

MATEMATIKA IZVAN MATEMATIKE

Primjenjivost matematike u vidu statističke analize utakmica Svjetskog nogometnog prvenstva 2014. godine

SELMAN REPIŠTI¹

Sažetak

U ovom radu prikazan je primjer primjene statistike u analizi 56 nogometnih utakmica Svjetskog nogometnog prvenstva 2014. godine. Varijable kojima smo se bavili bile su: broj golova, broj udaraca na gol, posjed lopte, prekršaji, crveni i žuti kartoni, zaleđa, udarci iz kuta (korneri), obrane... te razlikama u ovim varijablama između suprotstavljenih momčadi. Primijenjene su metode neparametrijske statistike, na osnovi kojih su dobiveni rezultati slični onima iz prethodnih studija u ovome području. U radu su predložene i preporuke za sljedeća kvantitativna istraživanja vezana uz nogometne utakmice.

Ključne riječi: statistička analiza, sportska postignuća, nogometna utakmica, dinamika igre

Uvod

Statistika, kao grana primijenjene matematike, svoju primjenu nalazi u različitim područjima: psihologiji, pedagogiji, sociologiji, političkim znanostima, biologiji, kemiji, fizici, poljoprivrednim znanostima, medicini (kao biomedicinska statistika), sportu, kineziologiji i slično.

U ovome radu pokušat ćemo prikazati korisnost statističkih analiza u opisivanju nogometnih utakmica. Inače, statističke tehnike su, u području sporta, svoju najširu primjenu našle u analizama uspješnosti igrača i momčadi u bejzbolu. Ova tradicija traje više od jednog stoljeća, a u okviru nje javio se specifičan naziv čiji najpribližnji prijevod na naš jezik glasi *sabermetrija* (eng. *sabermetrics*). Prvi dio ovoga termina potječe od akronima za Društvo za istraživanje američkog bejzbola (eng. *Society for*

¹Selman Repišti, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

American Baseball Research – SABR), dok drugi dio naziva znači „mjerenje”. Neki autori ovaj naziv koriste i za disciplinu koja obuhvaća primjenu statistike u nogometu, međutim smatramo da to nije dovoljno opravdano s obzirom da je ovaj termin nastao pod okriljem matematičkih analiza bejzbola.

Možemo reći da nije proveden velik broj statističkih istraživanja i analiza nogometnih utakmica. Većina njih svodi se na deskriptivnu statistiku, razumljivu prosječnom čitatelju i svakoj osobi koja redovito prati rezultate i ishode nogometnih natjecanja. Ipak, dostupna su i neka istraživanja koja obuhvaćaju ozbiljne statističke tehnike koje vode k validnom zaključivanju (tj. koja obuhvaćaju tzv. inferencijalnu statistiku).

Schuh (1986.) je svoje istraživanje proveo na 49 utakmica juniorske nogometne lige, a varijable koje je analizirao bile su: tereni na kojima su utakmice odigravane, period dana njihovog odigravanja, vremenski uvjeti, dobna skupina protivnika, sustav suđenja na utakmicama, boja dresova igrača, boja dresa vratara, ukupan broj golova, ishod utakmice (pobjeda domaćina, poraz domaćina, neriješen rezultat), broj obrana, ukupan broj udaraca na gol, broj udaraca iz kuta (korneri), broj izravnih udaraca (koji su bili posljedica prekršaja), učestalost dodjeljivanja lopte određenoj momčadi (uslijed dosuđivanja zaleđa oponenta)... Na osnovi prve polovice odigranih utakmica, Schuh (1986.) je uspio predvidjeti ishod 21 od 24 preostale utakmice. Relevantni faktori koje je uzeo u obzir visoko su korelirali s ishodom utakmica (koeficijent multiple korelacije iznosio je $R = 0.79$). Također, preporučio je da daljnje analize obuhvate individualne karakteristike i postignuća napadačkih i obrambenih igrača.

S druge strane, Anders i Rotthoff (2010.) istražili su utjecaj žutih i crvenih kartona na vjerojatnost pobjede u nogometnim utakmicama. Njihov uzorak činile su utakmice odigrane u okviru njemačke prve lige (Bundeslige) između 2004. i 2009. godine. Kako je i očekivano, dobivanje žutih i/ili crvenih kartona smanjuje vjerojatnost pobjede momčadi kojima je dodijeljen ovakav oblik kazni. Prema njihovu istraživanju, dodjeljivanje žutog kartona domaćoj momčadi smanjuje vjerojatnost pobjede za 22 – 27%, dok u slučaju crvenog kartona ovaj postotak iznosi 44 – 48%. Ukoliko se žuti karton dodijeli protivniku (momčadi koja igra u gostima), domaća momčad ima za oko 16% veće izgleda da pobijedi, a ako se gostujućoj momčadi dodijeli crveni karton, izgledi domaće momčadi rastu za 20 – 25%. Također su zaključili da je za pobjedu važna agresivna igra, ali do određene mjere, jer ona može rezultirati većim brojem prekršaja, te stoga biti kontraproduktivna. Anders i Rotthoff (2010.) podcrtali su važnost pristranosti sudaca (eng. *referee bias*) koja može jasno izmijeniti ishod nogometnih utakmica. Ostale varijable koje su ovi autori analizirali bile su: udarci iz kuta domaće momčadi, zaleđa domaće momčadi, udarci na gol koje je uputila domaća momčad, rang domaćih momčadi na kraju prve sezone, te pobjede i neriješene utakmice.

Christos Papahristodoulou (2006.; 2008.) analizirao je 125 nogometnih utakmica s UEFA-inog prvenstva 2005. – 2006. godine. Točnije, njih 96 u skupnoj, 28 u

eliminacijskoj i jednu u završnoj fazi (finalu). Varijable koje je uzeo u obzir bile su: postignuti broj golova, udarci na gol, udarci iz kuta, posjed lopte, broj žutih kartona, broj počinjenih prekršaja (faulova) i broj zaleđa (ofsajda) po svakoj momčadi (tj. nogometnom timu). Papahristodoulou (2006.) je dobio da je broj postignutih golova, kako je i očekivano, u visokoj korelaciji s brojem udaraca na gol ($r = 0.89$), a također je u visokoj korelaciji s brojem udaraca iz kuta ($r = 0.77$) i posjedom lopte ($r = 0.78$). Niže korelacije zabilježene su u slučaju broja golova i žutih kartona te zaleđa. I ovaj autor zaključuje kako ofanzivnija igra (uz razuman broj prekršaja) vodi k većim izgledima za pobjedu.

Papahristodoulou (2012.) je proveo još jedno zanimljivo istraživanje u području nogometa, gdje je dobio sljedeći rezultat: što su plaće igrača (boljih i slabijih) ujednačenije, to je opći „uradak“, odnosno postignuće čitave momčadi bolje. Ovo istraživanje bilo je kombinacija statistike, ekonomije i psihologije, a potvrdilo je hipotezu koja se odnosi na benefit percipirane jednakosti i pravednosti među članovima određene skupine (u ovom slučaju sportske momčadi).

Ballesteros i Peñas (2010.) analizirali su 380 utakmica odigranih 2008. i 2009. u okviru španjolskih liga. Varijable koje su uzete u razmatranje podijelili su u tri skupine: one koje su vezane uz postizanje golova, varijable obrane i varijable vezane uz napad. Sve u svemu, riječ je o faktorima koje su ispitivali prethodno navedeni istraživači. Zanimalo ih je što razlikuje uspješne od neuspješnih momčadi. Na osnovi rezultata analize varijance (ANOVA-u), zaključeno je da kvalitetnije (uspješnije) ekipe ostvaruju više udaraca na gol, te da imaju efektivniji omjer broja golova i udaraca na gol. Drugim riječima, u njihovu slučaju lopta češće završi u mreži nego što je to prisutno kod neuspješnih momčadi. Dodatno, lopta je više u posjedu uspješnih ekipa, a ove momčadi ostvaruju i veći broj kvalitetnih asistencija (Ballesteros i Peñas, 2010.).

Orta i Korkmaz (2012.) analizirali su broj golova u utakmicama koje su odigrane u okviru turske premijer lige (2011. i 2012. godine). Rezultati njihove studije (odnosno t–testa koji su primijenili) ukazuju na to da ne postoji statistički bitna razlika između broja golova u prvom i u drugom poluvremenu nogometnih utakmica. Nadalje, distribucije broja golova u prvom odnosno drugom poluvremenu statistički bitno odstupaju od normalne krivulje (utvrđeno Kolmogorov-Smirnovljevim i Shapiro-Wilkovim testom). Također je utvrđeno da se brojevi golova statistički značajno razlikuju s obzirom na to jesu li postignuti stopalom, glavom, jedanaestercem ili su pak u pitanju bili auto-golovi (Orta i Korkmaz, 2012).

Armatas, Yiannakos, Papadopoulou i Skoufas (2009.) proveli su studiju vezanu uz grčku premijer ligu i utakmice odigrane 2006. i 2007. godine. Dobili su da je više golova postignuto u drugom poluvremenu, te da prvi pogodak ima bitan utjecaj na konačan ishod utakmica. Tako su otkrili da će u 71.43% slučajeva momčad koja prva postigne gol (odnosno prva povede) pobijediti u toj utakmici. Ovi autori analizirali su i samu prednost činjenice da je određena momčad na svome terenu (domaćini).

Tako je domaća momčad u grčkoj premijer ligi, u ispitivanom periodu, pobijedila u 47.3% utakmica, igrala neriješeno u njih 26.34%, a izgubila u 26.4% slučajeva. Hi-kvadrat testom utvrđeno je da su razlike u broju pobjeda, neriješenih ishoda i poraza statistički značajne (Armatas i sur., 2009.).

Bar-Eli, Azar, Ritov, Keidar-Levin i Schein (2007.) u svom su se istraživanju temeljili na utvrđivanju optimalne strategije vratara prilikom pokušaja obrane jedanaesteraca. Došli su do nalaza da je najbolje da vratar ostane na sredini gola, te da mnogi od njih prave pogrešku kad se naglo bace na jednu ili drugu stranu. Ovdje je posrijedi i psihološki moment gdje većina vratara smatra da je bolji bilo kakav vid aktivnosti (bacanje na desnu odnosno lijevu stranu) nego neaktivnosti (ostajanje na centru gola). Vratari obično pretpostavljaju da će ih suigrači manje osuđivati (u slučaju da ne uspiju obraniti jedanaesterac) ukoliko reaguju na bilo koji način, različit od pasivnoga. Ovi istraživači utvrdili su da se 49.3% vratara baca na lijevu, 44.4% na desnu stranu, a njih 6.3% ostaje na centru gola. Međutim, smjer lopte prilikom izvođenja jedanaesterca distribuiran je ovako: 32.2% izvođača penala gađalo je lijevu stranu gola, njih 28.7% sredinu, a 39.2% igrača desnu stranu gola (Bar-Eli i sur., 2007.).

Peñas i Dellal (2010.) istraživali su faktore koji utječu na posjed lopte u nogometnim utakmicama. Došli su do rezultata da je varijabilnost vremena posjeda lopte kod kvalitetnijih, više rangiranih momčadi manja u odnosu na druge neuspješne momčadi. Dakle, kroz utakmice, postotak odnosno vrijeme u kojem posjedu loptu stabilnije je odnosno konzistentnije. Osim toga, posjed lopte je veći u slučaju kada aktualni rezultat ukazuje na gubitak nego na dobitak utakmice. Domaće momčadi (ekipe koje igraju na svome terenu) češće imaju veći posjed lopte od onih gostujućih, dok igranje protiv jačih timova smanjuje vrijeme u kojemu je lopta u posjedu danog tima (Peñas i Dellal, 2010.).

Jedan od ciljeva našeg istraživanja je ispitati razlike u relevantnim varijablama između pobjedničkih i gubitničkih momčadi na utakmicama koje su odigrane u sklopu FIFA-inog Svjetskog nogometnog prvenstva 2014. godine (SP 2014.). Isto tako, zanimalo nas je u kojoj su mjeri odabrane varijable međusobno povezane, što je ujedno drugi cilj našega istraživanja.

Rukovodeći se i nastavljajući ovu studiju na prethodna istraživanja, postavili smo sljedeće hipoteze (pritom smo uveli još jedan tip izvedenih varijabli – varijable koje se odnose na razliku između posjeda lopte, broja prekršaja, udaraca na gol... između momčadi koje su igrale jedna protiv druge, odnosno između pobjedničke i gubitničke ekipe):

- 1) Očekujemo statistički značajnu razliku u: broju golova, ukupnom broju udaraca na gol, efektivnim udarcima na gol, posjedu lopte, udarcima iz kuta, broju zaleđa, broju žutih kartona i broju crvenih kartona između pobjedničkih i gubitničkih nogometnih ekipa. Dodatno, ne očekujemo statistički značajne razlike u broju obrana i broju prekršaja.

- 2) Pretpostavljamo da postoji statistički značajna pozitivna korelacija između broja golova momčadi koje igraju jedna protiv druge, između razlike u golovima i razlike u posjedu lopte, te između razlike udaraca na gol i razlike u posjedu lopte na cijelom uzorku utakmica.
- 3) Očekujemo negativnu i statistički značajnu korelaciju između: razlike u posjedu lopte i razlike u broju obrana, razlike u posjedu lopte i razlike u prekršajima, kao i između broja udaraca na gol i broja prekršaja.
- 4) Broj udaraca na gol pobjedničkih momčadi u većoj je korelaciji s brojem golova te momčadi nego što je broj udaraca na gol poraženih ekipa povezan s brojem golova koje su one postigle.

Metodologija

Uzorak

Uzorak našeg istraživanja činilo je 56 utakmica odigranih na Svjetskom nogometnom prvenstvu 2014. godine u Brazilu. Analizirali smo samo one utakmice koje su riješene u regularnom vremenu (90-minutnom, uz kratke produžetke) kako bismo izjednačili utakmice po ovoj važnoj varijabli. U jednom dijelu analize uspoređivali smo utakmice koje nisu imale neriješen ishod (prilikom komparacije pobjedničkih i poraženih momčadi, $N = 47$), dok smo u drugim analizama koristili kompletnu bazu podataka sa svih 56 utakmica.

Postupak istraživanja

Od metodoloških tehnika, primijenjena je analiza sekundarnih izvora, odnosno analizirani su podaci dostupni putem internetskih platformi na kojima je bila objavljena nogometna statistika spomenutog prvenstva. Odlučili smo odabrati sljedeće najčešće istraživane varijable: zbog golova, broj prekršaja, postotak posjeda lopte, broj žutih i crvenih kartona, ukupan broj zaleđa (ofsajda), ukupan broj odbrana, broj udaraca na gol i ukupan broj udaraca iz kuta (kornera).

Numeričke vrijednosti su, po svakoj utakmici i momčadi, unesene u statistički program SPSS 17.0 for Win, gdje je formirana baza podatka na osnovi kojih su kasnije izvršene analize u sklopu deskriptive i inferencijalne statistike. Kako je naš uzorak, po definiciji, spadao u male uzorke, te kako je iz prethodnih istraživanja poznato da se mnoge za nogomet relevantne varijable ne distribuiraju normalno, podaci su analizirani neparametrijskim statističkim tehnikama.

Rezultati i diskusija

Prvo smo izračunali mjere centralne tendencije i varijabilnosti podataka za sve analizirane nogometne utakmice. Od mjera centralne tendencije, izračunata je medijana (centralna vrijednost – Mdn ili C), dok je kao mjera varijabilnosti prikazano interkvartilno raspršenje rezultata – IQR (odnosno interval u kojemu se nalazi 50% prosječnih/centralnih rezultata). Uz IQR, prikazan je i podatak o 25. i 75. centilu, kao granicama ovog intervala. Također je izračunat minimalni i maksimalni rezultat po svakoj analiziranoj varijabli (tablica 1).

Tablica 1. Deskriptivne statističke vrijednosti za sve analizirane utakmice ($N = 56$)

Varijable	C	IQR	P ₂₅	P ₇₅	min	max
Broj golova	3	3	1.5	4.5	0	8
Broj udaraca na gol	14.5	6.75	11.125	17.875	6	25
Broj prekršaja	27.5	11	22	33	16	54
Broj kornera	10	3.75	8.125	11.875	4	21
Broj obrana	10	5.75	7.125	12.875	1	20
Broj zaleđa	4	3	2.5	5.5	0	14
Broj žutih kartona	2.5	1.75	1.675	3.335	1	7

Kao što možemo očitati iz tablice 1, prosječan broj golova po utakmici, izražen medijanom, iznosio je $C = 3$. Također, na 50% utakmica postignuto je između 1.5 i 4.5 golova (tj. od dva do četiri gola, zbog same prirode ove varijable). Maksimalan broj golova bio je osam.

Prosječni broj udaraca na gol po utakmici bio je $C = 14.5$, a njihov raspon iznosio je od 6 do 25. Prosječan broj prekršaja bio je $C = 27.5$, s rasponom od 16 do 54. U prosjeku, izvedeno je 10 kornera i ostvareno isto toliko obrana, dok su dosuđena četiri zaleđa. Medijana broja žutih kartona po utakmici iznosila je $C = 2.5$, dok je raspon žutih kartona bio od jedan do sedam.

Nismo ponudili prikaz deskriptivnih statističkih vrijednosti broja crvenih kartona jer njihovo dosuđivanje spada u domenu rijetkih događaja. Stoga ćemo samo navesti da je na 56 analiziranih utakmica bio ukupno dosuđeno devet crvenih kartona. Također, ovdje nismo prikazali ni ukupan posjed lopte jer je on po svakoj utakmici (kada se uzmu oba suprotstavljena tima skupa) jednak 100%.

U sljedećoj tablici (tablica 2.) nalaze se deskriptivne vrijednosti za iste varijable (uz posjed lopte), samo što smo u ovom slučaju analizirali 47 utakmica koje nisu

završile neriješeno. Drugim riječima, prikazali smo rezultate koji se odnose na pobjedničku i na poraženu momčad. Oni će nam kasnije trebati kada budemo provodili analize kojima se ispituju razlike u ovim varijablama među njima.

Tablica 2. Deskriptivne statističke vrijednosti za pobjedničke i poražene nogometne ekipe

Varijable	Ekipe	C	IQR	P ₂₅	P ₇₅	min	max
Broj golova	Pobjednici	2	1	1	3	1	7
	Poraženi	1	2	0	2	0	2
Broj udaraca na gol	Pobjednici	9	4	7	11	4	18
	Poraženi	6	4	4	8	0	13
Posjed lopte	Pobjednici	51	10	46	56	36	70
	Poraženi	49	10	44	54	30	64
Broj prekršaja	Pobjednici	13	9	8.5	17.5	5	31
	Poraženi	14	5	11.5	16.5	5	23
Broj kornera	Pobjednici	4	4	2	6	1	12
	Poraženi	5	3	3.5	6.5	0	9
Broj obrana	Pobjednici	5	3	3.5	6.5	0	12
	Poraženi	5	5	2.5	7.5	1	14
Broj zaleđa	Pobjednici	1	2	0	2	0	7
	Poraženi	1	2	0	2	0	11
Broj žutih kartona	Pobjednici	1	2	0	2	0	3
	Poraženi	1	1	0.5	1.5	0	4

Kao što vidimo (tablica 2), prosječan broj golova pobjedničkih momčadi veći je ($C = 2$) u odnosu na broj golova poraženih momčadi ($C = 1$), što je očekivano, isto kao i broj udaraca na gol (devet vs. šest). Posjed lopte također je nešto veći kod pobjedničke momčadi (51 u odnosu na 49). Prosječan broj prekršaja malo je veći u skupini poraženih ekipa ($C = 14$ vs. $C = 13$ za pobjedničke ekipe), kao i broj kornera ($C = 5$ vs. $C = 4$). Broj obrana, zaleđa i žutih kartona podjednak je kod pobjednika i gubitničkih ekipa. S druge strane (što nije prikazano u tablici iz prethodno spomenutih razloga), broj crvenih kartona veći je kod poražene u odnosu na pobjedničku momčad (šest vs. jedan crveni karton).

Kako bismo provjerili prvu postavljenu hipotezu, primijenili smo Wilcoxonov test ranga sa znakom (eng. *Wilcoxon signed ranks test*). Uzorak u ovoj analizi činilo je 47 nogometnih utakmica koje se nisu završile neriješeno (tj. postojao je pobjednik u regularnom vremenu). Prethodnoj listi varijabli dodali smo i efikasnost udaraca na gol koja je izračunata kao količnik broja golova i broja udaraca na gol. Pozitivni i

negativni rangovi nastali su oduzimanjem rangiranih vrijednosti poražene momčadi od rangiranih vrijednosti pobjedničke momčadi. Vezani rangovi (eng. *ties*) odnose se na iste rezultate (nogometne ishode) koje su postigle pobjedničke i gubitničke ekipe. Rezultati su prikazani u tablici 3.

Tablica 3. Rezultati Wilcoxonovog testa ranga sa znakom

Varijable	Rangovi	Broj rangova	Prosječni rang	Suma rangova	Z	p
Broj golova	Pozitivni	47	24	1128	-6.091	0.000
	Negativni	0	0	0		
	Vezani	0				
Broj udaraca na gol	Pozitivni	29	25.81	748.5	-2.966	0.003
	Negativni	15	16.10	241.5		
	Vezani	3				
Efikasnost udaraca na gol	Pozitivni	41	23.95	982	-5.244	0.000
	Negativni	4	13.25	53		
	Vezani	1				
Posjed lopte	Pozitivni	25	23.56	589	-0.531	0.596
	Negativni	21	23.43	492		
	Vezani	1				
Broj prekršaja	Pozitivni	26	23.87	620.5	-0.599	0.549
	Negativni	21	24.17	507.5		
	Vezani	0				
Broj kornera	Pozitivni	21	22.17	465.5	-0.091	0.928
	Negativni	22	21.84	480.5		
	Vezani	4				
Broj obrana	Pozitivni	18	17.53	315.5	-1.042	0.297
	Negativni	21	22.12	464.5		
	Vezani	8				
Broj zaleđa	Pozitivni	21	16.64	349.5	-0.030	0.976
	Negativni	16	22.09	353.5		
	Vezani	10				
Broj žutih kartona	Pozitivni	9	13	117	-2.647	0.008
	Negativni	22	17.25	379		
	Vezani	16				
Broj crvenih kartona	Pozitivni	1	4	4	-1.890	0.059
	Negativni	6	4	24		
	Vezani	40				

Na osnovi tablice 3 (a referirajući se i na prosječne vrijednosti iz tablice 2), možemo izvesti sljedeće zaključke. Pobjedničke, u odnosu na poražene ekipe, imaju statistički značajno viši: broj golova ($Z = -6.091$, $p < 0.001$), udaraca na protivnički gol ($Z = -2.966$, $p < 0.01$) i efikasnih udaraca na gol ($Z = -5.244$, $p < 0.001$). Također, dobivaju statistički značajno manji broj žutih kartona ($Z = -2.647$, $p < 0.01$). Razlika u broju crvenih kartona nije statistički značajna, ali njena je važnost blizu granične vrijednosti ($Z = -1.890$, $p = 0.059$). Moguće je da bi ova razlika bila značajna na većem uzorku utakmica. Iznenađujući je nalaz da ne postoji statistički bitna razlika u posjedu lopte između pobjedničke i poražene momčadi.

Nema ni statistički značajnih razlika u broju zaleđa i broju kornera. Objašnjenje ovog zadnjeg rezultata može ići u sljedećem smjeru: na broj zaleđa izravno utječu odluke sudaca na utakmici, te postoji mogućnost da su, uslijed nastojanja da budu što objektivniji, arbitri dosuđivali otprilike podjednak broj zaleđa objema ekipama. Ujednačen broj udaraca iz kuta (kornera) može se objasniti češćim udarcima na gol od strane pobjedničkih momčadi (gdje je postojala veća vjerojatnost da se lopta odbije od suparničkih igrača ili od vratara), dok se nedovoljna preciznost šutova poraženih momčadi ogledala u pogađanju suparničkih igrača ili vratara. Ova dva trenda međusobno se potiru, te u konačnici dovode do sličnog broja kornera za obje ekipe.

Pobjedničke i poražene momčadi ne razlikuju se statistički značajno po broju obrana i broju prekršaja, kako smo i pretpostavili odgovarajućom hipotezom. Sve u svemu, veći dio prve hipoteze je potvrđen.

Kako bismo provjerili ostale hipoteze, izračunali smo Spearmanove koeficijente korelacije (r_s) između varijabli čija je povezanost pretpostavljena ovim hipotezama (tablice 4 i 5).

Tablica 4. Korelacije između varijabli relevantnih za potvrđivanje/opovrgavanje postavljenih hipoteza

parovi koreliranih varijabli		r_s	p
golovi prve ekipe	golovi druge ekipe	0.453	0.000
razlika u broju golova	razlika u posjedu lopte	-0.074	0.586
razlika u broju udaraca na gol	razlika u posjedu lopte	0.357	0.007
razlika u broju obrana	razlika u posjedu lopte	-0.383	0.004
razlika u broju prekršaja	razlika u posjedu lopte	-0.475	0.000
broj prekršaja	broj udaraca na gol	-0.276	0.039

Brojevi golova pobjedničkih i poraženih momčadi (tablica 4) međusobno su u pozitivnoj statistički značajnoj korelaciji ($r_s = 0.453$, $df = 54$, $p < 0.001$). Ovo možemo objasniti potrebom suparničke ekipe da izjednači rezultat momčadi koja je povelala, te da eventualno prijeđu u vodstvo. Razlika u posjedu lopte između suprotstavljenih momčadi je u statistički značajnoj pozitivnoj korelaciji s razlikom u broju udaraca na gol ($r_s = 357$, $df = 54$, $p < 0.01$), dok je u negativnoj korelaciji s razlikom u broju odbrana ($r_s = -0.383$, $df = 54$, $p < 0.01$) i razlikom u broju prekršaja ($r_s = -0.475$, $df = 54$, $p < 0.001$). Razlika u posjedu lopte nije u statistički značajnoj korelaciji s razlikom u broju golova, što se može interpretirati na način da su ekipe koje gube nesigurnije u igri i da teže zadržati loptu jer su svjesni da će, ukoliko naprave određenu pogrešku, bolja ekipa iskoristiti priliku i na kraju možda postići gol.

S druge strane, broj prekršaja je u negativnoj i statistički značajnoj korelaciji s brojem udaraca na gol ($r_s = -0.276$, $df = 54$, $p < 0.05$). Prekršaji vjerojatno usporavaju igru, tj. napade i kontranapade. Dakle, imajući u vidu rezultate predočene u prva tri retka tablice, potvrdili smo veći dio druge hipoteze, dok na osnovi vrijednosti i značajnosti koeficijenata u posljednjim redcima tablice 4 potvrđujemo treću postavljenu hipotezu.

Tablica 5. Koeficijenti korelacije između golova i udaraca na gol kod pobjedničkih i poraženih timova

parovi koreliranih varijabli		r_s	p
broj golova pobjedničkih ekipa	njihovi udarci na protivnički gol	0.453	0.000
broj golova poraženih ekipa	njihovi udarci na protivnički gol	-0.074	0.586

Iz tablice 5 možemo očitati da je koeficijent korelacije u skupini pobjedničkih ekipa veći ($r_s = 0.453$, $df = 45$, $p < 0.001$) nego onaj u skupini gubitničkih ekipa ($r_s = -0.074$, $p > 0.05$). Također, vidimo da je prvi koeficijent značajan na nivou 0.001, dok drugi koeficijent nije dostigao ni razinu statističke značajnosti od 0.05. Ovaj nalaz slaže se s onim o statistički bitno većoj efikasnosti šutova na gol kod pobjedničkih ekipa (tablica 3).

Kao što smo vidjeli, prednosti ovog istraživanja ogledaju se u razmatranju i analiziranju velikog broja relevantnih varijabli vezanih uz nogometne utakmice. Glavni nedostatak mu je mali broj utakmica koji u određenoj mjeri ograničava generalizaciju rezultata na „populaciju” nogometnih utakmica.

Zaključci

U skladu s postavljenim hipotezama, mogu se iznijeti sljedeći zaključci:

- 1) Pobjedničke (uspješne) ekipe se od poraženih (neuspješnih) ekipa razlikuju po većem broju postignutih golova, većem broju udaraca na gol i njihovoj efikasnosti. Bolje momčadi također su zaradile manje žutih kartona tijekom odigranih utakmica, u odnosu na gubitničke momčadi. Ove dvije skupine ekipa ne razlikuju se statistički značajno po: konačnom broju obrana, prekršaja, posjeda lopte, udaraca iz kuta i zaleđa.
- 2) Brojevi golova suparničkih ekipa međusobno su u pozitivnoj korelaciji, kao što su i razlika u udarcima na gol i razlika u posjedu lopte.
- 3) Razlika u posjedu lopte u negativnoj je korelaciji s razlikom u obranama i razlikom u prekršajima. Broj udaraca na gol u negativnoj je korelaciji s brojem prekršaja.
- 4) Udarci na gol pobjedničke momčadi u statistički su značajnoj korelaciji s brojem golova koje su ostvarili, dok to nije slučaj kod poražene momčadi.

Kao što se može primijetiti, statistika zaista nalazi značajnu primjenu u analizi nogometnih utakmica. Međutim, potrebno je uzeti u obzir mnogo drugih varijabli koje mogu utjecati na ishod utakmica. Dakle, istraživačima koji će se baviti ovom tematikom preporučujemo da analiziraju i sljedeće faktore: vremenske prilike tijekom odigravanja nogometnih utakmica, utjecaj trenerovih opaski i savjeta prije i tijekom utakmice, grupna kohezija u samim ekipama, utjecaj broja navijača na ishod utakmice i slično. Složenije analize mogu se provesti u području matematičkog modeliranja, odnosno opisivanja dinamičnog sustava kakav je nogometna utakmica.

Literatura

1. Anders, A. i Rotthoff, K. (2010.). Yellow Cards: Do They Matter? *Journal of Quantitative Analysis in Sport*, 7(1), 1–13.
2. Armatas, V., Yiannakos, A., Papadopoulou, S. i Skoufas, D. (2009.). Evaluation of goals scored in top ranking soccer matches: Greek „Superleague” 2006.-07. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 3(1), 39–43.
3. Ballesteros, J. L. i Peñas, C. L. (2010.). Performance in Team Sports: Identifying the Keys to Success in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 25, 85–91.
4. Bar-Eli, M., Azar, O., Ritov, I., Keidar-Levin, Y. i Schein, G. (2007.). Action bias among elite soccer goalkeepers: The case of penalty kicks. *Journal of Economic Psychology*, 28, 606–621.

5. Orta, L. i Korkmaz, M. (2012.). An analysis on the goals scored in Turkish super league in 2011 – 2012 football season. *European Journal of Business and Social Sciences*, 1(5), 153–167.
6. Papahristodoulou, C. (2006.). Team Performance in UEFA Champions League 2005-06. *MPRA Paper No. 138*, 1–20.
7. Papahristodoulou, C. (2008.). An analysis of UEFA Champions League match statistics. *International Journal of Applied Sports Science*, 20, 67–93.
8. Papahristodoulou, C. (2012.). A NLIP Model on Wage Dispersion and Team Performance. *MPRA Paper No. 39149*, 1–17.
9. Peñas, C. L. i Dellal, A. (2010.). Ball Possession Strategies in Elite Soccer According to the Evolution of the Match-Score: the Influence of Situational Variables. *Journal of Human Kinetics*, 25, 93–100.
10. Schuh, A. J. (1986.). Performance measures of game activity and team effectiveness in competitive youth soccer. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 24, 381–384.