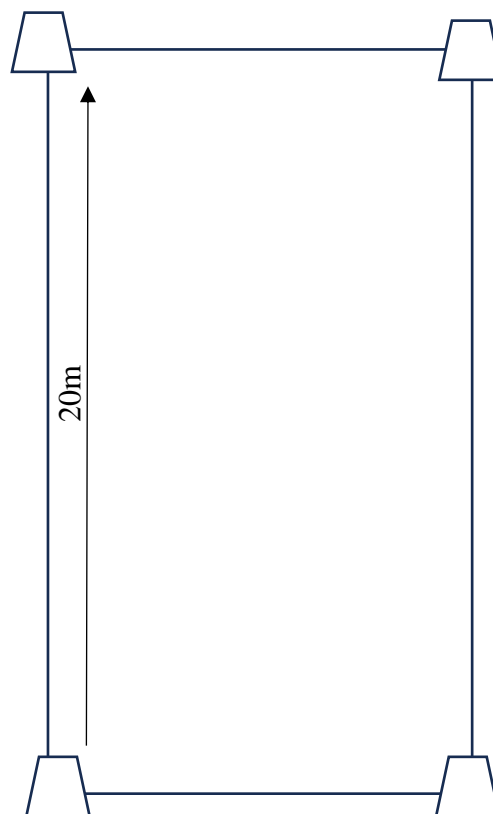


Slika 7. – Arrowhead test agilnosti (slika preuzeta sa:

<https://www.topendsports.com/testing/images/arrowhead-agility.gif>)

4.3.6 20m (Trčanje na 20 metara)

Početna pozicija ispitanika je visoki start iza startne linije na kojoj se nalazi jedan sustav fotoćelija. Od početne linije izmjerena je dužina od 20 metara udaljenosti u smjeru nasuprot od početne linije, a na liniji 20 metara udaljenoj od početne linije nalazi se drugi sustav fotoćelija. Prolaskom kroz prvi set, ispitanik započinje svoj test i odbrojavanje, a prolaskom kroz set koji se nalazi 20 metara udaljen od startne linije završava svoj test i fotoćelija očitava vrijeme prolaska. Vrijeme uspješnosti provedbe ovog testa mjeri se u sekundama.



Slika 8. Test 20m

4.4 Mjerni instrumenti

4.4.1 Mjerna vrpca, traka

Mjerni instrument mjerna traka korišten je prilikom mjerenja točne udaljenosti za svaki od navedenih testova kako bi testovi bili što precizniji.

4.4.2 Microgate – Witty fotoćelije

Zbog integriranog sustava prijenosa radijskog signala sa rasponom koji iznosi 150 metara, fotoćelije su iznimno pouzdane. Radijski signal omogućava to, da se prikupljeni podaci prenose uz minimalna odstupanja s najvećom mogućom preciznošću ($\pm 0,4$ tisućinke). U kineziologiji se ovakav sustav koristi za testove koji zahtijevaju mjerenje prolaznog vremena ili konačnog vremena, najčešće testovi brzine i agilnosti.

U ovom istraživanju sustav je korišten za mjerenje svih testova, odnosno mjerenja: Koraci u stranu, 20 jardi test agilnosti, T- drill test agilnosti, Arrowhead test agilnosti te test Trčanje na 20 metara.



Slika 5. – Witty fotoćelije (slika preuzeta sa: <https://larussport.hr/wp2/wp-content/uploads/2016/11/witty-09.jpg.webp>)

4.5 Metode obrade podataka

Za potrebe analize dobivenih rezultata koristit će se programski paket STATISTICA, ver. 14.0.0.15. za sve navedene varijable biti će iskazani deskriptivni statistički parametri, a razlike u postignutom rezultatu između dvije točke mjerenja iste grupe ispitanika testirati će se putem multivarijatne analize varijance za ponovljena mjerenja (MANOVA za ponovljena mjerenja). Rezultati će se smatrati statistički značajnima uz $p < 0,05$. U slučaju da nisu zadovoljeni kriteriji normalnosti distribucije koristit će se neparametrijska statistička metoda.

5 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Nakon kompletiranog testiranja i očitavanja rezultata testiranja, obavljena je deskriptivna statistika kako bi se prikazale razlike u mjerenjima, postoje li razlike, te ako postoje razlike, jesu li statistički značajne, i u kojim motoričkim testovima su najznačajnije. U konačnici bi trebali doći do zaključka, utječe li podloga po kojoj se nogometaš kreće na rezultate u testovima za procjenu agilnosti i je li razlika u mjerenjima statistički značajna.

Tablica 3. Deskriptivni pokazatelji – testiranje na prirodnoj travi

Legenda: broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, Minimum – najmanja vrijednost, Maksimum – najveća vrijednost,

Varijable	Deskriptivna statistika (Prirodna trava)				
	Broj ispitanika	AS	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
KUS	10	7,38	6,71	8,27	0,47
20yards	10	4,39	4,21	4,83	0,19
Tdrill	10	10,33	10,02	10,79	0,26
ArrowR	10	8,21	7,93	8,65	0,22
ArrowL	10	8,26	8,01	8,65	0,20
ArrowBall	10	9,85	9,38	10,33	0,30
20m	10	3,22	3,04	3,44	0,13

Std. Dev. – standardna devijacija

Pregledom rezultata deskriptivne statistike testiranja na prirodnoj travi, u testu Koraci u stranu prosječna vrijednost je $7,38 \pm 0,47$ sekundi. U testu agilnosti 20yard prosječna vrijednost iznosi $4,39 \pm 0,19$ sekundi, T – drill testu agilnosti prosječna vrijednost je $10,33 \pm 0,26$ sekundi. Arrowhead test agilnosti u desnu stranu ima prosječnu vrijednost $8,21 \pm 0,22$ sekundi, dok u lijevu stranu prosječna vrijednost iznosi $8,26 \pm 0,20$ sekundi. Arrowhead test s vođenjem lopte

u jednu stranu svoju prosječnu vrijednost ima $9,85 \pm 0,30$ sekundi, a za test Trčanje 20 metara maksimalnom brzinom prosječna vrijednost iznosi $3,22 \pm 0,13$ sekundi

Tablica 4. Deskriptivni pokazatelji – testiranje na umjetnoj travi

Varijable	Deskriptivna statistika (Umjetna trava)				
	Broj ispitanika	AS	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
MAGKUS	10	7,61	6,89	8,33	0,44
20yards	10	4,50	4,31	4,75	0,16
T-Drill	10	10,02	9,40	10,67	0,40
Arrowhead R	10	8,06	7,64	8,45	0,23
Arrowhead L	10	8,03	7,65	8,41	0,23
Arrowhead Ball	10	9,62	9,01	10,30	0,41
20m sprint	10	3,20	3,01	3,40	0,13

Legenda: broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, Minimum – najmanja vrijednost, Maksimum – najveća vrijednost, Std. Dev. – standardna devijacija

Uvidom u rezultate deskriptivne statistike testiranja na umjetnoj travi, u odnosu na prirodnu travu, test Koraci u stranu sa prosječnom vrijednošću $7,61 \pm 0,44$ sekunde je u prosjeku sporiji u usporedbi sa prirodnom travom. Test 20 jardi svoju prosječnu vrijednost ima $4,50 \pm 0,16$ sekundi što je kao i test Koraci u stranu u prosjeku sporije na umjetnoj travi u odnosu na prirodnu travu. T – drill test agilnosti za prosječnu vrijednost ima $10,02 \pm 0,40$ sekundi što je u usporedbi s prosječnom vrijednošću na prirodnoj travi brže vrijeme. Arrowhead test u desnu stranu su ispitanici izveli s prosječnom vrijednošću $8,06 \pm 0,23$ sekunde, a u lijevu stranu $8,03 \pm 0,23$ sekunde. Prosječna vrijednost testa Arrowhead s vođenjem lopte iznosi $9,62 \pm 0,41$ sekunde. U usporedbi s prirodnom travom svi Arrowhead testovi imaju bolju prosječnu vrijednost u odnosu na iste testove izvedene na prirodnoj travi. Prosječna vrijednost trčanja na 20 metara iznosi $3,20 \pm 0,13$ sekunde.

Tablica 5. Deskriptivni pokazatelji – testiranje u dvorani, na parketu

Varijable	Deskriptivna statistika (Dvorana)				
	Br.isptianika	AS	Minimum	Maksimum	Std.Dev.
MAGKUS	10	7,99	7,27	8,66	0,45
20yards	10	4,76	4,38	5,63	0,39
T-Drill	10	10,59	10,01	11,54	0,48
Arrowhead R	10	8,52	8,21	9,03	0,28
Arrowhead L	10	8,53	8,18	9,30	0,34
Arrowhead Ball	10	10,46	10,09	11,15	0,30
20m sprint	10	3,25	3,08	3,58	0,14

Legenda: broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, Minimum – najmanja vrijednost, Maksimum – najveća vrijednost, Std. Dev. – standardna devijacija

Pregledom deskriptivne statistike testiranja u dvorani, vidljivo je da je prosječna vrijednost testa Koraci u stranu $7,99 \pm 0,45$ sekunde, test agilnosti 20 jardi prosječna vrijednost $4,76 \pm 0,39$ sekunde, T – drill test prosječnu vrijednost ima $10,59 \pm 0,48$, Arrowhead u desnu stranu prosječnu vrijednost ima $8,52 \pm 0,28$, Arrowhead test u lijevu stranu $8,53 \pm 0,34$, dok Arrowhead test s vođenjem lopte prosječnu vrijednost ima $10,46 \pm 0,30$ sekunde. Trčanje na 20 metara za svoju prosječnu vrijednost ima $3,25 \pm 0,14$ sekunde. Uvidom u deskriptivnu statistiku vidljivo je da su rezultati postignuti na parketu u prosjeku slabiji u odnosu na rezultate na umjetnoj travi i prirodnoj travi.

Tablica 6. One way ANOVA

	Test	Vrijednost	F	p
Podloga	Wilks	0,22	2,89	0,01

Legenda: F – F-test, p –razina značajnosti razlika

Uvidom u Tablicu 6., jasno je vidljivo da postoji statistički značajna razlika ($p < 0,05$) u testovima za procjenu agilnosti na različitim podlogama, odnosno da podloga po kojoj se nogometaš kreće utječe na izvedbu promjene smjera kretanja.

Tablica 7. ANOVA Post – hoc tests (Tukey HSD)

Varijabla MAGKUS			
Podloga	PT 7,38	UT 7,61	DV 7,99
PT		0,53	0,02
UT	0,53		0,19
DV	0,02	0,19	
Varijabla 20yards			
Podloga	PT 4,39	UT 4,50	DV 4,76
PT		0,64	0,02
UT	0,64		0,14
DV	0,02	0,14	
Varijabla T-Drill			
Podloga	PT 10,33	UT 10,02	DV 10,59
PT		0,23	0,35
UT	0,23		0,01
DV	0,35	0,01	
Varijabla Arrowhead R			
Podloga	PT 8,21	UT 8,06	DV 8,52
PT		0,41	0,03
UT	0,41		0,00
DV	0,03	0,00	
Varijabla Arrowhead L			
Podloga	PT 8,26	UT 8,03	DV 8,53
PT		0,18	0,10
UT	0,18		0,00
DV	0,10	0,00	
Varijabla Arrowhead Ball			
Podloga	PT 9,85	UT 9,62	DV 10,46
PT		0,32	0,00
UT	0,32		0,00
DV	0,00	0,00	
Varijabla 20m			
Podloga	PT 3,22	UT 3,20	DV 3,25
PT		0,93	0,90
UT	0,93		0,71
DV	0,90	0,71	

Legenda: PT – prirodna trava, UT – umjetna trava, DV – dovrana (parket). Vrijednosti u tablici su p.

Uvidom u tablicu 7., razdijeljenu po varijablama, jasno se može zaključiti u kojim varijablama i na kojim podlogama postoji statistički značajne razlike. U varijabli Koraci u

stranu, statistički značajno se razlikuju rezultati postignuti u dvorani u odnosu na rezultate postignute na prirodnoj travi. U testu agilnosti 20 jardi također nema statistički značajne razlike između prirodne trave i umjetne trave, ali statistički se značajno razlikuju rezultati u dvorani na parketu u odnosu na prirodnu travu. U varijabli T – drill test, statistički značajno se razlikuju dvoranski rezultati i rezultati postignuti na umjetnoj travi odnosno značajno sporiji su rezultati na parketu u dvorani. Arrowhead test u desnu stranu se statistički ne razlikuje značajno između prirodne trave i umjetne trave, ali rezultati postignuti u dvorani su značajno sporiji u odnosu na preostale dvije podloge. Arrowhead test u lijevu stranu se razlikuje statistički značajno između umjetne trave i dvorane, ali u preostalim podlogama se ne razlikuje statistički. Arrowhead test agilnosti s vođenjem lopte se statistički značajno razlikuje u dvorani u usporedbi s preostalim podlogama. Značajno sporija je kontrola lopte i kretanje s loptom u nogama u odnosu na umjetnu travu i prirodnu travu. Trčanje 20 metara odnosno maksimalan sprint se ne razlikuje statistički značajno između podloga.

6 RASPRAVA

Rezultatima ovog istraživanja i rada utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike u testiranim varijablama na tri različite podloge. 10 seniorskih nogometaša s područja Istarske županije testirani su na podlogama prirodne trave, umjetne trave i dvoranskoj podlozi na parketu. Statističkom metodom ANOVA-e jasno je vidljivo da se rezultati između tri podloge statistički značajno razlikuje, a detaljnom Post – hoc (Tukey HSD) analizom utvrđeno je u kojim varijablama i na kojim podlogama postoji statistički značajna razlika. ANOVA metodom u ovom istraživanju potvrđeno je da postoji značajna razlika u svim varijablama koje uključuju promjenu smjera, a to su Koraci u stranu, 20 jardi test agilnosti, T – drill test, Arrowhead test. Rezultati ovog istraživanja upućuju na to da se testirani nogometaši najsporije kreću na parketu u dvorani, ali treba uzeti u obzir da su to nogometaši koji imaju puno veće iskustvo igranja na prirodnoj i umjetnoj travi. Nogometaši su izvodili zadatke na prirodnoj i umjetnoj travi u kopačkama, dok su u dvorani koristili tenisice za površinu parketa. U svim rezultatima podaci se razlikuju međutim nisu statistički značajne razlike. Prilikom provedbe istraživanja, jasno se vidjelo da su sportaši mijenjali tehnike ubrzavanja zaustavljanja, promjene smjera i vođenja lopte na svakoj podlozi. Na prirodnoj travi sportaši su centar mase tijela imali postavljen u višoj točki, te su se pomoću čepova na dnu kopački zaustavljali jednostavnije i mijenjali pravac efikasno, što je bilo utvrđeno metodom opservacije. Zanimljivo je to što su na testovima na kojima se ne može razviti velika brzina (Koraci u stranu, 20 jardi test agilnosti) sportaši imali bolje vrijeme na prirodnoj travi. Prilikom izvedbe su izvodili duže korake i samim time manji broj koraka, te su uz pomoć donje strane kopački jednostavnije radili okrete ili promjene smjera, te samim time bili uspješniji na testovima. U t – drill testovima, također je jasno vidljiva razlika u obrascu i tehnici kretanja i promjenama smjera. Na umjetnoj travi sportaši su u kasnijoj fazi počeli izvoditi tehniku usporavanja usitnjavanjem koraka, spuštali centar mase tijela i zaobilazili čunjeve puno bliže i jasno je bila vidljiva stabilnost trupa i cijelog tijela prilikom promjene smjera. Kod Arrowhead testova bilo je isto tako uočljiva razlika u tehnici kretanja, koja je najbližnja bila izvedbi u T – drill testu. Na umjetnoj travi su sportaši izgledali najstabilnije i najsigurnije prilikom izvedbe promjene smjera. Prilikom testiranja u dvorani, također se jasno vidjela razlika u tehnici samog trčanja i promjene pravaca. Prilikom izvedbe zadatka Koraci u stranu, sportaši su izvodili veći broj koraka, bili nestabilniji i imali su značajno sporije vrijeme u odnosu na ostale podloge. U testu 20 jardi također je bila vidljiva promjene tehnike okreta, sportaši su centar mase tijela spuštali još niže kako bi imali što bolje

uvjete za promjenu smjera, međutim promjena smjera je bila sporija u odnosu na ostale podloge. Budući da postoji statistički značajna razlika u rezultatima testova koji procjenjuju agilnost i brzinu promjene smjera, potvrđena je hipoteza H1. U ovom radu testirane su tri podloge (prirodna trava, umjetna trava i dvoranski parket), međutim na samo dvije podloge od navedene tri je dopušteno igrati službene nogometne utakmice. To su prirodna trava i umjetna trava, a uz navedene dvije, sve više klubova se odlučuje za implementaciju inovativne podloge koja uključuje kombinaciju prednosti prirodne trave i prednosti umjetne trave, te zajedno tvore hibridni travnati teren. U testiranju provedenom u ovom istraživanju, nema statistički značajne disproporcije u testovima za procjenu agilnosti između prirodne trave i umjetne trave, međutim ovaj rad ima prostora za nastavak istraživanja s uključivanjem i hibridne travnate površine u istraživanje. S obzirom na rezultate ovog istraživanja, u trenažnom procesu nogometaša koji treniraju i igraju utakmice na umjetnoj travi, definitivno treba povećati vrijeme prilagodbe odnosno zagrijavanja kako bi svi zglobovi donjih ali i gornjih ekstremiteta bili bolje adaptirani na napore na podlozi pod kojom nogometaši nemaju prirodan osjećaj kretanja i osjećaj s loptom, ali i veći rizik od ozljede na umjetnoj travi. Također, ukoliko nogometaš trenira na umjetnoj travi, a utakmice igra na prirodnoj travi, zbog promjene podloge, preporučeno je dulje i adekvatno zagrijavanje iz istog razloga. Zdravlje nogometaša ali i rekreativaca je najbitnije, stoga je potrebno učiniti sve korake kako bi se rizik od ozljede sveo na minimum. Raznim vježbama za mobilnost zglobova prije samog napora, treninga ili utakmice u kontroliranim uvjetima bez protivnika, ali i zagrijavanjem muskulature moguće je uvelike smanjiti rizik od nastanka ozljeda, koje svaki sportaš želi izbjeći. A kao što je već opisano ranije u ovom radu, odabir površine za stadion uvelike ovisi o budžetu, a kao takva, hibridna trava je najskuplje rješenje za klubove. U dosadašnjim istraživanjima uspoređivani su testovi za procjenu agilnosti između futsal igrača i nogometaša, međutim na istoj podlozi i istraživanje je pokazalo da nema statistički značajne razlike. (Milanović, Z., Sporiš, G., Trajković, N., 2010). Također, 2010. godine se provodilo istraživanje na Američkom sveučilištu na 24 igrača Američkog nogometa u svrhu usporedbe sprinta na 40 yardi i testom agilnosti na umjetnoj travi i prirodnoj travi. Njihovi rezultati ukazali su na to da nema statistički značajne razlike u sprintu na 40 yardi (pravocrtnom) kao i u ovom istraživanju, međutim ovo istraživanje, također je objavilo da postoji statistički značajna razlika u brzini izvedbe zadataka agilnosti odnosno brzine promjene smjera između umjetne trave i prirodne trave, točnije da igrači ostvaruju statistički značajno bolje vrijeme na umjetnoj travi. (Gains GL i sur., 2010).

Uzimajući u obzir zaključke dobivene u ovom istraživanju, možemo potvrditi da nema statistički značajne razlike u performansama i izvedbama promjene smjera, ali imajući na umu i druga istraživanja koja su istraživala postoji li povećan rizik od ozljede i računajući na ogromne i sve veće napore kojima se izlažu vrhunski nogometaši s obzirom na veliki broj utakmica u sezoni, sigurnije je igranje na prirodnoj travi ili hibridnoj travi koja se sve češće implementira na nogometne travnjake diljem svijeta, naročito u elitnim razinama natjecanja.

7 ZAKLJUČAK

Jedan od ključnih faktora za uspjeh u nogometnoj igri jesu dobro razvijene motoričke sposobnosti koje bi igrači trebali razvijati od rođenja tijekom cijele karijere. Sjajne motoričke sposobnosti omogućit će sportašu lakše i jednostavnije usvajanje tehničko – taktičkih elemenata. U ovom istraživanju cilj je bio utvrditi utječe li podloga po kojoj se nogometaš kreće na brzinu promjene smjera kretanja nogometaša, te se za dobivanje rezultata koristio Witty sustav fotočelija. U ovom istraživačkom radu uspoređivale su se tri podloge, stoga se koristila odgovarajuća statistička metoda (ANOVA) kako bi se na najbolji način mogli rezultati interpretirati. Promjena smjera ili agilnost vrlo je važan segment nogometne igre. S dobro razvijenom agilnošću, obrambeni igrači će se bolje postaviti u odnosu na napadača, brže reagirati na nepoznate impulse i imati više vremena za donošenje adekvatne odluke. Vezni igrači se uz dobro razvijenu agilnost mogu bolje snazaliti u sredini terena gdje su promjene smjera jako česte i vrlo važne za dominaciju, dok napadači i krilni igrači agilnost koriste za savladavanje protivnika i oslobađanje prostora, te stvaranje prostora i priliku za postizanje pogotka koji je na kraju krajeva glavni cilj ove igre. Glavni cilj ove igre je postizanje što većeg broja zgoditaka u odnosu na suprotnu momčad (Bašić, 2016). Dobivenim rezultatima utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u promjeni smjera na parketu u dvorani ($p < 0,05$), međutim na podlogama na kojima se odigravaju službene nogometne utakmice nema statistički značajne razlike. Na prirodnoj travi i umjetnoj travi jasno su vidljive razlike u ostvarenim vrijednostima, međutim razlika nije statistički značajna ($p > 0,05$). Rezultati ovog testiranja mogu pomoći u izradi plana i programa treninga iz razloga što u tehnici promjene smjera ima prostora za napredak kod testiranih sportaša, kao i kod djece i ostalih natjecatelja.

8 LITERATURA

Bangsbo J. (1994a). Energy demands in competitive soccer. *Journal of sports sciences*, 12 Spec No, S5–S12.

Bangsbo, J. (1994b). *Fitness training in football : a scientific approach*. August Krogh Institute, University of Copenhagen, [Copenhagen], Denmark

Bašić, D. (2016). *Validacija notacijskog sustava za analizu izvedbe u nogometu*. (Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu. Kineziološki fakultet).

Burger, A., Janković, S. i Bjelanović, L. (2022). Upotreba umjetnih podloga u sportu. *Hrvatski časopis zdravstvenih znanosti*, 2 (2), 120-125.
<https://doi.org/10.48188/hczz.2.2.9>

Dujmović, P. (2000). *Škola nogometa*. Zagreb: Zagrebački nogometni savez.

Gabrijelić, M. (1964). *Nogomet - teorija igre*. Zagreb: Novinarsko štamparsko i izdavačko poduzeće "Sportska štampa".

Gains, G. L., Swedenhjelm, A. N., Mayhew, J. L., Bird, H. M., & Houser, J. J. (2010). Comparison of speed and agility performance of college football players on field turf and natural grass. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2613–2617.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181eccdf8>

Gould, H. P., Lostetter, S. J., Samuelson, E. R., & Guyton, G. P. (2023). Lower Extremity Injury Rates on Artificial Turf Versus Natural Grass Playing Surfaces: A Systematic Review. *The American journal of sports medicine*, 51(6), 1615–1621.
<https://doi.org/10.1177/03635465211069562>

<https://hask.hr/povijest-2/>

<https://publications.fifa.com/en/football-stadiums-guidelines/technical-guideline/stadium-guidelines/pitch-dimensions-and-surrounding-areas/>

<https://www.thefa.com/about-football-association/what-we-do/history>

<https://www.uefa.com/insideuefa/news/025c-0f8e775cbd76-a467351b03e2-1000--mud-plastic-and-grass-the-evolution-of-the-football-pitch/>

Hughes, M. G., Birdsey, L., Meyers, R., Newcombe, D., Oliver, J. L., Smith, P. M., Stenbridge, M., Stone, K., & Kerwin, D. G. (2013). Effects of playing surface on physiological responses and performance variables in a controlled football simulation. *Journal of sports sciences*, 31(8), 878–886. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.757340>

Jozak, Romeo; Despot, Tamara; Marčetić, Zoran; Ivanjko, Anđelko; Šoš, Krešimir; Segedi, Ivan. (2010). Kondicijski trening (s naglaskom na brzinu, agilnost i eksplozivnost) u nogometnoj školi NK DINAMA.

Marković, G. (2008). Nogomet : integralni kondicijski trening. Zagreb: Udruga "Tjelesno vježbanje i zdravlje".

Milanović, D. (2013). Teorija treninga. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Milanović, D., Jukić, I. i Itoudis, D. (1994). Utjecaj programiranog treninga na promjene u motoričkim sposobnostima mladih košarkaša. *Kinesiology*, 26 (1-2), 33-43. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/253478>

Milanović, L. (2011). Razlike u morfološkim i funkcionalnim parametrima između sportaša u momčadskim sportovima na različitim igračkim pozicijama (doktorski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Milanović, Z., Sporiš, G., Trajković, N., & Fiorentini, F. (2011). Differences in agility performance between futsal and soccer players. *Sport Sci*, 4(2), 55-59.

Polman, R., Bloomfield, J., & Edwards, A. (2009). Effects of SAQ training and small-sided games on neuromuscular functioning in untrained subjects. *International journal of sports physiology and performance*, 4(4), 494-505.

Reilly, T. (1996). Motion analysis and physiological demands. In T. Reilly (Ed.), *Science and soccer* (pp.371-427). London: E. and F.N. Spon

Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24, 919-932.

Sporiš, G., Barišić, V., Fiorentini, F., Ujević, B., Jovanović, M., i Talović, M. (2014). Situacijska efikasnost u nogometu. Glina: Lena sport d.o.o.

Stone, K. J., Hughes, M. G., Stenbridge, M. R., Meyers, R. W., Newcombe, D. J., & Oliver, J. L. (2016). The influence of playing surface on physiological and performance responses during and after soccer simulation. *European journal of sport science*, *16*(1), 42–49. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.984768>

Xiao, M., Lemos, J. L., Hwang, C. E., Sherman, S. L., Safran, M. R., & Abrams, G. D. (2022). Increased Risk of ACL Injury for Female but Not Male Soccer Players on Artificial Turf Versus Natural Grass: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, *10*(8), 23259671221114353. <https://doi.org/10.1177/23259671221114353>